



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 001 685 A1 2005.09.29**

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 001 685.5**

(22) Anmeldetag: **13.01.2005**

(43) Offenlegungstag: **29.09.2005**

(51) Int Cl.7: **H05B 37/02**

F21K 7/00, G05D 25/02, G02F 1/1335

(30) Unionspriorität:
10798010 11.03.2004 US

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(71) Anmelder:
Agilent Technologies, Inc. (n.d.Ges.d.Staates Delaware), Palo Alto, Calif., US

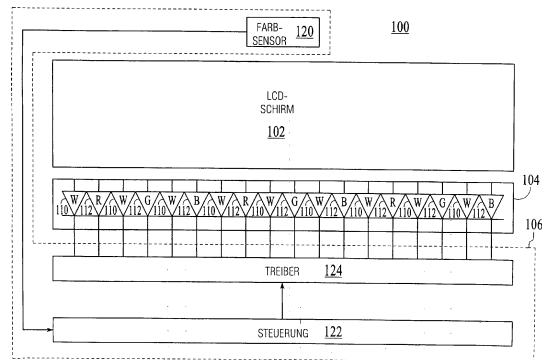
(72) Erfinder:
Lim, Kevin Len Li, Taiping, MY; Lee, Joon Chok, Kuching, MY; Ng, Kee Yean, Prai Penang, MY

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zum Erzeugen weißen Lichts unter Verwendung von LEDs**

(57) Zusammenfassung: Ein System und ein Verfahren zum Erzeugen weißen Lichts umfassen ein Verwenden einer Kombination von weißen, roten, grünen und blauen LEDs, um weißes Licht zu erzeugen, und ein Einstellen des emittierten Lichts, ansprechend auf Rückkopplungssignale. Ein Lichtsystem weist eine Lichtquelle auf, die zumindest eine weiße LED und mehrere Farb-LEDs und ein Spektralrückkopplungssteuersystem aufweist, das konfiguriert ist, um Licht zu erfassen, das von der Lichtquelle ausgegeben wird, und um das Licht, das von der Lichtquelle ausgegeben wird, ansprechend auf die Lichterfassung einzustellen. Das Spektralrückkopplungssteuersystem kann einen Farbsensor, der konfiguriert ist, um farbspezifische Rückkopplungssignale zu liefern, eine Steuerung, die konfiguriert ist, um farbspezifische Steuersignale ansprechend auf die farbspezifischen Rückkopplungssignale zu erzeugen, und einen Treiber umfassen, der konfiguriert ist, um farbspezifische Treibersignale ansprechend auf die farbspezifischen Steuersignale zu erzeugen.



Beschreibung

[0001] Licht emittierende Dioden (LEDs) sind normalerweise monochromatische Halbleiterlichtquellen und sind derzeit in verschiedenen Farben von UV-Blau bis Grün, Gelb und Rot erhältlich. Viele Beleuchtungsanwendungen, wie z. B. eine Gegenlichtbeleuchtung für Flüssigkristallanzeige- (LCD-) Schirme, benötigen Weißlichtquellen. Zwei gängige Lösungsansätze zum Erzeugen weißen Lichts unter Verwendung monochromatischer LEDs umfassen (1) ein Zusammenpacken einzelner roter, grüner und blauer LEDs und ein Kombinieren des Lichts, das von diesen LEDs emittiert wird, um weißes Licht zu erzeugen, und (2) ein Einbringen von fluoreszierendem Material in eine UV-, blaue oder grüne LED, so dass ein Teil des ursprünglichen Lichts, das durch den Halbleiterchip der LED emittiert wird, in Licht längerer Wellenlänge umgewandelt wird, und ein Kombinieren des Lichts längerer Wellenlänge mit dem ursprünglichen UV-, blauen oder grünen Licht, um weißes Licht zu erzeugen. LEDs, die unter Verwendung des zweiten Lösungsansatzes hergestellt sind, verwenden oft ein phosphorbasiertes fluoreszierendes Material und werden als weiße Phosphorwandlungs-LEDs bezeichnet.

[0002] Weißes Licht, das durch eine Kombination von roten, grünen und blauen LEDs erzeugt wird, weist eine breite Farbpalette auf, hat jedoch im Allgemeinen einen schlechten Farbwiedergabeindex (CRI). Obwohl die Farbpalette dieses Typs von Weißlichtquelle breit ist, benötigt die Lichtquelle eine komplexere Treiberschaltungsanordnung als eine weiße Phosphorwandlungs-LED, da die roten, grünen und blauen LEDs Halbleiterchips umfassen, die unterschiedliche Betriebsspannungsanforderungen aufweisen. Zusätzlich zu den unterschiedlichen Betriebsspannungsanforderungen verschlechtern sich die roten, grünen und blauen LEDs unterschiedlich im Lauf ihrer Betriebslebensdauer, was eine Farbsteuerung über einen längeren Zeitraum schwierig machen kann.

[0003] Weiße Phosphorwandlungs-LEDs benötigen nur einen einzigen Typ von monochromatischer LED, um weißes Licht zu erzeugen, und alle weißen LEDs einer Mehr-LED-Lichtquelle können mit der gleichen Betriebsspannung getrieben werden. Ein Nachteil von weißen Phosphorwandlungs-LEDs besteht darin, dass ihre spektrale Leistungsverteilung (SPD) nicht gleichmäßig ist. Dieser Nachteil führt zu einem relativ schlechten Farbwiedergabeindex (CRI). Zusätzlich neigt die Farbe, die durch weiße Phosphorwandlungs-LEDs erzeugt wird, dazu, im Laufe der Betriebslebensdauer und bei Veränderungen von Bedingungen von ihrem ursprünglichen Wert abzuweichen.

[0004] Eine Weißlichtquelle wird benötigt, die einen

hohen CRI und eine breite Farbpalette aufweist, die über der Zeit ein konstantes weißes Licht erzeugen kann.

Aufgabenstellung

[0005] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Lichtsystem und ein Verfahren zum Betreiben eines Lichtsystems mit verbesserten Charakteristika zu schaffen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Lichtsystem gemäß Anspruch 1 oder 15 sowie ein Verfahren gemäß Anspruch 11 gelöst.

[0007] Ein System und ein Verfahren zum Erzeugen weißen Lichts umfasst ein Verwenden einer Kombination von weißen, roten, grünen und blauen LEDs, um weißes Licht zu erzeugen, und ein Einstellen des emittierten Lichts ansprechend auf Rückkopplungssignale. Bei den weißen LEDs handelt es sich normalerweise um weiße Phosphorwandlungs-LEDs. Das Erzeugen weißen Lichts unter Verwendung einer Kombination von weißen Phosphorwandlungs-, roten, grünen und blauen LEDs erzeugt weißes Licht mit einem verbesserten CRI und einer breiten SPD. Das Einstellen des emittierten Lichts ansprechend auf eine Rückkopplung ermöglicht, dass Luminanz- und Chrominanzcharakteristika des weißen Lichts gesteuert werden, wenn sich die Leistung der LEDs im Laufe der Zeit ändert.

[0008] Ein Lichtsystem gemäß der Erfindung weist eine Lichtquelle auf, die zumindest eine weiße LED und mehrere Farb-LEDs und ein Spektralrückkopplungssteuersystem umfasst, das konfiguriert ist, um Licht zu erfassen, das von der Lichtquelle ausgegeben wird, und um das Licht, das von der Lichtquelle ausgegeben wird, ansprechend auf die Lichterfassung einzustellen. Das Spektralrückkopplungssteuersystem kann einen Farbsensor, der konfiguriert ist, um farbspezifische Rückkopplungssignale zu liefern, eine Steuerung, die konfiguriert ist, um ansprechend auf die farbspezifischen Rückkopplungssignale farbspezifische Steuersignale zu erzeugen, und einen Treiber umfassen, der konfiguriert ist, um farbspezifische Treibersignale ansprechend auf die farbspezifischen Steuersignale zu erzeugen.

[0009] Ein Verfahren zum Betreiben eines Lichtsystems gemäß der Erfindung umfasst ein Liefern von Treibersignalen an eine Lichtquelle, die zumindest eine weiße Phosphorwandlungs-LED und mehrere Farb-LEDs umfasst, ein Erfassen des Lichts, das ansprechend auf die Treibersignale erzeugt wird, ein Erzeugen von Rückkopplungssignalen ansprechend auf das erfasste Licht und ein Einstellen der Treibersignale, die an die Lichtquelle geliefert werden. Farbspezifische Rückkopplungssignale werden von dem erfassten Licht erzeugt. Die farbspezifischen Rück-

kopplungssignale werden verwendet, um die Treiber-signale für die Farb-LEDs auf einer Pro-Farbe-Basis einzustellen, um Luminanz- und Chrominanzcharakteristika des erfassten Lichts aufrechtzuerhalten.

Ausführungsbeispiel

[0010] Andere Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung zusammen mit den beiliegenden Zeichnungen, die als Beispiel der Prinzipien der Erfindung veranschaulicht sind, ersichtlich. Es zeigen:

[0011] [Fig. 1](#) ein Lichtsystem, das verwendet wird, um einen Flüssigkristallanzeige- (LCD-) Schirm gemäß der Erfindung von hinten zu beleuchten;

[0012] [Fig. 2](#) eine Kennlinie der spektralen Leistungsverteilung einer weißen Phosphorwandlungs-LED über der spektralen Leistungsverteilung von roten, grünen und blauen LEDs;

[0013] [Fig. 3](#) eine vergrößerte Ansicht des Treibers von [Fig. 1](#), die Treiber zeigt, die spezifisch für die weißen, roten, grünen und blauen LEDs sind;

[0014] [Fig. 4A](#) eine vergrößerte Ansicht der Steuerung von [Fig. 1](#);

[0015] [Fig. 4B](#) eine vergrößerte Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels der Steuerung von [Fig. 1](#), das CIE-1931-Dreibereichswerte verwendet; und

[0016] [Fig. 5](#) ein Prozessflussdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben eines Lichtsystems gemäß der Erfindung.

[0017] In der gesamten Beschreibung können ähnliche Bezugszeichen verwendet sein, um ähnliche Elemente zu identifizieren.

[0018] [Fig. 1](#) zeigt ein Lichtsystem **100**, das verwendet wird, um einen Flüssigkristallanzeige- (LCD-) Schirm von hinten zu beleuchten. Das Lichtsystem umfasst einen LCD-Schirm **102**, eine Lichtquelle **104** und ein Spektralrückkopplungssteuersystem **106**. LCD-Schirme sind auf dem Gebiet von LCD-Anzeigen bekannt. Obwohl ein LCD-Schirm beschrieben ist, können andere optische Medien, die die Transmission von Licht ermöglichen, bei dem Lichtsystem verwendet werden.

[0019] Die Lichtquelle **104** ist konfiguriert, um weißes Licht ansprechend auf angelegte Treibersignale zu erzeugen. Die Lichtquelle ist bezüglich des LCD-Schirms **102** derart ausgerichtet, dass das Licht auf eine Seitenoberfläche des LCD-Schirms einfällt, wie es auf dem Gebiet der LCDs bekannt ist. Ein Gegenlichtbeleuchten von LCD-Schirmen ist allgemein

auf dem Gebiet bekannt und wird hier nicht näher beschrieben. Die Lichtquelle, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist aus mehreren Licht emittierenden Dioden (LEDs) gebildet, die eine Mischung von LEDs **110**, die weißes Licht emittieren (hier als „weiße LEDs“ bezeichnet), und LEDs **112**, die monochromatisches Licht einer bestimmten Farbe emittieren (hier als „Farb-LEDs“ bezeichnet), umfassen. Bei dem Ausführungsbeispiel von [Fig. 1](#) sind die weißen LEDs weiße Phosphorwandlungs-LEDs. Weiße Phosphorwandlungs-LEDs sind auf dem Gebiet der LEDs bekannt. Bei einem Beispiel kombinieren weiße Phosphorwandlungs-LEDs eine LED, die ein blaues Licht emittiert, mit einem Phosphor, wie z. B. ceriumaktiviertes Yttrium-Aluminiumgranat ($Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$). Die blaue LED emittiert eine erste Strahlung, normalerweise mit einer Spitzenwellenlänge von 460 bis 480 Nanometern (nm). Der Phosphor absorbiert teilweise die blaue Strahlung und rückemittiert eine zweite Breitbandstrahlung mit einer Spitzenwellenlänge von 560 bis 580 nm. Die Kombination der ersten und der zweiten Strahlung ergibt ein weißes Licht. Obwohl weiße Phosphorwandlungs-LEDs für die weißen LEDs verwendet werden, können andere LEDs, die weißes Licht emittieren, zusammen mit den Farb-LEDs verwendet werden, um weißes Licht zu erzeugen.

[0020] Bei dem Ausführungsbeispiel von [Fig. 1](#) umfassen die Farb-LEDs **112** eine Mischung von roten (R), grünen (G) und blauen (B) LEDs, die monochromatisches farbiges Licht in dem jeweiligen roten, grünen und blauen Spektrum emittieren. Farb-LEDs sind auf dem Gebiet der LEDs bekannt. Obwohl die Farb-LEDs bei dem exemplarischen Ausführungsbeispiel von [Fig. 1](#) rot, grün und blau sind, können andere Farb-LED-Kombinationen verwendet werden. Zum Beispiel können Farbmischungen, die cyanfarbene und bernsteinfarbene LEDs umfassen, anstelle von oder zusätzlich zu roten, grünen und blauen LEDs verwendet werden. Die weißen Phosphorwandlungs-LEDs **110** werden in der Lichtquelle verwendet, weil dieselben eine relativ effiziente Quelle weißen Lichts sind. Weißes Phosphorwandlungs-LEDs weisen jedoch eine SPD auf, die zu kürzeren Wellenlängen tendiert, was einen ziemlich schlechten CRI ergibt. Die roten, grünen und blauen LEDs werden zu der Lichtquelle hinzugefügt, um sowohl (1) den CRI des weißen Lichts zu verbessern, das von der Lichtquelle emittiert wird, als auch (2) das weiße Licht zu steuern und aufrechtzuerhalten. [Fig. 2](#) zeigt eine Kennlinie der spektralen Leistungsverteilung einer weißen Phosphorwandlungs-LED über der spektralen Leistungsverteilung von roten, grünen und blauen LEDs.

[0021] Die weißen LEDs **110** und die Farb-LEDs **112** sind normalerweise entlang einer Kante des LCD-Schirms **102** platziert. Wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist, sind die weißen LEDs und die Farb-LEDs in einem sich wiederholenden Muster von Weiß, Rot,

Weiß, Grün, Weiß und Blau (W R W G W B, wie in [Fig. 1](#) gezeigt) verteilt. Obwohl in [Fig. 1](#) ein spezifisches Muster einer LED-Verteilung gezeigt ist, können andere Muster und/oder Verteilungen von LEDs verwendet werden. Die Details der Muster und/oder Verteilungen der LEDs sind anwendungsspezifisch.

[0022] Obwohl in der Lichtquelle **104**, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, eine Mischung von weißen LEDs **110** und Farb-LEDs **112** vorliegt, ist die Lichtquelle überwiegend aus weißen LEDs gebildet. Die Verteilung der LEDs in der Lichtquelle in [Fig. 1](#) entspricht einer weißen LED für jede rote, grüne oder blaue LED. Bei einem anderen Beispiel kann ein Gegenlichtsystem für einen mittelgroßen LCD-Schirm (z. B. mehrere Zoll diagonal) eine Verteilung von zehn weißen Phosphorwandlungs-LEDs, zwei roten LEDs, vier grünen LEDs und zwei blauen LEDs umfassen.

[0023] Um zu [Fig. 1](#) zurückzukehren, umfasst das Spektralrückkopplungssteuersystem **106** einen Farbsensor **120**, eine Steuerung **122** und einen Treiber **124**. Der Farbsensor ist bezüglich des LCD-Schirms **102** und der Lichtquelle **104** ausgerichtet, um Licht zu erfassen, das durch den LCD-Schirm hindurchgeht, nachdem dasselbe von der Lichtquelle emittiert wurde. Bei dem Ausführungsbeispiel von [Fig. 1](#) ist der Farbsensor ein Dreifarbsensor, der farbspezifische Rückkopplungssignale erzeugt, die farbspezifische Luminanz- und Chrominanzcharakteristika des erfassten Lichts darstellen. Zum Beispiel liefert der Farbsensor einen Satz von elektrischen Signalen, der verwendet werden kann, um auf das erfasste Licht bezogene Dreibereichsinformationen darzustellen.

[0024] Die Steuerung **122** steuert das Treiben der LEDs **110** und **112**, die die Lichtquelle **104** bilden. Die Steuerung empfängt farbspezifische Rückkopplungssignale von dem Farbsensor **120** und erzeugt farbspezifische Steuersignale ansprechend auf die farbspezifischen Rückkopplungssignale. Die farbspezifischen Steuersignale werden erzeugt, um eine gewünschte Farbe von der Lichtquelle zu erzeugen.

[0025] Der Treiber **124** übersetzt die farbspezifischen Steuersignale, die von der Steuerung empfangen werden, in farbspezifische Treibersignale, die die Lichtquelle **104** treiben. Zum Beispiel erzeugt der Treiber farbspezifische Treibersignale, die die Farb-LEDs **112** auf einer Pro-Farbe-Basis steuern. Das bedeutet, dass der Treiber jede Farb-LED (z. B. rot, grün und blau) getrennt steuern kann. Die Treibersignale, die durch den Treiber erzeugt werden, können Spannungs- und/oder Stromveränderungen umfassen, die an die LEDs angelegt werden. Alternativ dazu kann eine Zeitmodulation verwendet werden, um die Intensität des Lichts, das von den LEDs emittiert wird, zu steuern. [Fig. 3](#) zeigt eine vergrößerte Ansicht des Treibers von [Fig. 1](#). Der Treiber **324**, der

in [Fig. 3](#) gezeigt ist, umfasst farbspezifische Treiber **324-1**, **324-2** und **324-3** für die roten, grünen bzw. blauen LEDs sowie einen Treiber **324-4** für die weißen LEDs.

[0026] Die farbspezifischen Treiber ermöglichen es, dass der Treiber die Farb-LEDs auf einer Pro-Farbe-Basis steuert.

[0027] In Betrieb misst das Spektralrückkopplungssteuersystem **106** von [Fig. 1](#) die Luminanz- und Chrominanzcharakteristika des Lichts, das von der Lichtquelle **104** ausgegeben wird, und stellt dann ansprechend auf die Messungen das Ausgangslicht auf eine gewünschte Farbe ein. Ein Betrieb des Systems ist im Detail mit Bezugnahme auf [Fig. 1](#) beschrieben. Um zu Beschreibungszwecken mit dem Treiber **124** zu beginnen, liefert der Treiber Treibersignale, um die LEDs **110** und **112** zu treiben. Zum Beispiel erzeugt der Treiber Treibersignale, die für die weißen LEDs spezifisch sind, und farbspezifische Treibersignale, die für die roten, grünen und blauen LEDs spezifisch sind. Die LEDs der Lichtquelle erzeugen ansprechend auf die Treibersignale Licht, und das Licht geht durch den LCD-Schirm **102** hindurch. Der Farbsensor **120** erfasst das Licht, das durch den LCD-Schirm hindurchgeht, und erzeugt Rückkopplungssignale ansprechend auf die Erfassung. Bei dem Ausführungsbeispiel von [Fig. 1](#) gibt der Farbsensor farbspezifische Rückkopplungssignale aus, die auf das rote, grüne und blaue Spektrum bezogen sind. Die farbspezifischen Rückkopplungssignale von dem Farbsensor werden durch die Steuerung **122** empfangen und verwendet, um die Lichtquellentreibersignale einzustellen, um weißes Licht mit den gewünschten Luminanz- und Chrominanzcharakteristika zu erzeugen. Um weißes Licht mit den gewünschten Luminanz- und Chrominanzcharakteristika zu erreichen, erzeugt die Steuerung farbspezifische Steuersignale ansprechend auf die farbspezifischen Rückkopplungssignale von dem Farbsensor. Bei einem Ausführungsbeispiel werden die farbspezifischen Steuersignale durch ein Vergleichen der farbspezifischen Rückkopplungssignale von dem Farbsensor mit Referenzfarbinformationen erzeugt. Zum Beispiel werden die farbspezifischen Steuersignale als eine Funktion der Differenz zwischen den farbspezifischen Rückkopplungssignalen von dem Farbsensor und den Referenzfarbinformationen erzeugt. Beispieltechniken zum Erzeugen farbspezifischer Steuersignale sind im Folgenden genauer beschrieben.

[0028] Die farbspezifischen Steuersignale, die durch die Steuerung **122** erzeugt werden, werden an den Treiber **124** geliefert. Der Treiber übersetzt die farbspezifischen Steuersignale in farbspezifische Treibersignale. Die farbspezifischen Treibersignale werden dann an die Farb-LEDs **112** der Lichtquelle **104** angelegt. Bei einem Ausführungsbeispiel stellt der Treiber die Treibersignale auf einer Pro-Far-

be-Basis ein, um weißes Licht mit den gewünschten Luminanz- und Chrominanzcharakteristika zu erzeugen.

[0029] Der Prozess des Liefers von Treibersignalen, des Erfassens des sich ergebenden Lichts, des Erzeugens von Rückkopplungssignalen und des Einstellens der Treibersignale ansprechend auf die Rückkopplungssignale ist ein kontinuierlicher Prozess. Aufgrund der Rückkopplungsbeschaffenheit des Prozesses können Anpassungen der Treibersignale kontinuierlich auf einer Pro-Farbe-Basis vorgenommen werden, um die gewünschten Luminanz- und Chrominanzcharakteristika des weißen Lichts aufrechtzuerhalten, obwohl das Licht, das von der Lichtquelle **104** emittiert wird, driften kann. Zum Beispiel können die roten, grünen und blauen LEDs **112** auf einer Pro-Farbe-Basis eingestellt werden, um weißes Licht mit den gewünschten Luminanz- und Chrominanzcharakteristika zu liefern. Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst das Liefern des gewünschten weißen Lichts ein Aufrechterhalten des gewünschten weißen Lichts, wenn das Licht, das durch die einzelnen Farb-LEDs der Lichtquelle emittiert wird, driftet.

[0030] Zu Beispielszwecken ist das System **100**, das in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ein dreifarbiges („trichromatisches“) RGB-basiertes System. Das farbige Licht eines trichromatischen Systems kann hinsichtlich Dreibereichswerten beschrieben werden, basierend auf einem Anpassen der drei Farben derart, dass die Farben normalerweise nicht einzeln wahrgenommen werden können. Dreibereichswerte stellen die Intensität von drei zusammenpassenden Lichtern in einem gegebenen trichromatischen System dar, die mit einem gewünschten Farbton übereinstimmen sollen. Dreibereichswerte können unter Verwendung der folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$X = k \sum_{\lambda} W \bar{x}_{\lambda} R_{\lambda}$$

$$Y = k \sum_{\lambda} W \bar{y}_{\lambda} R_{\lambda}$$

$$Z = k \sum_{\lambda} W \bar{z}_{\lambda} R_{\lambda}$$

wobei:

$$W \bar{x}_{\lambda} = P_{\lambda} x_{\lambda}$$

$$W \bar{y}_{\lambda} = P_{\lambda} y_{\lambda}$$

$$W \bar{z}_{\lambda} = P_{\lambda} z_{\lambda}$$

$$k = 100 / \sum W y_{\lambda}$$

[0031] Die relative spektrale Leistungsverteilung P_{λ} ist die spektrale Leistung pro Konstantintervallwellenlänge über das gesamte Spektrum relativ zu einem festen Referenzwert. Die CIE-Farbanpassungsfunktionen x_{λ} , y_{λ} und z_{λ} sind die Funktionen $x(\lambda)$, $y(\lambda)$ und $z(\lambda)$ bei dem CIE-1931 farbmtrischen Standardsystem oder die Funktionen $x_{10}(\lambda)$, $y_{10}(\lambda)$ und $z_{10}(\lambda)$ bei dem CIE-1964 ergänzenden farbmtrischen Standardsystem. Der CIE-1931 farbmtrische Standardbeobachter ist ein idealer Beobachter, dessen Farbanpassungseigenschaften den CIE-Farbanpassungsfunktionen zwischen 1°- und 4°-Feldern entsprechen, und der CIE-1964 farbmtrische Standardbeobachter ist ein idealer Beobachter, dessen Farbanpassungseigenschaften den CIE-Farbanpassungsfunktionen für Feldgrößen, die größer als 4° sind, entsprechen. Der Reflexionsgrad R_{λ} ist das Verhältnis des Strahlungsflusses, der in einem gegebenen Kegel reflektiert wird, dessen Spitze auf der betrachteten Oberfläche liegt, zu demjenigen, der in der gleichen Richtung durch den perfekten Reflektierdiffusor reflektiert wird, der bestrahlt wird. Der Strahlungsfluss ist eine Leistung, die in Form von Strahlung emittiert, übertragen oder empfangen wird. Die Einheit des Strahlungsflusses ist das Watt (W). Ein perfekter Reflektierdiffusor ist ein idealer isotroper Diffusor mit einem Reflexionsgrad (oder einem Transmissionsgrad) gleich 1. Die Gewichtungsfunktionen Wx_{λ} , Wy_{λ} und Wz_{λ} sind die Produkte der relativen spektralen Leistungsverteilung P_{λ} und einem bestimmten Satz von CIE-Farbanpassungsfunktionen x_{λ} , y_{λ} und z_{λ} .

[0032] Die Steuerung **122**, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, kann auf viele unterschiedliche Weisen implementiert sein, um eine farbspezifische Steuerung zu erreichen. Die [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) zeigen Beispiele von Steuerungen **422**, die in der Lichtquelle, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, verwendet werden können, um die roten, grünen und blauen LEDs auf einer Pro-Farbe-Basis einzustellen. Mit Bezugnahme auf [Fig. 4A](#) umfasst die Steuerung **422** einen Referenzwertgenerator **430** und ein Steuermodul **432**. Die Steuerung empfängt farbspezifische Rückkopplungssignale in Form von gemessenen Dreibereichswerten in dem RGB-Raum (R, G und B) von dem Farbsensor **120** ([Fig. 1](#)). Die

Steuerung empfängt auch Eingangreferenzdreibereichswerte. Die Eingangreferenzdreibereichswerte können in Form eines Soll- bzw. Zielweißfarbpunkt- (X ref und Y ref) und Lumenwerts (L ref) vorliegen. Ein Benutzer kann die Eingangreferenzdreibereichswerte durch eine Benutzerschnittstelle (nicht gezeigt) eingeben, oder die Eingangreferenzdreibereichswerte könnten auf irgendeine andere Weise empfangen werden. Der Referenzwertgenerator übersetzt die Eingangreferenzdreibereichswerte in Referenzdreibereichswerte in dem RGB-Raum (R ref, G ref und B ref). Das Steuermodul bestimmt dann die Differenz zwischen den gemessenen Dreibereichswerten und den Referenzdreibereichswerten und erzeugt farbspezifische Steuersignale, die Anpassungen widerspiegeln, die an den Treibersignalen auf einer Pro-Farbe-Basis vorgenommen werden müssen, um die gewünschte Farbe zu erreichen. Die farbspezifischen Steuersignale bewirken, dass die Farb-LEDs nach Bedarf eingestellt werden, um Licht der gewünschten Farbe zu emittieren. Auf diese Weise nähern sich die Luminanz- und Chrominanzcharakteristika der Lichtquelle den gewünschten (d. h. Referenz-) Luminanz- und Chrominanzcharakteristika.

[0033] Das alternative System **400B** von [Fig. 4B](#) ähnelt dem System **400A** von [Fig. 4A](#), außer dass dasselbe CIE-1931-Dreibereichswerte verwendet. Das System **400B** umfasst einen Rückkopplungssignalübersetzer **434**, der gemessene Dreibereichswerte in dem RGB-Raum in gemessene CIE-1931-Dreibereichswerte übersetzt. Zusätzlich wandelt der Referenzwertgenerator **430** Eingangreferenzdreibereichswerte in Referenz-CIE-1931-Dreibereichswerte um. Das Steuermodul **432** bestimmt dann die Differenz zwischen den gemessenen CIE-1931-Dreibereichswerten und den Referenz-CIE-1931-Dreibereichswerten und stellt die farbspezifischen Steuersignale dementsprechend ein.

[0034] [Fig. 5](#) zeigt ein Prozessflussdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben eines Lichtsystems gemäß der Erfindung. Bei Block **560** werden Treibersignale an eine Lichtquelle geliefert, die zumindest eine weiße Phosphorwandlungs-LED und mehrere Farb-LEDs umfasst. Bei Block **562** wird Licht, das ansprechend auf die Treibersignale erzeugt wird, erfasst. Bei Block **564** werden Rückkopplungssignale ansprechend auf das erfasste Licht erzeugt. Bei Block **566** werden die Treibersignale, die an die Lichtquelle geliefert werden, eingestellt.

[0035] Obwohl das Lichtsystem **100** als ein Gegenlicht für einen LCD-Schirm beschrieben ist, kann das Lichtsystem bei jeder beliebigen anderen Lichtanwendung verwendet werden und ist in keiner Weise auf eine Gegenlichtbeleuchtung für LCD-Schirme beschränkt.

[0036] Andere Ausführungsbeispiele des Spektralrückkopplungssteuersystems **106**, die Rückkopplungssignale liefern und die Farb-LEDs auf einer Pro-Farbe-Basis ansprechend auf die Rückkopplungssignale einstellen, sind möglich.

[0037] Obwohl spezifische Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben und veranschaulicht wurden, soll die Erfindung nicht auf die so beschriebenen und veranschaulichten spezifischen Formen oder Anordnungen von Teilen beschränkt sein. Der Schutzbereich der Erfindung soll durch die hieran angehängten Ansprüche und ihre Äquivalente definiert sein.

Patentansprüche

1. Lichtsystem, das folgende Merkmale aufweist: eine Lichtquelle (**104**), die zumindest eine weißes Licht emittierende Diode (LED) (**110**) und mehrere Farb-LEDs (**112**) umfasst; und ein Spektralrückkopplungssteuersystem (**106**), das konfiguriert ist, um Licht zu erfassen, das von der Lichtquelle ausgegeben wird, und um das Licht, das von der Lichtquelle ausgegeben wird, ansprechend auf die Lichterfassung einzustellen.

2. Lichtsystem gemäß Anspruch 1, bei dem das Spektralrückkopplungssteuersystem (**106**) konfiguriert ist, um die Farb-LEDs auf einer Pro-Farbe-Basis zu steuern.

3. Lichtsystem gemäß Anspruch 2, bei dem die zumindest eine weiße LED (**110**) zumindest eine weiße Phosphorwandlungs-LED umfasst und bei dem die Farb-LEDs (**112**) rote, grüne und blaue LEDs umfassen.

4. Lichtsystem gemäß Anspruch 2 oder 3, bei dem das Spektralrückkopplungssteuersystem (**106**) ferner einen Farbsensor (**120**) umfasst, der konfiguriert ist, um farbspezifische Rückkopplungssignale zur Verwendung beim Steuern der farbigen LEDs auf einer Pro-Farbe-Basis zu liefern.

5. Lichtsystem gemäß Anspruch 4, bei dem die zumindest eine weiße LED (**110**) eine weiße Phosphorwandlungs-LED ist.

6. Lichtsystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem das Spektralrückkopplungssteuersystem (**106**) eine Steuerung (**122**) umfasst, die konfiguriert ist, um die farbigen LEDs auf einer Pro-Farbe-Basis zu steuern, um Luminanz- und Chrominanzcharakteristika des Lichts, das von der Lichtquelle (**104**) ausgegeben wird, aufrechtzuerhalten.

7. Lichtsystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem das Spektralrückkopplungssteuersystem einen Farbsensor (**120**) umfasst, der konfiguriert ist,

um farbspezifische Rückkopplungssignale zu liefern.

8. Lichtsystem gemäß Anspruch 7, bei dem das Spektralrückkopplungssteuersystem (106) eine Steuerung (122) umfasst, die konfiguriert ist, um farbspezifische Steuersignale ansprechend auf die farbspezifischen Rückkopplungssignale zu erzeugen.

9. Lichtsystem gemäß Anspruch 8, bei dem das Spektralrückkopplungssteuersystem (106) einen Treiber (124) umfasst, der konfiguriert ist, um farbspezifische Treibersignale ansprechend auf die farbspezifischen Steuersignale zu erzeugen.

10. Lichtsystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem das Spektralrückkopplungssteuersystem (106) folgende Merkmale umfasst: einen Farbsensor (120), der konfiguriert ist, um farbspezifische Rückkopplungssignale zu liefern; eine Steuerung (122), die konfiguriert ist, um farbspezifische Steuersignale ansprechend auf die farbspezifischen Rückkopplungssignale zu erzeugen; und einen Treiber (124), der konfiguriert ist, um farbspezifische Treibersignale ansprechend auf die farbspezifischen Steuersignale zu erzeugen.

11. Verfahren zum Betreiben eines Lichtsystems, das folgende Schritte aufweist:
Liefen (560) von Treibersignalen an eine Lichtquelle, die zumindest eine Phosphorwandlungsweißlicht emittierende Diode (LED) und mehrere Farb-LEDs umfasst;
Erfassen (562) von Licht, das ansprechend auf die Treibersignale erzeugt wird;
Erzeugen (564) von Rückkopplungssignalen ansprechend auf das erfasste Licht; und
Einstellen (566) der Treibersignale, die an die Lichtquelle geliefert werden.

12. Verfahren gemäß Anspruch 11, bei dem das Erfassen (562) des Lichts ein Erzeugen von farbspezifischen Rückkopplungssignalen umfasst.

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, bei dem das Einstellen (566) der Treibersignale ein Einstellen der Treibersignale für die Farb-LEDs auf einer Pro-Farbe-Basis ansprechend auf die farbspezifischen Informationen umfasst.

14. Verfahren gemäß Anspruch 13, bei dem die Treibersignale für die Farb-LEDs (112) eingestellt werden, um Luminanz- und Chrominanzcharakteristika des erfassten Lichts aufrechtzuerhalten.

15. Lichtsystem, das folgende Merkmale aufweist:
einen Flüssigkristallanzeige-Schirm (102);
eine Lichtquelle (104) in optischer Kommunikation mit dem Flüssigkristallanzeige-Schirm (102), die zumindest eine Phosphorwandlungsweißlicht emit-

tierende Diode (LED) und mehrere Farb-LEDs umfasst; und
ein Spektralrückkopplungssteuersystem (106), das konfiguriert ist, um Licht zu erfassen, das von der Lichtquelle (104) ausgegeben wird, und um das Licht, das von der Lichtquelle ausgegeben wird, ansprechend auf die Lichteinfassung einzustellen.

16. Flüssigkristallanzeige-Gegenlichtsystem gemäß Anspruch 15, bei dem das Spektralrückkopplungssteuersystem (106) konfiguriert ist, um die Farb-LEDs (112) auf einer Pro-Farbe-Basis zu steuern.

17. Flüssigkristallanzeige-Gegenlichtsystem gemäß Anspruch 16, bei dem die Farb-LEDs (112) rote, grüne und blaue LEDs umfassen.

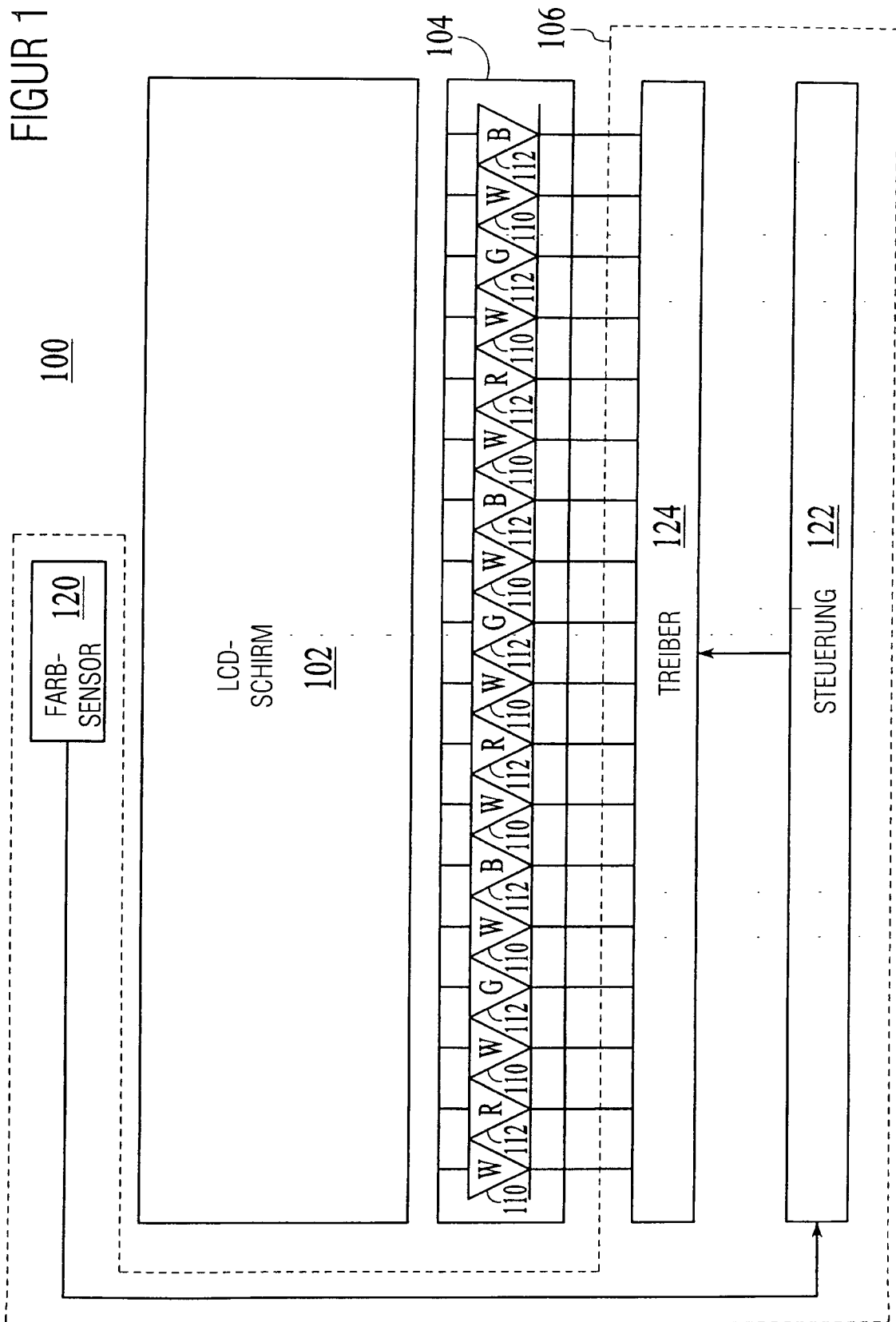
18. Flüssigkristallanzeige-Gegenlichtsystem gemäß Anspruch 16 oder 17, bei dem das Spektralrückkopplungssteuersystem (106) ferner einen Farbsensor (120) umfasst, der konfiguriert ist, um farbspezifische Rückkopplungssignale zur Verwendung beim Steuern der Farb-LEDs (112) auf einer Pro-Farbe-Basis zu liefern.

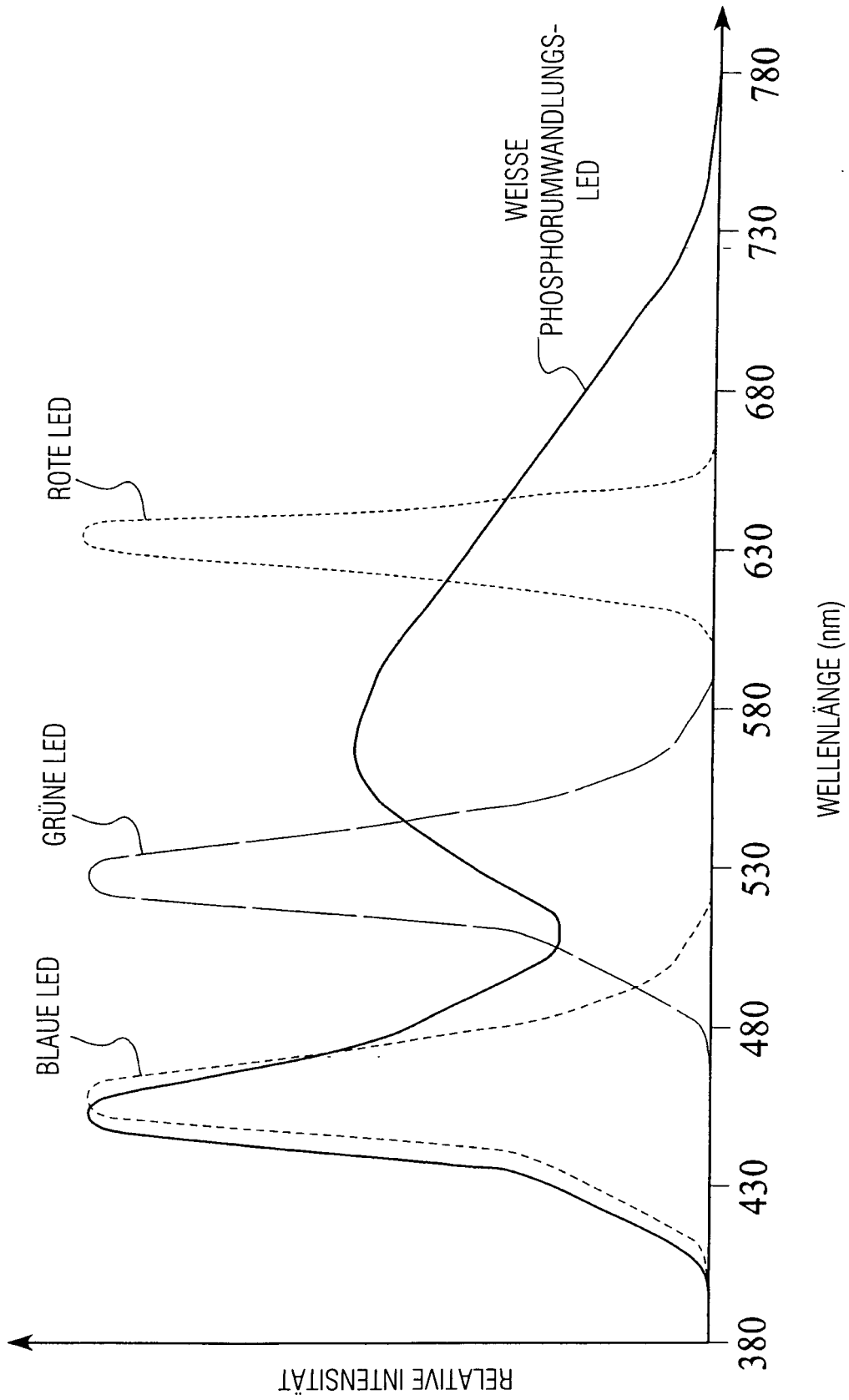
19. Flüssigkristallanzeige-Gegenlichtsystem gemäß einem der Ansprüche 15 bis 18, bei dem das Spektralrückkopplungssteuersystem (106) eine Steuerung (122) umfasst, die konfiguriert ist, um die Farb-LEDs (112) auf einer Pro-Farbe-Basis zu steuern, um Luminanz- und Chrominanzcharakteristika des Lichts, das von der Lichtquelle ausgegeben wird, aufrechtzuerhalten.

20. Flüssigkristallanzeige-Gegenlichtsystem gemäß einem der Ansprüche 15 bis 19, bei dem das Spektralrückkopplungssteuersystem (106) folgende Merkmale umfasst:
einen Farbsensor (120), der konfiguriert ist, um farbspezifische Rückkopplungssignale zu liefern;
eine Steuerung (122), die konfiguriert ist, um farbspezifische Steuersignale ansprechend auf die farbspezifischen Rückkopplungssignale zu erzeugen; und
einen Treiber (124), der konfiguriert ist, um farbspezifische Treibersignale ansprechend auf die farbspezifischen Steuersignale zu erzeugen.

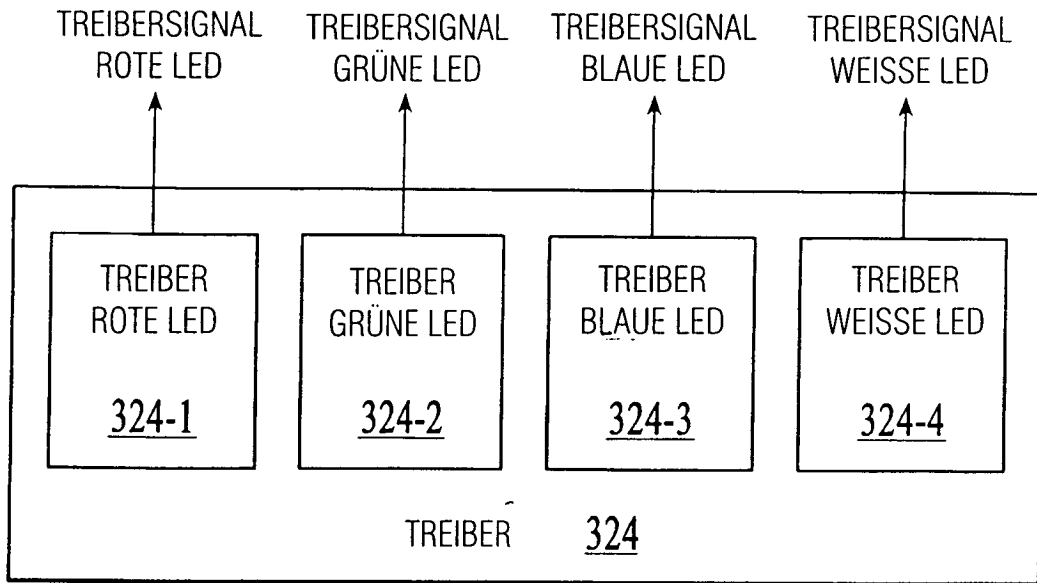
Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

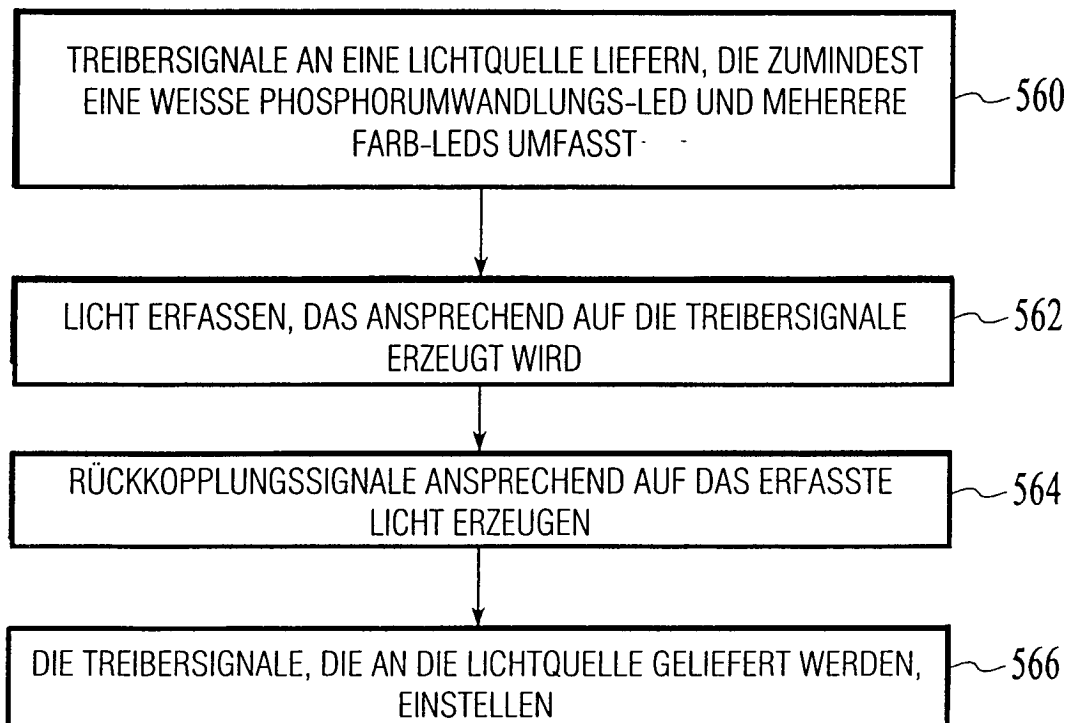




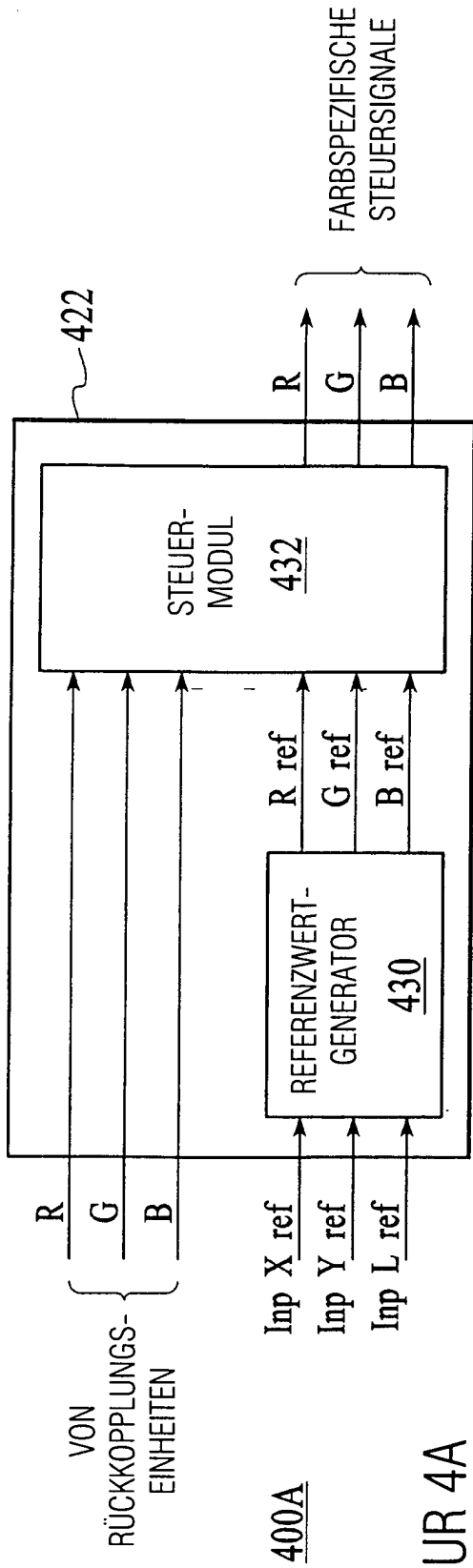
FIGUR 2



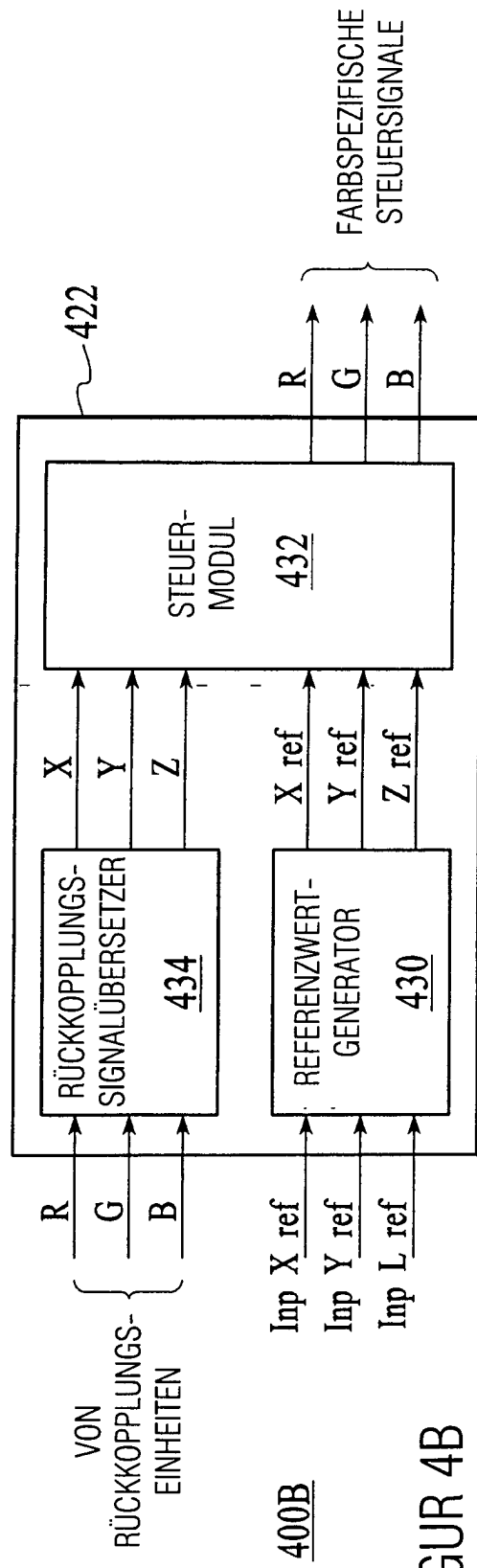
FIGUR 3



FIGUR 5



FIGUR 4A



FIGUR 4B