(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 33 262 T2** 2005.01.13

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 750 419 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 33 262.0**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 109 789.6**
(96) Europäischer Anmeldetag: **18.06.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.12.1996**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **01.09.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.01.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H04N 1/60**

(30) Unionspriorität:
15655595 22.06.1995 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Fuji Photo Film Co., Ltd., Minami-Ashigara, Kanagawa, JP

(72) Erfinder:
Ohkubo, Akito, Ashigarakami-gun, Kanagawa-ken 258, JP

(74) Vertreter:
Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

(54) Bezeichnung: **Farbumwandlungsverfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Farbumwandlungstabellen**

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

Gebiet der Erfindung:

[0001] Die Erfindung betrifft ein Farbumwandlungsverfahren und eine Farbumwandlungstabellen-Erzeugungsvorrichtung zum Umwandeln eines Farbsignals aus einem ersten kolorimetrischen System in ein zweites kolorimetrisches System.

Beschreibung des Standes der Technik:

[0002] Zum Aufzeichnen von Farbbildern mit einer Bildausgabevorrichtung wie zum Beispiel einem Farbdrucker oder dergleichen, ist es möglich, Farbbilder mit gewünschten Farben durch Manipulieren von Farbsignalen mit den Farben C (Cyan), M (Magenta) und Y (Gelb) zu erzeugen. Da die Farbsignale von den Ausgangs-Kennwerten der Bildausgabevorrichtung abhängen, müssen sämtliche Farbsignale, die von einer externen Vorrichtung mit anderen Kennwerten zugeführt werden, durch einen Farbumwandlungsprozeß umgewandelt werden, welcher die Ausgangskennwerte berücksichtigt.

[0003] Bei einem herkömmlichen Verfahren werden mehrere bekannte Farbflecke oder Farbstellen in unterschiedlichen Farben unter Verwendung der Bildausgabevorrichtung erzeugt. Die Farbstellen werden kolorimetrisch analysiert, um eine Umwandlungsbeziehung (im folgenden als „Vorwärtsumwandlungsbeziehung" bezeichnet) zu erhalten, die zum Umwandeln bekannter Farbsignale CMY der Farbstellen in Stimulussignale XYZ dienen. Anschließend wird eine Umwandlungsbeziehung (im folgenden als „Rückwärtsumwandlungsbeziehung") zum Umwandeln der Stimulussignale XYZ zurück in Farbsignale CMY ermittelt. Der obige Farbumwandlungsprozeß wird unter Verwendung der Rückwärtsumwandlungsbeziehung durchgeführt.

[0004] **Fig.** 9 der Zeichnung zeigt eine zweidimensionale Darstellung der Vorwärts- und der Rückwärtsumwandlungsbeziehung zwischen bekannten Farbsignalen CMY von Farbstellen, die in regelmäßigen Gitterintervallen generiert werden, und Stimulussignalen XYZ. Die Farbsignale CMY an einzelnen Gitterpunkten in einem kolorimetrischen CMY-System entsprechen Stimulussignalen XYZ an einzelnen Gitterpunkten in einem kolorimetrischen XYZ-System. Da die Gitterintervalle in dem kolorimetrischen XYZ-System stark unregelmäßig sind, werden, wenn Farbsignale CMY entsprechend Stimulussignalen XYZ an einem Punkt A ermittelt werden, Interpolationsberechnungen tendenziös durch Verwendung von Farbsignalen CMY an Punkten A3, A4, A5 und A6 in der Nähe des Punkts A vorgenommen, während tatsächlich Interpolationsberechnungen unter Verwendung von Farbsignalen CMY an den Punkten A1, A2, A3 und A4 vorgenommen werden sollten. Es ist daher äußerst schwierig, Gitterpunkte zu bestimmen, die irgendwelche optionalen Stimulussignale XYZ umgeben, wenn ein Rückwärtsumwandlungsprozeß durchgeführt werden soll.

[0005] Bekannt ist ein Prozeß zum Bestimmen von Farbsignalen CMY aus Stimulussignalen XYZ durch Aufstellen eines Tetraeders, dessen Scheitelpunkte durch Stimulussignale XYZ an vier Punkten gegeben sind, Unterteilen eines Raums für die Stimulussignale XYZ mit dem Tetraeder, in ähnlicher Weise Unterteilen eines Raums von Farbsignalen CMY mit einem Tetraeder und Bestimmen von Farbsignalen CMY bezüglich jedes optionalen Stimulussignals XYZ in dem entsprechenden Tetraeder gemäß linearen Berechnungen (vergleiche japanische offengelegte Patentanmeldung Nr. JP A-3 018 179). Nach einem weiteren Verfahren werden Farbsignale CMY entsprechend einem beliebigen optionalen Stimulussignal XYZ durch wiederholte Berechnungen mit Hilfe des Newton-Verfahrens ermittelt (vergleiche PHOTOGRAPHIC SCIENCE AND ENGINEERING, Vol. 16, Nr. 2, März – April 1972, S. 136-143 „Metameric color matching in substractive color photography").

[0006] Bei dem früheren Verfahren wird jedoch, wenn der Raum der Stimulussignale XYZ immer stärker verzerrt wird, das Risiko einer nicht passenden Wahl der Stimulussignale XYZ an vier ein Tetraeder bildenden Punkten größer, so daß es schwierig ist, exakt nach den entsprechenden Farbsignalen CMY zu suchen.

[0007] Bei dem letztgenannten Verfahren besteht, da die Vorwärtsumwandlungstabelle, die aus den Farbstellen ermittelt wurde, einen begrenzten Bereich hat, die Möglichkeit, daß es unmöglich wird, die wiederholten Berechnungen im Zuge des Verfahrens durchzuführen. Eine Lösung könnte darin bestehen, einen Dämpfungskoeffizienten einzuführen, um die durch die wiederholten Berechnungen gebildeten Werte in einem beschränkten Bereich zu halten. Allerdings müßte ein solcher Dämpfungskoeffizient durch Versuche festgelegt werden, und möglicherweise könnten die Berechnungen nicht zu einer Konvergenz in der Nähe der Grenzen des Bereichs führen. Das Festlegen hypothetischer Stimulussignale XYZ und von Farbsignalen CMY außer-

halb des Bereichs macht es möglich, die Berechnungen weiter zu führen, allerdings können keine exakten Farbsignale CMY gewonnen werden, abhängig von der Art und Weise, auf die die hypothetischen Stimulussignale XYZ und Farbsignale CMY festgelegt werden.

[0008] Die EP-A-O 454 275 zeigt ein System und ein Verfahren zum Umwandeln von Farbsignalen eines zweiten kolorimetrischen Systems in Farbsignale (RGB) eines ersten kolorimetrischen Systems mit Hilfe der Neugebauer-Gleichungen. Drei Primärfarben (CM, CY, MY) des zweiten Systems werden auf virtuelle Farben ausgedehnt. Dann werden Neugebauer-Koeffizienten berechnet, und es wird eine Rückwärtsumwandlungsbeziehung aus dem ersten in das zweite kolorimetrische System mit Hilfe des Newton-Raphson-Verfahrens erhalten. Die virtuellen Farben sind auf die drei Primärfarben begrenzt. Wie in der Schrift angegeben ist, erhält man die virtuellen Farben ohne Ändern des Farbtons oder unter Beibehaltung von Farbtönen und Helligkeit.

[0009] Ein allgemeines Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Farbumwandlungsverfahrens und einer Farbumwandlungstabellen-Erzeugungseinrichtung zum Umwandeln eines Farbsignals aus einem ersten kolorimetrischen System in ein zweites kolorimetrisches System mit hoher Genauigkeit unter Verwendung einer Vorwärtsumwandlungsbeziehung zur Umwandlung aus dem zweiten kolorimetrischen System in das erste kolorimetrische System.

[0010] Ein Hauptziel der Erfindung ist die Schaffung eines Farbumwandlungsverfahrens und einer Farbumwandlungstabellen-Erzeugungseinrichtung zum zuverlässigen Bestimmen einer Rückwärtsumwandlungsbeziehung zur Umwandlung aus einem ersten kolorimetrischen System in ein zweites kolorimetrisches System unter Verwendung wiederholter Berechnungen.

[0011] Die obigen Ziele werden erreicht durch die Merkmale der Ansprüche 1 bzw. 7.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] **Fig.** 1 ist ein Blockdiagramm einer Bildausgabevorrichtung, die eine Rückwärtsumwandlungstabelle beinhaltet, die von einem Farbumwandlungsverfahren nach der Erfindung generiert wurde;

[0013] **Fig.** 2 ist ein Blockdiagramm einer Farbumwandlungstabellen-Erzeugungsvorrichtung gemäß der Erfindung;

[0014] **Fig.** 3 ist ein Flußdiagramm eines Verfahrens zum Generieren einer Rückwärtsumwandlungstabelle;

[0015] **Fig.** 4 ist ein Diagramm von Farbsignalen CMY einschließlich hypothetischer Farbsignale;

[0016] **Fig.** 5 ist ein Diagramm, welches die Art und Weise veranschaulicht, auf die hypothetische Farbsignale gemäß einem Verfahren der kleinsten Quadrate erzeugt werden;

[0017] **Fig.** 6 ist ein Flußdiagramm eines Verfahrens zum Berechnen von Farbsignalen nach dem Newton-Verfahren;

[0018] **Fig.** 7 ist ein Diagramm, welches eine Volumeninterpolation veranschaulicht;

[0019] **Fig.** 8 ist ein Diagramm, welches die Farbsignale und die hypothetischen Farbsignale veranschaulicht, ausgedrückt in einem X-CM-Farbraum; und

[0020] **Fig.** 9 ist ein Diagramm, welches die Umwandlungsbeziehung zwischen dem CMY-Farbraum und dem XYZ-Farbraum veranschaulicht.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0021] **Fig.** 1 zeigt in Form eines Blockdiagramms eine Bildausgabevorrichtung, die eine Rückwärtsumwandlungstabelle (Rückwärtsumwandlungsbeziehung) beinhaltet, die von einem erfindungsgemäßen Farbumwandlungsverfahren generiert wurde. Die Bildausgabevorrichtung ist ein Gerät zum Aufzeichnen von Farbbildern durch Kombinieren der Farben C (Cyan), M (Magenta) und Y (Gelb).

[0022] Wie in **Fig.** 1 gezeigt ist, enthält die Bildausgabevorrichtung eine Bildausgabeeinheit **10** zum Lesen einer Farbvorlage, um Farbsignale zu generieren oder Farbsignale von einem externen Gerät zu empfangen,

einen gemeinsamen Farbraumumwandler **12** zum Umwandeln der Farbsignale aus der Bildeingabeeinheit **10** in Stimulus- oder Anregungssignale XYZ, bei denen es sich um Farbsignale in einem gemeinsamen Farbraum handelt, der nicht von den Ausgangskennwerten der Bildausgabevorrichtung abhängt, einen Bildprozessor **14** zum Verarbeiten der Stimulussignale XYZ, einen Farbumwandler **16** zum Umwandeln der verarbeiteten Stimulussignale XYZ in Farbsignale CMY, die spezifisch sind für die Bildausgabevorrichtung, mit Hilfe einer Rückwärtsumwandlungstabelle, die von einer (weiter unten zu beschreibenden) Umwandlungstabellen-Erzeugungsvorrichtung generiert wird, und eine Bildausgabeeinheit **18** zum Ausgeben eines Bildes aufgrund der Farbsignale CMY.

[0023] Im dargestellten Ausführungsbeispiel werden die Grundprinzipien der Erfindung in Bezug auf die Umwandlung zwischen den Farbsignalen CMY und den Stimulussignalen XYZ beschrieben. Allerdings sind die Prinzipien der Erfindung auch auf die Umwandlung zwischen einem kolorimetrischen L*a*b*-System, einem kolorimetrischen L*u*v*-System, einem RGB-System etc. anwendbar.

[0024] **Fig.** 2 zeigt in Form eines Blockdiagramms eine erfindungsgemäße Farbumwandlungstabellen-Erzeugungsvorrichtung. Wie in **Fig.** 2 gezeigt ist, enthält die Umwandlungstabellen-Erzeugungsvorrichtung ein Kolorimeter **20**, einen Stimulussignalrechner **22**, eine Farbsignal-Zuführeinheit **24**, einen ersten Hypothetik-Farbsignal-Erzeuger **26**, einen Vorwärtsumwandlungstabellen-Erzeuger **28**, einen ersten Rückwärtsumwandlungstabellen-Erzeuger **30**, einen zweiten Hypothetik-Farbsignal-Erzeuger **32**, einen zweiten Rückwärtsumwandlungstabellen-Erzeuger **34** und eine Abbildungseinheit **36**.

[0025] Das Kolorimeter **20** mißt Spektralverteilungen des von Farbflecken oder Farbstellen reflektierten Lichts, wobei die Farbstellen mit Hilfe der in **Fig.** 1 gezeigten Bildausgabevorrichtung erzeugt wurden. Der Stimulussignalrechner **22** berechnet Stimulussignale XYZ aus den gemessenen Spektralverteilungen des reflektierten Lichts und eine Spektralverteilung einer gegebenen Beobachtungslichtquelle. Die Farbsignal-Zuführeinheit **24** liefert Farbsignale CMY zum Erzeugen der Farbstellen an den ersten Hypothetik-Farbsignal-Generator **26** und den Vorwärtsumwandlungstabellen-Erzeuger **28**. Der erste Hypothetik-Farbsignal-Erzeuger **26** stellt erste hypothetische Farbsignale CMY1* und entsprechende hypothetische Stimulussignale XYZ1* in einer ausreichend breiten Zone außerhalb einer Zone ein, die durch die Farbsignale CMY und die Stimulussignale XYZ gebildet wird, wozu ein Verfahren der kleinsten Quadrate eingesetzt wird, basierend auf den Stimulussignalen XYZ von dem Stimulussignalrechner **22**. Der Vorwärtsumwandlungstabellen-Erzeuger **28** generiert eine Vorwärtsumwandlungstabelle zum Erzeugen von Stimulussignalen XYZ, welche die ersten hypothetischen Stimulussignale XYZ1* enthalten, aus Farbsignalen CMY, welche die ersten hypothetischen Farbsignale CMY1* enthalten, basierend auf den Farbsignalen CMY aus der Farbsignal-Zuführeinheit **24** und den Stimulussignalen XYZ aus dem Stimulussignalrechner **22** (diese werden im folgenden als „aktuelle Farbsignale" bezeichnet), und außerdem basierend auf den ersten hypothetischen Stimulussignalen XYZ1* aus dem ersten Hypothetik-Farbsignal-Erzeuger **26**. Der erste Rückwärtsumwandlungstabellen-Erzeuger **30** erzeugt eine erste Rückwärtsumwandlungstabelle (im folgenden: Rückumwandlungstabelle) zum Erzeugen von Farbsignalen CMY einschließlich der ersten hypothetischen Farbsignale CMY1* aus Stimulussignalen XYZ einschließlich der ersten hypothetischen Stimulussignale XYZ1* mit Hilfe des Newton-Verfahren, bei dem es sich um einen wiederholten Rechenvorgang handelt, ausgeführt auf der Grundlage der Vorwärtsumwandlungstabelle (im folgenden einfach Umwandlungstabelle). Der zweite Hypothetik-Farbsignal-Erzeuger **32** stellt zweite hypothetische Farbsignale CMY2* und entsprechende zweite hypothetische Stimulussignale XYZ2* in einem ausreichend breiten Bereich außerhalb der Zone ein, die aus den Farbsignalen CMY und den Stimulussignalen XYZ gebildet wird, wozu eine neue erste Rückwandlungstabelle verwendet wird, ähnlich der oben genannten ersten Rückwandlungstabelle, nur daß hier die Beziehung zwischen den ersten hypothetischen Farbsignalen CMY1* und den ersten hypothetischen Stimulussignalen XYZ1* beseitigt ist. Der zweite Rückwandlungstabellen-Erzeuger **34** erzeugt eine zweite Rückwandlungstabelle zum Erzeugen von Farbsignalen CMY einschließlich der zweiten hypothetischen Farbsignale CMY2* aus Stimulussignalen XYZ einschließlich der zweiten hypothetischen Stimulussignale XYZ2*. Die Abbildungseinheit **36** bildet die zweite Rückwandlungstabelle auf eine Rückwandlungstabelle im Bereich eines Eigen-Farbraums ab, der sich durch die in **Fig.** 1 gezeigte Bildausgabevorrichtung zum Ausdruck bringen läßt.

[0026] Ein Verfahren zum Erzeugen einer Rückwandlungstabelle unter Verwendung der in **Fig.** 1 gezeigten Bildausgabevorrichtung und der Farbumwandlungstabellen-Erzeugungsvorrichtung nach **Fig.** 2 wird im folgenden anhand der **Fig.** 3 erläutert.

[0027] Mehrere Farbsignale CMY mit regelmäßigen Intervallen werden der in **Fig.** 1 dargestellten Bildausgabeeinheit **18** zugeleitet, um dadurch Farbflecken oder Farbstellen unterschiedlicher Dichten und mit gemischten Verhältnissen von C, M und Y zu erzeugen, die schrittweise abgestuft sind, Schritt S10. Anschließend wer-

den die Farbstellen kolorimetrisch analysiert mit Hilfe der in **Fig.** 2 gezeigten Farbumwandlungstabellen-Erzeugungsvorrichtung, Schritt S11.

[0028] Insbesondere mißt das Kolorimeter **20** Spektralverteilungen der Farbstellen, und der Stimulussignalrechner **22** berechnet Stimulussignale XYZ aus den gemessenen Spektralverteilungen und eine Spektralverteilung einer gegebenen Betrachtungslichtquelle. Wenn man von der Annahme ausgeht, daß sichtbares Licht einen Wellenlängenbereich von 380 nm ∼ 780 nm besitzt, so lassen sich die Stimulussignale XYZ durch folgende Gleichungen ausdrücken:

$$X = K\int_{380}^{780} S(\lambda)\rho(\lambda)x(\lambda)d\lambda \qquad \cdots(1)$$

$$Y = K\int_{380}^{780} S(\lambda)\rho(\lambda)y(\lambda)d\lambda \qquad \cdots(2)$$

$$Z = K\int_{380}^{780} S(\lambda)\rho(\lambda)z(\lambda)d\lambda \qquad \cdots(3)$$

wobei S(λ) die Spektralverteilung der Beobachtungslichtquelle bedeutet (λ ist die Wellenlänge des Lichts), p(λ) die Verteilung der Spektral-Reflexionen eines Objekts bedeutet, x(λ), y(λ), z(λ) die Farbanpaßfunktionen bezüglich des menschlichen Auges sind und K ein Normierungskoeffizient ist, der folgendermaßen definiert ist:

$$K = 100/\int_{380}^{780} S(\lambda)y(\lambda)d\lambda \qquad \cdots(4)$$

[0029] Wenn Minimum- und Maximumdichten jeder Farbstelle jeder der Farben C, M und Y auf 0 bzw. auf 255 normiert werden und zur Ausgabe in acht Stufen unterteilt werden, kann man 512 (= 8 × 8 × 8) Farbstellen bilden, wie dies in **Fig.** 4 gezeigt ist. Nun ist es möglich, eine erste Umwandlungstabelle zu erhalten, die die Beziehung der Stimulussignale XYZ in bezug auf die Farbsignale CMY jeder der Farbstellen repräsentiert.

[0030] Anschließend werden erste hypothetische Farbsignale CMY1* an einer ausreichend beabstandeten Stelle außerhalb einer Farbwiedergabezone (in **Fig.** 4 schraffiert gezeichnet), die durch die Farbstellen gebildet wird, eingestellt, und es werden in einem Schritt S12 erste hypothetische Stimulussignale XYZ1* entsprechend den ersten hypothetischen Farbsignalen CMY1* festgelegt.

[0031] Der Signalerzeuger **26** für erste hypothetische Farbsignale bestimmt die ersten hypothetischen Stimulussignale XYZ1* mit Hilfe des Verfahrens der kleinsten Quadrate auf der Annahme beruhend, daß die Beziehung zwischen den Stimulussignalen XYZ aus dem Stimulussignalrechner **22** und den Farbsignalen CMY entsprechend den Stimulussignalen XYZ aus der Farbsignal-Zuführeinheit **24** monoton ist. Die obige Annahme wird aufgrund des Umstands garantiert, daß, wenn die Farbsignale CMY zunehmen, die Intensität des von den Farbstellen reflektierten Lichts geringer wird, was zu einer monotonen Abnahme der nach den Gleichungen (1) ∼ (3) erhaltenen Stimulussignale XYZ führt.

[0032] Unter Verwendung sämtlicher Datenmengen (Ci, Mi, Yi, Xi, Yi, Zi) (i ist die Nummer einer Farbstelle) der Farbsignale CMY und der Stimulussignale XYZ, die aus den Farbstellen gebildet werden, werden vierdimensionale Ebenen X-CMY, Y-CMY, Z-CMY mit Hilfe der Methode kleinster Quadrate festgelegt. Die vierdimensionalen Ebenen X-CMY, Y-CMY und Z-CMY sind folgendermaßen definiert:

$$T = A \cdot D \qquad (5)$$

[0033] Die Gleichung (5) stellt die Beziehung gemäß folgender Gleichung (6) dar

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{X1} & A_{X2} & A_{X3} & A_{X4} \\ A_{Y1} & A_{Y2} & A_{Y3} & A_{Y4} \\ A_{Z1} & A_{Z2} & A_{Z3} & A_{Z4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} \qquad \cdots(6)$$

[0034] Ein Koeffizient A, der die Beziehung der Gleichung (5) erfüllt, wird mit Hilfe des Verfahrens der kleins-

ten Quadrate bestimmt, um E zu minimieren, das durch folgende Gleichung (7) gegeben ist:

$$E = \sum_i (T_i - A \cdot D_i) \cdot (T_i - A \cdot D_i)^T \quad \cdots (7)$$

wobei i die Nummer einer Stelle und der hochgesetzte Buchstabe T eine Transposition zum Wechsel von Spalten und Reihen in einer Matrix bedeutet.

[0035] Wenn der Koeffizient A gemäß der Gleichung (7) bestimmt wird, wird jede der vierdimensionalen Ebenen X-CMY, Y-CMY und Z-CMY bestimmt. Auf den derart bestimmten vierdimensionalen Ebenen X-CMY, Y-CMY und Z-CMY werden dann erste hypothetische Farbsignale CMY1* bestimmt, die ausreichend entfernt von den Farbsignalen CMY der Farbstellen sind, außerdem erste hypothetische Stimulussignale XYZ1*, die den Farbsignalen entsprechen.

[0036] **Fig.** 5 zeigt schematisch eine zweidimensionale Darstellung der Beziehung zwischen den Farbsignalen CMY und den ersten hypothetischen Farbsignalen CMY1*, und den Stimulussignalen XYZ und den ersten hypothetischen Stimulussignalen XYZ1*, die in der oben beschriebenen Weise gebildet wurden. Wie aus den oben erläuterten Erkenntnissen ersichtlich ist, nimmt die Beziehung zwischen den Farbsignalen CMY, die aus den Farbstellen gebildet wurden, und den Stimulussignalen XYZ monoton ab, wie durch die Punkte a1 ~ a4 dargestellt ist. In einer vierdimensionalen Ebene, die nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate mit Hilfe der Punkte a1 ~ a4 berechnet wurde, wird, wie durch die gestrichelte Linie angedeutet ist, anschließend eine Punkte b1 und b2, die kennzeichnend für die ersten hypothetischen Stimulussignale XYZ1* entsprechend den ersten hypothetischen Farbsignalen CMY1* auf der vierdimensionalen Ebene sind, verbindende Ebene ebenso wie die Punkte a1 ~ a4 monoton abnehmen, wobei letzteres durch die ausgezogene Linie dargestellt ist. Wenn daher die ersten hypothetischen Stimulussignale XYZ1* entsprechend den ersten hypothetischen Farbsignalen CMY1* nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate erzeugt werden, kann man eine monotone Beziehung zwischen den Farbsignalen CMY einschließlich der ersten hypothetischen Farbsignale CMY1* und den Stimulussignalen XYZ einschließlich der ersten hypothetischen Stimulussignale XYZ1* aufrecht erhalten.

[0037] Nachdem die ersten hypothetischen Stimulussignale XYZ1* in Bezug auf die ersten hypothetischen Farbsignale CMY1* bestimmt wurden, generiert der Umwandlungstabellenerzeuger **28** eine zweite Umwandlungstabelle zum Umwandeln der Farbsignale CMY einschließlich der ersten hypothetischen Farbsignale CMY1* in die Stimulussignale XYZ einschließlich der ersten hypothetischen Stimulussignale XYZ1*, Schritt S13.

[0038] Dann bildet der erste Rückwandlungstabellenerzeuger **30** die erste Rückwandlungstabelle zum Umwandeln der Stimulussignale XYZ einschließlich der ersten hypothetischen Stimulussignale XYZ1* in die Farbsignale CMY einschließlich der ersten hypothetischen Farbsignale CMY1* nach dem Newton-Verfahren unter Verwendung der zweiten Umwandlungstabelle, Schritt S14.

[0039] Da ein CMY-Farbraum aus den Farbsignalen CMY einschließlich der ersten hypothetischen Farbsignale CMY1*, die in einem Gittermuster gemäß **Fig.** 4 angeordnet sind, gebildet wird, besteht die Möglichkeit, Stimulussignale XYZ entsprechend beliebigen optionalen Farbsignalen CMY gemäß der Interpolation zu bestimmen, indem die zweite Umwandlungstabelle benutzt wird. Da allerdings ein XYZ-Farbraum, der aus dem CMY-Farbraum erhalten wird, in der in **Fig.** 9 dargestellten Weise verzerrt ist, ist es schwierig, Farbsignale zu bestimmen, die beliebigen optionalen Stimulussignalen XYZ entsprechen. Daher werden Stimulussignale XYZ, die in regelmäßigen Intervallen angeordnet sind, wie dies in **Fig.** 9 durch die gestrichelten Linien angedeutet ist, in den XYZ-Farbraum eingerichtet, und Farbsignale CMY entsprechend den Stimulussignalen XYZ werden nach dem Newton-Verfahren berechnet, um so die erste Rückwandlungstabelle zu bestimmen.

[0040] **Fig.** 6 zeigt eine Unterroutine einer Verarbeitungssequenz zum Bestimmen der ersten Rückwandlungstabelle. Wie in **Fig.** 6 gezeigt ist, werden Zielwerte auf dem Gitter des XYZ-Farbraums auf (X0, Y0, Z0) eingestellt, und in einem Schritt S20 wird ein zulässiger Fehler oder eine zulässige Toleranz in den wiederholten Berechnungen auf ΔE_{min} eingestellt. Dann werden bekannte Anfangswerte (C1, M1, Y1) im CMY-Farbraum eingestellt, Schritt S21, und in einem Schritt S22 werden Stimuluswerte (X1, Y1, Z1) entsprechend den Anfangswerten (C1, M1, Y1) festgelegt. Dann erfolgt im Schritt S23 eine Bestimmung eines Fehlers oder einer Differenz ΔE zwischen den Zielwerten (X0, Y0, Z0) und den Stimuluswerten (X1, Y1, Z1), woraufhin der Fehler ΔE verglichen wird mit dem zulässigen Fehler ΔE_{min} Schritt S24.

[0041] Der zulässige Fehler ΔE_{min} läßt sich einstellen als eine Farbdifferenz, die gemäß den Farbdifferenzgleichungen in einem kolorimetrischen Lab-System berechnet werden. Wenn $|\Delta E|$ nicht kleiner als ΔE_{min} ist,

so werden im Schritt S25 Korrekturwerte (ΔC, ΔM, ΔY) berechnet, anschließend werden die Anfangswerte (C1, M1, Y1) von den betreffenden Korrekturwerten (ΔC, ΔM, ΔY) in einem Schritt S26 korrigiert. Danach werden die Schritte S22 ~ S24 wiederholt.

[0042] Die Korrekturwerte (ΔC, ΔM, ΔY) werden folgendermaßen berechnet: wenn beliebige optionale Farbsignale CMY gegeben sind, können Stimulussignale XYZ, die den Farbsignalen CMY entsprechen (was in **Fig.** 7 durch einen Interpolationspunkt c angedeutet ist) mit Hilfe der Stimulussignale (x0, y0, z0) ~ (x7, y7, z7) entsprechend Farbsignalen (c0, m0, y0) ~ (c7, m7, y7) an acht Gitterpunkten c0 ~ c7 bestimmt werden, außerdem das Volumen eines Quaders, der von den Gitterpunkten c0 ~ c7 umgeben ist, sowie acht Volumina V0 ~ V7, abgeteilt durch einen beliebigen optionalen Interpolationspunkt c innerhalb des Quaders, entsprechend den folgenden Gleichungen (8) ~ (10):

$$X = \sum_{j=0}^{7} V_j \cdot X_j / V \qquad \cdots(8)$$

$$Y = \sum_{j=0}^{7} V_j \cdot Y_j / V \qquad \cdots(9)$$

$$Z = \sum_{j=0}^{7} V_j \cdot Z_j / V \qquad \cdots(10)$$

[0043] Wenn man annimmt, daß die Stimulussignale XYZ entsprechend den Farbsignalen CMY in den Gleichungen (8)~(10) in einem kleinen Bereich linear sind, dann erfüllen die Korrekturwerte (ΔC, ΔM, ΔY), die kleine Änderungen in den Farbsignalen CMY und kleine Änderungen (ΔX, ΔY, ΔZ) in den Stimulussignalen XYZ repräsentieren, folgende Gleichung:

$$\begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial X}{\partial Dc} & \frac{\partial X}{\partial Dm} & \frac{\partial X}{\partial Dy} \\ \frac{\partial Y}{\partial Dc} & \frac{\partial Y}{\partial Dm} & \frac{\partial Y}{\partial Dy} \\ \frac{\partial Z}{\partial Dc} & \frac{\partial Z}{\partial Dm} & \frac{\partial Z}{\partial Dy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta C \\ \Delta M \\ \Delta Y \end{bmatrix} \equiv J \begin{bmatrix} \Delta C \\ \Delta M \\ \Delta Y \end{bmatrix} \qquad \cdots(11)$$

wobei J eine Jacobimatrix bedeutet und Dc, Dm, Dy für C, M bzw. Y stehen. Die Referenzzeichen Dc, Dm, Dy dienen dem Zweck, eine Verwechslung zwischen Y in den Farben XYZ und Y in den Farben CMY zu vermeiden. Wenn die Jacobimatrix J in der Gleichung (11) bestimmt ist, lassen sich kleine Änderungen von (ΔX, ΔY, ΔZ) der Stimulussignale XYZ entsprechend den Korrekturwerten (ΔC, ΔM, ΔY) für die Farbsignale CMY vorhersagen. Die Jacobimatrix J läßt sich bestimmen durch teilweises Differenzieren der Gleichungen (8) ~ (10) mit den Farbsignalen CMY.

[0044] Deshalb werden die Konekturwerte (ΔC, ΔM, ΔY) für die Farbsignale CMY folgendermaßen bestimmt:

$$\begin{bmatrix} \Delta C \\ \Delta M \\ \Delta Y \end{bmatrix} = J^{-1} \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} \qquad \cdots(12)$$

[0045] Durch Ausführen wiederholter Berechnungen mit Hilfe der Jacobimatrix J ist es möglich, Farbsignale CMY für die optionalen Zielwerte (X0, Y0, Z0) zu bestimmen. Die gleiche Verarbeitung erfolgt in Bezug auf sämtliche Zielwerte auf dem Gitter im XYZ-Farbraum, um dadurch die erste Rückwandlungstabelle zum Umwandeln von Stimulussignalen XYZ in Farbsignale CMY zu erzeugen, Schritt S14.

[0046] Bei dem Newton-Verfahren ist es nötig, daß eine Gleichung mit einer zu bestimmenden Lösung eine monotone Funktion ist, was eine Bedingung für die Konvergenz darstellt. Es gibt eine monotone Beziehung zwischen den Farbsignalen CMY einschließlich der ersten hypothetischen Farbsignale CMY1* und den Stimulussignalen XYZ einschließlich der ersten hypothetischen Stimulussignale XYZ1*, wobei die CMY- und XYZ-Farbräume aufgeweitet sind in Zonen hypothetischer Farbsignale, wobei sämtliche Farbsignale CMY und

Stimulussignale XYZ vorhanden sind, die in den wiederholten Berechnungen berechnet werden. Daher lassen sich die wiederholten Berechnungen zuverlässig ohne Divergenz ausführen, so daß man exakte Werte erhält.

[0047] Die erste Rückwandlungstabelle, die in der oben beschriebenen Weise generiert wird, enthält eine Beziehung, die abgeleitet ist von den ersten hypothetischen Farbsignalen CMY1* und den ersten hypothetischen Stimulussignalen XYZ1*. Da diese Signale mit Hilfe des Verfahrens der kleinsten Quadrate nach **Fig.** 5 eingestellt werden, um zuverlässig Lösungen nach dem Newton-Verfahren zu gewinnen, unterscheiden sich diese Signale von aktuellen physikalischen Kennwerten. Hypothetische Farbsignale, die aktuelle physikalische Kennwerte berücksichtigen, sollten eingestellt werden als Punkte b1*, b2*, die glatt mit den Punkten a1 ∼ a4 zu verbinden sind, wie in **Fig.** 5 durch die strichpunktierte Linie gezeigt ist. Wenn allerdings gemäß **Fig.** 8 die Punkte b1*, b2* im X-CM-Farbraum dargestellt werden, so kann die Verarbeitung nach dem Newton-Verfahren deshalb nicht angewendet werden, weil die Punkte keine monotone Beziehung beibehalten können.

[0048] Um diesen Nachteil zu vermeiden, bestimmt, nachdem das Newton-Verfahren mit Hilfe der Daten über die Punkte b1, b2 ausgeführt wurde, der zweite Hypothetik-Farbsignal-Erzeuger **32** zweite hypothetische Farbsignale CMY2* und zweite hypothetische Stimulussignale XYZ2* am Punkt b1* nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate, wobei lediglich die Punkte a1, a2 in der Nähe des Punkts b1* verwendet werden, und bestimmt außerdem zweite hypothetische Farbsignale CMY2* sowie zweite hypothetische Stimulussignale XYZ2* am Punkt b1* nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate unter Verwendung lediglich der Punkte a3, a4, die in der Nähe des Punkts b2* liegen, um die Beziehung zu erreichen, die durch die strichpunktierten Linien angedeutet sind, Schritt S15.

[0049] Dann ersetzt der zweite Rückwandlungstabellenerzeuger **34** die ersten hypothetischen Farbsignale CMY1* und die ersten hypothetischen Stimulussignale XYZ1* durch die zweiten hypothetischen Farbsignale CMY2* bzw. die zweiten hypothetischen Stimulussignale XYZ2* und stellt die Beziehung auf zwischen den Farbsignalen CMY einschließlich der zweiten hypothetischen Farbsignale CMY2* und den Stimulussignalen XYZ einschließlich der zweiten hypothetischen Stimulussignale XYZ2* als zweite Rückwandlungstabelle, Schritt S16.

[0050] Schließlich bildet die Abbildungseinheit **36** die zweite Rückwandlungstabelle ab auf einen Bereich, der in der Lage ist, die Farbsignale CMY in der Bildausgabevorrichtung zu reproduzieren, entsprechend dem Gamut-Abbildungsverfahren, um dadurch eine erwünschte Rückwandlungstabelle zu bilden, die Stimulussignale XYZ in Farbsignale CMY umwandeln kann, Schritt **517**.

[0051] Die so erzeugte Rückwandlungstabelle wird in dem Farbwandler **16** der in **Fig.** 1 gezeigten Bildausgabevorrichtung eingestellt. In der Bildausgabevorrichtung wird ein von der Bildeingabeeinheit **10** gelesenes Bildsignal mit Hilfe des gemeinsamen Farbraumwandlers **12** in Stimulussignale XYZ umgewandelt, und diese werden dann von dem Bildprozessor **14** verarbeitet. Danach wandelt der Farbwandler **16** die verarbeiteten Stimulussignale XYZ entsprechend der Rückwandlungstabelle durch Volumeninterpolation in Farbsignale CMY um und bewegt eine Abbildung auf die Farbsignale CMY. Die Farbsignale CMY werden dann mit Hilfe der Bildausgabeeinheit **18** als sichtbares Bild ausgegeben.

[0052] In der Rückwandlungstabelle werden Stimulussignale XYZ entsprechend den Farbsignalen CMY in einem breiteren Bereich als dem CMY-Farbraum eingestellt, welcher von der Bildausgabevorrichtung reproduziert werden kann, und zwar als zweite hypothetische Stimulussignale XYZ2*. Selbst wenn daher die Stimulussignale XYZ sich in der Nähe von Grenzen der Zone befinden, die von der Bildausgabevorrichtung reproduziert werden kann, lassen sich die Farbsignale CMY sehr genau über die Volumeninterpolation bestimmen, indem die zweiten hypothetischen Stimulussignale XYZ2* verwendet werden.

[0053] In der Rückwandlungstabelle werden die Stimulussignale XYZ in Farbsignale CMY umgewandelt und gleichzeitig abgebildet. Folglich können die angestrebten Farbsignale CMY mit hoher Geschwindigkeit gewonnen werden. Wenn die Stimulussignale XYZ nach der Abbildung in Farbsignale CMY umgewandelt werden, so läßt sich die Genauigkeit des Umwandlungsvorgangs steigern, weil die Genauigkeit der Stimulussignale XYZ in Bezug auf die Farbsignale CMY beibehalten werden kann. Wenn die Stimulussignale XYZ in Farbsignale CMY umgewandelt und danach abgebildet werden, so ist die Genauigkeit des Umwandlungsvorgangs in der Nähe der Grenzen der durch Farbe reproduzierbaren Zone größer als bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel, und der Abbildungsprozeß wird vereinfacht.

[0054] Bei der obigen Ausführungsform wurde das Verfahren der kleinsten Quadrate als Näherungsverfahren gemäß einer monotonen Funktion eingesetzt. Allerdings läßt sich als derartiges Näherungsverfahren auch

eine Mehrfach-Regressionsanalyse oder ein Verfahren der gewichteten kleinsten Quadrate verwenden. Darüber hinaus kann als Verfahren für wiederholte Berechnungen anstelle des Newton-Verfahrens ein Verfahren des steilsten Abfalls oder ein Quasi-Newton-Verfahren eingesetzt werden.

[0055] In **Fig.** 1 läßt sich die in dem gemeinsamen Farbraumwandler **12** eingestellte Umwandlungstabelle mit der in dem Farbwandler **16** eingestellten Rückwandlungstabelle kombinieren, um ein von der Bildeingabeeinheit **10** geliefertes Bildsignal direkt in Farbsignale umzuwandeln, ohne daß zunächst eine Umwandlung in Stimulussignale geschieht.

[0056] Bei der dargestellten Ausführungsform werden die Farbstellen, die unterschiedliche Dichten für C, M, Y haben, stufenweise geändert, und sie werden kolorimetrisch analysiert, um eine Rückwandlungstabelle in den Schritten S10 und S11 zu bilden. Wenn allerdings die Stellen in der Nähe einer gewissen Farbe wie zum Beispiel Grau, einer Hautfarbe oder dergleichen in feineren Abstufungen als die übrigen Stellen erzeugt werden, so läßt sich die Genauigkeit einer Rückwandlungstabelle in Bezug auf eine derartige gewisse Farbe steigern.

[0057] Erfindungsgemäß wird gemäß obiger Beschreibung die Beziehung zwischen dem ersten und dem zweiten kolorimetrischen System approximiert durch eine monotone Funktion, um hypothetische Farbsignale außerhalb einer Zone einzustellen, die durch bekannte aktuelle Farbsignale des zweiten kolorimetrischen Systems gebildet wird, es wird eine Vorwärtsumwandlungsbeziehung einschließlich der hypothetischen Farbsignale bestimmt, und anschließend wird eine Rückumwandlungsbeziehung zum Umwandeln von Farbsignalen aus dem ersten kolorimetrischen System in das zweite kolorimetrische System aus der Vorwärtsumwandlungsbeziehung unter Verwendung wiederholter Berechnungen bestimmt. Soweit die Rückumwandlung die Beziehung der hypothetischen Farbsignale außerhalb der durch die bekannten aktuellen Farbsignale gebildeten Zone enthält, lassen sich berechnete Werte durch wiederholte Berechnungen bestimmen, und damit läßt sich ein in hohem Maße exakter Farbumwandlungsprozeß durchführen. Obschon gewisse bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung dargestellt und im einzelnen beschrieben wurden, versteht sich, daß verschiedene Änderungen und Abwandlungen möglich sind, ohne vom Schutzumfang gemäß den beigefügten Ansprüchen abzuweichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Umwandeln von Farbsignalen aus einem ersten kolorimetrischen System in ein zweites kolorimetrisches System, umfassend folgende Schritte:
(a) Bestimmen einer Beziehung zur Gewinnung erster aktueller Farbsignale (XYZ) des ersten kolorimetrischen Systems aus bekannten zweiten aktuellen Farbsignalen (CMY) des zweiten kolorimetrischen Systems, als erste Vorwärtsumwandlungsbeziehung;
(b) Festlegen zweiter hypothetischer Farbsignale (CMY1*) außerhalb einer Zone des zweiten kolorimetrischen Systems, das von den zweiten aktuellen Farbsignalen (CMY) belegt wird, und Festlegen erster hypothetischer Farbsignale (YXZ1*) außerhalb einer Zone des ersten kolorimetrischen Systems, welches von den ersten aktuellen Farbsignalen (XYZ) belegt ist, wobei der Schritt des Feststellens der ersten hypothetischen Farbsignale realisiert wird durch Verwendung einer Approximation der ersten Vorwärtsumwandlungsbeziehung mit Hilfe einer monotonen Funktion;
(c) Bestimmen einer Beziehung zum Erhalten der ersten aktuellen Farbsignale (YXZ) und erster hypothetischer Farbsignale (XYZ1 *) des ersten kolorimetrischen Systems aus Farbsignalen, welche die zweiten aktuellen Farbsignale (CMY) und die zweiten hypothetischen Farbsignale (CMY1 *) des zweiten kolorimetrischen Systems umfassen, als zweite Vorwärtsumwandlungsbeziehung;
(d) Bestimmen einer Beziehung zum Gewinnen der zweiten aktuellen Farbsignale (CMY) und der zweiten hypothetischen Farbsignale (CMY1*) des zweiten kolorimetrischen Systems aus den ersten aktuellen Farbsignalen (XYZ) und den ersten hypothetischen Farbsignalen (XYZ1 *) des ersten kolorimetrischen Systems, als Rückwärtsumwandlungsbeziehung durch Interpolieren von Berechnungen der zweiten Vorwärtsumwandlungsbeziehung mit Hilfe eines Verfahrens wiederholter Berechnungen; und
(e) Umwandeln der Farbsignale (XYZ) aus dem ersten kolorimetrischen System in das zweite kolorimetrische System unter Verwendung der Rückwärtsumwandlungsbeziehung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Schritt (a) folgende Schritte beinhaltet: kolorimetrisches Analysieren von Farbstellen, die basierend auf den bekannten zweiten aktuellen Farbsignalen (CMY) des zweiten kolorimetrischen Systems generiert werden, und Bestimmen der ersten Vorwärtsumwandlungsbeziehung als eine Beziehung zwischen kolorimetrisch analysierten Werten (XYZ) und den zweiten aktuellen Farbsignalen (CMY).

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Schritt (b) den Schritt des Festlegens der ersten hypothetischen Farbsignale (XYZ1*) nach einem Verfahren der kleinsten Quadrate umfaßt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Verfahren der wiederholten Berechnungen ein Newton-Verfahren beinhaltet.

5. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend die Schritte: Ersetzen der ersten und der zweiten hypothetischen Farbsignale (CMY1*, XYZ1*), welche die Rückwärtsumwandlungsbeziehung ausmachen, durch neue hypothetische Farbsignale (CMY2*, XYZ2*), die nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate berechnet wurden, unter Verwendung aktueller Farbsignale (CMY, XYZ), die den ersten und den zweiten hypothetischen Farbsignalen (CMY1*, XYZ1*) nahekommen, um dadurch eine neue Rückwärtsumwandlungsbeziehung zu bilden zwischen den aktuellen ersten und zweiten Farbsignalen (CMY, XYZ) und den neuen hypothetischen Farbsignalen (CMY2*, XYZ2*).

6. Verfahren nach Anspruch 5, weiterhin umfassend den Schritt des Abbildens der hypothetischen Farbsignale (CMY2*, XYZ2*), welche die neue Rückwärtsumwandlungsbeziehung bilden, in einen Farbwiedergabebereich einer Bildausgabevorrichtung, um dadurch eine Rückwärtsumwandlungsbeziehung zu bilden, die aus den ersten und zweiten aktuellen Farbsignalen (CMY, XYZ) gebildet wird.

7. Farbumwandlungstabellen-Erzeugungsvorrichtung zur Verwendung in einer Bildausgabevorrichtung zum Umwandeln von Farbsignalen aus einem ersten kolorimetrischen System in ein zweites kolorimetrisches System, und zum Ausgeben eines Farbbilds basierend auf Farbsignalen des zweiten kolorimetrischen Systems, umfassend:
ein Kolorimeter (**20**) zum kolorimetrischen Analysieren von Farbstellen, die von der Bildausgabevorrichtung basierend auf bekannten aktuellen Farbsignalen des zweiten kolorimetrischen Systems ausgegeben werden;
eine Hypothetiksignal-Erzeugungseinrichtung (**26**), die aus den Farbsignalen und kolorimetrisch analysierten Werten der Farbstellen hypothetische Farbsignale außerhalb einer Zone des zweiten kolorimetrischen Systems, das von den bekannten aktuellen Farbsignalen des zweiten kolorimetrischen Systems belegt wird, und hypothetische kolorimetrisch analysierte Werte außerhalb einer Zone des ersten kolorimetrischen Systems, das von den kolorimetrisch analysierten Werten belegt wird, generiert, wobei eine monotone Beziehung zwischen den Farbsignalen und den kolorimetrisch analysierten Werten beibehalten wird;
eine Vorwärtsumwandlungstabellen-Erzeugungseinrichtung (**28**) zum Bestimmen einer Beziehung zwischen den Farbsignalen und den hypothetischen Farbsignalen auf der einen Seite, und den kolorimetrisch analysierten Werten und den hypothetischen kolorimetrisch analysierten Werten, andererseits, als Vorwärtsumwandlungstabelle; und
eine Rückwärtsumwandlungstabellen-Erzeugungseinrichtung (**30**) zum Erzeugen einer Rückwärtsumwandlungstabelle entsprechend der Vorwärtsumwandlungstabelle gemäß einem Verfahren wiederholter Berechnungen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, weiterhin umfassend eine zweite Rückwärtsumwandlungstabellen-Erzeugungseinrichtung (**34**) zum Ersetzen der hypothetischen Farbsignale und der hypothetischen kolorimetrisch analysierten Werte, welche die durch die Rückwärtsumwandlungstabellen-Erzeugungseinrichtung (**30**) generierte Rückwärtsumwandlungsbeziehung bilden, durch neue hypothetische Farbsignale und hypothetische kolorimetrisch analysierte Werte, die gemäß einem Verfahren der kleinsten Quadrate berechnet werden, um dadurch eine neue Rückwärtsumwandlungstabelle zu erzeugen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, weiterhin umfassend eine Abbildungseinrichtung (**36**) zum Abbilden der hypothetischen Farbsignale und der hypothetischen kolorimetrisch analysierten Werte, die die neue Rückwärtsumwandlungstabelle bilden, auf einen Farbwiedergabebereich der Bildausgabevorrichtung.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

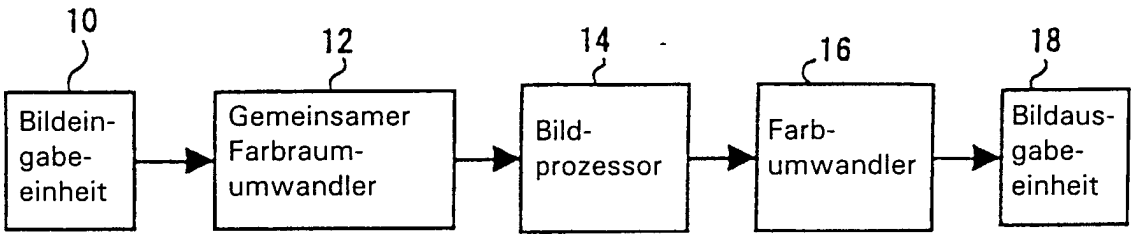


FIG. 2

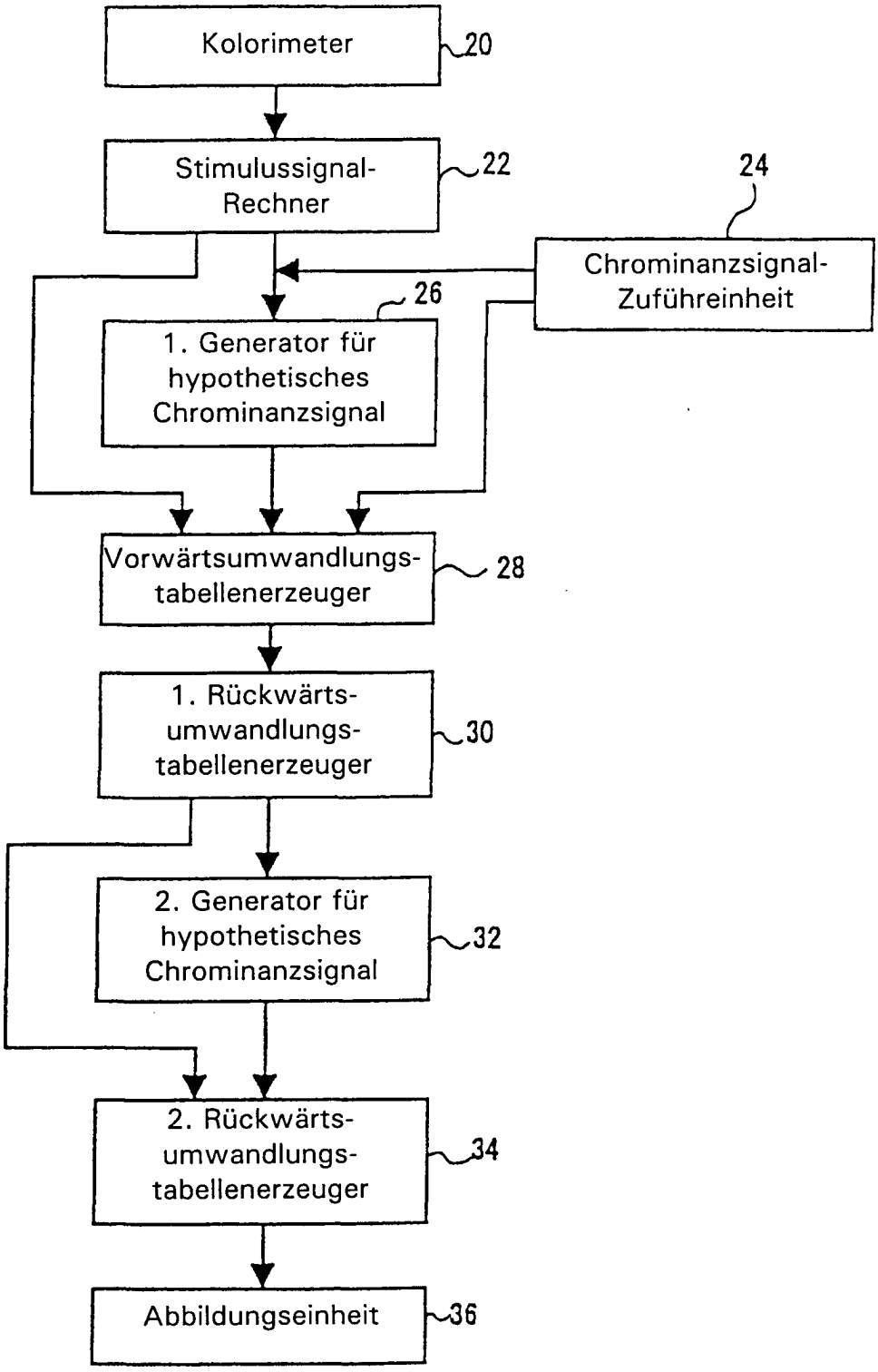

Kolorimeter
20
Stimulussignal-Rechner
22
24
Chrominanzsignal-Zuführeinheit
26
1. Generator für hypothetisches Chrominanzsignal
Vorwärtsumwandlungs-tabellenerzeuger
28
1. Rückwärts-umwandlungs-tabellenerzeuger
30
2. Generator für hypothetisches Chrominanzsignal
32
2. Rückwärts-umwandlungs-tabellenerzeuger
34
Abbildungseinheit
36

FIG. 3

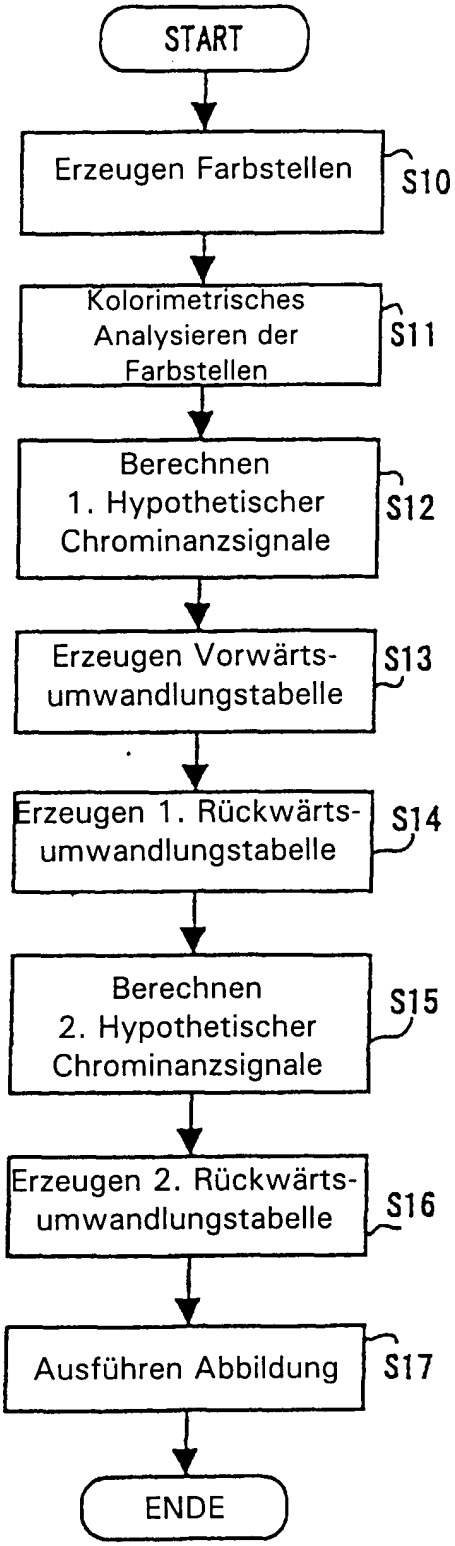

START
Erzeugen Farbstellen
S10
Kolorimetrisches Analysieren der Farbstellen
S11
Berechnen 1. Hypothetischer Chrominanzsignale
S12
Erzeugen Vorwärts-umwandlungstabelle
S13
Erzeugen 1. Rückwärts-umwandlungstabelle
S14
Berechnen 2. Hypothetischer Chrominanzsignale
S15
Erzeugen 2. Rückwärts-umwandlungstabelle
S16
Ausführen Abbildung
S17
ENDE

FIG. 4

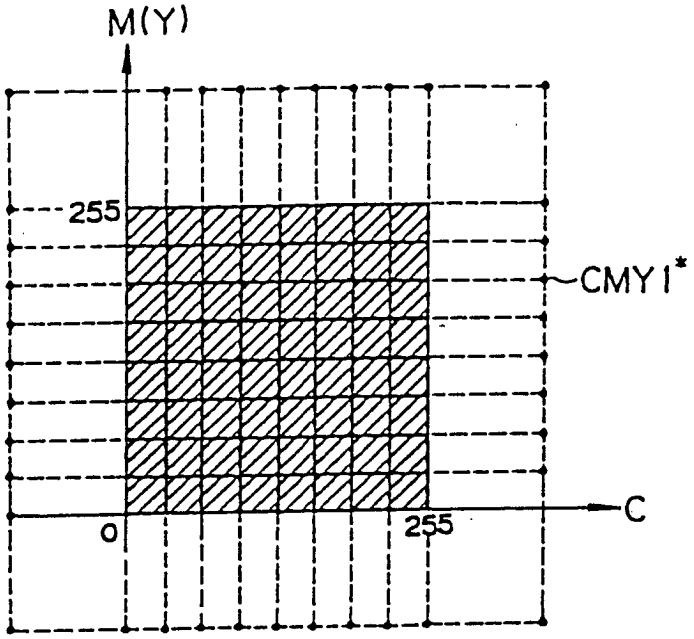


FIG. 5

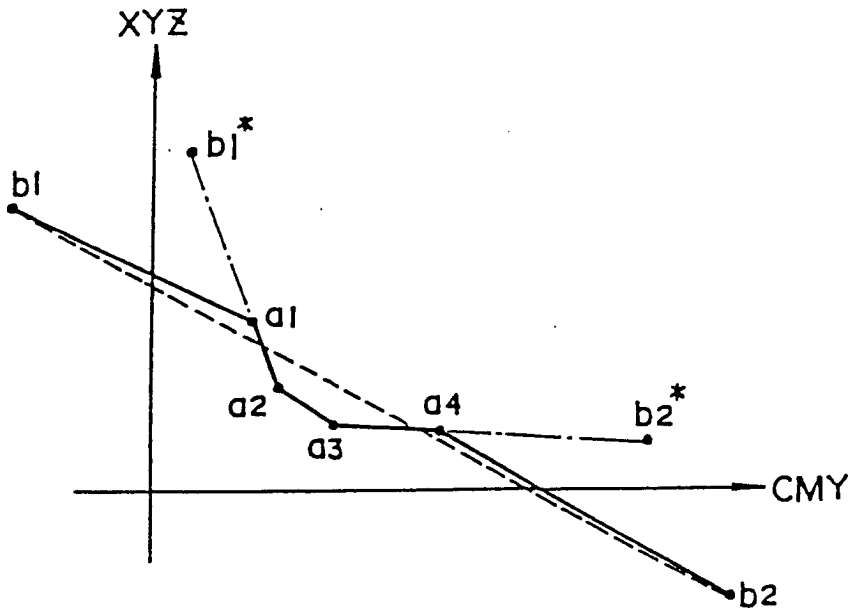


FIG. 6

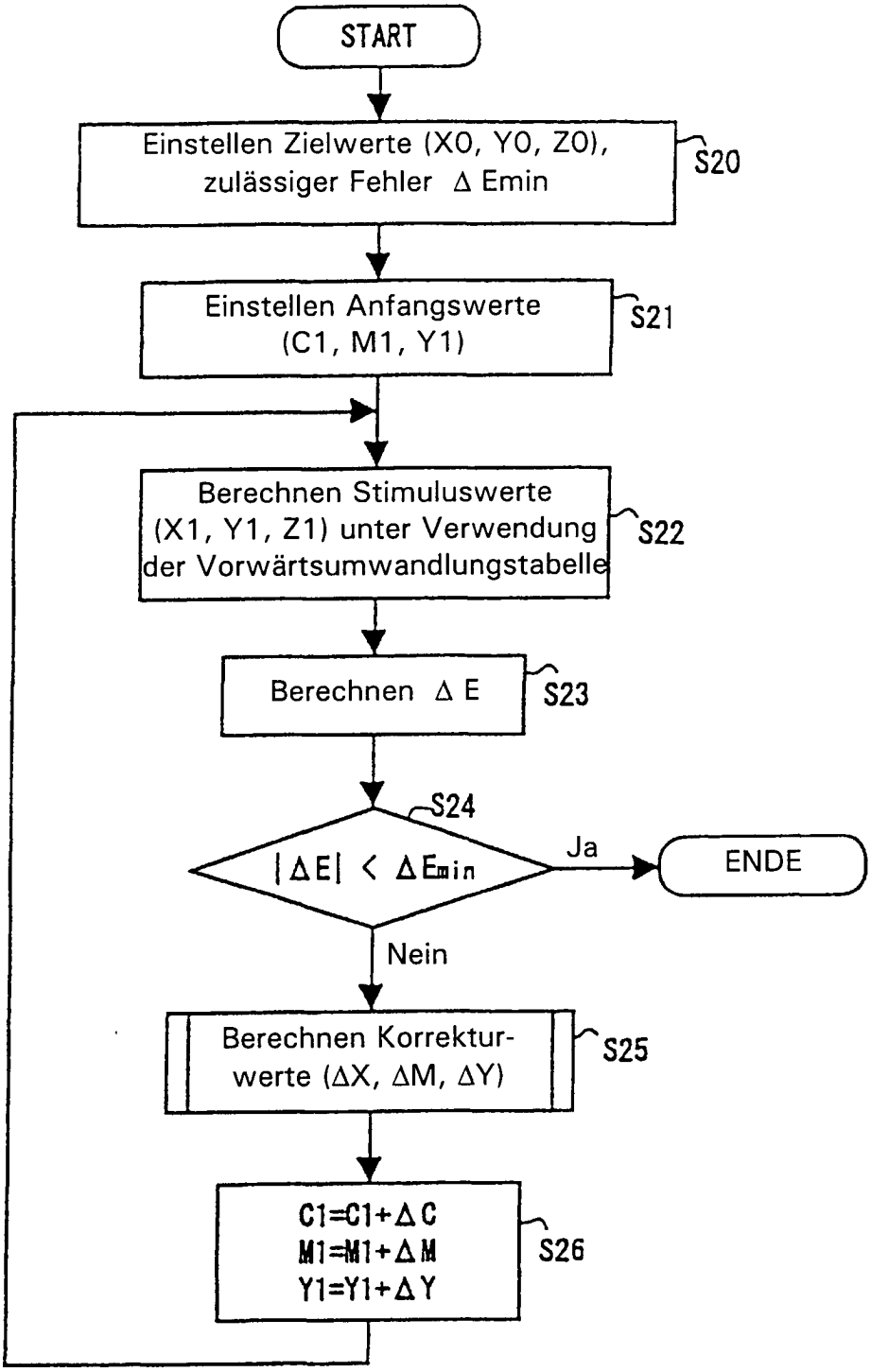

START
Einstellen Zielwerte (X0, Y0, Z0), zulässiger Fehler Δ Emin
S20
Einstellen Anfangswerte (C1, M1, Y1)
S21
Berechnen Stimuluswerte (X1, Y1, Z1) unter Verwendung der Vorwärtsumwandlungstabelle
S22
Berechnen Δ E
S23
S24
|ΔE| < ΔEmin
Ja
ENDE
Nein
Berechnen Korrekturwerte (ΔX, ΔM, ΔY)
S25
C1=C1+ΔC
M1=M1+ΔM
Y1=Y1+ΔY
S26

FIG. 7

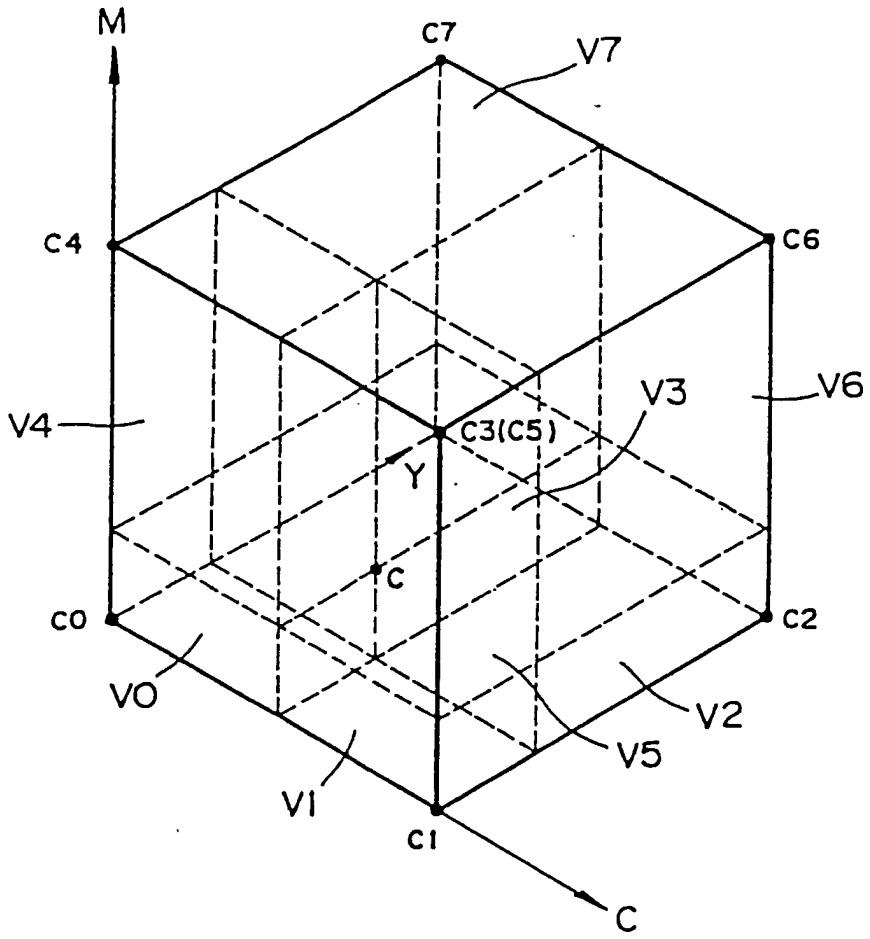


FIG.8

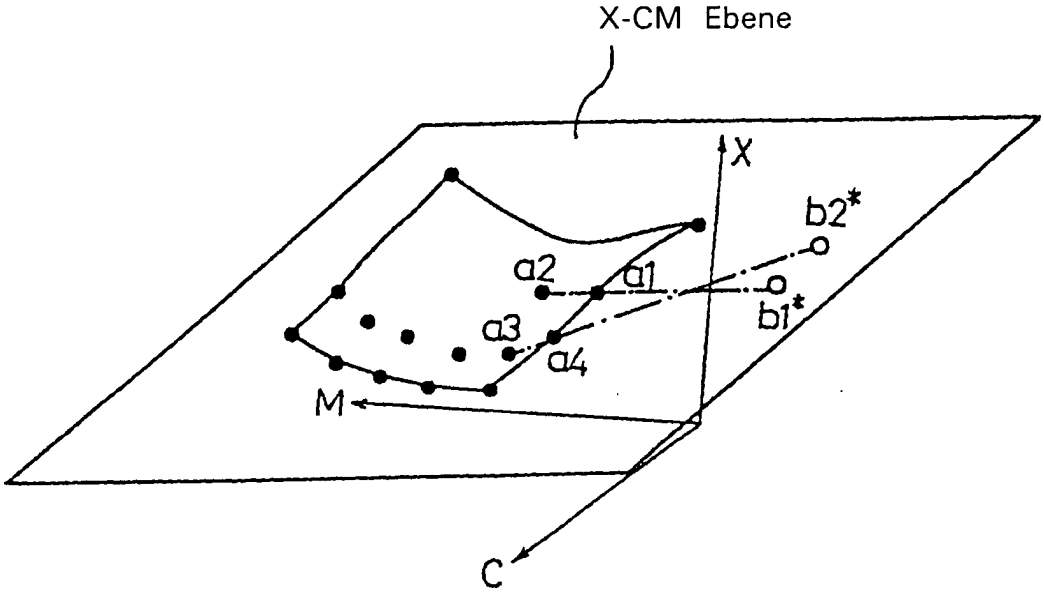
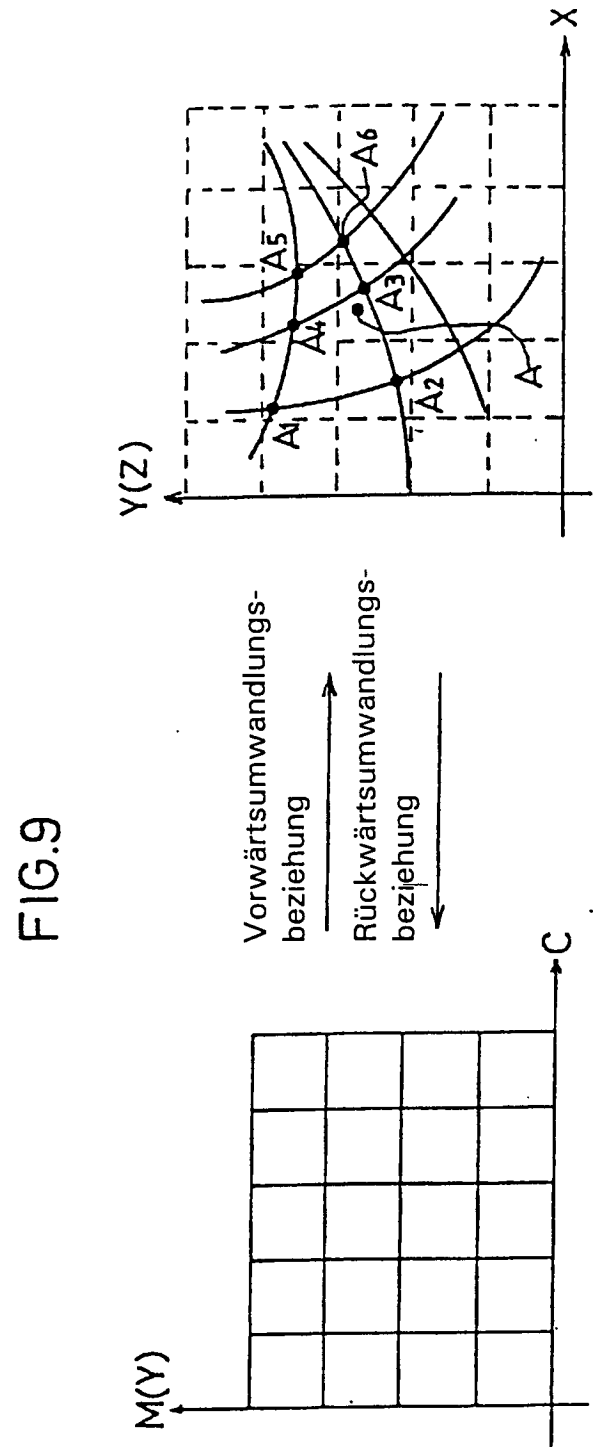


FIG.9


X
Y(Z)
A1
A2
A3
A4
A5
A6
Vorwärtsumwandlungs-
beziehung
Rückwärtsumwandlungs-
beziehung
C
M(Y)