



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 14 984 T2** 2007.06.06

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 368 962 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H04N 1/60** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 14 984.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/08362**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 717 666.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/076086**

(86) PCT-Anmeldetag: **15.03.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **26.09.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.12.2003**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **27.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.06.2007**

(30) Unionspriorität:
808875 15.03.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:
Eastman Kodak Company, Rochester, N.Y., US

(72) Erfinder:
EDGE, J., Christopher, Saint Paul, MN 55105, US

(74) Vertreter:
Hilleringmann, J., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 50667 Köln

(54) Bezeichnung: **KORREKTURVERFAHREN FÜR ARBEITEN MIT DIGITALEN PROBEABZÜGEN**

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

Sachgebiet

[0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der Farabbildung und insbesondere Verfahren zur Darstellung von Farbbildern auf Anzeigevorrichtungen.

Hintergrund

[0002] Farabbildungsvorrichtungen verwenden Kombinationen unterschiedlicher vorrichtungsabhängiger Koordinaten, um Farbbilder zu erzeugen, die angezeigt oder auf Medien wie Papier oder Film gedruckt werden sollen. Zahlreiche Hardcopy-Druckvorrichtungen verwenden Kombinationen von Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz (CMYK) zum Erzeugen von Farbbildern. Diese vorrichtungsabhängigen Koordinaten von C, M, Y und K können zur Bildung eines Bereichs kolorimetrischer Werte verwendet werden, welche die Vorrichtung zu erzeugen in der Lage ist. Anzeigevorrichtungen, wie Kathodenstrahlröhren (CRT) oder Flachbildschirme, können die vorrichtungsabhängigen Koordinaten von Rot, Grün und Blau (RGB) verwenden. Einige High-Fidelity-Farabbildungsvorrichtungen können die vorrichtungsabhängigen Koordinaten von Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz in Kombination mit anderen Koordinaten wie Orange und Grün verwenden. Diese und andere vorrichtungsabhängige Koordinatensysteme wurden zur Verwendung mit verschiedenen Farabbildungsvorrichtungen entwickelt.

[0003] Es wurden zahlreiche vorrichtungsunabhängige Koordinatensysteme entwickelt, um Farbspezifikationen für unterschiedliche Vorrichtungen zu standardisieren. Beispielsweise hat die Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) vorrichtungsunabhängige Farbräume wie den $L^*a^*b^*$ -Farbraum (im folgenden als $L^*a^*b^*$ -Farbraum, $L^*a^*b^*$ -Raum oder einfach $L^*a^*b^*$ bezeichnet) und den XYZ-Farbraum (im folgenden als XYZ-Farbraum, XYZ-Raum oder einfach als XYZ bezeichnet) entwickelt. Darüber hinaus haben verschiedene andere Organisationen und Einzelpersonen andere vorrichtungsunabhängige Farbräume entwickelt.

[0004] Ein Punkt in einem vorrichtungsunabhängigen Farbraum definiert theoretisch einen Farbwert ungeachtet bestimmter Vorrichtungskordinaten. Ein Punkt im $L^*a^*b^*$ -Raum oder im XYZ-Raum kann beispielsweise auf einen Punkt auf einer Vorrichtungsskala abgebildet werden. Dieser Punkt auf der Vorrichtungsskala definiert wiederum die vorrichtungsabhängigen Koordinaten, welche theoretisch die Vorrichtung veranlassen, eine Farbe zu erzeugen, die visuell zu derjenigen äquivalent ist, die durch den Punkt im $L^*a^*b^*$ -Raum oder im XYZ-Raum definiert ist.

[0005] Der Begriff "Soft-Proofing" bezieht sich auf einen Prüfvorgang, der eine Anzeigevorrichtung anstelle einer gedruckten Hardcopy verwendet. Üblicherweise beruhen Farbprüfverfahren auf dem "Hardcopy-Proofing", bei dem Prüfdrucke auf Papier oder anderen Druckmedien ausgedruckt und inspiziert werden, um sicherzustellen, dass die Bilder und Farben visuell korrekt erscheinen. Beispielsweise können Farbcharakteristiken angepasst werden und aufeinanderfolgende Ausdrücke können im Hardcopy-Proofingvorgang untersucht werden. Wenn festgestellt wurde, dass ein bestimmter Prüfdruck akzeptabel ist, können die zur Herstellung des akzeptablen Prüfdrucks verwendeten Farbcharakteristiken zur Massenherstellung großer Mengen von Printmedien, beispielsweise mit einer Druckpresse, verwendet werden, die visuell gleich dem akzeptablen Prüfdruck erscheinen.

[0006] Soft-Proofing ist aus vielen Gründen erstrebenswert. Beispielsweise kann Soft-Proofing die Notwendigkeit des Druckens von Kopien der Medien während des Proofing-Vorgangs überflüssig machen. Ferner ermöglicht es Soft-Proofing mehreren Proofingspezialisten Farabbildungen von entfernten Stellen aus durch einfaches Betrachten von Anzeigevorrichtungen zu prüfen, anstatt die Lieferung von Hardcopies abzuwarten. Soft-Proofing kann schneller und bequemer als Hard-Proofing sein. Ferner kann Soft-Proofing die Kosten des Proofing-Vorgangs reduzieren. Aus diesem und anderen Gründen ist Soft-Proofing höchst erstrebenswert.

[0007] Ein Hauptproblem des Soft-Proofings ist jedoch die Schwierigkeit, eine gute visuelle Übereinstimmung zwischen den auf der Soft-Proofing-Anzeigevorrichtung angezeigten Farben und den auf der tatsächlich ausgedruckten Hardcopy vorhandenen Farben zu erreichen. Wie zuvor erwähnt, standardisieren vorrichtungsunabhängige Koordinaten theoretisch Farbspezifikationen. Somit könnten theoretisch die CMYK-Vorrichtungskordinaten eines Ausdrucks in vorrichtungsunabhängige Koordinaten umgewandelt und anschließend in RGB-Vorrichtungskordinaten umgesetzt werden. Theoretisch sind auch die Farben, die unter Verwendung der RGB-Vorrichtungskordinaten angezeigt werden, visuell äquivalent zu denjenigen des Ausdrucks. In der Realität jedoch sehen die auf der Anzeige erscheinenden Farben möglicherweise anders aus als diejenigen

des Ausdrucks, obwohl die von den Soft- und den Hardcopy-Medien angezeigten Bilder im wesentlichen identische vorrichtungsunabhängige Werte erzeugen. Das Soft-Proofing kann nicht effektiv funktionieren und weitverbreitet Verwendung in der Industrie finden, wenn die Farben der Soft-Proofing-Anzeige keine akzeptable visuelle Übereinstimmung mit den Farben auf Ausdrucken bieten.

[0008] Braun, K.M. et al.: "Psychophysical generation of matching images for Grossmedia color reproduction", FINAL PROGRAM AND PROCEEDINGS OF IS&T/SID FOURTH COLOR IMAGING CONFERENCE: COLOR SCIENCE, SYSTEMS AND APPLICATIONS,; SCOTTSDALE, AZ, USA, 19–22. Nov. 1996, Seiten 214–220, XP002205203 1996, Springfield, VA, USA, Soc. Imaging Sci. & Technol., USA, ISBN: 0-89208-196-1, sind bestrebt, verschiedene Farberscheinungsmodelle (CAM) unter Verwendung eines CRT im Vergleich mit einem Ausdruck in einem Tageslichtraum zu testen. Nach Braun, K. M. et al. scheint eine a priori Annahme zu sein, dass XYZ korrekt ist, obwohl die verschiedenen CAM, die XYZ als ihre Basis verwenden (einschließlich CIELAB), veränderliche Gültigkeitsgrade aufweisen können. Eine Gruppe menschlicher Betrachter passt zunächst zwei Bilder (zwei Obstbilder und zwei Golferbilder), die separat auf zwei CRT (die in ähnlicher Weise eingerichtet sind, d.h. D65) angezeigt werden, so an, dass sie übereinstimmen. Die Einstellungen erfolgten unter Verwendung von PhotoShop. Die Unterschiede zwischen verschiedenen Farben auf den beiden Anzeigen wurden sodann gemessen. Aus diesen Differenzen wurden der durchschnittliche Fehler, der maximale Fehler und eine Regression für L^* und C^* berechnet. Dies erfolgte, um das inhärente Rauschen in dem Versuchsverfahren selbst zu bestimmen. Das "Rauschen" des Versuchs war nach den Standards von Matchprint Virtual stark.

[0009] Die durchschnittlichen Fehler war 3 delta E und der maximale Fehler betrug 6–8 delta E. Dies impliziert einen suboptimalen Versuchsaufbau.

[0010] Anschließend wurde nach Braun, K.M. et al. eine ähnliche Einstellung vorgenommen, um Bilder auf dem CRT an Hardcopies anzupassen, die in einem Lichtraum mit ähnlicher Farbtemperatur der Lichtart, d.h. D65, betrachtet wurden. Zusätzlich zu dem vorgenannten Vorgang, wurden zwei Modifikationen vorgenommen: a) ein Schieber, so dass nur jeweils eines der Bilder zur gleichen Zeit betrachtet werden konnte, und b) eine Zeitverzögerung von 60 Sekunden, bei jedem Vergleich der beiden Bilder. Die Unterschiede zwischen den gemessenen Farben nach dem Einstellen waren geringfügig größer als das vorgenannte gemessene Rauschen. Die Stärke des "zufälligen Rauschens" des Versuchs ist mit den systematischen Fehlern in CIELAB vergleichbar, welche die vorliegende Anmeldung so weit wie möglich gegen 0 zu reduzieren bestrebt ist.

[0011] Schließlich wurde in Braun, K.M. et al. der beschriebene Einstellvorgang an einem CRT durchgeführt, um Bilder mit erheblich unterschiedlicher Lichtarttemperatur (8300K und 3000K) zu betrachten. Hier versuchen Braun, K.M. et al. eine "Matrix" zu berechnen, um festzuhalten, wie diese menschlichen Betrachter sich an diese unterschiedlichen Lichtartzustände anpassen (d.h. wie deren Augen die chromatische Anpassung vornehmen). Diese Matrices wurden mit den Vorhersagen verschiedener CAM verglichen, um festzustellen, welcher CAM für verschiedene Inhalte der Bilder am besten geeignet war.

[0012] US-A-5 739 809 beschreibt ein System, das einmalige benutzerspezifische Anpassungen an einer Anzeige ermöglicht, die als multiple Optionen für die Wahrnehmung von Farben gespeichert werden können. Die Anzeige kann mehrere Kalibrierungszustände aufweisen, die durch den Benutzer definiert und von dem Benutzer nach Belieben gewählt werden. Somit weicht der Rahmen dieser Erfindung stark von dem Rahmen der vorliegenden Erfindung ab. US-A-5 739 809 beschreibt eine geeignete Einrichtung zum Erhalten eines bevorzugten Erscheinungsbildes einer Farbe auf einem Bildschirm, das in Abhängigkeit vom Inhalt und von den Vorlieben des Benutzers variieren kann.

Überblick

[0013] Die Erfindung schafft ein Verfahren nach Anspruch 1. Einzelne Ausführungsbeispiele der Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 9.

[0014] Nach einem Ausführungsbeispiel umfasst das Verfahren das Erhalten einer Weißpunkt Korrektur für eine Anzeigevorrichtung und das Erhalten einer chromatischen Korrektur der Anzeigevorrichtung. Das Verfahren kann auch das Erzeugen korrigierter Farbkoordinaten basierend auf der Weißpunkt Korrektur und der chromatischen Korrektur umfassen. Ferner kann das Verfahren das Erhalten der Weißpunkt Korrektur durch Bestimmen einer Weißpunkt Korrekturmatrix und Erhalten der chromatischen Aberration durch Bestimmen einer chromatischen Korrekturmatrix umfassen.

[0015] Das Bestimmen einer Weißpunktkorrekturmatrix kann das Anzeigen einer Farbe auf einer Anzeigevorrichtung, wobei die Farbe als eine Original-Weißpunktmatrix in einem bekannten Lichtartzustand definiert ist, beispielsweise D50, und das Einstellen zumindest einiger Weißpunktmatrixwerte umfassen, derart dass das visuelle Erscheinungsbild auf der Anzeigevorrichtung visuell einem Druck äquivalent ist. Das Einstellen zumindest einiger Weißpunktmatrixwerte kann das Einstellen maximaler Phosphoreinstellungen an einer Anzeige umfassen.

[0016] Das Bestimmen einer chromatischen Korrekturmatrix kann das Anzeigen einer Farbe auf einer Anzeigevorrichtung, wobei die Farbe durch eine chromatische Originalmatrix unter bekannten Lichtartbedingungen, beispielsweise D50, definiert ist, und das Einstellen zumindest einiger Werte der chromatischen Matrix umfassen, derart dass das visuelle Erscheinungsbild auf der Anzeigevorrichtung visuell einem Druck äquivalent ist. Das Einstellen mindestens einiger Werte der chromatischen Matrix kann das Einstellen der Chromatizitätswerte in einem RGB-Farbraum, beispielsweise dem Farbraum AdobeRGB(d50), umfassen.

[0017] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel weist das Verfahren das Bestimmen von vorrichtungsunabhängigen Koordinaten, die eine Farbe auf einer Hardcopy definieren, und das Erzeugen korrigierter Koordinaten unter Verwendung der vorrichtungsunabhängigen Koordinaten, einer Weißpunktkorrektur und einer chromatischen Korrektur auf. Das Verfahren kann ferner das Anzeigen der die korrigierten Koordinaten verwendenden Farbe umfassen. Die angezeigte Farbe kann visuell zu der Farbe auf der Hardcopy äquivalent sein.

[0018] Die Weißpunktkorrektur kann eine Weißpunktkorrekturmatrix und die chromatische Korrektur kann eine chromatische Korrekturmatrix sein. Diese Matrizes können basierend auf der Charakterisierung des Ausgangs der Anzeigevorrichtung bestimmt werden. Das Bestimmen der Weißpunktkorrekturmatrix kann beispielsweise das Anzeigen einer Farbe auf einer Anzeigevorrichtung, wobei die Farbe als eine Original-Weißpunktmatrix in einem bekannten Lichtartzustand definiert ist, beispielsweise D50, und das Einstellen zumindest einiger Weißpunktmatrixwerte umfassen, derart dass das visuelle Erscheinungsbild auf der Anzeigevorrichtung visuell einem unter den bekannten Lichtartbedingungen betrachteten weißen Druck äquivalent ist. Ferner kann das Bestimmen der chromatischen Korrekturmatrix das Anzeigen einer Farbe auf einer Anzeigevorrichtung, wobei die Farbe durch eine chromatische Originalmatrix unter bekannten Lichtartbedingungen, beispielsweise D50, definiert ist, und das Einstellen zumindest einiger Werte der chromatischen Matrix umfassen, derart dass das visuelle Erscheinungsbild auf der Anzeigevorrichtung visuell einem unter den bekannten Lichtartbedingungen betrachteten farbigen Druck äquivalent ist.

[0019] Nach einem anderen Ausführungsbeispiel umfasst das Verfahren das Umwandeln vorrichtungsabhängiger Koordinaten, die eine Farbe in einer Druckvorrichtung definieren, in vorrichtungsunabhängige Koordinaten, und das Einstellen der vorrichtungsunabhängigen Koordinaten unter Verwendung einer Weißpunktkorrektur und einer chromatischen Korrektur. Das Verfahren kann ferner das Umwandeln der korrigierten vorrichtungsunabhängigen Koordinaten in vorrichtungsabhängige Koordinaten umfassen, die eine Farbe in einer Anzeigevorrichtung definieren. Ferner kann das Verfahren das Anzeigen der Farbe unter Verwendung der korrigierten Koordinaten umfassen. Die angezeigte Farbe kann beispielsweise visuell zu der Farbe auf der Hardcopy äquivalent sein. Die Weißpunktkorrektur kann wiederum eine Weißpunktkorrekturmatrix und die chromatische Korrektur eine chromatische Korrekturmatrix sein.

[0020] Nach einem anderen Ausführungsbeispiel umfasst das Verfahren das Einstellen der maximalen Phosphorwerte einer Anzeigevorrichtung, so dass eine erste auf der Anzeigevorrichtung angezeigte Farbe mit Weiß unter definierten Lichtartbedingungen für eine Hardcopy übereinstimmt, und das Einstellen von Farbeinstellungen derart, dass eine auf der Anzeigevorrichtung angezeigte zweite Farbe einer definierten Farbe unter den definierten Lichtartzuständen entspricht. Beispielsweise kann es sich bei den definierten Lichtartbedingungen um die Lichtartbedingung D50 handeln.

[0021] Das Einstellen der Farbeinstellungen kann das Einstellen von Farbeinstellungen innerhalb eines Computerprogramms betreffen. Das Einstellen der Farbeinstellungen kann beispielsweise das Einstellen von Chromatizitätswerten in einem RGB-Farbraum, wie beispielsweise dem Farbraum AdobeRGB(50), umfassen.

[0022] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel umfasst das Verfahren das Erzeugen einer ersten visuellen Wiedergabe eines Bildes auf einer Hardcopy und das Erzeugen einer zweiten visuellen Wiedergabe des Bildes auf einer Anzeigevorrichtung. Die erste visuelle Wiedergabe und die zweite visuelle Wiedergabe können beispielsweise unterschiedliche vorrichtungsabhängige Koordinaten haben. Jedoch können sowohl der Weißpunkt, als auch gesättigte Farben auf der Anzeigevorrichtung eine gute visuelle Übereinstimmung mit denen der Hardcopy darstellen. Sowohl der Weißpunkt, als auch gesättigte Farben auf der Anzeige können sogar vi-

suell äquivalent zu denen der Hardcopy sein.

[0023] Bei anderen Ausführungsbeispielen weist die Erfindung ein System mit einer Anzeigevorrichtung und einer Speichervorrichtung auf, die mit einem Prozessor gekoppelt sind. Der Prozessor kann eines oder mehrere der zuvor beschriebenen Verfahren durchführen.

[0024] Bei weiteren Ausführungsbeispielen weist die Erfindung ein computerlesbares Medium auf, das einen Programmcode trägt, der bei Ausführung einen oder mehrere der vorgenannten Verfahren durchführt.

[0025] Bei weiteren Ausführungsbeispielen umfasst die Erfindung ein computerlesbares Medium, das eine Farbprofildatenstruktur trägt. Die Farbprofildatenstruktur kann einer ersten Vorrichtung entsprechen und kann Lichtartzustandswerte umfassen, die nicht den tatsächlichen Lichtartbedingungen entsprechen, welche der ersten Vorrichtung zugeordnet sind. Ein auf einer zweiten Anzeigevorrichtung unter Verwendung der Farbprofildatenstruktur wiedergegebenes Bild kann visuell zu dem auf der ersten Vorrichtung wiedergegebenen Bild äquivalent sein.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0026] [Fig. 1–Fig. 5](#) sind Flussdiagramme gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung.

[0027] [Fig. 6](#) zeigt ein exemplarisches Soft-Proofing-System nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung

[0028] In exemplarischen Ausführungsbeispielen umfasst die Erfindung Verfahren, Systeme und computerlesbare Medien mit einem Programmcode, welche das Soft-Proofing vereinfachen. Die Erfindung kann ein oder mehrere Transformationsverfahren verwenden, um Farbkoordinaten zwischen Hardcopy- und Softcopy-Proofing-Umgebungen umzuwandeln. Die Umwandlung gewährleistet, dass Farabbildungen, die auf einer Anzeigevorrichtung erscheinen, eine visuell akzeptable Übereinstimmung mit Farbbildern darstellen, die auf Printmedien erscheinen.

[0029] Bei einem Ausführungsbeispiel betrifft die Erfindung beispielsweise ein Verfahren, welches das Einstellen der maximalen Phosphorwerte für eine Anzeigevorrichtung umfasst, so dass eine auf der Anzeigevorrichtung angezeigte erste Farbe weiß unter definierten Lichtartbedingungen für eine Hardcopy entspricht. Das Verfahren kann ferner das Einstellen von Farbeinstellungen umfassen, derart dass eine auf der Anzeigevorrichtung angezeigte zweite Farbe einer definierten Farbe unter den definierten Lichtartbedingungen entspricht. Das Verfahren kann gewährleisten, dass Bilder, die auf einer Anzeigevorrichtung in einer Soft-Proofing-Umgebung erscheinen, visuell Bildern äquivalent sind, die auf Printmedien erscheinen.

[0030] Das letztendliche Ziel der Soft-Proofing-Technologie ist das Vereinfachen der genauen Wiedergabe von Farabbildungen auf einer Anzeigevorrichtung. Anders ausgedrückt: die Soft-Proofing-Technologie ist bestrebt, Farbbilder auf einer Anzeigevorrichtung anzuzeigen, die eine "visuell akzeptable Übereinstimmung", "visuell äquivalent" oder eine "gute visuelle Übereinstimmung" mit Farabbildungen auf Printmedien sind. Zwei Abbildungen sind "visuell äquivalent", wenn ihr empirischer delta E Fehler ungefähr gleich oder geringer als 1 ist. Eine gute visuelle Übereinstimmung besteht, wenn eine in der Farbverwaltung versierte Person visuell keinen Unterschied zwischen den Farbwerten zweier Farabbildungen erkennen kann. Eine visuell akzeptable Übereinstimmung ist eine Übereinstimmung, die in einer Soft-Proofing-Umgebung akzeptabel ist.

[0031] Wie erwähnt, sind zwei Abbildungen "visuell äquivalent", wenn ihr empirischer delta E Fehler ungefähr gleich oder kleiner 1 ist. Beispielsweise kann der Wert des empirischen delta E für eine einzelne Farbe durch Anzeigen einer RGB Farbe auf einem CRT bestimmt werden. Eine Hardcopy der Farbe kann nahe dem CRT angebracht werden. Mehrere in der Farbverwaltung versierte Benutzer vergleichen die Farbe auf der Hardcopy mit derjenigen auf dem CRT und stellen gegebenenfalls den RGB-Wert der Farbe auf dem CRT derart ein, dass die Farbe auf dem CRT derjenigen der Hardcopy entspricht. Falls erforderlich, können Streulichteefekte durch Betrachten und Vergleichen der beiden Farben durch ein teleskopartiges Rohr eliminiert werden. Wenn der Durchschnitt der von den Benutzern festgestellten Korrekturen für R, G und B nahezu null ist, gelten die CRT- und die Hardcopy-Farben als ein empirisches delta E nahe null aufweisend. Wenn die durchschnittlichen deltas von null verschieden sind, kann das empirische delta E durch Umwandeln von RGB in $L^*a^*b^*$ unter Verwendung des Anzeige-ICC-Profiles für das Original-RGB und des durchschnittlichen eingestellten RGB bestimmt werden. Delta E kann sodann aus den $L^*a^*b^*$ -Werten berechnet werden.

[0032] Abbildungsvorrichtungen umfassen Druckvorrichtungen und Anzeigevorrichtungen. Druckvorrichtungen können beispielsweise Laserdrucker, Tintenstrahldrucker, Thermodrucker, Punktmatrixdrucker, Druckpressen oder jede andere Vorrichtung umfassen, die auf konkrete Medien wie Papier oder Film drucken kann. Anzeigevorrichtungen umfassen Kathodenstrahlröhren (CRT), Flüssigkristallanzeigen (LCD) und andere Flachbildschirme, digitales Papier, elektronische Tintenanzeigen und jede andere Vorrichtung, die in der Lage ist, Bilder aus elektronischen Eingangssignalen oder Daten zu erstellen.

[0033] Üblicherweise verwenden Druckvorrichtungen und Anzeigevorrichtungen vorrichtungsabhängige Koordinaten, um Farben zu definieren. Druckvorrichtungen verwenden beispielsweise üblicherweise C;YK- oder CMYKOG-Koordinaten zum Definieren von Farben, und daher können Druckvorrichtungen eine ihnen zugeordnete CMYK- oder CMYKOG-Skala aufweisen, welche die Farbleistung der Druckvorrichtung definiert. Zahlreiche Anzeigevorrichtungen verwenden gegenwärtig RGB-Koordinaten, um Farben zu definieren, weshalb sie eine zugeordnete RGB-Skala aufweisen, welche die Farbleistung der Anzeigevorrichtung definiert. Eine CRT-Anzeigevorrichtung beispielsweise verwendet verschiedene Kombinationen von rotem, grünem und blauem Phosphor, die Farben innerhalb der RGB-Skala der Vorrichtung wiedergeben können.

[0034] Das visuelle Erscheinungsbild einer Farbe hängt jedoch auch von den Lichtartbedingungen ab. Der selbe Ausdruck kann beispielsweise bei Betrachtung unter unterschiedlicher Lichtart unterschiedlich erscheinen. Daher sind die Lichtartbedingungen üblicherweise eine feste Variable beim Vergleichen von Farben, die durch einen oder mehr Farbräume definiert sind. Die Lichtartbedingungen sind sowohl in der Hardcopy-, als auch in der Softcopy-Proofing-Umgebung wichtig.

[0035] Tests haben einen scheinbaren Zusammenbruch der Farbwissenschaft gemäß den Definitionen durch die CIE-Standards aufgedeckt. Insbesondere können eine Anzeigevorrichtung und eine Druckvorrichtung Farbabbildungen erzeugen, welche die gleichen XYZ-Koordinaten aufweisen, jedoch können die Abbildungen visuell unterschiedlich erscheinen. Beispielsweise scheinen CRT-Anzeigen, die auf die Lichtartbedingung D50 kalibriert sind, gelb im Vergleich zu unter D50 Lichtartbedingungen betrachteten gedruckten Abbildungen mit den gleichen XYZ-Koordinaten.

[0036] Theoretisch sollten Abbildungen mit den gleichen gemessenen XYZ-Koordinaten identisch erscheinen. Es scheint jedoch so, dass dies nicht notwendigerweise für den visuellen Vergleich von Hardcopies und digitalen Bildern nicht zutrifft. Um eine Farbübereinstimmung zwischen Bildern auf einer Anzeigevorrichtung und auf Hardcopy-Medien gedruckten Bildern zu erreichen, die "Proofing-Qualität" hat, d.h. eine visuell akzeptable Übereinstimmung, visuell äquivalent ist oder eine gute visuelle Übereinstimmung aufweist, ist möglicherweise eine Umwandlung der XYZ-Koordinaten entsprechend der Erfindung erforderlich.

[0037] [Fig. 1](#) ist ein Flussdiagramm zur Darstellung eines Umwandlungsvorgangs gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, wird ein erster Satz vorrichtungsabhängiger Koordinaten in vorrichtungsunabhängige Koordinaten umgewandelt (**11**). Die vorrichtungsunabhängigen Koordinaten werden sodann umgewandelt (**12**). Die umgewandelten vorrichtungsunabhängigen Koordinaten werden anschließend in einen zweiten Satz von vorrichtungsabhängigen Koordinaten umgewandelt (**13**). Das Verfahren nach [Fig. 1](#) kann beispielsweise mit sämtlichen Pixeln eines Farbbildes durchgeführt werden, so dass die Ausgabe einer zweiten Abbildungsvorrichtung, beispielsweise einer Anzeige, visuell äquivalent zu der Ausgabe einer ersten Abbildungsvorrichtung, beispielsweise einem Drucker, erscheint.

[0038] [Fig. 2](#) ist ein Flussdiagramm zur Darstellung einer Implementierung des Verfahrens von [Fig. 1](#). Wie dargestellt, werden die Bilddaten eines Hardcopy-CMYK-Bildes aus CMYK-Koordinaten in XYZ-Koordinaten umgewandelt (**21**). Die XYZ-Koordinaten werden sodann in X'Y'Z' umgewandelt (**22**). Diese umgewandelten X'Y'Z'-Koordinaten können sodann in RGB-Koordinaten (**23**) zum Wiedergeben auf einer Anzeigevorrichtung zum Soft-Proofing umgewandelt werden. Auf diese Weise kann die Ausgabe einer Anzeigevorrichtung, welche die RGB-Koordinaten verwendet, visuell äquivalent zu einer mit dem CMYK-Koordinaten gedruckten Hardcopy gemacht werden.

[0039] [Fig. 3](#) ist ein Flussdiagramm eines allgemeinen Verfahrens, das zum Umwandeln vorrichtungsunabhängiger Koordinaten verwendbar ist. Wie gezeigt, wird ein Weißpunkt korrigiert (**31**) und anschließend werden chromatische Farben korrigiert (**32**). Ein derartiges Zweiteilen des Umwandlungsverfahrens kann genaue Farbübereinstimmungsergebnisse erbringen.

[0040] Wie wiederum in [Fig. 1](#) dargestellt, kann der erste Satz vorrichtungsunabhängiger Koordinaten einer ersten Vorrichtung zugeordnet sein. Beispielsweise kann die erste Vorrichtung ein Drucker sein, der Farbab-

bildungen entsprechend einer CMYK-Skala druckt. Die Farabbildung kann aus einer Gruppe vorrichtungsabhängiger Koordinaten bestehen, welche die Farben der Punkte des Bildes definieren.

[0041] Beispielsweise kann ein Bild aus Bilddaten bestehen, die eine große Gruppe von CMYK-Koordinaten umfassen. Jede dieser Koordinaten kann in vorrichtungsunabhängige Koordinaten umgewandelt werden (**(11)**), und anschließend umgewandelt werden (**(12)**). Jede umgewandelte Koordinate kann sodann zur Bildung eines zweiten Satzes von vorrichtungsabhängigen Koordinaten (**(13)**) umgewandelt werden.

[0042] Der zweite Satz vorrichtungsabhängiger Koordinaten kann beispielsweise einer zweiten Abbildungsvorrichtung zugeordnet sein. Handelt es sich bei der zweiten Abbildungsvorrichtung beispielsweise um eine Anzeigevorrichtung, wie ein CRT, kann es sich bei dem zweiten Satz vorrichtungsabhängiger Koordinaten um eine Gruppe von RGB-Koordinaten handeln. Jede RGB-Koordinate kann aus den umgewandelten Koordinaten erzeugt werden.

[0043] Der Umwandlungsvorgang (**(12)**) ist für das Erreichen einer genauen Farbübereinstimmung wichtig. Das Umwandeln (**(12)**) passt die vorrichtungsunabhängigen Koordinaten an, um sicherzustellen, dass die Ausgabe beispielsweise auf einer Anzeigevorrichtung im wesentlichen genauso erscheint, wie der Ausdruck eines Druckers. Zwar mag diese Umwandlung angesichts der weithin akzeptierten CIE-Farbgleichungen "theoretisch" unnötig erscheinen, jedoch erfordert der allgemeine Zusammenbruch der Farbwissenschaft die Verwendung dieser Umwandlung, insbesondere auf dem Gebiet des Soft-Proofing, bei dem die Farbübereinstimmung wesentlich ist. Die Erfindung gleicht somit Unzulänglichkeiten bei der Farbabgleichung aus, die sich aus der herkömmlichen XYZ-Umwandlung im Zusammenhang mit der Abgleichung zwischen Hardcopy und Softcopy ergeben.

[0044] [Fig. 3](#) zeigt eine zweigeteilte Umwandlung der vorrichtungsunabhängigen Koordinaten. Beispielsweise kann der Weißpunkt einer Anzeigevorrichtung korrigiert werden (**(31)**), indem von einer bekannten Lichtartbedingung D50 ausgegangen wird. Eine weiße Fläche kann beispielsweise in einen Tageslichtraum mit einer D50 Lichtart platziert werden, um einen Weißpunkt zu definieren. Der Reflexionsgrad der weißen Fläche kann in vorrichtungsunabhängigen Koordinaten wie $L^*a^*b^*$ gemessen werden. Zu diesem Zeitpunkt kann eine weiße Fläche mit den gleichen $L^*a^*b^*$ -Werten auf einer Anzeigevorrichtung unter Verwendung handelsüblicher Software wie Adobe® PhotoShop®, erhältlich von Adobe Systems, Inc., San Jose, Kalifornien, erzeugt und angezeigt werden. Anschließend können die x- und y-Chromatizitäten des Weißpunkts auf der Anzeigevorrichtung eingestellt werden, bis das weiße Bild auf der Anzeigevorrichtung und das weiße Bild im Tageslichtraum entweder visuell äquivalent sind, eine gute visuelle Übereinstimmung haben, oder eine visuell akzeptable Übereinstimmung aufweisen. Die Einstellungen der x- und y-Chromatizitäten des Weißpunkts sollten notiert werden. Nach den Einstellungen kann die Anzeigevorrichtung als auf einen "visuellen D50" Weißpunkt kalibriert eingestuft werden. In diesem Fall erzeugen die Weißpunkte der Anzeigevorrichtung und der Hardcopy geringfügig unterschiedliche XYZ-Werte, erscheinen jedoch als visuell übereinstimmend.

[0045] Nach dem Korrigieren des Weißpunkts (**(31)**) können die chromatischen Farben korrigiert werden (**(32)**). Die Korrektur der chromatischen Farben beispielsweise kann als Korrektur der gesättigten Farben in der Vorrichtungsskala eingestuft werden. Wenn beispielsweise die Korrektur an einem CRT vorgenommen wird, der durch eine RGB-Skala definiert ist, kann die Korrektur der chromatischen Farben eine Einstellung der R, G und B Chromatizitäten sein.

[0046] Bei einem Beispiel umfasst die Korrektur der chromatischen Farben zunächst das Bestimmen von Korrekturwerten. Um dies zu erreichen, sollte ein CMYK-Bild in digitale Form umgewandelt werden. Beispielsweise kann ein CMYK-Bild in AdobeRGB(50) unter Verwendung absoluter Wiedergabe mit einem genauen Matchprint™ Profil umgewandelt werden, das durch ein Spektrophotometer gemessen wurde, d.h. ein Profil für die Ausgabe eines Imation Matchprint™ Laser-Proofers, der von Imation Corp., Oakdale, Minnesota erhältlich ist. Optimalerweise sollte das zum Vergleich verwendete Bild 100% Volldrucke und Überdrucke von C, M, Y, R (beispielsweise M + Y), G (beispielsweise C + Y) und B (beispielsweise C + M) aufweisen, obwohl die Erfindung nicht in dieser Hinsicht beschränkt ist. Zu diesem Zeitpunkt sollte der RGB-Arbeitsraum auf AdobeRGB(D50) eingestellt sein. Das digitale Bild kann mit der CMYK Matchprint™ Hardcopy in einer Betrachtungsstation verglichen werden, und die R, G und B Chromatizitäten des AdobeRGB(D50) Arbeitsraums können eingestellt werden, bis entweder eine visuell akzeptable Übereinstimmung oder eine gute visuelle Übereinstimmung erreicht ist, oder bis die beiden Bilder visuell äquivalent sind. Die Einstellungen der R, G und B Chromatizitäten des Arbeitsraums der Anzeigevorrichtung sollten wiederum notiert werden.

[0047] [Fig. 4](#) zeigt ein anderes Flussdiagramm nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Insbesondere

zeigt [Fig. 4](#) ein Verfahren, das zum Korrigieren eines Weißpunkts in einer Soft-Proofing-Anwendung geeignet ist. Wie gezeigt, wird zunächst ein RGB Arbeitsraum auf die Lichtartbedingung der Hardcopy eingestellt (**41**). Bei der Lichtartbedingung kann es sich beispielsweise wiederum um eine d50-Lichtartsbedingung handeln.

[0048] Nach dem Einstellen der Lichtartbedingung im RGB Arbeitsraum (**41**), kann eine RGB Softcopy der Farbe Weiß nahe einer CMYK Hardcopy der Farbe Weiß angezeigt werden (**42**). Beispielsweise kann ein weißer Bereich mit den gleichen $L^*a^*b^*$ -Werten wie die weiße CMYK Hardcopy im RGB Arbeitsraum erzeugt werden und nahe der CMYK Hardcopy angezeigt werden. Die Lichtartbedingung der Lichtart der CMYK Hardcopy sollte D50 sein. Die Softcopy der Farbe Weiß kann sodann visuell mit dem Weiß der Hardcopy verglichen werden (**43**).

[0049] Nach dem Vergleich des Weiß der Hardcopy mit dem Weiß der Softcopy können die maximalen Phosphoreinstellungen an der Anzeigevorrichtung eingestellt werden, um eine visuelle Übereinstimmung zwischen der Hardcopy und der Softcopy zu erreichen (**44**). Die Phosphoreinstellungen können inkrementierend durch den Benutzer eingestellt werden, bis das auf der Anzeige erscheinende Weiß das gleiche Aussehen hat, wie das Weiß der Hardcopy. Sobald eine visuelle Übereinstimmung des Weiß erreicht ist, kann der Einstellbetrag der Phosphoreinstellungen dokumentiert werden (**45**).

[0050] [Fig. 5](#) ist ein anderes Flussdiagramm nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Wie dargestellt wird ein CMYK Bild in RGB Koordinaten umgewandelt (**51**). Beispielsweise kann ein CMYK Bild in AdobeRGB(50) unter Verwendung absoluter Wiedergabe mit einem genauen Matchprint™ Profil umgewandelt werden, das durch ein Spektrophotometer gemessen wurde, d.h. ein Profil für die Ausgabe eines Imation Matchprint™ Laser-Proofers, der von Imation Corp., Oakdale, Minnesota erhältlich ist. Optimalerweise sollte das zum Vergleich verwendete Bild 100% Volldrucke und Überdrucke von C, M, Y, R, G und B aufweisen, obwohl die Erfindung nicht in dieser Hinsicht beschränkt ist.

[0051] Nach der Umwandlung des CMYK Bildes in RGB kann der Arbeitsraum entsprechend der Hardcopy-Lichtartbedingungen eingestellt werden (**52**). Wenn es sich bei den Lichtartbedingungen der Hardcopy beispielsweise um D50 handelt, sollte der RGB Arbeitsraum auf AdobeRGB(D50) eingestellt werden. Sobald der Arbeitsraum eingestellt ist (**52**), können die Phosphoreinstellungen der Anzeige eingestellt werden, so dass sie einem visuellen Weißpunkt (**53**) entsprechen. [Fig. 4](#) zeigt beispielsweise ein geeignetes Verfahren zum Bestimmen eines visuellen Weißpunkts einer Anzeige.

[0052] Zu diesem Zeitpunkt kann eine RGB Softcopy des Bildes nahe einer CMYK Hardcopy des Bildes angezeigt werden (**54**). Die CMYK Hardcopy sollte weiter mit einer D50-Lichtart beleuchtet werden. Die Hardcopy des Bildes kann dann visuell mit der Softcopy des Bildes verglichen werden (**55**). Es kann beispielsweise eine Betrachtungsstation verwendet werden, um sicherzustellen, dass D50 Lichtartbedingungen erreicht werden, wenn die Softcopy mit der Hardcopy verglichen wird.

[0053] Die R, G und B Chromatizitäten des AdobeRGB(D50) Arbeitsraums können eingestellt werden, um eine visuelle Übereinstimmung zwischen der Hardcopy und der Softcopy des Bildes zu erreichen (**56**). Beispielsweise können die Chromatizitäten des AdobeRGB(D50) Arbeitsraums von einem Benutzer inkrementierend eingestellt werden, bis die auf der Anzeige erscheinenden Farben den Farben auf der Hardcopy gleichen. Die Einstellungen der Chromatizitäten können sodann dokumentiert werden (**57**).

[0054] Nach dem Bestimmen und Dokumentieren der Korrekturen des Weißpunkts und der Chromatizitäten kann die Umwandlung durch Einsetzen der Korrekturwerte in ein mathematisches Rahmenwerk wiederholt werden, wie im folgenden beschrieben. Ferner kann nach der im folgenden beschriebenen mathematischen Umwandlung von XYZ zu X'Y'Z' ein neues Profil, beispielsweise ein ICC-Profil erzeugt werden, um zu ermöglichen, dass mit dem korrigierten ICC-Profil erstellte CMYK-Bilder genau so erscheinen, wie die RGB-Bilder, die durch Modifizieren der AdobeRGB-Chromatizitäten visuell korrigiert wurden. Ein ICC-Profil würde existierenden Spezifikationen entsprechen, die von dem International Color Consortium (ICC) zur Charakterisierung von Vorrichtungseigenschaften veröffentlicht wurden.

[0055] Eine Implementierung der Umwandlung verwendet Matrixalgebra zum Erreichen sehr genauer Übereinstimmungsergebnisse. Die gesamte resultierende Korrekturumwandlung von XYZ zu X'Y'Z' kann wie folgt beschrieben werden:

$$\begin{pmatrix} X_{\text{Corr}} \\ Y_{\text{Corr}} \\ Z_{\text{Corr}} \end{pmatrix} = M_{\text{Corr}} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = M_1(\Delta x_{D50}, \Delta y_{D50}) M_2(\Delta x_r, \Delta y_r, \Delta x_g, \Delta y_g, \Delta x_b, \Delta y_b) \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

wobei die erste Matrix M_1 eine Korrektur an XYZ bezüglich des Weißpunkts und M_2 eine Korrektur der Chromatizitäten bewirkt.

[0056] Die M_1 -Korrektur skaliert die maximalen R, G und B Intensitäten von Phosphor in einer Anzeigevorrichtung derart neu, dass der Weißpunkt der Anzeigevorrichtung bei RGB(max) $x_{D50} + \Delta x_{D50}$, $y_{D50} + \Delta y_{D50}$ misst, anstelle von x_{D50}, y_{D50} . Die Variablen Δx_{D50} und Δy_{D50} modifizieren den theoretischen D50 Weißpunkt, um sichtbaren Unterschieden Rechnung zu tragen. Somit definieren $x_{D50} + \Delta x_{D50}$, $y_{D50} + \Delta y_{D50}$ den visuellen Weißpunkt.

[0057] Die M_2 -Korrektur modifiziert XYZ-Werte derart, dass die gesättigten Farben der Anzeigevorrichtung $x_{r2} + \Delta x_{r2}$, $y_{r2} + \Delta y_{r2}$, $x_{g2} + \Delta x_{g2}$, $y_{g2} + \Delta y_{g2}$ und $x_{b2} + \Delta x_{b2}$, $y_{b2} + \Delta y_{b2}$ messen, anstelle von x_{r2}, y_{r2} ; x_{g2}, y_{g2} ; x_{b2}, y_{b2} . Die Sätze der Variablen $\Delta x_{r2}, \Delta y_{r2}$, $\Delta x_{g2}, \Delta y_{g2}$ und $\Delta x_{b2}, \Delta y_{b2}$ modifizieren die theoretischen RGB Chromatizitäten, um sichtbare Unterschiede zu berücksichtigen.

[0058] Die Weißpunkt Korrekturmatrix M_1 kann wie folgt geschrieben werden:

$$M_1(\Delta x_{D50}, \Delta y_{D50}) = M(x_{r1}, y_{r1}, x_{g1}, y_{g1}, x_{b1}, y_{b1}, x_{D50} + \Delta x_{D50}, y_{D50} + \Delta y_{D50}) M^{-1}(x_{r1}, y_{r1}, x_{g1}, y_{g1}, x_{b1}, y_{b1}, x_{D50}, y_{D50})$$

$$M_1(\Delta x_{D50}, \Delta y_{D50}) = M(x_{D50} + \Delta x_{D50}, y_{D50} + \Delta y_{D50}) M^{-1}(x_{D50}, y_{D50})$$

[0059] Zwar ist die Matrix M tatsächlich eine Funktion der RGB-Chromatizitäten und der Weißpunktchromatizitäten, jedoch wurde die Notation vereinfacht, um anzugeben, dass die einzigen sich ändernden Parameter die Korrekturen des Weißpunkts sind. Die RGB-Chromatizitäten können bei der Berechnung der Weißpunkt-korrekturmatrix M_1 als konstant gelten.

[0060] Die Matrix M definiert die Umwandlung aus dem linearen RGB Raum mit einem Satz von RGB Phosphor in gemessene XYZ für eine bestimmte CRT-Anzeige, die auf einen gemessenen Weißpunkt mit der Chromatizität x, y eingestellt ist. Die Werte von Δx_{D50} und Δy_{D50} können die erforderliche visuelle Korrektur der Chromatizität von D50 angeben, die für eine Übereinstimmung mit einem neutralen weißen Reflektor erforderlich ist, der in einer Sichtstation mit einer D50 Lichtart beleuchtet wird.

[0061] Um M als Funktion lediglich der Chromatizitäten zu definieren, beginnt der Ausdruck als Beschreibung der Matrix M gemäß den gemessenen Tristimulus-Werten X, Y und Z für R, G und B. Die Werte von XYZ beziehen sich auf Chromatizitätswerte x, y entsprechend den Gleichungen:

$$X = xY/y$$

$$Z = zY/y = (1 - x - y)Y/y$$

[0062] Somit gilt

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

$$M = \begin{pmatrix} X_r & X_g & X_b \\ Y_r & Y_g & Y_b \\ Z_r & Z_g & Z_b \end{pmatrix}$$

$$M(x_r, y_r, z_r, Y_r, x_g, y_g, z_g, Y_g, x_b, y_b, z_b, Y_b) = \begin{pmatrix} (x_r/y_r)Y_r & (x_g/y_g)Y_g & (x_b/y_b)Y_b \\ (y_r/y_r)Y_r & (y_g/y_g)Y_g & (y_b/y_b)Y_b \\ (z_r/y_r)Y_r & (z_g/y_g)Y_g & (z_b/y_b)Y_b \end{pmatrix}$$

$$M(x_r, y_r, z_r, Y_r, x_g, y_g, z_g, Y_g, x_b, y_b, z_b, Y_b) = M_c(x_r, y_r, z_r, x_g, y_g, z_g, x_b, y_b, z_b) \begin{pmatrix} Y_r & 0 & 0 \\ 0 & Y_g & 0 \\ 0 & 0 & Y_b \end{pmatrix}$$

wobei M_c eine Chromatizitätsmatrix ist, die wiedergegeben wird als

$$M_c(x_r, y_r, z_r, x_g, y_g, z_g, x_b, y_b, z_b) = \begin{pmatrix} x_r/y_r & x_g/y_g & x_b/y_b \\ y_r/y_r & y_g/y_g & y_b/y_b \\ z_r/y_r & z_g/y_g & z_b/y_b \end{pmatrix}$$

[0063] Die Chromatizitätsmatrix M_c kann wie folgt weiter auf eine Funktion lediglich der x,y-Chromatizitäten für R,G und B reduziert werden:

$$M_c(x_r, y_r, x_g, y_g, x_b, y_b) = \begin{pmatrix} x_r/y_r & x_g/y_g & x_b/y_b \\ 1 & 1 & 1 \\ (1-x_r-y_r)/y_r & (1-x_g-y_g)/y_g & (1-x_b-y_b)/y_b \end{pmatrix}$$

[0064] Wenn die RGB Chromatizitäten festgelegt sind, handelt es sich bei der Chromatizitätsmatrix M_c um eine feste Matrix.

[0065] Um die Matrix M als Funktion der Chromatizitätsmatrix M_c und der Weißpunktchromatizitäten zu erhalten, können die Gleichungen wie folgt gelöst werden:

$$\begin{pmatrix} X_{wp} \\ Y_{wp} \\ Z_{wp} \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} R=1 \\ G=1 \\ B=1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} X_{wp} \\ Y_{wp} \\ Z_{wp} \end{pmatrix} = M_c \begin{pmatrix} Y_n & 0 & 0 \\ 0 & Y_g & 0 \\ 0 & 0 & Y_{b1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R=1 \\ G=1 \\ B=1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} X_{wp} \\ Y_{wp} \\ Z_{wp} \end{pmatrix} = M_c \begin{pmatrix} Y_n \\ Y_g \\ Y_{b1} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} Y_n \\ Y_g \\ Y_{b1} \end{pmatrix} = M_c^{-1} \begin{pmatrix} X_{wp} \\ Y_{wp} \\ Z_{wp} \end{pmatrix}$$

[0066] Diese Gleichung kann als Funktion der Weißpunktchromatizitäten ausgedrückt werden:

$$\begin{pmatrix} Y_n(x_{wp}, y_{wp}) \\ Y_g(x_{wp}, y_{wp}) \\ Y_{b1}(x_{wp}, y_{wp}) \end{pmatrix} = M_c^{-1} \begin{pmatrix} x_{wp}/y_{wp} \\ 1 \\ (1-x_{wp}-y_{wp})/y_{wp} \end{pmatrix}$$

[0067] Die resultierende Funktion für M ist somit nur eine Funktion von RGB und Weißpunktchromatizitäten. Wenn die RGB Chromatizitäten als festgelegt angenommen werden, wird hieraus eine Funktion nur des Weißpunkts:

$$M(x_n, y_n, x_g, y_g, x_{b1}, y_{b1}, x_{wp}, y_{wp}) = M_c(x_n, y_n, x_g, y_g, x_{b1}, y_{b1}) \begin{pmatrix} Y_n(x_{wp}, y_{wp}) & 0 & 0 \\ 0 & Y_g(x_{wp}, y_{wp}) & 0 \\ 0 & 0 & Y_{b1}(x_{wp}, y_{wp}) \end{pmatrix}$$

[0068] Der Ausdruck, der verwendet wird, um die Weißpunktkorrekturmatrix M_1 zu bestimmen, kann daher ausgedrückt werden als:

$$M(x_{wp}, y_{wp}) = M_c \begin{pmatrix} Y_n(x_{wp}, y_{wp}) & 0 & 0 \\ 0 & Y_g(x_{wp}, y_{wp}) & 0 \\ 0 & 0 & Y_{b1}(x_{wp}, y_{wp}) \end{pmatrix}$$

[0069] Die chromatische Korrekturmatrix M_2 , d.h. die Korrekturmatrix für die gesättigten Farben oder RGB-Chromatizitätskorrekturmatrix kann auf eine ähnliche Weise bestimmt werden, wie zuvor die Weißpunkt-korrekturmatrix M_1 . Um den Ausdruck von M_2 zu bestimmen und zu reduzieren werden jedoch die Weißpunkt-chromatizitäten als festgelegt angenommen und die RGB Chromatizitäten sind die Variablen.

[0070] Die Weißpunktkorrekturmatrix M_1 kann zum Korrigieren von Abweichungen zwischen einem theoretischen Weißpunkt einer Anzeigevorrichtung und dem empirischen Weißpunkt, beispielsweise einem visuellen Weißpunkt, verwendet werden. Die chromatische Korrekturmatrix M_2 kann zum Korrigieren der verbleibenden Abweichungen in den gesättigten Farben verwendet werden. Anders ausgedrückt: die M_2 Matrix kann Abweichungen zwischen den theoretischen Werten gesättigter Farben und empirisch oder visuell gemessenen Werten der gesättigten Farben korrigieren. Die M_2 Matrix kann zum Einstellen eines physikalischen Monitors oder alternativ zum Einstellen eines Arbeitsraums, beispielsweise AdobeRGB oder sRGB, verwendet werden.

[0071] Wenn beispielsweise die chromatische Korrekturmatrix M_2 zum Einstellen eines Arbeitsraums verwen-

det wird, kann sie wie folgt ausgedrückt werden:

$$M_2(\Delta x_r, \Delta y_r, \Delta x_g, \Delta y_g, \Delta x_b, \Delta y_b) = \\ M(x_{r_2} + \Delta x_{r_2}, y_{r_2} + \Delta y_{r_2}, x_{g_2} + \Delta x_{g_2}, y_{g_2} + \Delta y_{g_2}, x_{b_2} + \Delta x_{b_2}, y_{b_2} + \Delta y_{b_2}, x_{wp}, y_{wp}) \times \\ M^{-1}(x_{r_2}, y_{r_2}, x_{g_2}, y_{g_2}, x_{b_2}, y_{b_2}, x_{wp}, y_{wp})$$

wobei x_{wp} , y_{wp} mit x_{D50} , y_{D50} und x_{r_2} , y_{r_2} , x_{g_2} , y_{g_2} und x_{b_2} , y_{b_2} als die Chromatizitäten des RGB Arbeitsraums angenommen werden.

[0072] Die Weißpunkt Korrektur, die chromatische Korrektur oder beide können in einem Farbprofil gespeichert werden. Ein Farbprofil ist eine Datenstruktur, welche die Farbcharakteristiken einer bestimmten Vorrichtung beschreibt. Farbprofile enthalten üblicherweise Farbinformationen, wie Informationen, welche die Art der Umwandlung von vorrichtungsunabhängigen Koordinaten in vorrichtungsabhängige Koordinaten durch die Vorrichtung beschreiben. Durch Speichern entweder der Korrekturvariablen oder durch Neudefinieren des Farbprofils, so dass es Transformationen wie die zuvor beschriebene umfasst, kann das Farbprofil Soft-Proofing-Systeme unterstützen und verbessern.

[0073] Um Kompatibilität mit existierenden Systemen und Standards zu erreichen, kann ein Profil die Umwandlungsdaten umfassen und dennoch verbergen. Beispielsweise kann beispielsweise ein ICC Profil, das mit einem Neuskalieren des RGB Phosphors einhergehende Umwandlungsdaten enthält, dennoch durch einen echten D50 Weißpunkt x_{D50} , y_{D50} in dem Profil charakterisiert werden. Tatsächlich kann der Weißpunkt jedoch $x_{D50} + \Delta x_{D50}$, $y_{D50} + \Delta y_{D50}$ messen und XYZ Werte für RGB aufweisen, die von den tatsächlich gemessenen RGB Chromatizitäten abgeleitet sind. Wenn ein System das Profil implementiert, kann eine genaue Farbübereinstimmung erreicht werden.

[0074] Unter einem etwas weiter gefassten Gesichtspunkt kann die Erfindung eine mehrstufige Umwandlung vorrichtungsunabhängiger Koordinaten umfassen. Zwar haben Versuchsergebnisse gezeigt, dass das zuvor beschriebene zweigeteilte Umwandlungsverfahren gute Farbübereinstimmungsergebnisse bringt, jedoch kann der Umwandlungsvorgang noch weiter aufgeteilt werden. Ferner kann die Umwandlung in anderen vorrichtungsunabhängigen Farbräumen als einem XYZ Farbraum verwendet werden. Erneut Bezug nehmend auf das XYZ Beispiel kann jedoch eine allgemeinere Korrektur durch die folgende Gleichung wiedergegeben werden:

$$\begin{pmatrix} X_{Corr} \\ Y_{Corr} \\ Z_{Corr} \end{pmatrix} = M_{Corr} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = M_1(\Delta x_1, \Delta y_1) M_2(\Delta x_2, \Delta y_2) \dots M_n(\Delta x_n, \Delta y_n) \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

[0075] Die Matrizen M_1 – M_n können Korrekturen an verschiedenen Chromatizitäten vornehmen. Beispielsweise könnte M_1 Weißpunktchromatizität, M_2 Rotchromatizität, M_3 Grünchromatizität, M_4 Blauchromatizität, und so weiter, korrigieren.

[0076] Im allgemeinen kann jede Matrix in der Gruppe von Matrizen M_1 – M_n wie folgt beschrieben werden. Wenn $M_{ComponentTransform}$ (M_{CT}) eine beliebige Matrix in der Gruppe von Matrizen $\{M_1$ – $M_n\}$ repräsentiert, gilt $M_{CT} = (M_{Experimental})(M_{Theoretical})^{-1}$. Die Matrix $M_{Theoretical}$ definiert die Umwandlung von vorrichtungsabhängigem Raum zu vorrichtungsunabhängigem Raum nach den Theorien der Farbwissenschaft. Die Matrix $M_{Experimental}$ definiert die Umwandlung von vorrichtungsabhängigem Raum zu vorrichtungsunabhängigem Raum entsprechend Versuchsergebnissen, beispielsweise visuellem Vergleich. Wenn die Theorien der Farbwissenschaft empirisch haltbar sind, ist $M_{Theoretical}$ gleich $M_{Experimental}$. Und $(M_{Experimental})(M_{Theoretical})^{-1}$ ergibt eine M_{CT} , die eine Identitätsmatrix ist. Wenn jedoch die Theorien der Farbwissenschaft nicht haltbar sind und $M_{Theoretical}$ nicht gleich $M_{Experimental}$ ist, so ist M_{CT} keine Identitätsmatrix; vielmehr ist M_{CT} die Umwandlungsmatrix für das Erhalten einer Farbübereinstimmung für diese jeweilige Chromatizität.

[0077] **Fig. 6** zeigt ein exemplarisches Soft-Proofing-System nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Ein für das Anwenden von Verfahren zur Farbumwandlung geeignetes Soft-Proofing-System kann eine oder mehrere Proofing-Stationen **62A–62D** aufweisen. Jede Proofing-Station **62A–62D** kann beispielsweise einen Prozessor, eine Benutzereingabevorrichtung, einen Anzeigemonitor, einen Speicher, eine Speichervorrichtung und einen Drucker aufweisen. Die Proofing-Stationen können im wesentlichen herkömmlichen Computersys-

temen entsprechen, die Graphikkünstler und andere Benutzer bei der Erstellung von Text- und Grafikabbildungen zur elektronischen Anzeige oder graphischen Wiedergabe verwenden. Ein Speicher/Bus-Controller und ein Systembus verbinden den Prozessor und den Speicher, während ein oder mehrere E/A-Controller und E/A-Busse den Prozessor und den Speicher mit der Benutzereingabevorrichtung, dem Anzeigemonitor, der Speichervorrichtung und dem Drucker verbinden.

[0078] Der Prozessor kann ein Allzweck-Mikroprozessor sein und in einen PC, Macintosh, eine Computer-Workstation, ein in der Hand zu haltendes Datenterminal, einen Palm-Computer, digitales Papier oder dergleichen integriert oder Teil desselben sein. Die Benutzereingabevorrichtung kann eine herkömmliche Tastatur und eine Zeigevorrichtung wie eine Maus, einen Pen, oder gegebenenfalls einen Trackball umfassen. Der Monitor kann ein CRT, ein Flachbildschirm oder dergleichen sein, der einem Benutzer Text- und/oder Grafikinformationen anzeigt. Der Speicher kann ein Direktzugriffsspeicher (RAM) sein, der einen Programmcode speichert, auf den der Prozessor zugreift und der von diesem abgearbeitet wird, um Farbumwandlungsverfahren durchzuführen.

[0079] Der Programmcode kann aus einer Speichervorrichtung in den Speicher geladen werden, welche eine Festplatte oder ein Laufwerk des Systems für entnehmbare Medien sein kann. Beispielsweise kann der Programmcode zunächst auf einem computerlesbaren Medium, beispielsweise einem magnetischen, optischen, magnetooptischen, Phasenänderungs- oder einem anderen Platten- oder Bandmedium enthalten sein. Alternativ kann der Programmcode von elektronischen computerlesbaren Medien wie EEPROM in den Speicher geladen oder über einen Netzwerkanschluss heruntergeladen werden. Wenn er heruntergeladen wird, kann der Programmcode anfangs in einer Trägerwelle eingebettet sein oder auf andere Weise auf einem elektromagnetischen Signal übertragen werden. Der Programmcode kann als ein Merkmal eines Anwendungsprogramms ausgebildet sein, das einen breiten Funktionsbereich bietet.

[0080] Das Soft-Proofing-System **60** kann ferner eine Soft-Proofing-Farbverwaltungssteuerung **65** aufweisen, die mit den jeweiligen Proofing-Stationen **62A–62D** verbunden sind. Die Soft-Proofing-Farbverwaltungssteuerung **65** kann beispielsweise Bilddaten in die jeweiligen Proofing-Stationen **62A–62D** eingeben. Die Bilddaten können sodann beispielsweise durch die Farbverwaltungssteuerung **65** umgewandelt werden, bevor sie den jeweiligen Proofing-Stationen **62A–62D** zugesandt werden. Alternativ können Bilddaten durch jede der jeweiligen Proofing-Stationen **62A–62D** umgewandelt werden, nachdem sie von der Farbverwaltungssteuerung **65** gesendet wurden.

[0081] Das Soft-Proofing-System **60** kann ferner mindestens einer Druckvorrichtung **68**, beispielsweise einer Druckpresse, zugewiesen sein. Im Betrieb kann das Soft-Proofing-System **60** ein Farbbild an den jeweiligen Proofing-Stationen **62A–62D** erzeugen. Farbspezialisten können das Bild an den jeweiligen Proofing-Stationen **62A–62D** inspizieren und das visuelle Erscheinungsbild des Bildes kann nach ihren Vorstellungen eingestellt werden. Sobald das Bild an den jeweiligen Proofing-Stationen **62A–62D** akzeptabel erscheint, kann die Druckvorrichtung **68** für den massenhaften Druck großer Mengen von Printmedien verwendet werden, die dem an den jeweiligen Proofing-Stationen **62A–62D** angezeigten Bild visuell äquivalent sind. Es ist wichtig, dass die vorstehend beschriebenen Verfahren und Lehren dazu beitragen können, dass die von der Druckvorrichtung **68** gedruckten Bilder visuell zu den Bildern, die an den jeweiligen Proofing-Stationen **62A–62D** angezeigt werden, äquivalent sind.

[0082] Es kann ein genaues Soft-Proofing-System basierend auf der Annahme realisiert werden, dass eine einfache matrix-basierte Korrektur von XYZ zu einer guten Korrelation zwischen CRT-Anzeigen und reflektierenden Hardcopies führt. Diese Korrektur kann entweder als Hardcopy-XYZ-Werte zu den entsprechenden CRT XYZ Werten korrigierend:

$$\begin{pmatrix} X_{CRT} \\ Y_{CRT} \\ Z_{CRT} \end{pmatrix} = M_{HC \rightarrow CRT} \begin{pmatrix} X_{HC} \\ Y_{HC} \\ Z_{HC} \end{pmatrix} = M_1(\Delta x_{D50}, \Delta y_{D50}) M_2(\Delta x_r, \Delta y_r, \Delta x_g, \Delta y_g, \Delta x_b, \Delta y_b) \begin{pmatrix} X_{HC} \\ Y_{HC} \\ Z_{HC} \end{pmatrix}$$

oder als CRT XYZ Werte zu den entsprechenden Hardcopy XYZ Werten korrigierend formuliert werden:

$$\begin{pmatrix} X_{HC} \\ Y_{HC} \\ Z_{HC} \end{pmatrix} = M_{HC \rightarrow CRT}^{-1} \begin{pmatrix} X_{HC} \\ Y_{HC} \\ Z_{HC} \end{pmatrix} = M_2^{-1}(\Delta x_r, \Delta y_r, \Delta x_g, \Delta y_g, \Delta x_b, \Delta y_b) M_1^{-1}(\Delta x_{D50}, \Delta y_{D50}) \begin{pmatrix} X_{CRT} \\ Y_{CRT} \\ Z_{CRT} \end{pmatrix}$$

[0083] Die nachfolgenden Beispiele zeigen Arten von möglichen Verwendungen dieser Umwandlung.

Beispiel 1

[0084] Die Matrix $M_{HC \rightarrow CRT}^{-1}$ kann automatisch in der Treibersoftware oder dem EEPROM der Vorrichtung angewandt werden, welche die XYZ (oder äquivalente) Messdaten misst. Somit korrelieren sämtliche analogen und digitalen Einstellungen des CRT (insbesondere die Weißpunkt- und Farbtemperatureinstellung) automatisch gut mit der zum Betrachten reflektierender Bilder gewählten Lichtart. Ferner werden sämtliche gemessenen XYZ Daten automatisch korrigiert. Wenn die Messvorrichtung zum Einstellen eines D50 Weißpunkts auf dem CRT verwendet wird, kann ein ICC-Profil standardmäßig erzeugt werden.

[0085] Es ergibt sich eine gute visuelle Übereinstimmung zwischen CRT und Hardcopy.

[0086] Einige Farbmesswerkzeuge wie Kodak ColorFlow™ und Gretag-Macbeth ProfileMaker™ messen 100% R,G,B und eine Reihe von grauen Farben von schwarz bis weiß. Darüber hinaus können andere ICC-Werkzeuge zusätzliche Kombinationen von RGB Farbwerten messen. Das häufigste Ergebnis ist ein einfaches Matrix/TRC-Profil, das direkt auf den XYZ-Messdaten basiert. Falls der CRT nicht auf einen D50 Weißpunkt eingestellt ist, kann eine chromatische Anpassung der Daten vorgenommen werden, um diese an D50 anzupassen.

[0087] Diese Messwerkzeuge sind jedoch durch die Tatsache eingeschränkt, dass die XYZ-Daten des CRT nicht visuell konsistent mit den XYZ-Daten sind, die für andere Medien gemessen wurden. Um eine gute visuelle Übereinstimmung zwischen Vorrichtungen und Medien zu erreichen, kann die Matrix $M_{HC \rightarrow CRT}^{-1}$ automatisch auf die CRT XYZ Daten angewandt werden. Die Umwandlung kann auf alle Situationen angewandt werden, die Messungen beinhalten, einschließlich Spezifikationen von CRTs und der Steuerung von CRTs in bezug auf die Hardcopy.

[0088] Hersteller von Betriebssystemen und/oder CRT-Hardware können die vorliegende Erfindung verwenden, um gute visuelle Übereinstimmungen zwischen ihren CRTs und verschiedenen Druckern zu erreichen. Beispielsweise kann eine gute visuelle Übereinstimmung erreicht werden, indem zunächst sämtliche XYZ Daten, die zum Definieren der automatischen CRT-Setup-Bedingungen (wie Weißpunkt oder Farbtemperatur) verwendet wurden, unter Anwendung der Matrix $M_{HC \rightarrow CRT}^{-1}$ korrigiert werden. Anschließend können unter Verwendung der Matrix $M_{HC \rightarrow CRT}^{-1}$ sämtliche Daten, die zum Erzeugen der ICC Profile verwendet wurden, automatisch korrigiert werden, um den CRT für einen bestimmten Setup-Zustand zu charakterisieren.

[0089] Anders ausgedrückt: die vorliegende Erfindung kann zum Neudefinieren der CIE Spezifikation für Farbe in bezug auf CRTs verwendet werden. Ferner kann dieses Neudefinieren für sämtliche Colormetrie-Anwendungen, insbesondere Soft-Proofing-Anwendungen verwendet werden.

Beispiel 2

[0090] Die Matrix $M_{HC \rightarrow CRT}$ kann auf die XYZ-Werte der Lichtart für die Hardcopy (beispielsweise D50) angewandt werden, um die entsprechenden CRT-Weißpunktwerte in XYZ für den CRT abzuleiten:

$$\begin{pmatrix} X_{CRT} \\ Y_{CRT} \\ Z_{CRT} \end{pmatrix} = M_{HC \rightarrow CRT} \begin{pmatrix} X_{HC} \\ Y_{HC} \\ Z_{HC} \end{pmatrix} = M_{HC \rightarrow CRT} \begin{pmatrix} X_{D50} \\ Y_{D50} \\ Z_{D50} \end{pmatrix} = M_{HC \rightarrow CRT} \begin{pmatrix} 0.9642 \\ 1.000 \\ 0.8249 \end{pmatrix}$$

[0091] Das unkorrigierte ICC Profil für den CRT kann aus der Kombination von Chromatizitäts- und Weißpunktwerten für den CRT konstruiert werden.

$$M(x_n, y_n, x_{s1}, y_{s1}, x_{b1}, y_{b1}, x_{wp}, y_{wp}) = M_c(x_n, y_n, x_{s1}, y_{s1}, x_{b1}, y_{b1}) \begin{pmatrix} Y_n(x_{wp}, y_{wp}) & 0 & 0 \\ 0 & Y_{s1}(x_{wp}, y_{wp}) & 0 \\ 0 & 0 & Y_{b1}(x_{wp}, y_{wp}) \end{pmatrix}$$

[0092] Die korrigierte Matrix kann sodann durch einfaches Anwenden der Umwandlung, um von CRT XYZ in Hardcopy-XYZ umzuwandeln, und anschließendes Neuberechnen der Chromatizitätswerte in dem obigen Ausdruck berechnet werden. Alternativ kann die Korrektur in eine Weißpunkt Korrektur und eine chromatische Korrektur getrennt werden.

[0093] Wenn der CRT physikalisch auf einen korrigierten visuellen Weißpunkt (beispielsweise $M_{HC \rightarrow CRT}$ (XYZ_{D50})) eingestellt wurde, sind definitionsgemäß die korrigierten Werte der Weißpunktchromatizitäten x_{wp}, y_{wp} von dem CRT zur Hardcopy x_{D50}, y_{D50} . Der Grund hierfür ist, dass die korrigierten Werte von XYZ (vom CRT zurück zur Hardcopy) für CRT Weiß D50 sind:

$$\begin{pmatrix} X_{D50} \\ Y_{D50} \\ Z_{D50} \end{pmatrix} = M_{HC \rightarrow CRT}^{-1} M_{HC \rightarrow CRT} \begin{pmatrix} X_{D50} \\ Y_{D50} \\ Z_{D50} \end{pmatrix} = M_{HC \rightarrow CRT}^{-1} \begin{pmatrix} X_{WPCRT} \\ Y_{WPCRT} \\ Z_{WPCRT} \end{pmatrix}$$

[0094] Somit hat die CRT Matrix, die für CRT zu Hardcopy korrigiert wurde, automatisch den gleichen Wert angestrebter Weißpunktchromatizitäten, d.h. den selben Weißpunkt wie die Hardcopy-Lichtart, beispielsweise D50. Dies ist der Anwendung der Weißpunkt Korrekturmatrix M_1^{-1} auf die CRT XYZ Daten, auf denen das CRT Profil basiert.

[0095] Die verbleibende chromatische Korrektur kann einfach durch Anwenden der chromatischen Korrekturmatrix M_2^{-1} auf die CRT Matrix, die unter Verwendung der nicht korrigierten Chromatizitäten für RGB und die korrigierten Weißpunktchromatizitätswerte (beispielsweise D50) erstellt wurde. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass Standard-ICC-Erzeugungswerkzeuge zum Erstellen eines nicht korrigierten ICC-Profiles für einen CRT verwendet werden können, in dem der angestrebte Weißpunkt (beispielsweise D50) angenommen wurde. Das resultierende Profil kann auf einfache Weise durch Anwenden der chromatischen Korrekturmatrix M_2^{-1} auf den Matrixbereich des Matrix-TRC-Profiles korrigiert werden. Diese einfache Korrektur, kombiniert mit dem Einstellen des Weißpunkts des CRT auf einen visuell genauen D50 Weißpunkt, führt zu einer guten visuellen Übereinstimmung zwischen dem CRT und der Hardcopy.

Beispiel 3

[0096] Die Matrix $M_{HC \rightarrow CRT}$ wird auf die XYZ-Werte für die Hardcopy angewandt, um die entsprechenden Werte in XYZ für den CRT abzuleiten.

$$\begin{pmatrix} X_{CRT} \\ Y_{CRT} \\ Z_{CRT} \end{pmatrix} = M_{HC \rightarrow CRT} \begin{pmatrix} X_{HC} \\ Y_{HC} \\ Z_{HC} \end{pmatrix}$$

[0097] Es sei daran erinnert, dass die Matrix für einen CRT aus der Kombination der Chromatizitäts- und der Weißpunktwerte für den CRT erstellt werden kann.

$$M(x_n, y_n, x_{s1}, y_{s1}, x_{b1}, y_{b1}, x_{wp}, y_{wp}) = M_c(x_n, y_n, x_{s1}, y_{s1}, x_{b1}, y_{b1}) \begin{pmatrix} Y_n(x_{wp}, y_{wp}) & 0 & 0 \\ 0 & Y_{s1}(x_{wp}, y_{wp}) & 0 \\ 0 & 0 & Y_{b1}(x_{wp}, y_{wp}) \end{pmatrix}$$

[0098] Davon ausgehend, dass die genannten Werte für diese Matrix konstant sind, kann eine neue Matrix basierend auf den Konstanten und Korrekturen der Konstanten definiert werden.

$$M(\Delta x_n, \Delta y_n, \Delta x_g, \Delta y_g, \Delta x_b, \Delta y_b, \Delta x_{wp}, \Delta y_{wp}) =$$

|

$$= M(x_n + \Delta x_n, y_n + \Delta y_n, x_g + \Delta x_g, y_g + \Delta y_g, x_b + \Delta x_b, y_b + \Delta y_b, x_{wp} + \Delta x_{wp}, y_{wp} + \Delta y_{wp})$$

[0099] Die Matrix $M_{HC \rightarrow CRT}$ kann dann basierend auf visuellen Korrekturverfahren erstellt werden.

$$M_{HC \rightarrow CRT} = M(\Delta x_n, \Delta y_n, \Delta x_g, \Delta y_g, \Delta x_b, \Delta y_b, \Delta x_{wp}, \Delta y_{wp}) M^{-1}(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$$

[0100] Dieser letzte Ausdruck definiert eine einzelne Matrix, die eine Funktion der visuellen Korrekturen des Weißpunkts und der Chromatizitäten ist. Diese einzelne Matrix kann zum Korrelieren von XYZ Werten von Hardcopies mit XYZ Werten für einen CRT verwendet werden.

[0101] Es wurde eine Reihe von Ausbildungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Beispielsweise wurden Farbumwandlungsverfahren zum Umwandeln von vorrichtungsunabhängigen Koordinaten für eine Vereinfachung der Farbübereinstimmung beschrieben. Eine oder mehrere Ausführungsformen können mit oder ohne andere Farabbildungsverfahren praktisch verwendet werden, um Soft-Proofing durchzuführen.

[0102] Es ist dennoch ersichtlich, dass verschiedene Modifizierungen vorgenommen werden können. Beispielsweise können die Umwandlungsverfahren zum Verbessern der Farbübereinstimmung zwischen zwei beliebigen Abbildungsvorrichtungen verwendet werden. Beispielsweise können die Umwandlungsverfahren zum Verbessern der Farbübereinstimmung zwischen zwei Druckern oder zwischen zwei Anzeigevorrichtungen verbessert werden. Ferner kann das Konzept des Zerteilens einer vorrichtungsunabhängigen Koordinatenumwandlung umfassender angewendet werden, als auf die zuvor im einzelnen beschriebene Weißpunkt/Chromatizität-Anwendung.

[0103] Ein die Umwandlungsverfahren implementierendes System kann ein System sein, das einen ersten Satz vorrichtungsabhängiger Koordinaten in vorrichtungsunabhängige Koordinaten umwandelt, die Transformation vornimmt, und anschließend die transformierten vorrichtungsunabhängigen Koordinaten in einen zweiten Satz vorrichtungsabhängiger Koordinaten umwandelt. Alternativ kann das System einen ersten Satz vorrichtungsabhängiger Koordinaten in vorrichtungsunabhängige Koordinaten umwandeln, die Transformationsberechnungen durchführen, und anschließend den zweiten Satz vorrichtungsabhängiger Koordinaten in die transformierten vorrichtungsunabhängigen Koordinaten umwandeln.

Patentansprüche

1. Verfahren, umfassend:

das Erhalten von Korrekturwerten für x- und y-Weißpunkt- und Chromatizitätswerte für eine Anzeigevorrichtung durch:

- das Messen der Reflexion einer weißen Fläche in einem bekannten Lichtartzustand, um vorrichtungsunabhängige Koordinatenwerte für die weiße Fläche zu definieren,
- das mathematische Charakterisieren einer Anzeigevorrichtung unter Verwendung gemessener Werte von xy-Chromatizitäten für weiße und chromatische Farben,
- das Erzeugen eines weißen Bereichs mit der Anzeigevorrichtung mittels der vorrichtungsunabhängigen Koordinatenwerte und der mathematischen Charakterisierung der Anzeigevorrichtung,
- das Anpassen der Anzeigevorrichtungswerte für die angezeigte weiße Fläche, um eine gute visuelle Übereinstimmung zwischen der weißen Fläche und dem angezeigten weißen Bereich zu erhalten,
- das Korrigieren der xy-Werte des Weißpunkts der Anzeigevorrichtung, um die genannte Anpassung an den angezeigten weißen Bereich ohne Modifizierung der Anzeigevorrichtungswerte zu erhalten, und
- das Wiederholen des genannten Ablaufs mit chromatischen Flächenfarben, um die Korrekturen an den xy-Chromatizitäten für die Anzeigevorrichtung zu bestimmen; und
- das Erzeugen korrigierter vorrichtungsunabhängiger Farbkoordinaten basierend auf den Weißpunkt- und Chromatizitätskorrekturen.

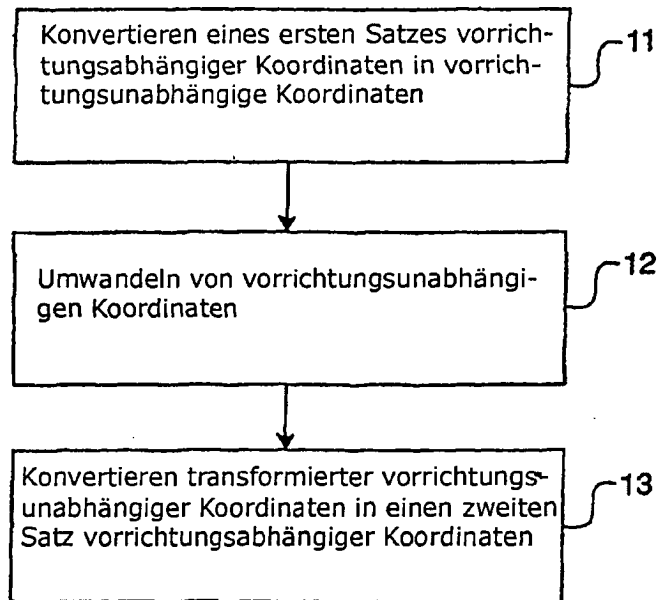
2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend:

- das Erhalten der Korrekturwerte für x- und y-Chromatizitätswerte durch Bestimmen einer Weißpunkt-Korrekturmatrix; und
- das Erhalten der chromatischen Korrektur durch Bestimmen einer chromatischen Korrekturmatrix.

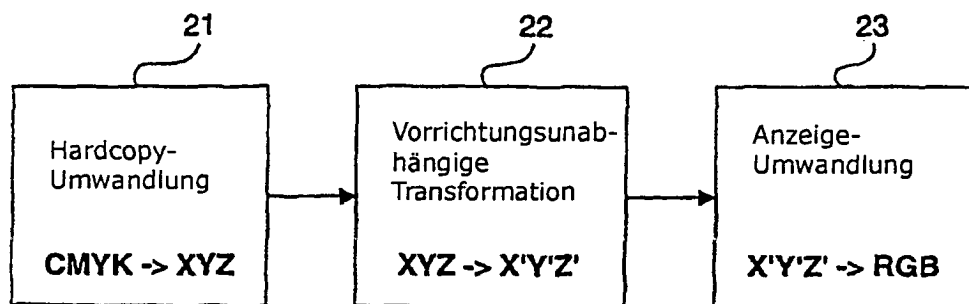
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem das Bestimmen der Weißpunkt-Korrekturmatrix umfasst:
 - das Anzeigen einer Farbe auf der Anzeigevorrichtung, wobei die Farbe durch eine ursprüngliche Weißpunkt-Matrix in einem D50-Lichtartzustand definiert ist; und
 - das Anpassen zumindest einiger Weißpunktmatrixwerte, so dass das visuelle Erscheinungsbild auf der Anzeigevorrichtung visuell der weißen Fläche äquivalent ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das Anpassen der zumindest einigen Weißpunktmatrixwerte das Einstellen maximaler Phosphoreinstellungen an der Anzeige umfasst.
5. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem das Bestimmen der chromatischen Korrekturmatrix umfasst:
 - das Anzeigen einer Farbe auf der Anzeigevorrichtung, wobei die Farbe durch eine ursprüngliche chromatische Matrix in einem D50-Lichtartzustand definiert ist; und
 - Anpassen zumindest einiger chromatischer Matrixwerte, so dass das visuelle Erscheinungsbild auf der Anzeigevorrichtung visuell der weißen Fläche äquivalent ist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem das Anpassen der zumindest einigen chromatischen Matrixwerte das Anpassen von Chromatizitätswerten im RGB-Farbraum umfasst.
7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem das Anpassen von Chromatizitätswerten in einem RGB-Farbraum das Anpassen von Chromatizitätswerten in einem AdobeRGB(d50)-Farbraum umfasst.
8. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Erzeugen korrigierter Farbkoordinaten basierend auf den Weißpunkt- und Chromatizitätskorrekturen das Erzeugen einer einzelnen Korrekturmatrix umfasst.
9. Computerlesbares Medium mit Befehlen, um einen Prozessor zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Schritte 1–8 zu veranlassen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

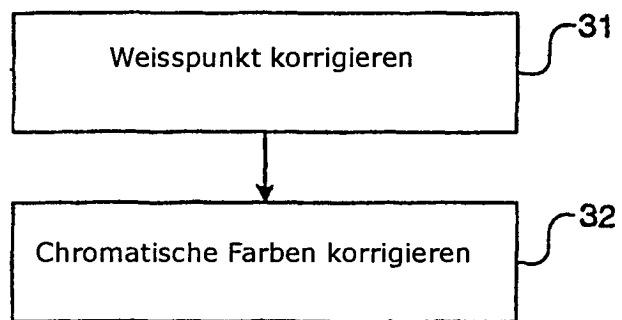
FIGUR 1



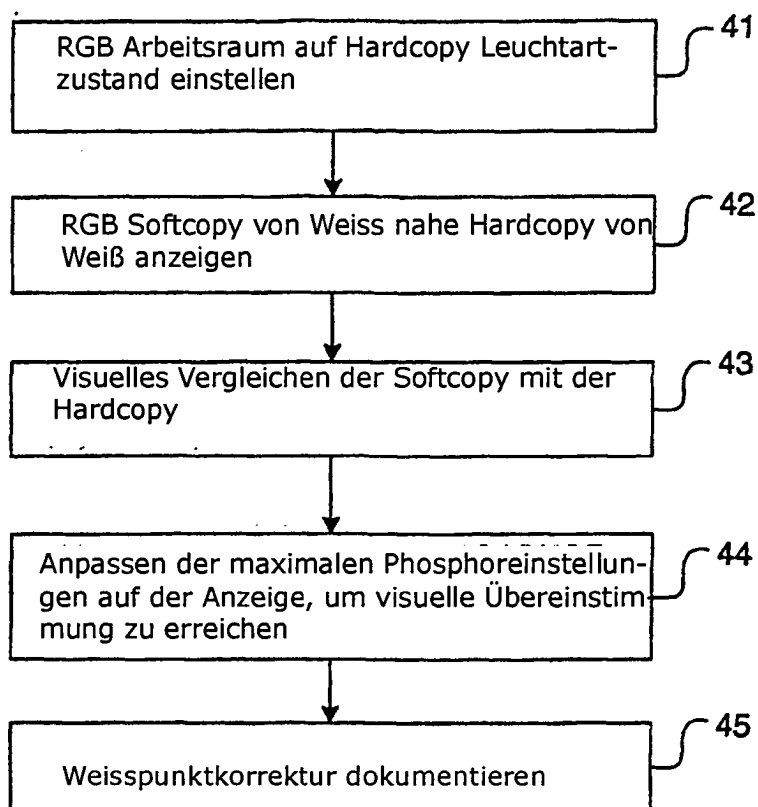
FIGUR 2



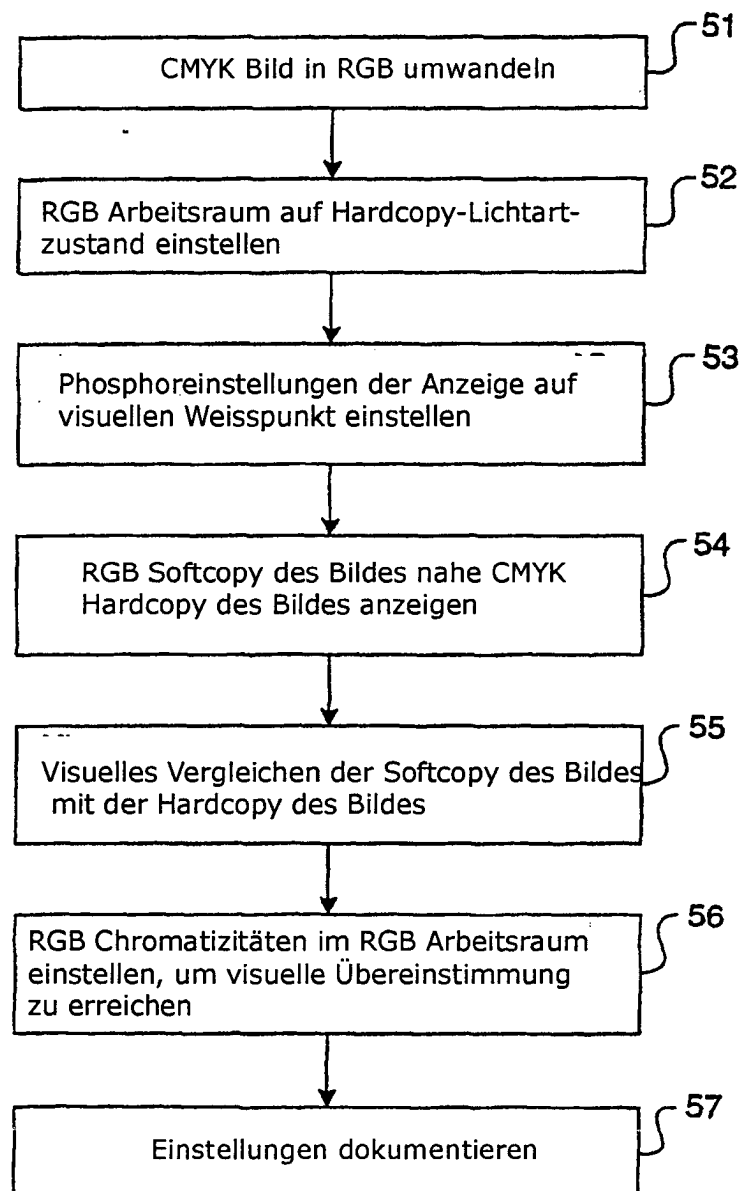
FIGUR 3

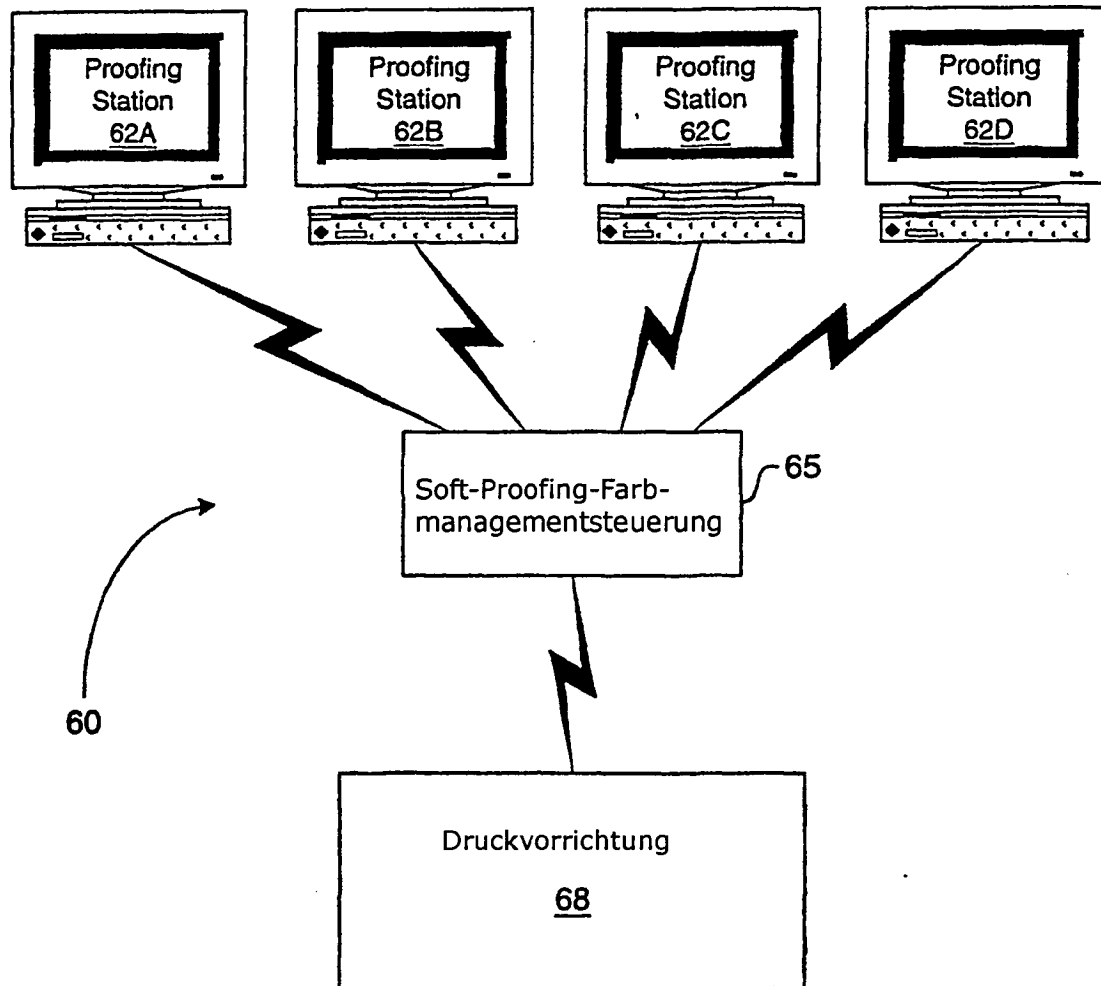


FIGUR 4



FIGUR 5





FIGUR 6