



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 28 800 T2 2004.02.05**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 774 860 B1**

(51) Int Cl.7: **H04N 1/52**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 28 800.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 308 221.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **14.11.1996**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.05.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.06.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.02.2004**

(30) Unionspriorität:

**559323            16.11.1995        US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(73) Patentinhaber:

**Xerox Corp., Rochester, N.Y., US**

(72) Erfinder:

**Harrington, Steven J., Holley, US**

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &  
Schwanhäusser, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **Bildverarbeitungsverfahren und -system für einen mehrfarbigen Drucker**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Diese Erfindung betrifft eine Bildverarbeitungsmethode und ein System für einen Farbdrucker.

[0002] In elektrofotografischen Systemen, die mit der Gruppierung von Rasterpunkten arbeiten, ist eine Einteilung der einzelnen Farbtrennungen nur schwer zu vollziehen. Da kleine Erfassungsfehler in einer Ausbildung von unerwünschten Moire-Mustern resultieren würden, werden die Schirme aller Trennungen dementsprechend gegenüber den anderen rotiert. In derzeitigen Tintenstrahldruckern, die eine sehr gute Einteilung der Farbtrennungen haben, sind Moire-Muster kein Problem. Folglich können die Punktmuster den Einteilungen gemäß übereinander gelegt werden.

[0003] Bei einer Einschränkung der oben dargestellten Zwänge können andere Ziele angegangen werden, um die Systemreproduktion zu optimieren, wovon eines die Maximierung der Skala des Farbdruckers ist. Da Tintentropfen nicht ideal sind, unterscheidet sich die Farbe, die von zwei übereinander gelegten Tintentropfen erzeugt wird, von der Farbe, die durch die Platzierung der Punkte bei einem Seite-an-Seite-Verhältnis erzeugt wird. Die weiteste Skala wird in letzterem Fall erzeugt, wenn die Überlappung der Tinten minimiert wird.

[0004] Ein zweites Ziel von Punktmustern ist die Verbesserung von Kantenbestimmungen. Kanten, die durch plötzliche Wechsel in Farbe oder Dichte innerhalb eines kleinen Gebiets des Bildes beschrieben werden, sind in dem mit Tinte bedruckten Teil eines Halbton-Rasterpunkts klar definiert, in weißen Bereichen zwischen Punkten gehen sie aber verloren. Die Menge an weißem Raum wird größer sein, wenn die Trennungen, die zu der Farbe an der Kante beitragen, mit Punkten gebildet werden, die sich überlappen. Falls die Trennungen, die die Kanten ausbilden, jedoch zu der Farbkombination mit Punkten beitragen, die aus einem Seite-an-Seite-Verhältnis stammen, würde weniger weißer Raum entstehen und die Chance höher sein, dass eine Kante einen der Seite-an-Seite-Punkte überlappen würde, was eine verbesserte Kantenübertragung liefern würde.

[0005] Ein drittes Ziel des Designs von Punktmustern ist die Verminderung von lokalen Tintenkonzentrationen. Probleme wie die Bildung von Tintenpfützen oder das Verlaufen der Tinte treten auf, wenn sich zuviel Tinte in einem kleinen Gebiet befindet. Es wäre besser, wenn man eine einheitliche Schicht mit einer moderaten Menge von Tinte hätte, als Gebiete mit starker Tintenbedeckung verbunden mit Gebieten komplett ohne Bedeckung.

[0006] Diese Ziele werden zu einem großen Teil in US-A-5.493.323 erreicht. Halbtonbildschirme werden für jede Trennung gemäß dem Ziel erzeugt, eine Überlappung immer zu vermeiden, wenn dies möglich ist. Zu Beginn wird die Schwarz-Trennung gerastert, indem ein Punktmuster mit einer Anzahl von AN-Pixeln und AUS-Pixeln gemäß der Bereichsdichte der Schwarz-Trennung generiert wird. Als nächstes wird eine erste Farbtrennung gerastert, wobei eine Anzahl der vorigen AUS-Pixel auf AN gesetzt wird. Nun wird, falls einige weiße Pixel über geblieben sind, die zweite Farbtrennung gerastert, wobei eine Anzahl der vorigen AUS-Pixel auf AN gesetzt wird. Nachdem die zweite Farbtrennung gerastert wurde, wird, sofern noch AUS-Pixel über geblieben sind, die dritte Farbtrennung gerastert, wobei eine Anzahl der vorigen AUS-Pixel auf AN gesetzt wird. Falls während der Bearbeitung der zweiten und dritten Trennung festgestellt wird, dass keine AUS-Pixel mehr existieren, die auf AN gesetzt werden müssen, werden zweite und (falls benötigt) dritte Farbschichten begonnen, bzw. über die erste Schicht gelegt und anschließend, falls nötig, über die zweite Schicht gelegt. Jede Schicht wird begonnen und derart angeordnet, dass die zusätzlichen Farben, die das Punktmuster bilden, nicht auf irgendein schwarzes Gebiet gelegt werden. Beachten Sie jedoch, dass diese Anwendung die Reihenfolge der Auftragung der Farbtrennungen beschreibt, nämlich von dunkel nach hell. Das beschriebene System legt zuerst Schwarz auf, gefolgt von Magenta, Cyan und schließlich Gelb. Diese Reihenfolge neigt dazu, die Punktform bei einem zusammengesetzten Punkt zu erhalten. Für ein verstreutes Punktmuster, so wie jene, die beim Tintenstrahldruck verwendet werden, könnte es jedoch im Gegensatz dazu wünschenswert sein, den Luminanzkontrast so weit wie möglich zu reduzieren. Die Reduzierung des Kontrastes zwischen zwei Pixeln macht die einzelnen Punkte weniger sichtbar und verschafft dem Bild eine weichere Textur.

[0007] Gemäß der Erfindung wird, wie in Anspruch 1 dargelegt, eine Methode vorgestellt, die ein Halbtonverfahren benutzt, das die Überlappung von Farbe innerhalb eines Halbton-Rasterpunkt-Bereichs minimiert und gleichzeitig den Inter-Pixel-Kontrast verringert. Ein entsprechendes Verfahren ist in Anspruch 4 definiert.

[0008] Gemäß der Erfindung werden Halbtonbildschirme für jede Trennung gemäß des Ziels erzeugt, Überlappungen wann immer möglich zu vermeiden, aber auch gemäß des Ziels, den Inter-Pixel-Kontrast zu verringern. Zu Beginn wird die Schwarz-Trennung gerastert, wobei ein Punktmuster mit einigen AN-Pixeln und AUS-Pixeln gemäß der Bereichsdichte der Schwarz-Trennung erzeugt wird. Als nächstes wird Magenta gerastert, wobei einige der vorherigen AUS-Pixel auf AN gesetzt werden, und mit einer Füllreihenfolge, die dort beginnt, wo die Schwarz-Trennung aufgehört hat. Anschließend wird, sofern weiße Pixel über bleiben, die Cyan-Trennung gerastert, wobei einige der vorherigen AUS-Pixel auf AN gesetzt werden, und mit einer Füllreihenfolge, die dort beginnt, wo die Magenta-Trennung aufgehört hat. Falls es nötig ist, AN-Pixel zu überlappen, beginnt der Überlappungsanteil mit der Magenta-Trennung. Nachdem die Cyan-Trennung gerastert wurde,

wird die Gelb-Trennung gerastert. In diesem Fall wird die Füllreihenfolge jedoch umgekehrt. Zu Beginn werden sämtliche über gebliebenen AUS-Pixel auf AN gesetzt. Als nächstes beginnt die Überlappung jedoch, falls nötig, AN-Pixel mit Pixeln, die nur für der Cyan-Trennung geändert wurden, zu überlappen. Magentafarbene Pixel werden nur überlappt nachdem alle cyanfarbenen Pixel überlappt wurden.

[0009] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird zusätzlich zu der Verwendung obiger Punktmuster-Erzeugungs-und-Füll-Sequenz die Beseitigung von Unterfarben gezielt benutzt, um das Aussehen der Punkte zu optimieren. Die schwarz Farbe wird vermehrt oder verringert, um, in Verbindung mit der Vermehrung oder Verringerung von anderen Farben, den passenden Raum zum Füllen mit einem verringerten Luminanz-Kontrast zu erreichen.

[0010] Bei einem zerstäubten Punkt, wie bei jenen, die beim Tintenstrahldrucken verwendet werden, könnte es wünschenswert sein, den Luminanz-Kontrast so weit wie möglich zu verringern. Die Verringerung des Kontrasts zwischen zwei Pixeln macht die einzelnen Punkte weniger sichtbar und verschafft dem Bild eine weichere Textur. Die vorgestellte Füllstrategie schafft es, den Luminanz-Kontrast zu verringern, indem die beiden helleren Farben (Gelb und Cyan), die Grün ergeben, und Magenta überdruckt werden. Diese Farben haben weniger Kontrast in ihren Luminanz-Raum-Größen. Die Erfindung reduziert den Kontrast, indem die gelbe Tinte in entgegengesetzter Reihenfolge als die anderen Tinten aufgebracht wird, z. B. wird das letzte Pixel der Halbtonzellenanordnung, das benutzt wurde, um Schwarz, Magenta und/oder Cyan aufzufüllen, das erste Pixel der Zelle sein, das mit Gelb eingefärbt werden wird.

[0011] Die vorliegende Erfindung wird weitergehend durch Beispiele beschrieben, mit Verweis auf die begleitenden Zeichnungen, in denen:

[0012] **Fig. 1** eine schematische Darstellung von einschlägigen Bestandteilen eines Scan-zu-Druck-Systems ist, in dem die vorliegende Erfindung Verwendung finden könnte;

[0013] **Fig. 2** schematisch die Erzeugung von Drucker-Farbsignalen darstellt, auf welche die vorliegende Erfindung aufbaut;

[0014] **Fig. 3A** einen Satz von Beispiel-Bereichen von mehreren Trennungen zeigt, und **Fig. 3B** eine einfache  $4 \times 4$ -Raster-Zelle mit Schwellwerten zeigt;

[0015] **Fig. 4A** einen Satz von Punkten zeigt, der von den in den **Fig. 3A** und **3B** gezeigten Beispiel-Bereichen und der Raster-Zelle stammt, wobei **Fig. 4B** deren Anordnung bei einer Überlappung oder im gedruckten Verhältnis zeigt; und

[0016] **Fig. 5** ein funktionelles Blockdiagramm eines Systems darstellt, um die vorliegende Erfindung zu vollenden.

[0017] Bezieht man sich nun auf die Bilder, deren Darbietung dem Zweck der Beschreibung einer Ausführungsform der Erfindung dienen und nicht der Einschränkung der selben in dem gerade behandelten Farbsystem, so werden Farbdokumente durch eine Mehrzahl von Sätzen von Bildsignalen dargestellt, wobei jeder Satz (oder jede Trennung) durch einen unabhängigen Kanal dargestellt wird, der mehr oder weniger unabhängig von anderen Trennungen oder Kanälen bearbeitet wird. Ein „Farbbild“, wie es hier benutzt wird, ist daher ein Dokument, das mindestens zwei und üblicherweise drei oder vier Trennungen beinhaltet, wobei jede Trennung einen entsprechenden Satz von Bildsignalen liefert, die den Drucker dazu veranlassen, eine Farbe des Bildes zu erzeugen, und dessen Trennungen zusammen das gesamte Farbbild bilden. In dieser Zusammenfassung werden wir Pixel als diskrete Bildsignale beschreiben, die optische Dichten des Dokumentbildes in einem bestimmten kleinen Bereich des Dokuments beschreiben. Der Ausdruck „Pixel“ wird benutzt, um sich auf so ein Bildsignal in jeder der Trennungen zu beziehen. Pixel sind üblicherweise beim Empfang „Ton-in-Ton“-Pixel, was bei den Zielsetzungen dieser Besprechung einem Multi-Bit-definierten Pixel entspricht.

[0018] Ein passendes Drucksystem könnte ein Farbtintenstrahldrucker sein, so wie die Geräte, die in US-A 4.620.198 und 4.899.181 beschrieben werden.

[0019] Bezieht man sich nun auf die Bilder, deren Darbietung dem Zweck der Beschreibung einer Ausführungsform der Erfindung dienen und nicht der Einschränkung der selben, wird ein einfaches System zur Ausführung der vorliegenden Erfindung in **Fig. 1** gezeigt. In einem einfachen Systemmodell kann ein Scanner **10** derart kalibriert werden, dass er einen Satz von digitalen farbmtrischen oder geräteunabhängigen Daten erzeugt, die ein gesanntes **Fig. 12** beschreiben, das definitionsgemäß in der Form des RGB-Raumes beschrieben wird. Aus dem Scanvorgang resultiert ein Satz von Scanner-Bildsignalen  $R_s, G_s, B_s$ , die in gerätespezifischen Formen definiert sind. Eingeschlossen in den Scanner oder in einen anderen Verfahrensvorgang ist ein Post-Scanning Prozessor **14**, der eine Verbesserung der Scanner-Bildsignale  $R_s, G_s, B_s$  hin zu einer farbmtrischen Form, typischerweise digitaler Natur,  $R_c, G_c, B_c$  durchführt. Die Werte können in Form des CIE Farbraumes (RGB) oder des  $L \times a \times b$  Luminanz-Chrominanz-Raumes (LC1C2) beschrieben sein. Eine Farbraum-Transformation, dargestellt durch Block **20**, wie die, die in US-A 4.277.413 von Sakamoto beschrieben ist, wird benutzt, um die geräteunabhängigen Daten in geräteabhängige Daten zu überführen. Die Ausgabe der Farbraum-Transformation **20** ist das Bild, beschrieben in der Form eines geräteabhängigen Raumes, oder der Farbwerte  $C_p, M_p, Y_p, K_p$ . Diese Signale werden im Halbtone-Prozessor **22** gerastert und benutzt, um den Drucker **30** zu betreiben. In einem möglichen Beispiel repräsentieren die Farbwerte die relativen Mengen an

Cyan-, Magenta- und Gelb-Toner, die über einem bestimmten Bereich verteilt werden müssen. Das gedruckte Ausgangsbild kann als in der Form  $R_p, G_p, B_p$  definiert gelten, was, so wird gehofft, in einer Beziehung mit  $R_o, G_o, B_o$  steht, und zwar derart, dass der Drucker eine Farbe hat, die farbmetrisch gleich der des Originalbildes ist, obwohl diese Gleichartigkeit letztendlich von der Farbskala des Druckgeräts abhängt.

[0020] In Bezug nun auf Bild 2 und Farbraum-Transformation und Farbkorrektur **20**, werden die Farbsignale  $R_c, G_c, B_c$  zuerst zu einer dreidimensionalen Nachschlagtabelle geleitet, die in einem Gerätespeicher wie einem ROM oder einem anderen ansprechbaren Gerät, das in Geschwindigkeit und Speicheranforderungen dem jeweiligen Gerät entspricht, gespeichert ist. Die Farbsignale  $R_c, G_c, B_c$  werden verarbeitet, um Adresseinträge in der Tabelle 40 zu erzeugen, die eine Satz von Koeffizienten speichert, mit denen die  $R_c, G_c, B_c$  bearbeitet werden, um sie in  $C_x, M_x, Y_x$  Farbsignale umzuwandeln. Werte, die nicht abgebildet sind, werden durch Interpolation bestimmt.

[0021] Es gibt viele Methoden, die eine Transformation von geräteunabhängigen Daten zu geräteabhängigen Daten liefern, u.a. US-A 4.275.413 von Sakamoto, eine Methode, die wiederum selbst variiert werden kann. Ist erst einmal eine Umwandlungstabelle eingeführt, kann ebenso eine Methode der Interpolation, die als trilineare oder kubische Interpolation bezeichnet wird, benutzt werden, um Ausgangswerte aus dem begrenzten Satz von Eingangswerten zu berechnen. Die Werte, die in der Nachschlagtabelle gespeichert sind, können wie bei Sakamoto empirisch, abgeleitet oder berechnet oder basierend auf empirischen Informationen extrapoliert werden, wie in Po-Chieh Hung, „Tetrahedral Division Technique Applied to Colorimetric Calibration for Imaging Media“, Annual Meeting IS&T, NJ, Mai, 1992, Seiten 419-422; Po-Chieh Hung, „Colorimetric Calibration for Scanners and Media“, SPIE, Ausgabe 1448, Camera and Input Scanner System, (1991); und Sigfredo I. Nin, et al., „Printing CIELAB Images on a CMYK Printer Using Tri-Linear Interpolation“, SPIE Proceedings, Ausgabe 1670, 1992, Seiten 316-324. Der Aufbau des Satzes von Werten, die für die vorliegende Erfindung gespeichert sind, wird weiter unten behandelt.

[0022] Mit Bezug auf Bild 2 wird, nachdem geräteabhängige Farbsignale  $C_x, M_x, Y_x$  erhalten wurden, die Schwarzzugabe (K+) in zwei Schritten durchgeführt. In einem ersten Prozessor **50** wird die Dichte von Cyan-, Magenta- und Gelbsignalen bestimmt, um den Schwarzgebrauch zu steuern, was weiter unter behandelt wird. Der Unterfarbentfernungsvorgang **55** kann hier bereits abgeschlossen sein. Die volle Unterfarbentfernung ist üblicherweise abhängig von der Minimaldichte der Cyan-, Magenta und Gelbsignale.

[0023] Die Schwarzzugabe **60** reagiert auf die Schwarzgebrauchssteuerung, um ein schwarzes Farbsignal als Funktion von ihr zu erzeugen.

[0024] Alternativ dazu ist es möglich, die Schwarzzugabe und die Unterfarbentfernung mit dem Farbkorrekturvorgang zu kombinieren, indem man eine dreidimensionale Nachschlagtabelle benutzt, die Werte für alle vier Farben enthält.

[0025] Dementsprechend wird in einer Ausführungsform der Erfindung ein Satz von Ton-in-Ton-Bildsignalen abgeleitet, der die Cyan-, Magenta-, Gelb- und Schwarz-Trennungen darstellt. Die **Fig. 3A, 3B, 4A** und **4B** illustrieren die prinzipielle Vorgehensweise der Erfindung. Vier Trennungssignale, die die Schwarz-, Cyan-, Magenta- und Gelb-Trennungen repräsentieren, sind in Bild **Fig. 3A** dargestellt, die möglichen Dichten werden gezeigt. In dem Beispiel werden gleiche Dichten gezeigt, obwohl die Erfindung auch partielles Punktieren betrachtet.

[0026] Zum Zwecke der Vereinfachung wird ein 4-Bit-System mit 17 möglichen Dichten von 0 bis 16 und eine  $4 \times 4$ -Rasterzelle angenommen mit Schwellwerten, die von 1 bis 16 über der ausgebreiteten Punktschirmzelle variieren, wie es in **Fig. 3B** gezeigt wird. **Fig. 4A** illustriert die Ausgangsantwort der Schwellwertüberprüfung, die ein Punktmuster für jede Trennung erzeugt, wobei jedes Punktmuster aus Punkten besteht, die an den Gegenden liegen, wo das Ton-in-Ton-Bildsignal die Schwellwerte übertrifft. Die beschriebene Methode legt zuerst die Positionen der schwarzen Punkte fest und positioniert anschließend die farbigen Punkte für jede Trennung an Gegenden innerhalb der Zelle, die die schwarzen Punkte nicht überlappen. **Fig. 4B** zeigt die 4 Trennungs-Punktmuster wie sie gedruckt werden, mit etwas auftretender Überlappung und begrenzt auf den Farbanteil des Punktmusters.

[0027] Die Art, auf die die Positionierung der Punkte innerhalb der Trennungs-Punktmuster erreicht wird, ist die folgende: die Größe der zuvor gesetzten Farben wird zu der Farbe, die gerade gesetzt wird, addiert, so dass das Pixel, wenn es mit dem Halbton-Grenzwert verglichen wird, auf „AN“ gesetzt wird „jenseits“ der vorher gesetzten Pixel aus anderen Trennungen (bei höheren Grenzwerten als sie bei den gegebenen Größen der Bildsignale überschritten werden würden). Die aufsummierte Größe wird außerdem mit dem maximalen Grenzwert des Systems verglichen, so dass alle Pixel mit Übermaß in eine zweite oder dritte Farbschicht übertragen werden können. Um das Drucken über schwarze Punkte zu vermeiden, werden Punkte für die zweite und dritte Schicht nach allen schwarzen Punkten begonnen.

[0028] Die Gelbsignale werden so bearbeitet, dass der Punktfüllvorgang der umgekehrte Vorgang von dem für Schwarz, Magenta und Cyan ist. Zuerst werden gelbe Punkte an AUS-Positionen gesetzt, und nach dem Füllen dieser Positionen, werden gelbe Punkte über cyanfarbene Punkte und zweiterhand über magentafarbene Punkte gelegt. Die vorgeschlagene Füllstrategie bewirkt eine Verringerung des Luminanz-Kontrasts indem

sie vorzugsweise die beiden helleren Farben (Gelb und Cyan) überdruckt, was Grün und Magenta ergibt. Diese Farben haben weniger Kontrast in ihrer Luminanzraumform. Die Erfindung reduziert den Kontrast durch das Auftragen der gelben Tinte in der umgekehrten Reihenfolge zu den anderen Tinten, z. B. wird das letzte Pixel der Rasterzellenreihenfolge, das benutzt wurde, um Schwarz, Magenta und/oder Cyan aufzufüllen nun das erste Pixel der Zelle sein, das mit Gelb eingefärbt wird.

[0029] Dieser Ablauf kann mit dem untenstehenden Schema, das den Ablauf tatsächlich ausführt, besser gezeigt werden. Ein Programmausschnitt, das den einfallreichen Rasterungsprozess ausführt und in der Programmiersprache „C“ verfasst ist, folgt. Die Prozedur übernimmt Farbwerte von Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz an einem Pixel (e, m, y, k) und die Pixelposition (i, j). Sie benutzt eine Halbton-Grenzwert-Prozedur  $\text{threshold}(i, j)$ , die eine zu einem Pixel an der Position (i, j) passenden Halbton-Grenzwert erzeugt. Das Ergebnis wird versandt, indem der Ausgangswert v einer jeden Trennung durch die Prozeduren  $\text{cout}(i, j, v)$ ,  $\text{mout}(i, j, v)$ ,  $\text{yout}(i, j, v)$  und  $\text{kout}(i, j, v)$  auf entweder 0 (keine Tinte) oder 1 (Tinte) gesetzt wird. Der Maximalwert, den ein Pixel haben kann ist  $\text{maxval}$ .

```
Halftone(c, m, y, k, i, j)
{int t = threshold(i, j);
  if (k >= t) kout(i, j, 1); else kout(i, j, 0);
  m += k;
  if ((m >= t) && (k < t)) mout(i, j, 1); else mout(i, j, 0);
  c += m;
  if ((c >= t) && (m < t)) cout(i, j, 1); else cout(i, j, 0);
  if (c > maxval) .
    { c = c - maxval + k;
      if ((c >= t) && (k < t) cout(i, j, 1);}
  if ((maxval - y) < t) yout(i, j, 1); else yout(i, j, 0);
}
```

[0030] Es wird angenommen, dass die Tintenmengen an Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz die Mengen sind, die tatsächlich zu sehen sein sollten. Im besonderen wird angenommen, dass die Menge an schwarzer Tinte plus der irgendeiner anderen Farbe nie den maximalen Tintenwert überschreitet (z. B. wird nie eine Überlappung von schwarz mit irgendeiner anderen Farbe benötigt). Es ist außerdem möglich, weniger als vier Trennungen zu bilden und ein System ohne Schwarz-Trennung auszustatten.

[0031] Mit Verweis nun auf **Fig. 5**, wird ein Blockdiagramm des vorgeschlagenen Systems gezeigt. In dem Drucker **30** befindet sich der erfundene Halbtonapparat. Demnach wird ein Satz von Trennungs-Bildsignalen  $K_p$ ,  $M_p$ ,  $C_p$  und  $Y_p$  von dem Halbtonsystem an den Eingängen **110**, **112**, **114** und **116** empfangen. Eine Halbtonzelle für die bestimmte Halbtonanwendung, die in diesem Fall als einfache  $4 \times 4$  Matrix dargestellt ist, ist im Drucker Speicher **120**, der ein ROM und RAM-artiger Speicher sein kann, gespeichert. Die Halbtonzelle liefert Grenzwerte t, gegen die jedes Trennungs-Bildsignal verglichen wird. Passende Grenzwerte für eine bestimmte Position i, j in dem Bild werden basierend auf den Pixel-Takt- und Scandatenlinien-Takt-Signalen zum Speicher **120** geleitet. Der Halbtonzellen-Speicher schickt einen Wert t zurück, der auf die passenden Taktsignale reagiert. Während zum Zwecke der Vereinfachung die Halbtonzelle als eine Matrix von Grenzwerten beschrieben wurde, merke man, dass andere Ausführungen möglich sind. Alles was eigentlich benötigt wird ist ein Grenzwerte generierender Mechanismus, der einen Grenzwert für jedes Pixel erzeugt.

[0032] Anfangs wird  $t(i, j)$  zum Komparator **130** geleitet, der ein zweites Eingangs-Schwarz-Trennungs-Signal  $K_p$  hat. Die Ausgabe hängt davon ab, ob  $K_p$  größer ist als  $t(i, j)$ . Falls das der Fall ist, gibt er ein Signal  $K_{sep}$  zurück, was diesen Fall anzeigt, in dem jetzigen Beispiel wird das beispielsweise als ein Signal von 1 oder 0 dargestellt, was den Drucker dazu veranlassen wird, einen Punkt oder keinen Punkt an die Position i, j zu setzen während er die Schwarz-Trennung druckt.

[0033] Die gleiche Pixel-Taktgabe leitet  $t(i, j)$  auch zu dem Komparator **134**. Komparator **134** hat als zweite Eingabe die Summe der Signale  $K_p$  und  $M_p$  vom Signaladdierer **135**, die dazu dienen, die Größe des Signals  $M_p$  auf  $M_p'$  zu erhöhen, falls Signal  $K_p$  einen von Null unterschiedlichen Wert hat. Dementsprechend wird Signal  $M_p'$  einen höheren Grenzwert überschreiten als es ansonsten der Fall wäre. Die Ausgabe von Komparator **134** hängt davon ab, ob das Signal  $M_p'$  größer ist als  $t(i, j)$ . Falls das der Fall ist, gibt Komparator **134** ein Signal  $M_q$  zurück, das diesen Fall anzeigt, in dem vorliegenden Beispiel eine 1 oder eine 0. Im Fall der Magenta-Tren-

nungs-Rasterung, wird  $M_q$  zudem am UND-Gatter **136** mit der Ausgabe von Komparator  $K_{sep}$  paarweise logisch UND-verknüpft, um sicherzustellen, dass das magentafarbene Pixel, das gedruckt wird, nicht ein schwarzes Pixel überlappt.

[0034] In ähnlicher Weise wird  $t(i, j)$  zu Komparator **138** geleitet, der als zweite Eingabe die Summen von  $M_p$  und  $C_p$  von Addierer **137** hat. Die Ausgabe  $C_p$  von Komparator **138** wird entsprechend mit der Ausgabe von Komparator **134** am UND-Gatter **140** paarweise logisch UND-verknüpft, um sicherzustellen, dass cyanfarbene Pixel dementsprechend nicht über magentafarbene oder schwarze Pixel gedruckt werden.

[0035] Die Überlappungen werden am Subtrahierer **160** ermittelt, der  $K_p + C_p$  vom Addierer **162** erhält. Die Kombination von  $K_p + C_p$  und MAXVAL des Systems wird an Komparator **150** mit  $t(i, j)$  verglichen. Das daraus resultierende Signal  $O_q$  wird zum UND-Gatter **144** geleitet und mit  $K_{sep}$  logisch UND-verknüpft, um sicherzustellen, dass keine Überlappung mit der Schwarz-Trennung auftritt, selbst dann nicht, wenn Überlappung mit der Magenta-Trennung auftritt. Das logische Ergebnis dieses Vorgangs, Signal  $O_q$ , wird zur Kombination mit der „Keine-Überlappung“-Antwort  $C_q$  zum ODER-Gatter **162** geleitet.

[0036] Gemäß der Erfindung wird die gelbe Trennung merklich anders als die anderen Trennungen behandelt: Die gelbe Trennung wird zunächst vom maximalen Systemwert MAXVAL im Subtrahierer **141** subtrahiert. Dieser Wert,  $Y_p$ , wird dann am Komparator **142** mit dem Grenzwert  $t(i, j)$  verglichen. Anders als die Komparatoren **134** und **138** sucht Komparator **142** nach Werten, die unter dem Grenzwert liegen und erzeugt eine 1 falls der Y-Wert geringer ist als der Grenzwert  $t$ . Dies invertiert die Füllreihenfolge, so dass das Punktmuster nicht vom niedrigsten Grenzwert zum höchsten Grenzwert aufgefüllt wird, sondern das Muster vom höchsten Grenzwert hin zum niedrigsten Grenzwert aufgefüllt wird. Das Resultat ist, dass zunächst AUS-Pixel gefüllt und als nächstes cyanfarbene Pixel überlappt und schließlich magentafarbene Pixel überlappt werden.

[0037] Gemäß der Erfindung gibt es keine entsprechende Überlappbestimmung für Gelb.

[0038] Die oben beschriebene Methode und der beschriebene Apparat dienen zu einer Verringerung des Kontrastes zwischen Pixeln. In bestimmten Fällen füllen die Cyan-, Magenta- und Schwarz-Trennungen jedoch das Zellenpunktmuster nicht mit Punkten. In solchen Fällen füllen Weiß oder Gelb die über bleibenden Punkte in dem Punktmuster. Dies ist immer noch ein hoher Kontrast zu den anderen erst- und zweitrangigen Farben. Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung kann für manche Farben der Kontrast durch eine vernünftige Verwendung von Unterfarbentfernung verbessert werden. Unterfarbentfernung erlaubt den Austausch von gleichen Mengen an Cyan, Magenta und Gelb durch die selbe Menge an Schwarz und umgekehrt. Der Kontrast kann durch die Nicht-Verwendung von Schwarz für Farben verringert werden, die durch die Verwendung von Cyan, Magenta und Gelb erzeugt werden können, ohne die Rasterzelle aufzufüllen. Für dunklere Farben kann der Kontrast verringert werden, indem gerade genug Schwarz verwendet wird, um das Überdrucken von Tinten zu vermeiden, wo immer das möglich ist.

[0039] Bei kompletter Unterfarbentfernung, wo eine gegebene Farbe durch eine Cyan-, einen Magenta- und einen Gelbanteil ( $c_0, m_0, y_0$ ) beschrieben ist, wird die Menge an Schwarz durch  $k = \min(e_0, m_0, y_0)$  berechnet. Es ist jedoch nicht von Nöten, dass eine komplette Schwarzersetzung auftritt. Mit Schwarzzerstreuung ergibt sich die Menge an Schwarz zu

$$k = \min(e_0, m_0, y_0, \max(0, (e_0 + m_0 + y_0 - 1)/2))$$

[0040] Gemäß eines weiteren Aspekts der Erfindung sind weitere Eingrenzungen der Menge an Schwarz möglich, die einen verbesserten Pixel-zu-Pixel-Kontrast erzeugen. Wo möglich sollte man genug Cyan, Magenta und Gelb anstelle von Schwarz verwenden, so dass Cyan, Magenta und das über gebliebene Schwarz die Rasterzelle füllen. Dies würde bedeuten, dass Gelb immer Cyan und/oder Magenta überdruckt. Somit wird es, wo möglich, zwischen dem hellen Gelb und den anderen dunklen Farben keinen starken Kontrast geben. Die Menge an Schwarz, die das isolierte Gelb minimiert, ist gegeben durch:

$$k = \min(e_0, m_0, y_0, \max(0, (e_0 + m_0 + y_0 - 1)/2, e_0 + m_0 - 1))$$

[0041] Nach der Berechnung der Menge an Schwarz müssen die Mengen an den anderen Farben angepasst werden:

$$e = e_0 - k$$

$$m = m_0 - k$$

$$y = y_0 - k,$$

[0042] Diese Anforderung kann bequem in die Schwarzsteuerung **50 (Fig. 3)** implementiert werden.

[0043] In vielen Farbsystemen gibt es keine Schwarz-Trennung. In diesen Fällen würde das vorliegende Ras-

tersystem derart umgeändert werden, dass es ohne Schwarz-Trennung arbeiten würde.

[0044] In vielen Farbsystemen werden mehr als vier Farben benutzt. Solche Systeme, von denen manchmal als „HiFi“-Farben gebende Systeme gesprochen wird, benutzen zusätzliche Farben, um eine Erweiterung der Skala zu erreichen oder übliche Farben liefern zu können. Abhängig von den Farben werden die selben Luminanz-Kontrast-Probleme weiterhin bestehen. Die vorliegende Erfindung kann ebenso bei diesen Systemen angewandt werden.

[0045] Die enthüllte Methode kann mit Hilfe von objektorientierten Softwareentwicklungsumgebungen, die übertragbaren Quellcode liefern, der auf einer Mehrzahl von Computern oder Workstations benutzt werden kann, funktionsfertig in Software implementiert werden. Andererseits kann das enthüllte Bildverarbeitungssystem teilweise oder komplett in Hardware implementiert werden, entweder durch die Benutzung von Standard-Logik-Kreisläufen oder auf einem einzelnen Chip bei Benutzung des VLSI-Designs. Je nachdem, ob Software- oder Hardware-Implementierung benutzt wurde, variiert das System abhängig von den Geschwindigkeits- und Effizianzorderungen des Systems und zudem von der speziellen Funktion und den speziellen Software- oder Hardwaresystemen und den speziellen Mikroprozessor- oder Mikrocomputersystemen, die benutzt werden. Das Bildverarbeitungssystem kann jedoch von Fachleuten ohne unnötiges Experimentieren mit Hilfe der hierin gelieferten Funktionsbeschreibung und zusammen mit Grundkenntnissen der Computerarbeit funktionsfertig entwickelt werden.

### Patentansprüche

1. Eine Methode, ein Farbdokument zu drucken, das ursprünglich definiert ist durch Mehrbit-Signale, die die Farbdichte beschreiben und die ein Drucker (30) erhält; ein Halbton-Verfahren anzuwenden, das Binärsignale aus den Mehrbit-Signalen erzeugt, um den Drucker zu veranlassen, Farbpunkte gemäß der Farbdichte innerhalb eines Bereichs eines Halbton-Rasterpunkts zu erzeugen; die Schritte, das Farbdokument am Drucker zu drucken, die umfassen:

evtl. vorhandene schwarze Punkte (K) innerhalb des Bereichs eines Halbton-Rasterpunkts gemäß der Flächendichte der schwarzen Farbe und einer vorbestimmten Rasterbild-Füllordnung zu drucken;

Punkte einer ersten Trennung (M) innerhalb des Bereichs eines Halbton-Rasterpunkts an Gegenden, wo sich keine schwarzen Punkte befinden, gemäß der Flächendichte der ersten Farbe und der vorbestimmten Rasterbild-Füllordnung zu drucken;

Farbpunkte jeder weiteren Trennung (C) bis zu aber ausschließlich einer letzten Trennung innerhalb des Bereichs eines Halbton-Rasterpunkts an Gegenden zu drucken, wo sich keine schwarzen Punkte befinden, und vorzugsweise an Gegenden, wo sich keine Punkte der ersten Trennung oder einer vorherigen Trennung befinden, und

einen Farbpunkt einer letzten Trennung (Y) zu drucken, der die erste Trennung und andere vorherige Punkte überdeckt, falls benötigt in umgekehrter Füllordnung.

2. Eine Methode zu drucken wie in Anspruch 1 beansprucht, die beinhaltet, die Punkte der ersten Trennung (M) mit einem ersten Luminanzlevel innerhalb des Bereichs eines Halbton-Rasterpunkts an Gegenden zu drucken, wo sich keine schwarzen Punkte befinden; Farbpunkte der zweiten Trennung (C) mit einem zweiten Luminanzlevel innerhalb des Bereichs eines Halbton-Rasterpunkts an Gegenden zu drucken, wo sich keine schwarzen Punkte befinden, und vorzugsweise an Gegenden, wo sich keine Punkte der ersten Trennung befinden, und die die Punkte der ersten Trennung, falls benötigt, mit der Flächendichte der nächsten Trennung überdecken;

Farbpunkte einer dritten Trennung (Y) mit einem Luminanzlevel, der höher ist als entweder der erste oder der zweite Luminanzlevel, an Gegenden zu drucken, wo sich keine schwarzen Punkte befinden, wo sich vorzugsweise keine Punkte der ersten oder zweiten Trennung befinden, und die die Farbpunkte der ersten oder der zweiten Trennung überdecken, je nachdem welche den höheren Luminanzlevel besitzt.

3. Eine Methode zu drucken wie in Anspruch 1 beansprucht, wobei der Drucker ein Halbton-Verfahren anwendet, das Binärsignale aus den Mehrbit-Signalen erzeugt, um den Drucker zu veranlassen, Farbpunkte gemäß der Farbdichte innerhalb eines Bereichs eines Halbton-Rasterpunkts zu erzeugen, und unter Farbentfernung die Schritte des Druckens des Farbdokuments auf dem Drucker, die umfassen:

Bestimmung des Bildes, unter Farbentfernung und Schwarzzusatz, derart, dass schwarze, cyan- und magentafarbene Punkte den Bereich eines Halbton-Rasterpunkts mit minimaler Überlappung füllen würden;

schwarze Punkte (K) innerhalb des Bereichs eines Halbton-Rasterpunkts gemäß der Flächendichte der schwarzen Farbe und einer vorbestimmten Rasterbild-Füllordnung zu drucken;

magentafarbene Punkte (M) innerhalb des Bereichs eines Halbton-Rasterpunkts gemäß der Bereichsdichte von Magenta und der vorbestimmten Rasterbild-Füllordnung an Gegenden zu drucken, wo sich keine schwarzen Punkte befinden;

cyanfarbene Punkte (C) innerhalb des Bereichs eines Halbton-Rasterpunkts gemäß einer Bereichsdichte von Cyan und der vorbestimmten Rasterbild-Füllordnung an Gegenden zu drucken, wo sich keine schwarzen Punkte befinden, und vorzugsweise an Gegenden, wo sich keine magentafarbenen Punkte befinden, und die besagte magentafarbene Punkte wie erforderlich überdecken;  
gelbe Punkte (Y) gemäß einer Flächendichte von Gelb und nach der umgekehrten Richtung der vorbestimmten Rasterbild-Füllordnung an Gegenden zu drucken, wo sich keine schwarzen Punkte befinden, und besagte gelbe Punkte vorzugsweise über Punkte der Cyan-Trennung zu legen und besagte gelbe Punkte wie erforderlich über magentafarbene Punkte zu legen.

4. Ein Bildverarbeitungssystem für einen Mehrfarben-Drucker, das einen Rasterbild-Generator beinhaltet, der Ton-in-Ton-Trennungssignale in Binär-Trennungssignale umwandelt und umfasst:

Vorrichtungen zum Empfangen einer Mehrzahl von Ton-in-Ton-Trennungssignalen, die ein Farbbild beschreiben;

Vorrichtungen zum Erzeugen eines Halbtonbildschirms, der Schwellenwerte für einen diskreten Bereich des Bildes besitzt und an Ton-in-Ton-Bildsignalen, die einen diskreten Bereich des Bildes beschreiben, angewendet werden kann, um ein binäres Bildsignal herzuleiten und einen Drucker zu veranlassen, Punkt oder keinen Punkt an jeder Pixellage innerhalb des diskreten Bereichs zu erzeugen;

Vorrichtungen zur Erzeugung erster binärer Bildsignale, die eine evtl. vorhandene Schwarz-Trennung aus den Ton-in-Ton-Trennungssignalen gemäß der erzeugten Halbtonbildschirm-Schwellen beschreiben, wobei besagte Trennung einen Satz von Orten in dem diskreten Bereich, wo schwarze Punkte (K) gedruckt werden, beschreibt;

Vorrichtungen zur Erzeugung zweiter binärer Bildsignale, die eine erste nicht-schwarze, farbige Trennung (M) aus den Ton-in-Ton-Signalen gemäß des erzeugten Halbtonbildschirms beschreiben, wobei besagte zweite Binärsignale erste nicht-schwarze, farbige Punkte an Gegenden erzeugen, wo schwarze Punkte nicht gedruckt werden;

Vorrichtungen zur Erzeugung dritter binärer Farbsignale, die eine zweite nicht-schwarze, farbige Trennung (C) aus den Ton-in-Ton-Trennungssignalen gemäß des erzeugten Halbtonbildschirms beschreiben, wobei besagte dritte Binärsignale zweite nicht-schwarze, farbige Punkte an Gegenden erzeugen, wo schwarze Punkte nicht gedruckt werden, und vorzugsweise wo erste nicht-schwarze, farbige Punkte nicht gedruckt werden, und die, falls nötig, erste nicht-schwarze, farbige Punkte überlappen;

und charakterisiert ist durch:

Vorrichtungen zur Erzeugung vierter binärer Farbsignale, die eine dritte nicht-schwarze, farbige Trennung aus den Ton-in-Ton-Trennungssignalen (Y) gemäß des erzeugten Halbtonbildschirms beschreiben, die, wenn sie die erste nicht-schwarze Trennung überlappt, einen im Vergleich zu besagter zweiter nicht-schwarzer Trennung hohen Luminanzkontrast liefert, wobei besagte Vorrichtungen besagte nicht-schwarze, farbige Punkte der dritten Trennung zuerst an Gegenden setzen, wo keine Punkte einer vorherigen Trennung gesetzt wurden, und später an Gegenden, die die nicht-schwarzen, farbigen Punkte der zweiten Trennung überlappen, und schließlich, falls nötig, an Gegenden, die die nicht-schwarzen, farbigen Punkte der ersten Trennung überlappen.

5. Ein System wie in Anspruch 4 beansprucht, das beinhaltet:

Vorrichtungen (**120**) zur Erzeugung eines Halbtonbildschirms, der Schwellenwerte (t) an jeder Pixelposition besitzt und an Ton-in-Ton-Bildsignalen angewandt wird, um Binärbildsignale herzuleiten, die geeignet sind, einen Drucker zu steuern;

Konvertierungsvorrichtungen (**130**) zum Konvertieren der Ton-in-Ton-Signale für eine Schwarz-Trennung (Kp) in binäre Schwarz-Trennungs-Bildsignale gemäß der Schwellenwerte, die zu besagten Signalen gehören; wobei besagte Konvertierungsvorrichtungen diese binären Schwarz-Trennungs-Bildsignale nach Fertigstellung zum Drucker leiten;

Vorrichtungen (**134-136**) zur Konvertierung von Ton-in-Ton-Signalen für eine erste nicht-schwarze Trennung (Mp) in erste binäre Nicht-Schwarz-Trennungs-Bildsignale gemäß der Schwellenwerte, die zu besagten Signalen gehören; wobei besagte Konvertierungsvorrichtungen die ersten binären Nicht-Schwarz-Trennungs-Bildsignale nach Fertigstellung zum Drucker leiten, und besagte Vorrichtungen beinhalten:

Ausgleich-Vorrichtungen (**135**), die die Größe eines jeden zugehörigen Ton-in-Ton-Schwarz-Trennungs-Signals zu der Größe des ersten nicht-schwarzen Ton-in-Ton-Signals addieren; und

ein Logik-Kreislauf (**136**), der als Eingänge die zugehörigen binären Schwarz-Trennungs-Signale und die ersten binären Nicht-Schwarz-Trennungs-Bildsignale hat, und dem ersten binären Nicht-Schwarz-Trennungs-Bildsignal erlaubt, zu passieren, wann immer das Schwarz-Trennungs-Signal anzeigt, dass Schwarz nicht gedruckt werden wird;

Vorrichtungen (**137, 138, 140**) zur Konvertierung der Ton-in-Ton-Signale für eine zweite Nicht-Schwarz-Trennung (Cp), die zu einer druckbaren Tinte mit einer Farbe mit einem Luminanzwert größer als der der ersten Nicht-Schwarz-Trennung gehört, in zweite binäre Nicht-Schwarz-Signale, die geeignet sind, einen Drucker so

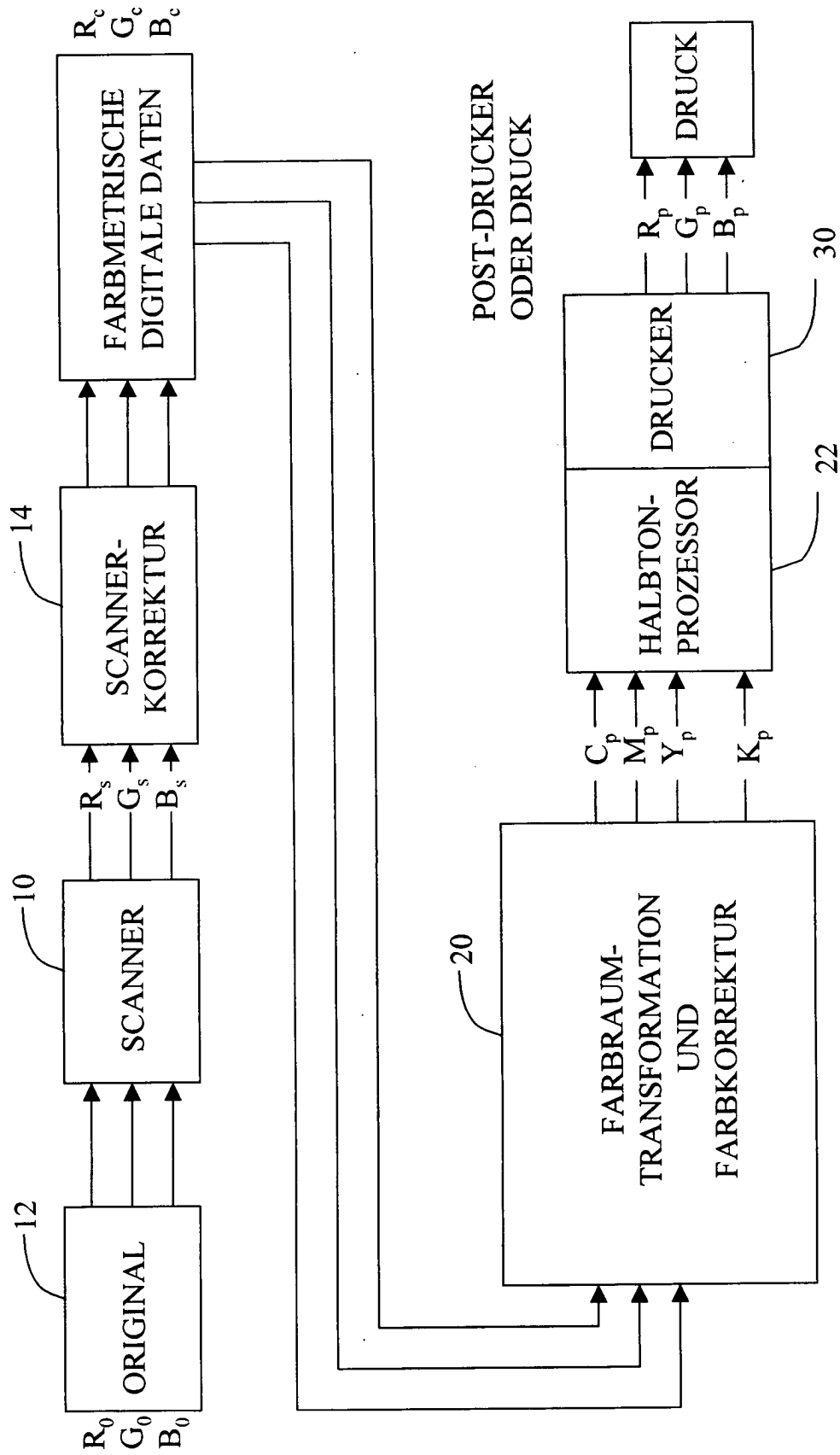


zu steuern, dass er solche Farbtrennungen druckt; wobei besagte Vorrichtungen beinhalten:  
Ausgleich-Vorrichtungen (**137**), die die addierte Größe von Schwarz und besagter erster Nicht-Schwarz-Ton-in-Ton-Signale zu der Größe des zweiten Nicht-Schwarz-Trennungs-Bildsignals addieren; und  
einen Logik-Kreislauf (**140**), der als Eingänge das erste binäre Nicht-Schwarz-Trennungs-Signal und das zweite binäre Nicht-Schwarz-Signal hat, und besagte Signale derart logisch verarbeitet, dass es vorzugsweise keine Überlappung zwischen beiden gibt; und  
Vorrichtungen (**141, 142**) zur Konvertierung der Ton-in-Ton-Signale für eine dritte Nicht-Schwarz-Trennung ( $Y_p$ ), die zu einer druckbaren Tinte mit einer Farbe mit einem Luminanzwert größer als entweder die erste oder die zweite Nicht-Schwarz-Trennung gehört, in binäre Farbsignale, die geeignet sind, einen Drucker so zu steuern, dass er solche Farbtrennungen druckt; wobei besagte Vorrichtungen beinhalten:  
Ausgleich-Vorrichtungen (**141**), die den maximal möglichen Ton-in-Ton-Wert von der Größe des dritten Nicht-Schwarz-Trennungs-Bildsignals subtrahieren.

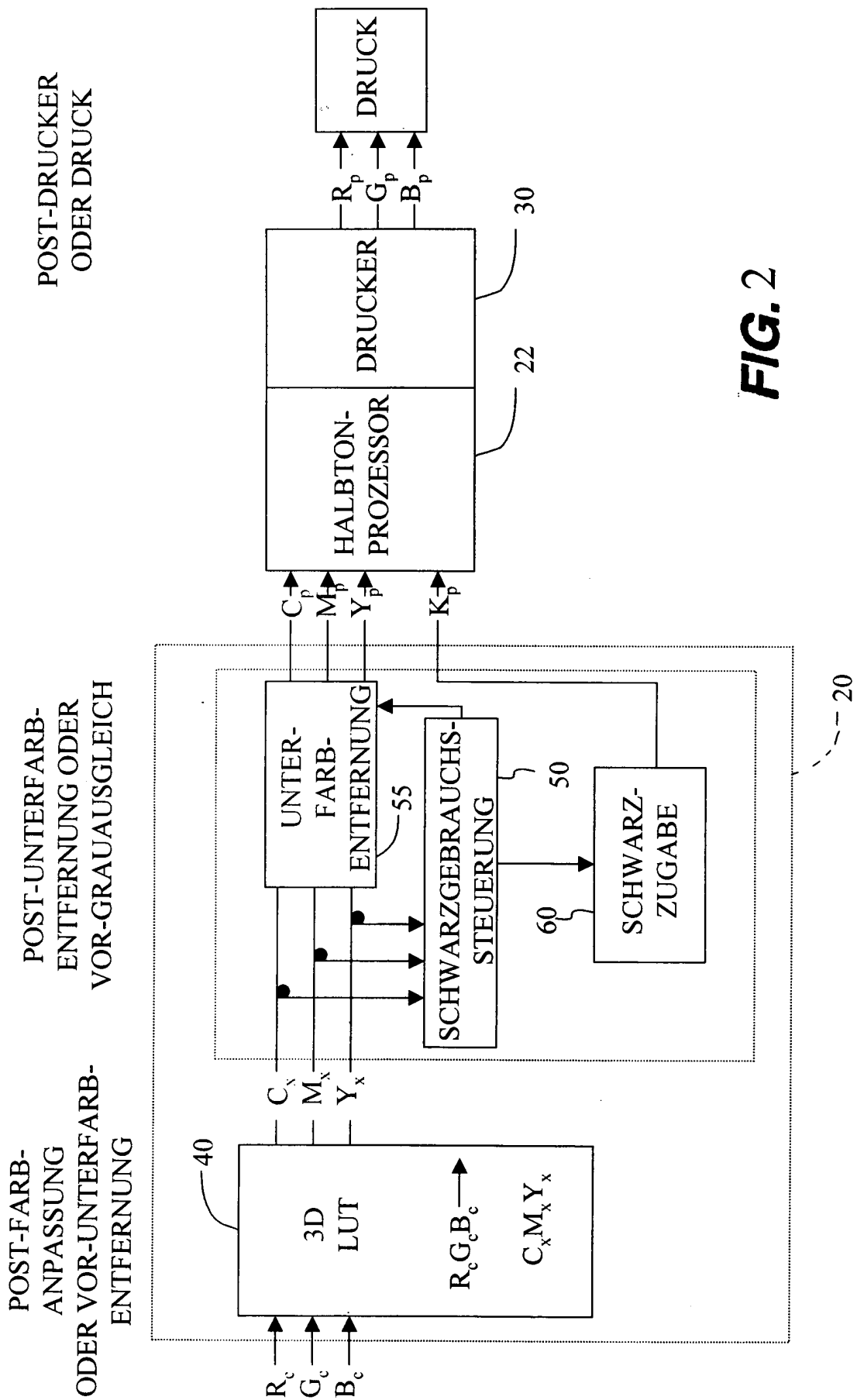
6. Ein System wie in Anspruch 5 beansprucht, das beinhaltet:  
Vorrichtungen zur Erzeugung zweiter binärer Nicht-Schwarz-Signale zum Drucken zweiter nicht-schwarzer Punkte, vorzugsweise wo schwarze Punkte und erste nicht-schwarze Punkte nicht gedruckt werden, und die, falls benötigt, erste nichtschwarze Punkte überlappen.

7. Ein System wie in Anspruch 5 oder 6 beansprucht, das beinhaltet:  
Vorrichtungen zur Erzeugung dritter nicht-schwarzer, farbiger Signale zum Drucken dritter nicht-schwarzer, farbiger Punkte, vorzugsweise wo sich keine schwarzen, erste nicht-schwarze oder zweite nicht-schwarze, farbige Punkte befinden, und die, falls benötigt, vorzugsweise zweite nicht-schwarze, farbige Punkte überlappen, bevor sie, falls nötig, erste nicht-schwarze Punkte überlappen.

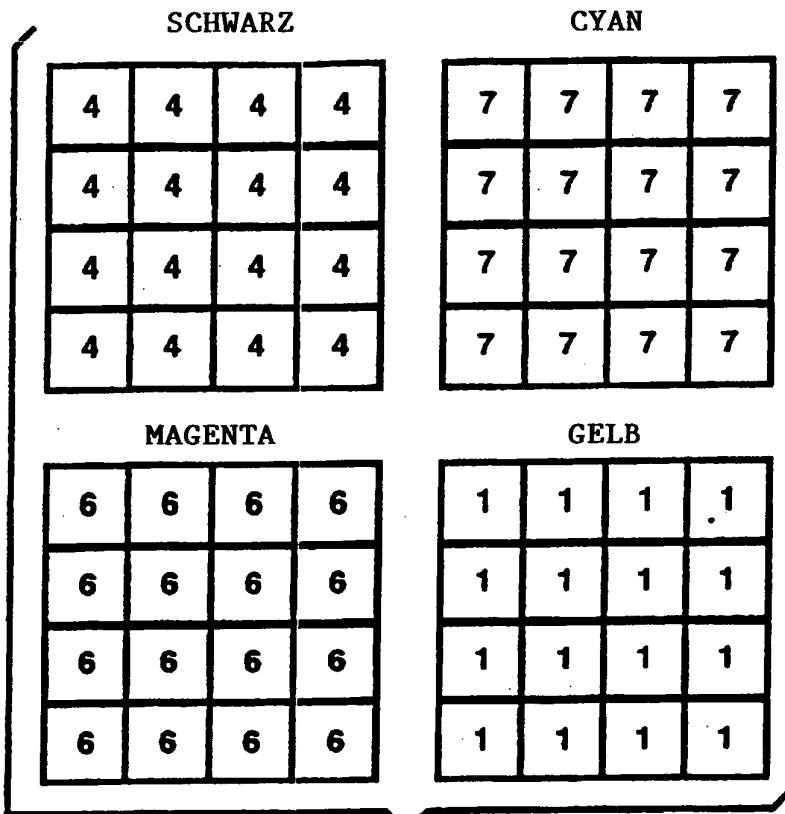
Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



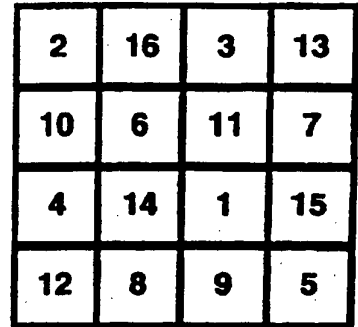
**FIG. 1**



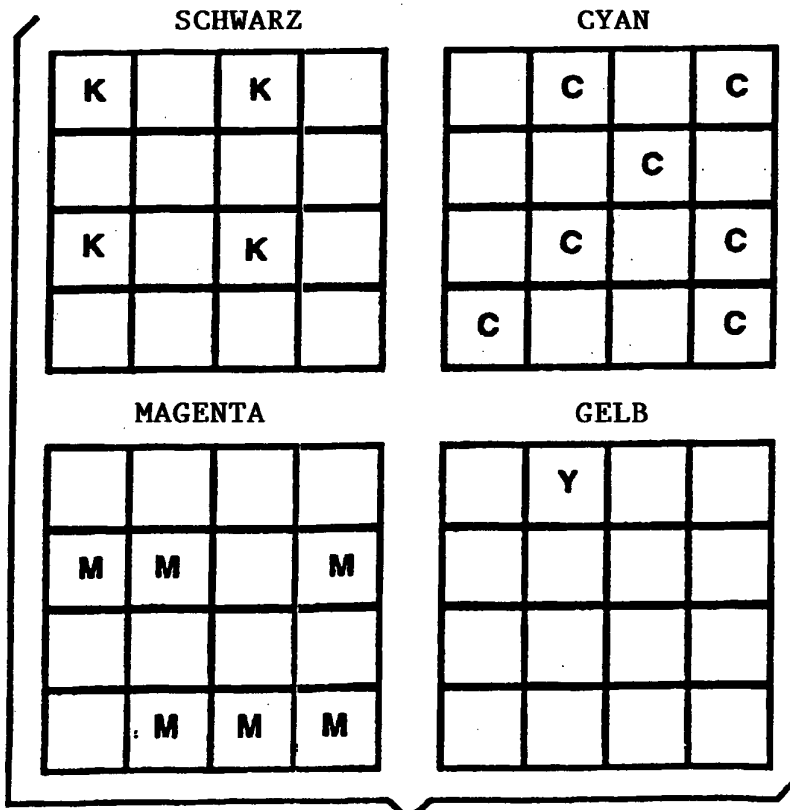
**FIG. 2**



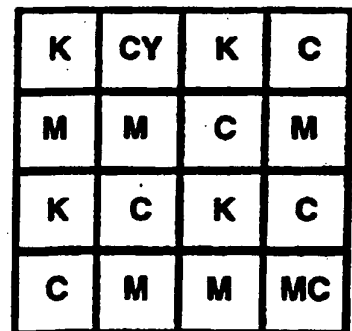
**FIG.3A**



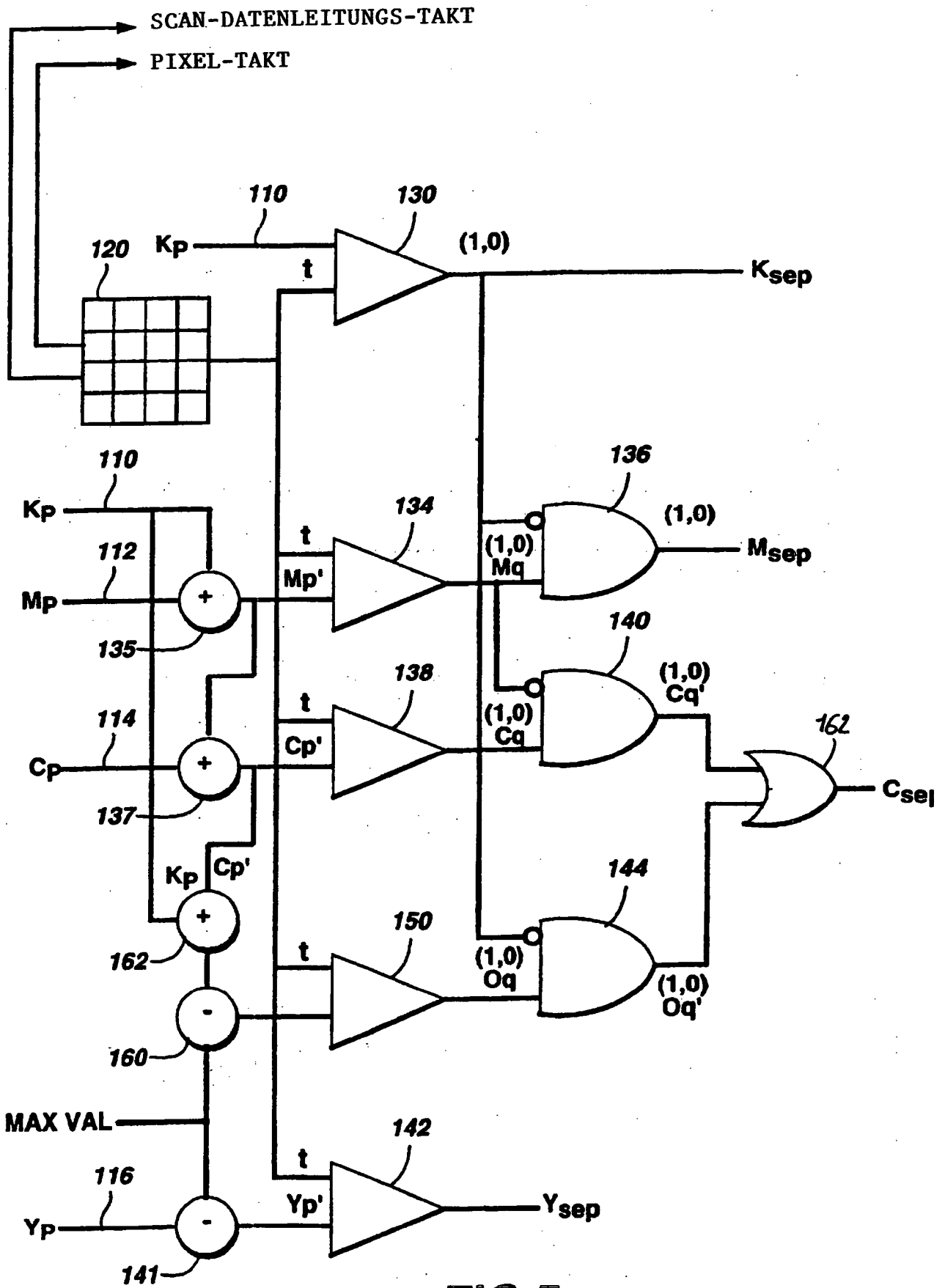
**FIG.3B**



**FIG.4A**



**FIG.4B**



**FIG.5**