



(10) **DE 10 2012 209 252 A1** 2013.12.05

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 209 252.8**

(22) Anmeldetag: **31.05.2012**

(43) Offenlegungstag: **05.12.2013**

(51) Int Cl.: **G05D 25/02 (2012.01)**

(71) Anmelder:
Hella KGaA Hueck & Co., 59557, Lippstadt, DE

(74) Vertreter:
**Grauel, Andreas, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., 70191,
Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:
**Haas, Andreas, 79618, Rheinfeldern, DE; Ruppert,
Peter, 79541, Lörrach, DE; Debel, Karlheinz,
97500, Ebelsbach, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	10 2005 013 344	A1
DE	10 2008 016 756	A1
US	7 315 139	B1
US	2007 / 0 285 378	A1

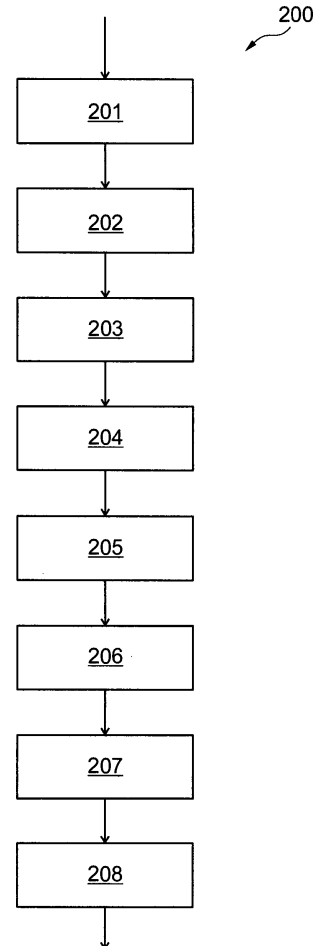
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Kalibrieren einer Beleuchtungsvorrichtung und eine solche
Beleuchtungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kalibrieren einer Beleuchtungsvorrichtung mit einer Mehrzahl von Leuchtmitteln, wobei die folgenden Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- Ermittlung der Farb- und Helligkeitswerte des jeweiligen Leuchtmittels,
- Darstellung der Farb- und Helligkeitswerte in einer mathematischen Struktur (M),
- Bildung einer inversen mathematischen Struktur (M^{-1})
- Definition einer Referenz (R) für eine Vielzahl von Beleuchtungsvorrichtungen,
- Erzeugung einer mathematischen Korrekturstruktur (K) aus der inversen Struktur (M^{-1}) und der Referenz (R),
- Speicherung der Korrekturstruktur (K),
- Anwendung der Korrekturstruktur (K) auf eine Farbanforderung (V) zur Erzeugung eines jeweiligen kalibrierten Ausgabewerts (A) für die Leuchtmittel,
- Erzeugung eines jeweiligen Ansteuerungssignals aus dem jeweiligen Ausgabewert (A) zur Ansteuerung des jeweiligen Leuchtmittels.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kalibrieren einer Beleuchtungsvorrichtung und eine solche Beleuchtungsvorrichtung.

Stand der Technik

[0002] Beleuchtungsvorrichtungen, insbesondere Beleuchtungsvorrichtungen zum Beleuchten von Gegenständen oder Inneneinrichtungselementen, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, sind im Stand der Technik beispielsweise durch die DE 10 2005 013 344 A1 bekannt geworden.

[0003] Dabei weisen solche Beleuchtungsvorrichtungen mindestens drei Leuchtmittel auf, die sich hinsichtlich der Farbe des von ihnen ausgesandten Lichts unterscheiden. Durch die Mischung des Lichts der drei Leuchtmittel kann ein Beleuchtungslicht erzeugt und ausgesandt werden, das einen weiten Bereich an Farben umfassen kann. So sind beispielsweise Leuchtmittel mit roter, grüner und blauer Farbe verwendbar, aus welchen Licht mit einer Farbe aus einer Vielzahl von Mischfarben generiert werden kann.

[0004] Werden nun beispielsweise in einem Kraftfahrzeug oder anderweitig eine Mehrzahl solcher Beleuchtungsvorrichtungen gleichzeitig installiert, die ein im Wesentlichen identisches Beleuchtungslicht erzeugen sollen, so tritt das Problem auf, dass bei unterschiedlichen Beleuchtungsvorrichtungen nicht identische Leuchtmittel verwendet werden. So unterscheiden sich beispielsweise die Leuchtmittel der grünen Farbe bei den jeweiligen Beleuchtungsvorrichtungen voneinander in der Farbe. Das grüne Licht ist nicht identisch sondern variiert je nach Herstelltoleranz. Dies führt dazu, dass die Farbe der einzelnen Leuchtmittel grundsätzlich von Beleuchtungsvorrichtung zu Beleuchtungsvorrichtung variieren kann. Dies führt wiederum dazu, dass das ausgesandte gemischte Licht ebenfalls von Beleuchtungsvorrichtung zu Beleuchtungsvorrichtung variiert.

[0005] Werden solche Beleuchtungsvorrichtungen in unmittelbarer Nähe voneinander angeordnet bzw. in gleichem Zusammenhang betrachtet, so fällt der Unterschied in der Farbe des ausgesandten Lichts zum Teil doch sehr deutlich auf, wobei dies zum Teil auch als unangenehm empfunden werden kann.

[0006] Die Ursache für die unterschiedliche Farbe der einzelnen Leuchtmittel ist in ihrer Herstellung begründet. Dabei werden Leuchtmittel, wie insbesondere Leuchtdioden (LED), hergestellt, die unvermeidlich eine gewisse Verteilung in der Farbe aufweisen, wobei eine spezifische Farbe nur dann sortenrein erhältlich ist, wenn die Leuchtmittel in verschiedene Klassen mit einer jeweiligen Farbe aussortiert werden. Da dies für die Hersteller der Leuchtmittel jedoch eher unwirtschaftlich ist, weil ihre Kunden dann nur spezifische Leuchtmittel einer einzigen eng definierten Farbe erwerben würden, obwohl bei der Fertigung eine Bandbreite von Farben entstehen, werden die Leuchtmittel von den Herstellern nur mit der breiten Verteilung der unterschiedlichen Farben als Massenware vertrieben.

[0007] Das sortenreine Verbauen der Leuchtmittel in einem Fahrzeug würde daher das Aussortieren von Leuchtmitteln beim Fahrzeughersteller oder bei dem verantwortlichen Zulieferanten bedeuten, der dann aber mit einer Vielzahl von Leuchtmitteln mit verschiedener Farbe versuchen müsste, diese anderweitig zu verbauen oder er hätte keine Verwendung, was die Preiskalkulation für die verbauten Leuchtmittel doch erheblich verderben könnte.

Darstellung der Erfindung, Aufgabe, Lösung, Vorteile

[0008] Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Beleuchtungsvorrichtung zu schaffen, mittels welchem der Stand der Technik verbessert wird und eine Möglichkeit geschaffen wird, Beleuchtungsvorrichtungen zu schaffen, die kalibriert den gleichen Farbton auf Anforderung zu erzeugen.

[0009] Dies wird für das Verfahren erreicht mit den Merkmalen von Anspruch 1.

[0010] Ein erfindungsgemäßes Verfahren sieht ein Verfahren zum Kalibrieren einer Beleuchtungsvorrichtung mit einer Mehrzahl von Leuchtmitteln vor, wobei die folgenden Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- Ermittlung der Farb- und Helligkeitswerte des jeweiligen Leuchtmittels,
- Darstellung der Farb- und Helligkeitswerte in einer mathematischen Struktur (M),
- Bildung einer inversen mathematischen Struktur (M^{-1})
- Definition einer Referenz (R) für eine Vielzahl von Beleuchtungsanordnungen,
- Erzeugung einer mathematischen Korrekturstruktur (K) aus der inversen Struktur (M^{-1}) und der Referenz (R),
- Speicherung der Korrekturstruktur (K),
- Anwendung der Korrekturstruktur (K) auf eine Farbanforderung (V) zur Erzeugung eines jeweiligen kalibrierten Ausgabewerts (A) für die Leuchtmittel,
- Erzeugung eines jeweiligen Ansteuerungssignals aus dem jeweiligen Ausgabewert (A) zur Ansteuerung des jeweiligen Leuchtmittels.

[0011] Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die mathematische Struktur eine Matrix ist und die Korrekturmatrix aus einer Matrixmultiplikation der inversen Matrix (M^{-1}) und der Referenzmatrix (R) hervor geht. Alternativ könnte auch eine mathematische Funktion, eine Tabelle oder ähnliches Verwendung finden. Die Matrix ergibt eine einfache Berechnung und wird daher bevorzugt.

[0012] Auch ist es zweckmäßig, wenn die Korrekturstruktur in einem Speicher der Beleuchtungsanordnung gespeichert ist.

[0013] Weiterhin ist es ebenso vorteilhaft, wenn das Ansteuersignal ein getaktetes Signal für jedes der Leuchtmittel umfasst.

[0014] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Farbanforderung als Signal von einem externen Signalgeber empfangen wird, wie über einen Datenbus. Dabei kann der Signalgeber eine externe Steuereinheit sein, welche die Farbanforderung als Vorgabe an eine Mehrzahl von Beleuchtungsanordnungen weiterleitet.

[0015] Die Aufgabe zu der Beleuchtungsanordnung wird gelöst mit einer Beleuchtungsanordnung nach dem Anspruch 6, wobei die Beleuchtungsanordnung mit einer Mehrzahl von Leuchtmitteln, einer Signalverarbeitungseinheit, einer Speichereinheit und einer Recheneinheit und einer ersten Schnittstelleneinheit versehen ist, wobei die Leuchtmittel mit der Signalverarbeitungseinheit in Signalverbindung stehen, die Signalverarbeitungseinheit die Speichereinheit zur Speicherung von zumindest einer Korrekturstruktur aufweist und mit der ersten Schnittstelleneinheit in Signalverbindung steht zum Empfang von Farbanforderungen, zur Durchführung einer Kalibrierung gemäß zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche.

[0016] Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Signalverarbeitungseinheit eine zweite Schnittstelleneinheit als Schnittstelle zu den Leuchtmitteln aufweist.

[0017] Auch ist es zweckmäßig, wenn die Signalverarbeitungseinheit einen Programmspeicher aufweist zur Speicherung zumindest eines Programms.

[0018] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Signalverarbeitungseinheit eine Recheneinheit aufweist, die mit der Speichereinheit, dem Programmspeicher und der ersten und der zweiten Schnittstelleneinheit in Signalverbindung steht.

[0019] Vorteilhaft ist es, wenn zwei, drei, vier oder mehr Leuchtmittel vorgesehen sind.

[0020] Auch ist es zweckmäßig, wenn drei Leuchtmittel mit den Farben Rot, Grün und Blau vorgesehen sind. Bei mehr als drei Leuchtmitteln kann es zweckmäßig sein, wenn drei Leuchtmittel mit den Farben Rot, Grün und Blau vorgesehen sind und ein weiteres Leuchtmittel mit einer weiteren Farbe.

[0021] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind durch die nachfolgende Figurenbeschreibung und durch die Unteransprüche beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0022] Nachstehend wird die Erfindung auf der Grundlage zumindest eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0023] [Fig. 1](#) ein schematisches Diagramm eines Farbraums,

- [0024] [Fig. 2](#) ein weiteres schematisches Diagramm eines Farbraums,
- [0025] [Fig. 3](#) ein Blockschaltbild gemäß eines erfindungsgemäßen Verfahrens,
- [0026] [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung,
- [0027] [Fig. 5](#) eine schematische Teilansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- [0028] [Fig. 6](#) eine schematische Ansicht einer Anordnung von erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnungen,
- [0029] [Fig. 7](#) eine schematische Ansicht von Varianten einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung, und
- [0030] [Fig. 8](#) eine schematische Ansicht von Varianten einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0031] Die [Fig. 1](#) zeigt ein vereinfachtes Diagramm, wobei die [Fig. 2](#) ein vergleichbares detaillierteres Diagramm zur Darstellung der bei der Produktion von Leuchtmitteln, wie insbesondere von Leuchtdioden (LED) auftretenden Farben. Im Nachfolgenden werden die Leuchtmittel in Bezug auf Leuchtdioden synonym verwendet, wobei statt Leuchtdioden auch andere Leuchtmittel verwendbar sind. Dabei ist in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) eine CIE-Normtafel dargestellt, in welcher auf der x-Achse die x-Komponente, auf der y-Achse die y-Komponente dargestellt ist. Die Helligkeit z ergibt sich aus der Gleichung $x + y + z = 1$, wenn die Koordinaten normiert sind. Im nicht normierten Zustand können auch Koordinaten auftreten, bei welchen sich die Summe von x, y und z von 1 abweichen.

[0032] In [Fig. 1](#) und in [Fig. 2](#) ist zu erkennen, dass bei der Produktion der Leuchtmittel, Leuchtmittel entstehen, deren Farben verschieden sind und daher in Cluster einteilbar sind.

[0033] So ist im Bereich **10, 110** des Diagramms **1, 101** eine Mehrzahl von Punkten **11, 111** dargestellt. Diese sind im Bereich des grünen Lichts angesiedelt. Diese Punkte bilden jeweils eine Ecke einer Fläche, in welcher die Farben eines jeweiligen grünen Leuchtmittels anzusiedeln sind. Weiterhin ist im Bereich **20, 120** des Diagramms **1, 101** eine Mehrzahl von Punkten **21, 121** dargestellt. Diese sind im Bereich des blauen Lichts angesiedelt. Diese Punkte bilden jeweils eine Ecke einer Fläche, in welcher die Farben eines jeweiligen blauen Leuchtmittels anzusiedeln sind. Auch ist im Bereich **30, 130** des Diagramms **1, 101** eine Mehrzahl von Punkten **31, 131** dargestellt. Diese sind im Bereich des roten Lichts angesiedelt. Diese Punkte bilden jeweils eine Ecke einer Fläche, in welcher die Farben eines jeweiligen roten Leuchtmittels anzusiedeln sind.

[0034] Dabei werden jedem Leuchtmittel die (x, y, z)-Koordinaten der jeweiligen Farbe zugeordnet.

[0035] So ist in einem Beispiel die folgende Konfiguration als Koordinaten in einem Farbraum denkbar:

Farbe:	Rot	Grün	Blau
X	1,4120	0,6843	1,6660
Y	0,5897	2,4170	0,5922
Z	0,0019	0,2750	9,6610

[0036] Die jeweiligen Werte von x, y und z sind so für sämtliche Leuchtmittel optisch ermittelbar, wobei diese Werte durchaus noch unnormiert sein können, d. h. die Summe von $x + y + z$ ist ungleich 1. Wenn man eine Vielzahl von Leuchtmitteln vermischt, resultiert eine Vielzahl unterschiedlicher Matrizen der obigen Art.

[0037] Werden nun in eine Beleuchtungsanordnung Leuchtmittel verschiedenen Farben vereinigt, so ist bei Ansteuerung einer spezifischen gewünschten Mischfarbe der Beleuchtungsanordnung durch eine Steuereinheit das Ergebnis der Farbe des resultierenden Lichts in Abhängigkeit der jeweiligen Matrix der Beleuchtungsanordnung unterschiedlich.

[0038] Also wird bei einer Ansteuerung einer Vielzahl von Beleuchtungsrichtungen mit dem gleichen Sollwert als Vorgabe zur jeweiligen Ausgabe eines Lichts mit einer spezifischen Mischfarbe eine Vielzahl von resultierenden Lichtströmen mit unterschiedlicher Mischfarbe resultieren.

[0039] Dabei kann mit der Vielzahl der verschiedenen Möglichkeiten ein gemeinsamer Farbraum definiert werden, aus welchem mit allen vermessenen Leuchtmitteln ein Licht definiert generierbar ist.

[0040] Ein solcher gemeinsamer Farbraum wird in dem schematischen Diagramm der [Fig. 1](#) oder [Fig. 2](#) erläutert. Das innere Dreieck **40**, **140** bildet den gemeinsamen Farbraum, der dadurch entsteht, dass darin eine Mischung der drei Farben der drei verwendeten Leuchtmittel möglich ist und das resultierende Licht mit seinen Koordinaten im gemeinsamen Farbraum liegt.

[0041] Dabei ist das innere Dreieck derart bemessen, dass der innere Bereich des gemeinsamen Farbraums aus allen Leuchtmitteln aller möglicher Clustern bildbar ist. Grafisch kann dies erklärt werden, dass der gemeinsame Farbraum durch die Verbindung aller Farbchips durch Linien miteinander verbunden werden und das daraus resultierende kleinste Dreieck als Farbraum verbleibt, der durch alle Leuchtmittel darstellbar ist.

[0042] In den benachbarten Randbereichen des gemeinsamen Farbraums sind Farben bildbar, die je nach verfügbarem Leuchtmittel noch akzeptable Abweichungen oder Fehler in der Farbe zeigen.

[0043] Um aus dieser Ausgangssituation unter Benutzung von Leuchtmitteln aus einem beliebigen Cluster eine Beleuchtungsrichtung zu schaffen, die bei einer Ansteuerung eines Sollwerts immer den im Wesentlichen gleichen Istwert der Farbe erzeugt, welcher auch als Sollwert vorgegeben ist, ist eine Kalibrierung aller verwendeter Leuchtmittel notwendig.

[0044] Dazu ist erfindungsgemäß folgende Verfahrensweise vorteilhaft.

[0045] Zu Beginn werden die Verwendeten Leuchtmittel der Beleuchtungsrichtungen optisch einzeln, in Gruppen oder gemeinsam vermessen. Aus der Messung der jeweiligen Beleuchtungsrichtung wird die oben beschriebene Matrix der Farb- und Helligkeitswerte entnommen und die (x, y, z)-Koordinaten ermittelt. Vorteilhaft ist es dabei, die Tristimuluswerte der einzelnen Farben zu erhalten.

[0046] Es gilt dann für diese eine beispielhafte Beleuchtungsrichtung mit je einer roten LED, einer grünen LED und einer blauen LED als Leuchtmittel für die Matrix M:

$$M = \begin{pmatrix} 1,4120 & 0,6843 & 1,6660 \\ 0,5897 & 2,4170 & 0,5922 \\ 0,0019 & 0,2750 & 9,6610 \end{pmatrix}.$$

[0047] Dabei gibt die erste Spalte die (x, y, z)-Koordinaten des roten Leuchtmittels, die zweite Spalte die (x, y, z)-Koordinaten des grünen Leuchtmittels wieder und die dritte Spalte die (x, y, z)-Koordinaten des blauen Leuchtmittels wieder.

[0048] Für andere Beleuchtungsrichtungen weicht die Matrix M davon individuell ab.

[0049] Bei Beleuchtungsrichtungen mit zwei oder mehr als drei Leuchtmitteln wird die Matrix entsprechend angepasst.

[0050] Anschließend wird die zur Matrix M inverse Matrix M^{-1} berechnet.

$$M^{-1} = \begin{pmatrix} 1,4120 & 0,6843 & 1,6660 \\ 0,5897 & 2,4170 & 0,5922 \\ 0,0019 & 0,2750 & 9,6610 \end{pmatrix}.$$

[0051] Weiterhin ist im gemeinsamen Farbraum ein Referenzwert R als Zielfarbraum als Tristimuluswerte definiert, welcher die nachfolgende Matrix aufweist:

$$R = \begin{pmatrix} 1,0052 & 0,2628 & 0,4450 \\ 0,4564 & 0,7335 & 0,3600 \\ 0,0218 & 0,1834 & 2,1229 \end{pmatrix}.$$

[0052] Durch die Multiplikation der inversen Matrix M^{-1} mit der Referenzmatrix R des gemeinsamen Farbraums ergibt sich eine Korrekturmatrix K mit normierten Werten zwischen $-1,0$ und $1,0$:

$$K = \begin{pmatrix} 0,7016 & 0,0315 & 0,0143 \\ 0,0173 & 0,2932 & 0,0923 \\ 0,0016 & 0,0106 & 0,2171 \end{pmatrix}.$$

[0053] Wird nun für eine Beleuchtungsvorrichtung eine Farbvorgabe gemacht, die beispielsweise von einer Steuereinrichtung per Datenübertragung per Datenbus erfolgt, so wird diese Farbvorgabe per Spaltenmatrix V vorgegeben:

$$V = \begin{pmatrix} 255 \\ 100 \\ 100 \end{pmatrix}$$

[0054] Durch Matrixmultiplikation der Korrekturmatrix K mit der Farbvorgabematrix V erhält man die für die Beleuchtungsvorrichtung bestimmten Werte der Ansteuerungsvorgabe für die einzelnen Ausgänge der jeweiligen Farben der Leuchtmittel

$$A = \begin{pmatrix} 183 \\ 043 \\ 023 \end{pmatrix}$$

[0055] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Korrekturmatrix K der Beleuchtungsvorrichtung in einem externen oder internen nichtflüchtigen Speicher der Beleuchtungsvorrichtung gespeichert wird. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn jede Beleuchtungsvorrichtung ihre eigene individuelle Korrekturmatrix K abgespeichert aufweist. Alternativ kann auch vorteilhaft sein, wenn die individuelle Korrekturmatrix zentral abgespeichert ist und die Daten der Korrekturmatrix können der Beleuchtungsvorrichtung übertragen werden.

[0056] Sind die Kalibrierdaten in einem Speicher der Beleuchtungsvorrichtung gespeichert, so können die Eingangssolldaten während der Betriebsdauer der Beleuchtungsvorrichtung schnell und einfach mit den Vorgaben der Korrekturmatrix verrechnet werden.

[0057] Für die Ansteuerung der Leuchtmittel wird dann ein entsprechendes Signal, beispielsweise ein getaktetes Signal erzeugt. Das zu verwendende Ausgangssignal als so genannter „duty cycle“ als Ansteuerungsvorgabe für das jeweilige Leuchtmittel wird durch die obige Berechnung ermittelt.

[0058] Wird die Farbe als Sollvorgabe in einem Farbraum beispielsweise durch die Koordinaten u' v' und unter Vorgabe der gewünschten Helligkeit angegeben, so können die Tristimulus-Zielwerte daraus ermittelt werden:

Farbpunkt	u'	v'	Helligkeit [Im]
1	0,1152	0,4222	0,35
Ziel	x	y	z
	0,2149	0,3500	0,6653

[0059] Aus diesen Tristimuluswerten kann anschließend der Anteil für Rot, Grün und Blau im gemeinsamen Farbraum ermittelt werden. Diese Werte werden dann als Farbvorgaben für die Beleuchtungsvorrichtung vorgegeben werden.

[0060] In einem weiteren Ausführungsbeispiel können die farbvorgaben auch in einem Microcontroller gespeichert sein und zur Laufzeit im Betrieb der Vorrichtung beispielsweise über einen Index abgerufen werden.

[0061] Die [Fig. 3](#) zeigt ein Blockschaltbild **200** zur Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrensablaufs. In Block **201** wird eine Ermittlung der Farb- und Helligkeitswerte des jeweiligen Leuchtmittels der Beleuchtungsvorrichtung vorgenommen. Dies kann beispielsweise am Bandende einer Fertigungsanlage der Beleuchtungsvorrichtungen vorgenommen werden. Dabei ist es besonders bevorzugt, dass bei einer Beleuchtungsvorrichtung mit drei Leuchtmitteln, die als LED-Leuchtmittel ausgebildet sind, mit lediglich drei Messungen ausgekommen werden kann. So kann die Farbe als auch die Helligkeit jedes Leuchtmittels mit einer Messung je Leuchtmittel vorteilhaft bestimmt werden.

[0062] In Block **202** werden die Farb- und Helligkeitswerte der einzelnen Leuchtmittel in einer mathematischen Struktur (M) dargestellt, wobei die mathematische Struktur bevorzugt eine Matrix ist.

[0063] In Block **203** wird die inverse mathematische Struktur (M^{-1}) zu der mathematischen Struktur M gebildet, was bevorzugt eine inverse Matrix M^{-1} der Matrix M ist. In Block **204** wird eine Referenz definiert, die als Referenz für eine Vielzahl von Beleuchtungsvorrichtungen verwendbar ist.

[0064] In Block **205** wird eine Korrekturstruktur K erzeugt, die aus der inversen Struktur M^{-1} und der Referenz R gebildet wird. Bevorzugt ist die Korrekturstruktur K ebenso eine Matrix, die aus einer Matrixmultiplikation zwischen der inversen Matrix M^{-1} und der Referenzmatrix R gebildet wird.

[0065] In Block **206** wird die Korrekturstruktur K in einem Speicher gespeichert. In Block **207** wird die Anwendung der Korrekturstruktur K auf eine Farbanforderung V angewendet zur Erzeugung eines jeweiligen kalibrierten Ausgangswerts A für die jeweiligen Leuchtmittel.

[0066] In Block **208** wird ein Ansteuerungssignal erzeugt aus dem jeweiligen Ausgangswert A zur Ansteuerung des jeweiligen Leuchtmittels.

[0067] Dies bewirkt, dass bei einer Farbvorgabe V an verschiedene Leuchtmittel die Ansteuerungssignale für die jeweiligen Leuchtmittel derart bestimmt werden, dass als Ergebnis ein identisches Licht bei verschiedenen Beleuchtungsvorrichtungen hervorgerufen beziehungsweise erzeugt wird.

[0068] Die [Fig. 4](#) zeigt in einer schematischen Darstellung, eine Beleuchtungsvorrichtung **300** mit einer Signalverarbeitungseinheit **301**, einer Speichereinheit **302** und einer Recheneinheit **303** und einer ersten Schnittstelleneinheit **304** und einer zweiten Schnittstelleneinheit **305**. Weiterhin ist ein Programmspeicher **306** vorgesehen. Die Leuchtmittel **307**, **308**, **309** sind mit der Schnittstelleneinheit **305** signalverbunden, wobei die Beleuchtungsvorrichtung **300** über die Schnittstelleneinheit **304** mit einem externen System, wie beispielsweise eine externe Steuereinheit, verbindbar ist, so dass Eingangsdaten, wie Farbanforderungen, per Schnittstelle zugänglich sind. Beispielsweise kann eine Verbindung mit einer Steuereinheit mit einem Bus-System erfolgen, wie beispielsweise mit einem CAN-Bus oder einem LIN-Bus. Dabei gibt eine externe Steuereinheit die Farbanforderung per Daten-Bus an eine Vielzahl von Beleuchtungsvorrichtungen aus, die diese Farbanforderung per Bus-Signal empfangen und umsetzen. Die Schnittstelle **304** erzeugt somit eine Verbindung zwischen dem Daten-Bus oder einem anderen vergleichbaren System zu der Signalverarbeitungseinheit.

[0069] Innerhalb der Signalverarbeitungseinheit verarbeitet die Recheneinheit **303** die eingehenden Signale, bedient sich dabei der Daten aus der einen Speichereinheit, in welcher beispielsweise die Korrekturwerte oder die Korrekturmatrix K abgespeichert sind. Des Weiteren bedient sich die Recheneinheit **303** der Daten des Programmspeichers **306**, in welchem beispielsweise das Programm zur Durchführung des Verfahrens abgespeichert ist.

[0070] Die Recheneinheit **303** steht mit einer Datenverbindung mit der Schnittstelle **305** in Verbindung und überträgt die Ausgangswerte für die Leuchtmittel an die Schnittstelle, welche dann aus den Ausgangswerten das jeweilige Ansteuerungssignal für das jeweilige Leuchtmittel **307** bis **309** erzeugt.

[0071] Darüber hinaus ist zu erkennen, dass die Signalverarbeitungseinheit über die Batterieverbinding **310** mit einer Versorgungsspannung versorgbar ist und das Gehäuse **311** auf Masse liegt.

[0072] Die [Fig. 5](#) zeigt eine Anordnung einer LIN-Busverbindungsschnittstelle **400** mit dem Eingang **401** und dem Ausgang **402**, wobei eine Batteriestromversorgung **403** vorgesehen ist. Wesentliches Element der Schnittstelle ist der LIN-Bussteuerungsbaustein **404**, welcher mit den Ausgangsanschlüssen **405**, **406** verbindbar ist, wobei weiterhin ein LIN-Busanschluss **407** vorgesehen ist, welcher über das Schaltelement **408** mit dem Ausgang **402** verbindbar ist.

[0073] Die [Fig. 6](#) zeigt die Anordnung verschiedener Beleuchtungsvorrichtungen **501**, **502** und **503**, die über einen LIN-Bus-Master **504** über Signalverbindung **505** miteinander verbunden sind, wobei der LIN-Bus-Master die Anforderungen an die LIN-Buselemente der Beleuchtungsvorrichtungen überträgt und diese die Anforderungen aufnehmen und umsetzen.

[0074] Die [Fig. 7](#) zeigt verschiedene Varianten einer Beleuchtungsvorrichtung, die beispielsweise in einer ersten Variante auf Basis einer Leiterplatte oder eines Flexleiters ausgebildet sein kann. Sie kann einen Bus-Transceiver aufweisen. Weiterhin können ein Spannungsregler und ein optionaler Watchdog vorgesehen sein. Darüber hinaus wird ein Microcontroller verwendet, der auf einen optionalen Speicher zugreifen kann. Vorgeesehen sind eine LED mit zwei oder mehreren Farben oder zwei oder mehrere LEDs.

[0075] In einer zweiten Variante kann wiederum eine Leiterplatte oder ein Flexleiter vorgesehen sein, wobei weiterhin ein Single-Board Computer (SBC) vorhanden ist, welcher der Bus-Transceiver, den Spannungsregler und/oder den optionalen Watchdog ausbilden kann. Darüber hinaus ist in der zweiten Variante ein Microcontroller mit einem optionalen Speicher vorgesehen, wobei weiterhin eine LED mit zwei oder mehreren Farben oder zwei oder mehrere LEDs vorgesehen sind.

[0076] In einer dritten Variante kann wiederum eine Leiterplatte oder ein Flexleiter als tragende Struktur verwendet werden, auf welcher ein Single-Chip verwendet wird, bestehend bevorzugt aus Bus-Transceiver, Spannungsregler, Microcontroller und dem optionalen Watchdog. Darüber hinaus kann ein optionaler Speicher vorgesehen sein. Weiterhin sind eine LED mit zwei oder mehreren Farben oder zwei oder mehrere LEDs vorgesehen.

[0077] Alternativ kann gemäß [Fig. 8](#) die Leiterplatte mit einem Bus-Transceiver, Spannungsregler und dem Microcontroller und den LEDs vorgesehen sein oder alternativ dazu statt der Leiterplatte ein Flexleiter und alternativ zu Bus-Transceiver, Spannungsregler und Microcontroller kann ein Single-Board Computer vorhanden sein, welcher den Bus-Transceiver und den Spannungsregler umfasst, wobei der Microcontroller getrennt ausgebildet sein. Alternativ können der Single-Board Computer und der Microcontroller zu einem Multichip zusammengefasst sein.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102005013344 A1 [[0002](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kalibrieren einer Beleuchtungsvorrichtung mit einer Mehrzahl von Leuchtmitteln, wobei die folgenden Verfahrensschritte durchgeführt werden:
 - Ermittlung der Farb- und Helligkeitswerte des jeweiligen Leuchtmittels,
 - Darstellung der Farb- und Helligkeitswerte in einer mathematischen Struktur (M),
 - Bildung einer inversen mathematischen Struktur (M^{-1})
 - Definition einer Referenz (R) für eine Vielzahl von Beleuchtungsvorrichtungen,
 - Erzeugung einer mathematischen Korrekturstruktur (K) aus der inversen Struktur (M^{-1}) und der Referenz (R),
 - Speicherung der Korrekturstruktur (K),
 - Anwendung der Korrekturstruktur (K) auf eine Farbanforderung (V) zur Erzeugung eines jeweiligen kalibrierten Ausgabewerts (A) für die Leuchtmittel,
 - Erzeugung eines jeweiligen Ansteuerungssignals aus dem jeweiligen Ausgabewert (A) zur Ansteuerung des jeweiligen Leuchtmittels.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die mathematische Struktur eine Matrix ist und die Korrekturmatrix aus einer Matrixmultiplikation der inversen Matrix (M^{-1}) und der Referenzmatrix (R) hervor geht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Korrekturstruktur in einem Speicher der Beleuchtungsvorrichtung gespeichert ist.
4. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Ansteuersignal ein getaktetes Signal für jedes der Leuchtmittel umfasst.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbanforderung als Signal von einem externen Signalgeber empfangen wird, wie über einen Datenbus.
6. Beleuchtungsvorrichtung mit einer Mehrzahl von Leuchtmitteln, einer Signalverarbeitungseinheit, einer Speichereinheit und einer Recheneinheit und einer ersten Schnittstelleneinheit, wobei die Leuchtmittel mit der Signalverarbeitungseinheit in Signalverbindung stehen, die Signalverarbeitungseinheit die Speichereinheit zur Speicherung von zumindest einer Korrekturstruktur aufweist und mit der ersten Schnittstelleneinheit in Signalverbindung steht zum Empfang von Farbanforderungen, zur Durchführung einer Kalibrierung gemäß zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche.
7. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungseinheit eine zweite Schnittstelleneinheit als Schnittstelle zu den Leuchtmitteln aufweist.
8. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungseinheit einen Programmspeicher aufweist zur Speicherung zumindest eines Programms.
9. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungseinheit eine Recheneinheit aufweist, die mit der Speichereinheit, dem Programmspeicher und der ersten und der zweiten Schnittstelleneinheit in Signalverbindung steht.
10. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei, drei, vier oder mehr Leuchtmittel vorgesehen sind.
11. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass drei Leuchtmittel mit den Farben Rot, Grün und Blau vorgesehen sind.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

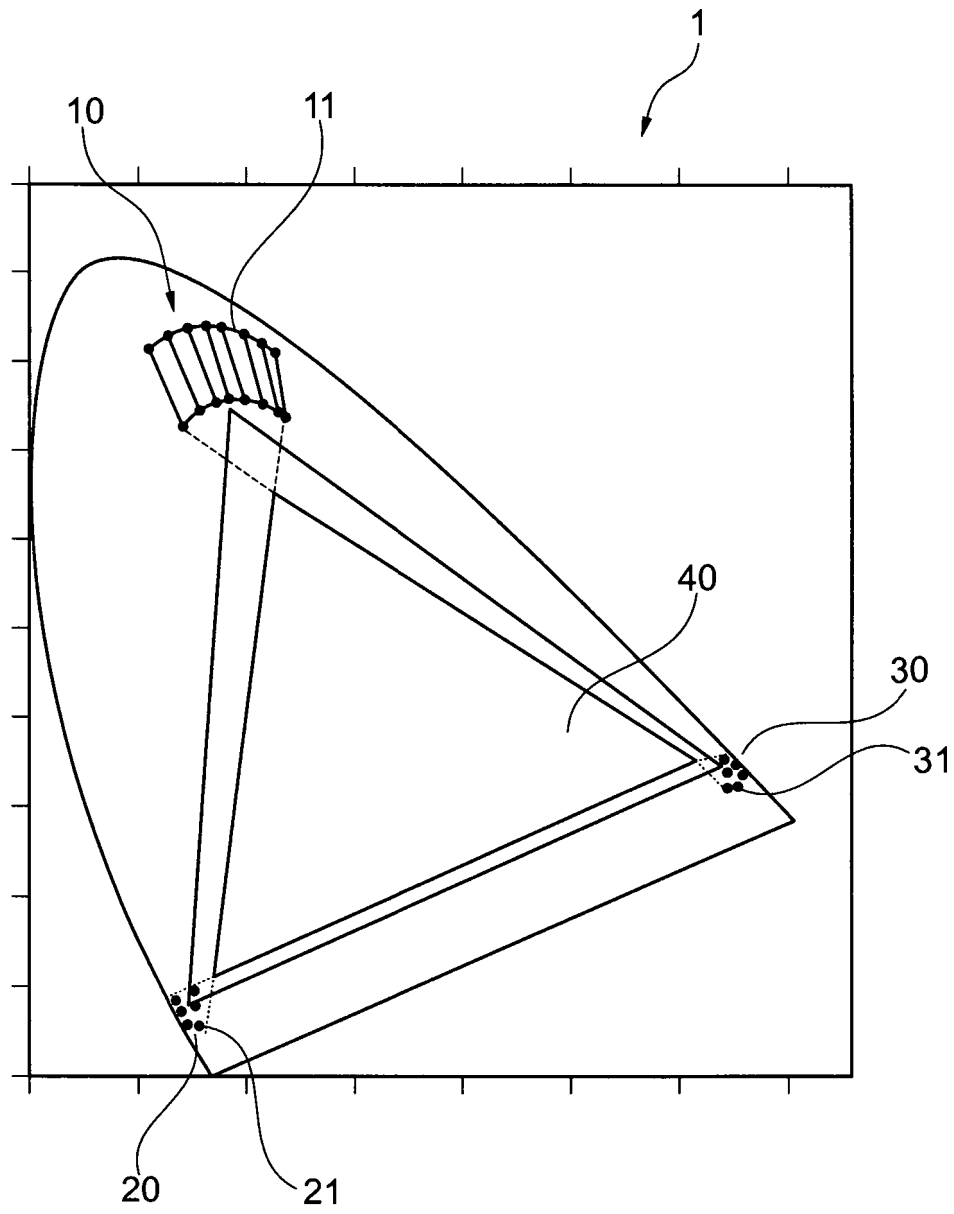


Fig. 1

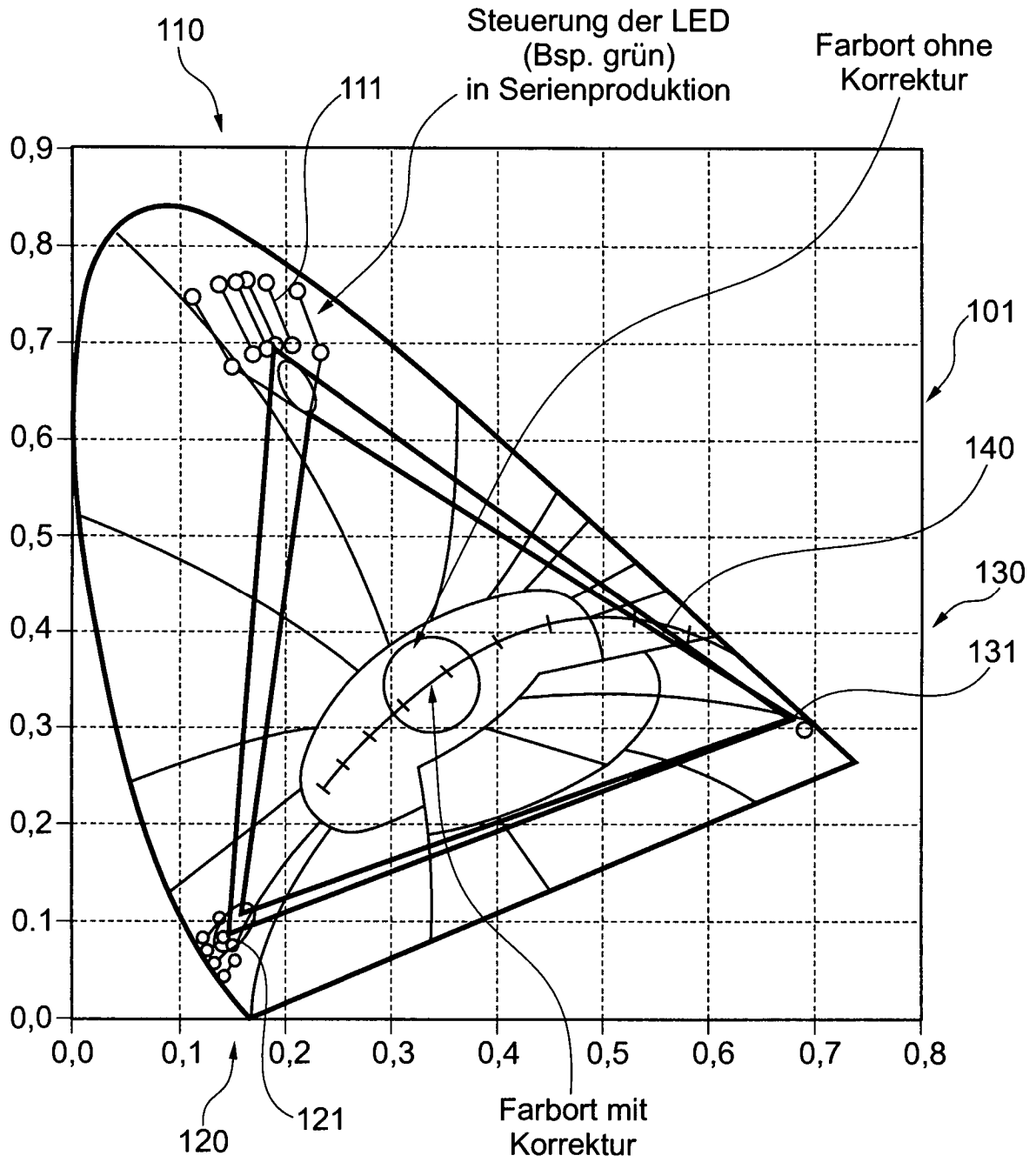


Fig. 2

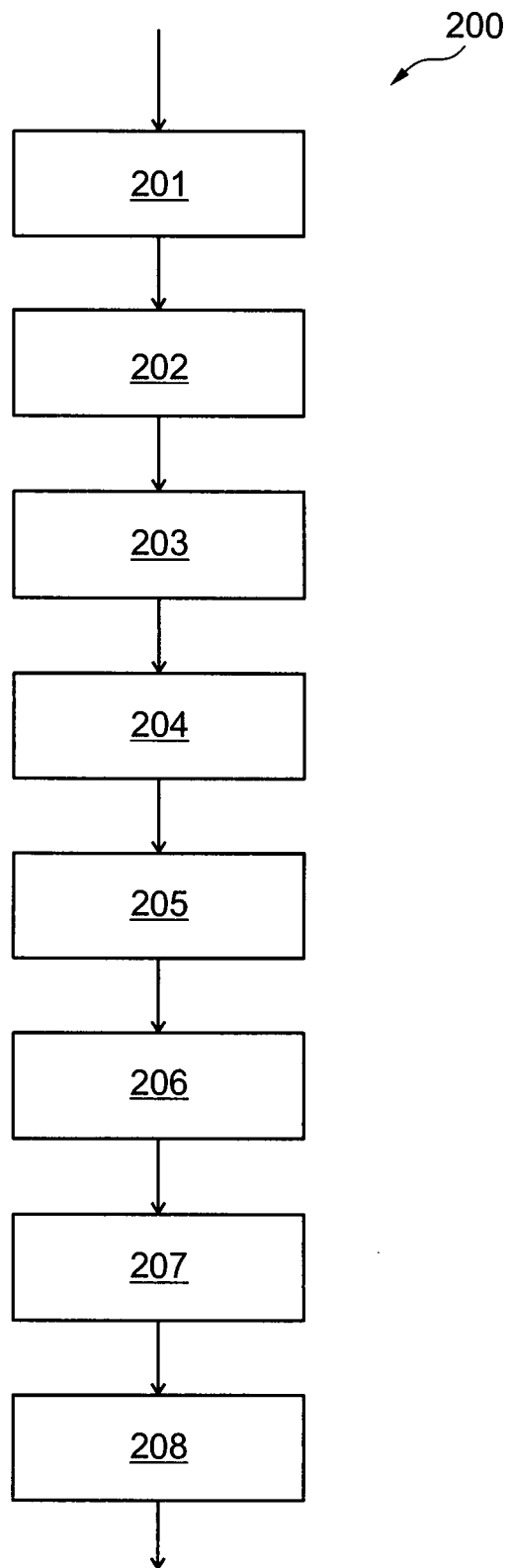


Fig. 3

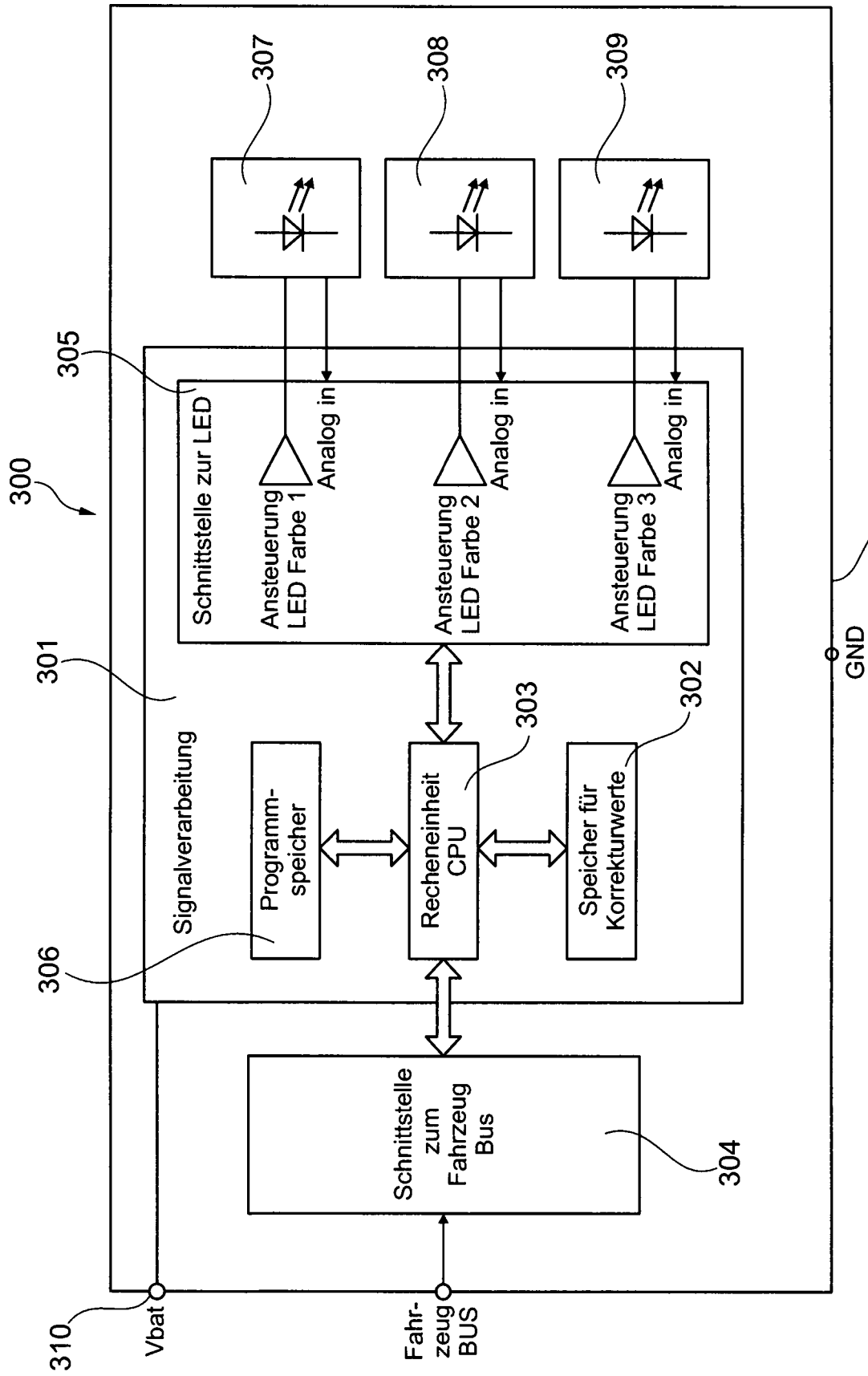


Fig. 4 311

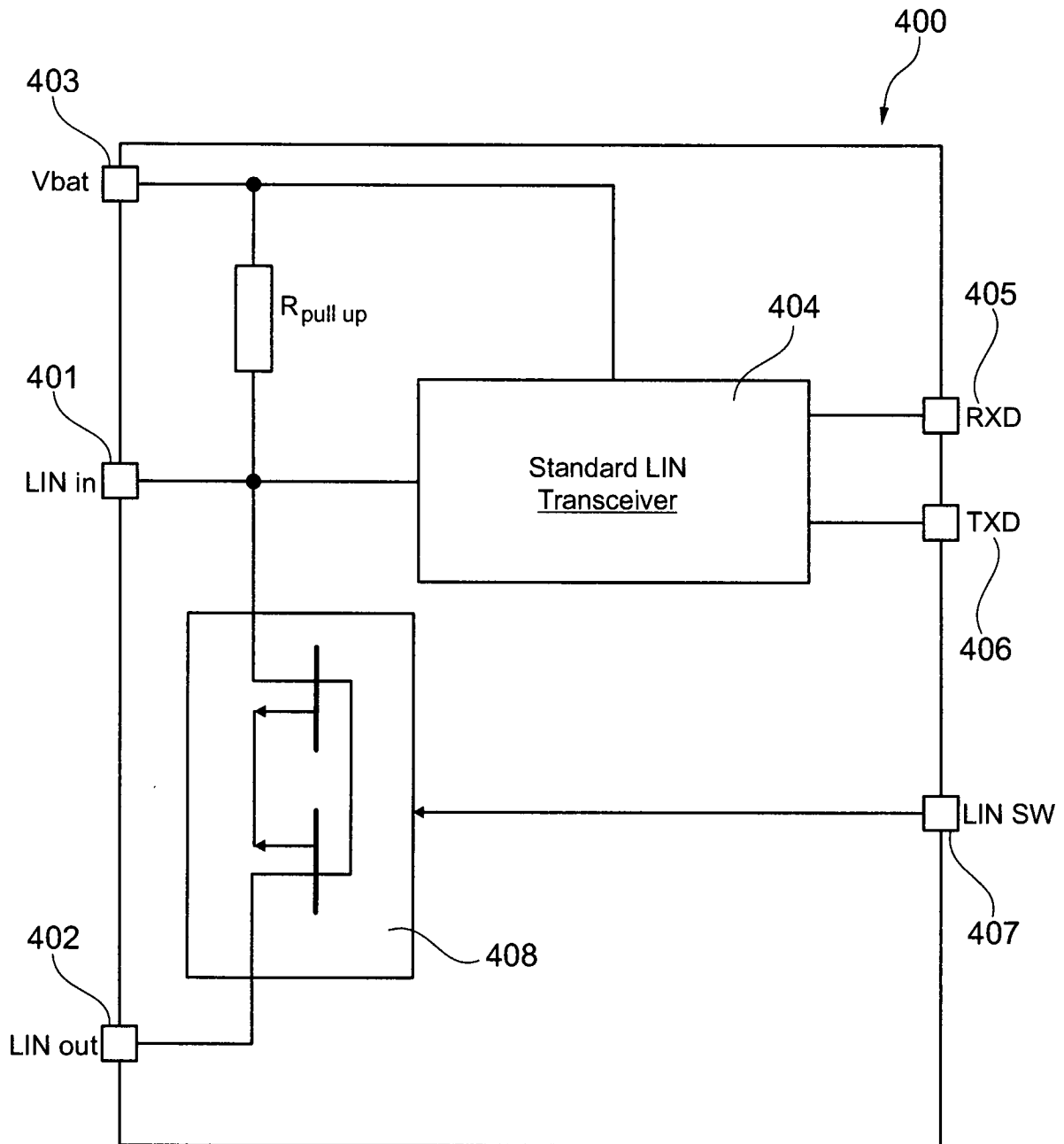


Fig. 5

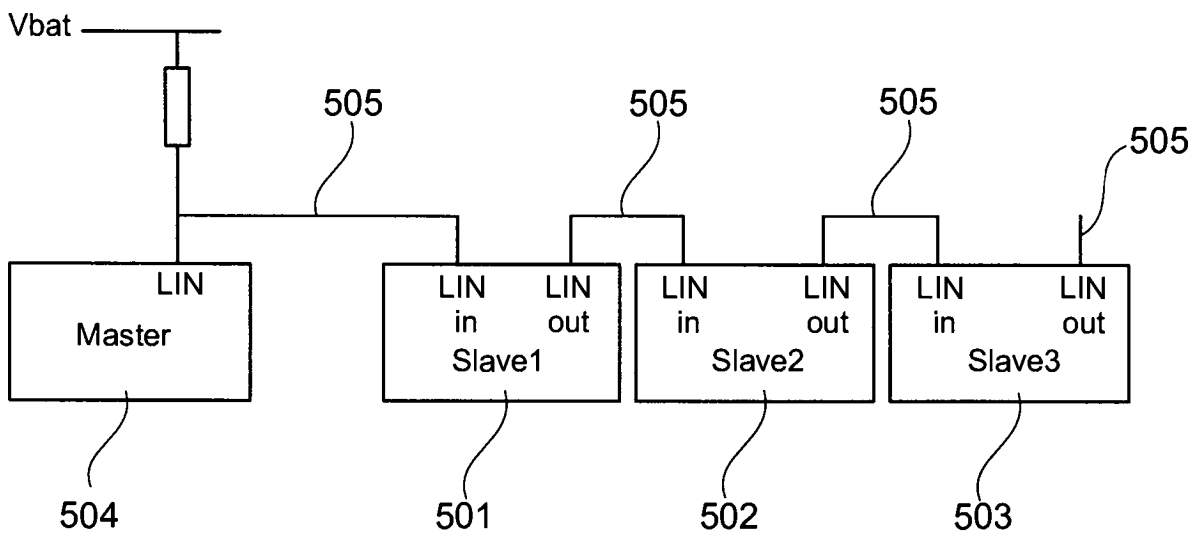


Fig. 6

Variante 1	Variante 2	Variante 3
Leiterplatte oder Flexleiter	Leiterplatte oder Flexleiter	Leiterplatte oder Flexleiter
Bus-Tranceiver	SBC bestehend aus <ul style="list-style-type: none"> • Bus-Tranceiver • Spannungsregler • optionaler Watchdog 	Single-Chip bestehend aus: <ul style="list-style-type: none"> • Bus-Tranceiver • Spannungsregler • Mikrocontroller • optionaler Watchdog
Spannungsregler		
Optionaler Watchdog		
Mikrocontroller	Mikrocontroller	
Optionaler Speicher	Optionaler Speicher	Optionaler Speicher
1 LED mit 2 oder mehreren Farben oder 2 oder mehrere LED's	1 LED mit 2 oder mehreren Farben oder 2 oder mehrere LED's	1 LED mit 2 oder mehreren Farben oder 2 oder mehrere LED's

Fig. 7

Leiterplatte	oder	Flexleiter	
Bus-Tranceiver	oder	SBC	oder
Spannungsregler		Mikrocontroller	
Mikrocontroller			Multichip
LED/LED's			

Fig. 8