



(10) **DE 10 2011 106 209 A1** 2011.12.08

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 106 209.6**

(22) Anmeldetag: **07.06.2011**

(43) Offenlegungstag: **08.12.2011**

(51) Int Cl.: **F21K 99/00 (2011.01)**  
**H01L 25/075 (2011.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2010002619 07.06.2010 MY**

(72) Erfinder:  
**Beng Low, Tek, Melaka, MY; Wah Tan, Eng,  
Melaka, MY; Lim, Chee Chian, Alor Gajah Melaka,  
MY**

(71) Anmelder:  
**Beng Low, Tek, Melaka, MY**

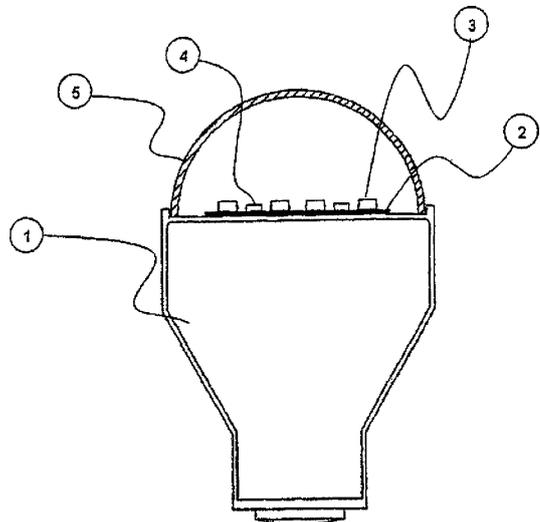
(74) Vertreter:  
**COHAUSZ & FLORACK Patent- und  
Rechtsanwälte Partnerschaftsgesellschaft, 40211,  
Düsseldorf, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **LED LIGHTING DEVICE WITH HIGH COLOUR RE-PRODUCIBILITY**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Lichtemissionsdioden-(LED-)Leuchtvorrichtung, umfassend eine Mehrzahl von LED-Bauelementen und gekennzeichnet durch das Mischen von: einer ersten Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus blauen LEDs mit einem hinzugefügten Lumineszenzkonversionselement, wobei das blaue Licht eine vorherrschende Wellenlänge im Bereich zwischen 430 nm und 460 nm aufweist, und wobei das Lumineszenzkonversionselement einen Anteil dieses blauen Lichts absorbiert und in ein Sekundärlicht umwandelt, welches einen Wellenlängenpeak im Bereich zwischen 520 nm und 545 nm aufweist einer zweiten Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus LEDs mit einer vorherrschenden Wellenlänge im Bereich zwischen 600 nm und 610 nm, und einer dritten Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus LEDs mit einer vorherrschenden Wellenlänge im Bereich zwischen 615 nm und 625 nm, zum Herstellen eines Lichtgemischs, welches gute Farbwiedergabeeigenschaften aufweist.



## Beschreibung

### 1. GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Lichtemissionsdioden-(LED-)Leuchtvorrichtung umfassend eine Mehrzahl von LED-Bauelementen und gekennzeichnet durch das Mischen einer ersten Lichtquelle, einer zweiten Lichtquelle und einer dritten Lichtquelle zum Herstellen eines endgültigen Lichtgemischs, welches gute Farbwiedergabe-Eigenschaften aufweist und welches Farbkoordinaten auf oder nahe an der Planck'schen Schwarzen-Strahler-Kurve aufweist.

### 2. STAND DER TECHNIK

**[0002]** Optoelektronische Bauelemente, wie LEDs, finden in der Welt von heute verbreitet Anwendung, besonders für Leucht- und Signalvorrichtungen. Konventionelle LEDs sind von Natur aus in der Lage, gesättigte Farben zu erzeugen, sowohl im Bereich langer Wellenlängen, wie etwa Rot, als auch im Bereich kürzerer Wellenlängen, wie etwa Blau, am anderen Ende des Spektrums, abhängig vom Halbleitermaterial, das für die Herstellung des LED-Chips verwendet wird. Die Materialien GaP und AlInGaP werden gewöhnlich verwendet, um Farben im roten, orangen und gelben Bereich des Spektrums zu erzeugen. Für Blau werden dagegen GaN und InGaP verwendet. Diese gesättigten Farben können auch gemischt werden, damit ein weiter Farbbereich erzeugt werden kann. So können zum Beispiel Rot, Grün und Blau in einem bestimmten Verhältnis gemischt werden, damit Weiß erzeugt wird. Dieses Vorgehen ist im Stand der Technik mehrfach beschrieben worden.

**[0003]** Da der Anwendungsbereich für LEDs beständig größer wird, besteht ein Bedarf an einem immer weiteren Bereich an Farben, besonders an Farben, deren Koordinaten an oder in der Nähe der Planck'schen Schwarzen-Strahler-Kurve liegen. Das ist deshalb wesentlich, weil die meisten der heutigen Lichtquellen Licht in diesem Farbbereich emittieren. Ferner stellen diese Lichtquellen Licht mit sehr guten Farbwiedergabe-Eigenschaften bereit.

**[0004]** Ein Ansatz, diesem Bedarf gerecht zu werden, besteht darin, ein Lumineszenzkonversionselement zu verwenden. Ein derartiges Verfahren ist beschrieben bei Höhn et al. in der US-Patentschrift 6,066,861. Gemäß diesem Stand der Technik ist ein Verfahren beschrieben, welches ein Lumineszenzkonversionselement verwendet, um einen Anteil einer ersten Wellenlänge, welche durch einen Halbleiter-Körper emittiert wird, in eine längere abgestrahlte Wellenlänge umzuwandeln. Das macht es möglich, ein Bauelement herzustellen, welches polychromatisches Licht abstrahlt, insbesondere weißes Licht, mit einem einzigen lichtemittierenden Halblei-

ter-Chip. Bei richtiger Primärlichtquelle und richtiger Wahl des Lumineszenzkonversionselements kann am Ende ein Lichtgemisch mit Farbkoordinaten auf oder nahe an der Planck'schen Schwarzen-Strahler-Kurve hergestellt werden.

**[0005]** Allerdings können derartige Verfahren kein Licht mit guten Farbwiedergabe-Eigenschaften herstellen. Der Farbwiedergabe-Index (CRI) wird typischerweise zum Messen der Farbwiedergabe-Eigenschaften einer Lichtquelle verwendet. Der CRI bietet ein relatives Maß für die Farbwiedergabe eines Beleuchtungssystems verglichen mit jener eines Schwarzen Strahlers. Eine ideale Lichtquelle hätte einen CRI von 100. Eine derartige Lichtquelle ist immer zu bevorzugen. Tageslicht weist zum Beispiel den höchsten CRI von 100 auf, während Leuchtstofflampen einen CRI im Bereich zwischen 70 und 80 aufweisen.

**[0006]** Typische blaue LEDs mit einem hinzugefügten Lumineszenzkonversionselement weisen andererseits nur einen CRI im Bereich zwischen 60 und 75 auf. Für typische Beleuchtungsanwendungen ist ein CRI zwischen 75 und 90 erforderlich, damit komfortables Sehen für das menschliche Auge und optimale Farbwiedergabe bereitgestellt sind. Es gibt zahlreiche Anteile von Farbkomponenten, die in dem umgewandelten abgestrahlten Licht nicht vorkommen, besonders im Bereich der höheren Wellenlängen zwischen 600 nm und 700 nm. Folglich besteht eines der Verfahren zum Verbessern der Farbwiedergabe blauer LEDs mit einem hinzugefügten Lumineszenzkonversionselement darin, rote LEDs als zweite Lichtquelle in die Leuchtvorrichtung einzubringen. Dieses Verfahren ist in der US-Patentschrift 7,213,940 beschrieben.

**[0007]** Die US-Patentschrift 7,213,940 beschreibt eine Leuchtvorrichtung umfassend eine erste und eine zweite Gruppe von Festkörperbeleuchtungsstrahlern, welche Licht emittieren, das eine vorherrschende Wellenlänge jeweils im Bereich zwischen 430 nm und 480 nm und im Bereich zwischen 600 nm und 630 nm aufweist; und eine erste Gruppe von Leuchtstoffen, welche Licht emittieren, das eine vorherrschende Wellenlänge im Bereich zwischen 555 nm und 585 nm aufweist. Diese konkrete Gruppe von Leuchtstoffen wird auch allgemein bezeichnet als gelb-grüne Leuchtstoffe, aufgrund der Farbe des emittierten Lichts. Materialien, die verwendet werden können, um derartige Leuchtstoffe herzustellen, sind beispielsweise Yttrium-Aluminium-Granat (YAG), Terbi-um-Aluminium-Granat (TAG), usw.

**[0008]** In der vorliegenden Patentschrift soll ein alternatives Verfahren zum Erzeugen eines Lichtgemischs, noch dazu mit guten Farbwiedergabe-Eigenschaften, beschrieben werden.

## 3. BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0009] In den beigegeführten Zeichnungen zeigen:

[0010] [Fig. 1](#) die CIE-Normfarbtafel, wobei die Planck'sche Schwarzen-Strahler-Kurve dargestellt ist;

[0011] [Fig. 2](#) das typische Farbspektrum blauer LEDs mit einem hinzugefügten Lumineszenzkonversionselement;

[0012] [Fig. 3](#) ein typisches Diagramm des Emissionsspektrums des Lumineszenzkonversionselements;

[0013] [Fig. 4](#) eine typisches Diagramm des Farbspektrums des gemischten Lichts aus den blauen LEDs und der Emission des Lumineszenzkonversionselements;

[0014] [Fig. 5](#) ein typisches Diagramm des Farbspektrums des gemischten Lichts aus der Leuchtvorrichtung;

[0015] [Fig. 6](#) die schematische Darstellung der ersten beispielhaften Ausführungsform einer LED-Lampe gemäß der Erfindung;

[0016] [Fig. 7](#) die schematische Darstellung der ersten beispielhaften Ausführungsform der Bauelemente und der Leiterplatte gemäß der Erfindung.

## 4. AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0017] Die Erfindung betrifft eine Lichtemissionsdioden-(LED-)Leuchtvorrichtung, die mehrere LED-Bauelemente umfasst, und die gekennzeichnet ist durch das Mischen einer ersten Lichtquelle, einer zweiten Lichtquelle und einer dritten Lichtquelle zum Herstellen eines endgültigen Lichtgemischs, welches gute Farbwiedergabe-Eigenschaften aufweist und welches Farbkoordinaten auf oder nahe an der Planck'schen Schwarzen-Strahler-Kurve aufweist, wie gezeigt in [Fig. 1](#).

[0018] Blaue LEDs mit einem hinzugefügten Lumineszenzkonversionselement werden typischerweise als die erste Lichtquelle für die meisten heutigen LED-Leuchtvorrichtungen verwendet. Eine derartige Lichtquelle kann Farben erzeugen mit Farbkoordinaten auf oder nahe an der Planck'schen Schwarzen-Strahler-Kurve. Ein typisches Farbspektrum einer derartigen Lichtquelle ist in [Fig. 2](#) gezeigt. Wenn gleich eine derartige Lichtquelle in der Lage ist, die gewünschte Farbe für die meisten Anwendungen zu erzeugen, so bleibt die Farbwiedergabe doch normalerweise hinter den Erwartungen zurück.

[0019] Gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst eine Lichtemissionsdioden-(LED-)Leuchtvorrichtung mit guter Farbwiedergabe mehrere LED-Bauelemente und sie ist gekennzeichnet durch das Mischen von einer ersten Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus blauen LEDs mit einem hinzugefügten Lumineszenzkonversionselement, wobei das blaue Licht eine vorherrschende Wellenlänge im Bereich zwischen 430 nm und 460 nm aufweist, und wobei das Lumineszenzkonversionselement einen Anteil des blauen Lichts absorbiert und in ein Sekundärlicht umwandelt, welches einen Wellenlängenpeak im Bereich zwischen 520 nm und 545 nm aufweist; und einer zweiten Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus LEDs mit einer vorherrschenden Wellenlänge im Bereich zwischen 600 nm und 610 nm; und einer dritten Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus LEDs mit einer vorherrschenden Wellenlänge im Bereich zwischen 615 nm und 625 nm.

[0020] Die erste Gruppe von Lichtquellen ist aus blauen LEDs mit einem hinzugefügten Lumineszenzkonversionselement aufgebaut. Die blauen LEDs können aus einem Nitridverbindungs-Halbleiter hergestellt sein, wie etwa aus InGaN oder GaN dotiert mit Fremdstoffen. Die blauen LEDs sind derart ausgewählt, dass die emittierte Wellenlänge geeignet ist, durch das Lumineszenzkonversionselement absorbiert zu werden. Gemäß der vorliegenden Erfindung weisen die blauen LEDs eine vorherrschende Wellenlänge im Bereich zwischen 430 nm und 460 nm auf und das Lumineszenzkonversionselement absorbiert einen Anteil dieses blauen Lichts und wandelt ihn in ein Sekundärlicht um, welches einen Wellenlängenpeak im Bereich zwischen 520 nm und 545 nm aufweist.

[0021] Ein typisches Emissionsspektrum eines derartigen Lumineszenzkonversionselements ist in [Fig. 3](#) gezeigt. Ein derartiges Lumineszenzkonversionselement würde einen Anteil des blauen Lichts absorbieren und in weiterer Folge ein Sekundärlicht emittieren, welches einen Wellenlängenpeak im Bereich zwischen 520 nm und 545 nm aufweist. Die Sekundäremission wird eine typische halbe Leistungsbreite zwischen etwa 60 nm und 100 nm aufweisen. Ein derartiges Lumineszenzkonversionselement ist gemeinhin auch bekannt als grüner Leuchtstoff, aufgrund der Farbe, welche durch den Leuchtstoff abgestrahlt wird. Eine typische Materialzusammensetzung für ein derartiges Lumineszenzkonversionselement umfasst Silikate, aktiviert mit Europium, und seltenerd-dotierte Granate, aktiviert mit Cerium. Diese Materialien erweisen sich als sehr effizient beim Umwandeln von Licht verglichen mit anderen, da die emittierten Wellenlängen in dem Bereich liegen, in welchem das menschliche Auge die größte Empfindlichkeit aufweist.

**[0022]** Das gemischte Licht aus den blauen LEDs und die Emission des Lumineszenzkonversionselements würden ein typisches Farbspektrum aufweisen, wie in [Fig. 4](#) gezeigt. Die Farbe des gemischten Lichts würde sich für den Betrachter als ein sehr starker Grünton darstellen, und sie wäre bestimmt nicht geeignet für allgemeine Beleuchtungsanwendungen. Um weißes Licht zu erzeugen mit Farbkoordinaten auf oder nahe an der Planck'schen Schwarzen-Strahler-Kurve, welches für allgemeine Beleuchtung geeignet ist, sind zwei weitere Gruppen von Lichtquellen erforderlich. Die zweite Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus LEDs, sollte eine vorherrschende Wellenlänge im Bereich zwischen 600 nm und 610 nm aufweisen und eine dritte Gruppe von Lichtquellen aufgebaut aus LEDs sollte eine vorherrschende Wellenlänge im Bereich zwischen 615 nm und 625 nm aufweisen. Beide Gruppen von LEDs können aus einem Verbindungs-Halbleitermaterial hergestellt sein, wie etwa AlInGaP und GaP. Das Mischverhältnis hinsichtlich des ausgegebenen Lichts zwischen den drei Gruppen von Lichtquellen liegt typischerweise jeweils in einem Bereich zwischen 55% und 75%, zwischen 10% und 20% und zwischen 20% und 30%. Mit diesem Gemisch könnte weißes Licht mit Farbkoordinaten auf oder nahe an der Planck'schen Schwarzen-Strahler-Kurve hergestellt werden. Durch Variieren des Farbspektrums oder der Wellenlänge der drei Lichtquellen und des Mischverhältnisses für jede Gruppe könnten die Farbkoordinaten für das endgültige Gemisch entlang der Planck'schen Schwarzen-Strahler-Kurve variiert werden. Das typische Farbspektrum des endgültigen gemischten Lichts ist in [Fig. 5](#) dargestellt. Eine derartige Lichtquelle erzeugt gute Farbwiedergabe-Eigenschaften und weist einen typischen CRI im Bereich zwischen 75 und 90 auf. Dieser CRI-Bereich ist geeignet für allgemeine Beleuchtungsanwendungen.

**[0023]** [Fig. 6](#) zeigt eine schematische Darstellung der ersten beispielhaften Ausführungsform einer LED-Lampe gemäß der Erfindung. Die LED-Lampe weist außen ein Gehäuse **1** auf. Dieses Gehäuse kann aus Metall hergestellt sein, wie etwa aus Aluminium oder Gußeisen. Es kann auch aus konventionellem Kunststoff geformt sein, wie etwa aus ABS. Die Lichtquellen sind auf einer Leiterplatte **2** (PCB) aufgebaut. [Fig. 7](#) zeigt ein typisches Layout der Leiterplatte, wobei die Lichtquellen montiert sind. Eine Gruppe von blauen LEDs mit einem hinzugefügten Lumineszenzkonversionselement **3** wird typischerweise als erste Lichtquelle verwendet. Die blauen LEDs weisen eine vorherrschende Wellenlänge im Bereich zwischen 430 nm und 460 nm auf und das Lumineszenzkonversionselement absorbiert einen Anteil des blauen Lichts und wandelt ihn in Sekundärlicht um, welches einen Wellenlängenpeak im Bereich zwischen 520 nm und 545 nm aufweist. Diese Gruppe von Lichtquellen erzeugt typischerweise eine hohen Gesamtlichtstrom im Bereich zwischen 400 Lumen

und 1000 Lumen. Mehrere dieser Lichtquellen sind in einer elektrischen Schaltungsanordnung eingebaut, derart, dass eine elektrische Verbindung hergestellt werden kann. In der Matrix der ersten Lichtquelle sind LEDs mit einer vorherrschenden Wellenlänge zwischen 615 nm und 625 nm und zwischen 600 nm und 610 nm als zweite Lichtquellen **4** in der elektrischen Schaltungsanordnung hinzugefügt, derart, dass der Farbwiedergabe-Index (CRI) des Lichts verbessert werden kann. Die zweiten Lichtquellen werden typischerweise etwa zwischen 25% und 40% der ersten Lichtquelle liefern. In diesem Mischverhältnis wird das erzeugte weiße Licht Farbkoordinaten auf oder nahe an der Planck'schen Schwarzen-Strahler-Kurve aufweisen. Der CRI der Leuchtvorrichtung würde ebenfalls etwa im Bereich zwischen 75 und 90 liegen.

**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**

- US 6066861 [[0004](#)]
- US 7213940 [[0006](#), [0007](#)]

**Patentansprüche**

einer dritten Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus LEDs mit einer vorherrschenden Wellenlänge im Bereich zwischen 615 nm und 625 nm.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

1. Lichtemissionsdioden-(LED-)Leuchtvorrichtung mit guter Farbwiedergabe umfassend eine Mehrzahl von LED-Bauelementen und gekennzeichnet durch das Mischen von:

einer ersten Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus blauen LEDs mit einem hinzugefügten Lumineszenzkonversionselement, wobei das blaue Licht eine vorherrschende Wellenlänge in dem Bereich zwischen 430 nm und 460 nm aufweist, und wobei das Lumineszenzkonversionselement einen Anteil dieses blauen Lichts absorbiert und in ein Sekundärlicht umwandelt, welches einen Wellenlängenpeak im Bereich zwischen 520 nm und 545 nm aufweist; und einer weiteren Gruppe von Lichtquellen mit längerer Wellenlänge, aufgebaut aus LEDs mit einer vorherrschenden Wellenlänge größer als 600 nm.

2. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Gruppe mit längerer Wellenlänge umfasst:

eine Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus LEDs mit einer vorherrschenden Wellenlänge im Bereich zwischen 600 nm und 610 nm; und

eine weitere Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus LEDs mit einer vorherrschenden Wellenlänge im Bereich zwischen 615 nm und 625 nm.

3. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Farbe des gemischten Lichts Farbkoordinaten auf oder nahe an der Planck'schen Schwarzen-Strahler-Kurve aufweist.

4. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 2, wobei das Mischverhältnis hinsichtlich des ausgegebenen Lichts zwischen den drei Gruppen von Lichtquellen typischerweise jeweils im Bereich zwischen 55% und 75%, zwischen 10% und 20% und zwischen 20% und 30% liegt.

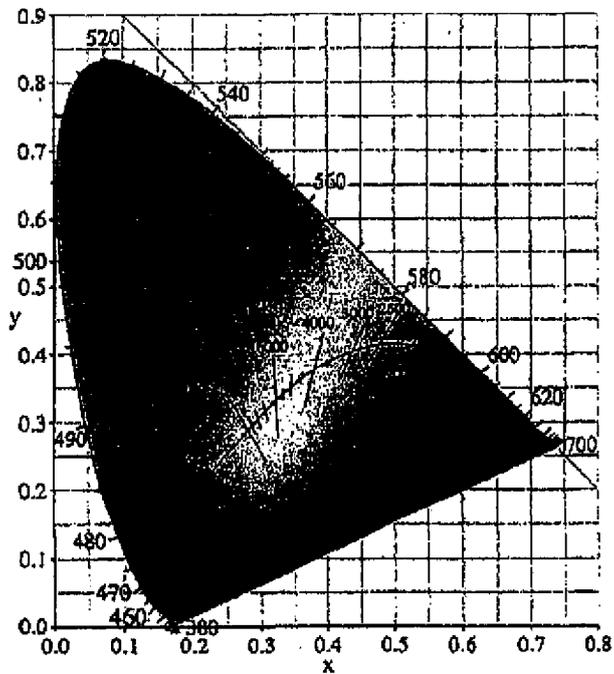
5. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Farbwiedergabe-Index im Bereich zwischen 75 und 90 liegt.

6. Lichtemissionsdioden-(LED-)Leuchtvorrichtung mit guter Farbwiedergabe umfassend eine Mehrzahl von LED-Bauelementen und gekennzeichnet durch das Mischen von:

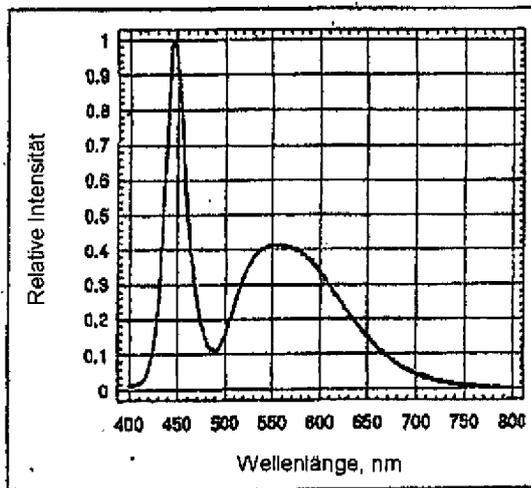
einer ersten Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus blauen LEDs mit einem hinzugefügten Lumineszenzkonversionselement, wobei das blaue Licht eine vorherrschende Wellenlänge in dem Bereich zwischen 430 nm und 460 nm aufweist, und wobei das Lumineszenzkonversionselement einen Anteil dieses blauen Lichts absorbiert und in ein Sekundärlicht umwandelt, welches einen Wellenlängenpeak im Bereich zwischen 520 nm und 545 nm aufweist;

einer zweiten Gruppe von Lichtquellen, aufgebaut aus LEDs mit einer vorherrschenden Wellenlänge im Bereich zwischen 600 nm und 610 nm; und

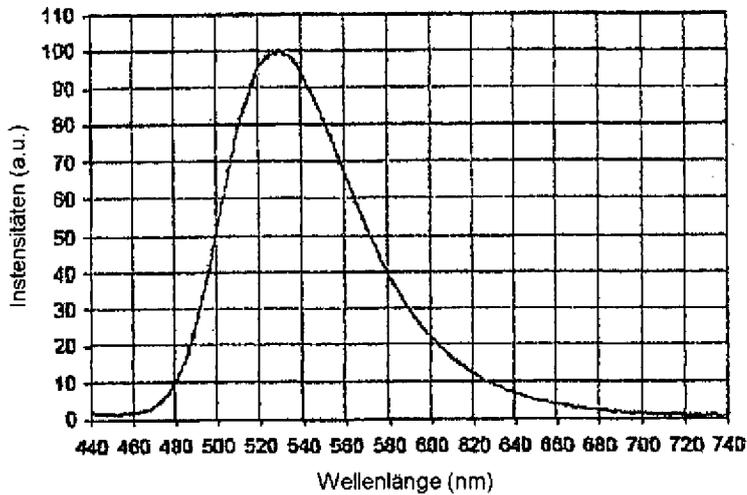
Anhängende Zeichnungen



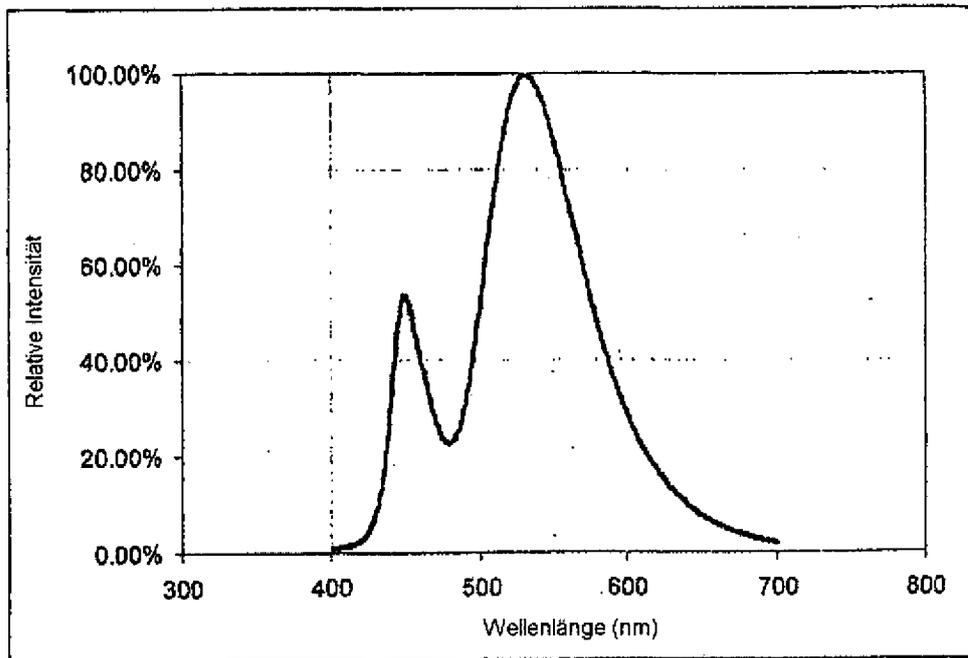
Figur 1 - CIE-Normfarbtafel, wobei die Planck'sche Schwarzen-Strahler-Kurve dargestellt ist.



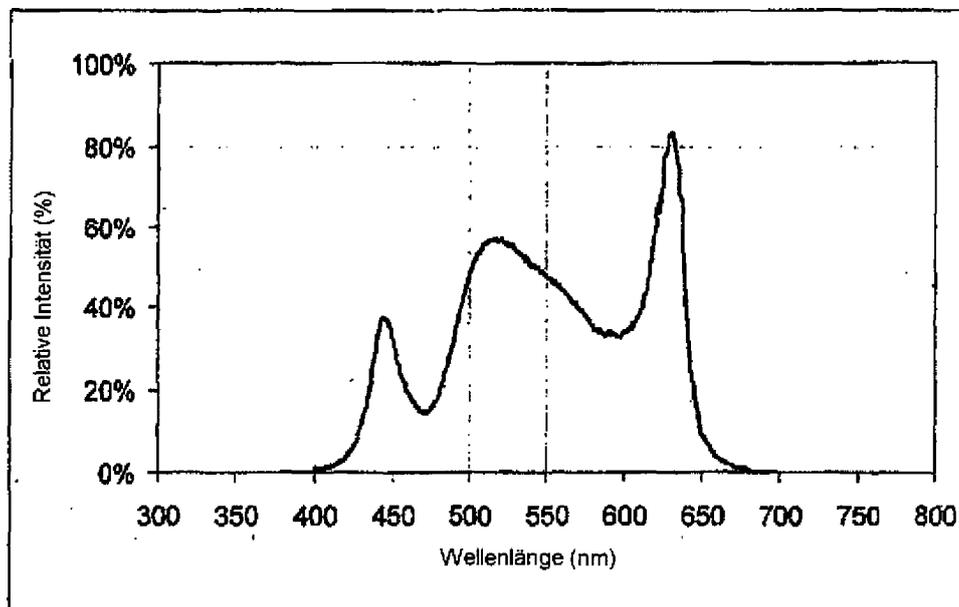
Figur 2- Typisches Farbspektrum blauer LEDs mit hinzugefügtem Lumineszenzkonversionselement.



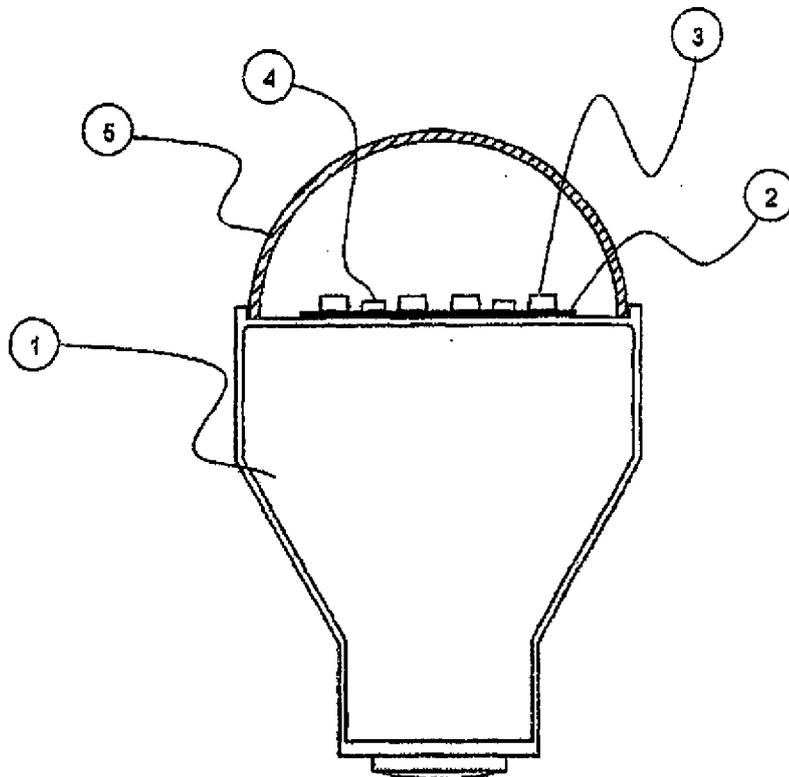
Figur 3 zeigt ein typisches Diagramm des Emissionsspektrums des Lumineszenzkonversionselements.



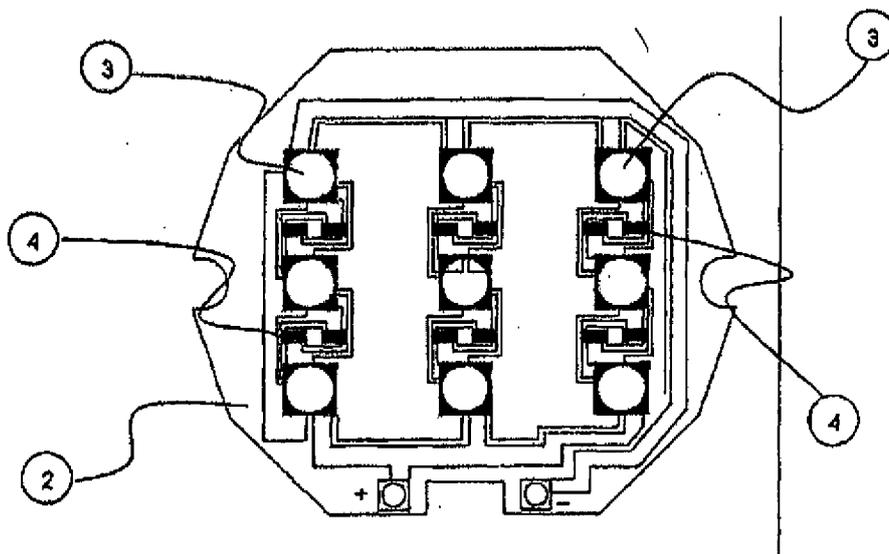
Figur 4 zeigt ein typisches Diagramm des Farbspektrums des gemischten Lichts aus den blauen LEDs und der Emission des Lumineszenzkonversionselements.



Figur 5 zeigt ein typisches Diagramm des Farbspektrums des gemischten Lichts aus der Leuchtvorrichtung.



Figur 6 - schematische Darstellung der ersten beispielhaften Ausführungsform einer LED-Lampe gemäß der Erfindung.



Figur 7 - schematische Darstellung der ersten beispielhaften Ausführungsform der Bauelemente und der Leiterplatte gemäß der Erfindung.