

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
27. Februar 2014 (27.02.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/029773 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 25/075 (2006.01) *H01L 33/50* (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/067316

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. August 2013 (20.08.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 214 828.0
21. August 2012 (21.08.2012) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **BUTENDEICH, Rainer**; St.-Joseph-Str. 10,
93059 Regensburg (DE). **SABATHIL, Matthias**;
Glasbläserstr. 2, 93059 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH,
ZUSAMMENSCHLUSS NR. 175**; Ridlerstr. 55, 80339
München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

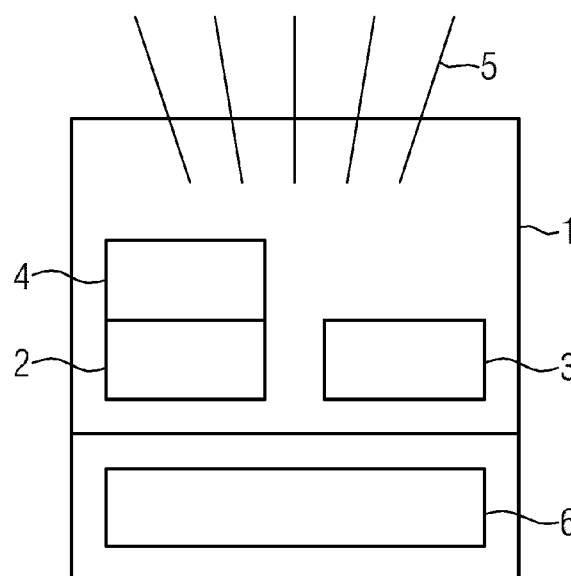
(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LIGHT-EMITTING DIODE ARRANGEMENT FOR GENERATING WHITE LIGHT

(54) Bezeichnung : LICHEMITTIERENDE DIODENANORDNUNG ZUR ERZEUGUNG VON WEISSEM LICHT

FIG 1



(57) **Abstract:** The invention relates to an arrangement (1) for generating white light (5), having at least two light-emitting diodes, the first diode (2) being designed to generate blue light. A conversion element (4) associated with the first diode is designed to convert a part of the blue light from the first diode into green light and to convert a part of the blue light from the first diode into red light. The second diode (3) is provided to emit red light.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Anordnung (1) zur Erzeugung von weißem Licht (5) mit wenigstens zwei Licht emittierenden Dioden wobei die erste Diode (2) ausgebildet ist, um blaues Licht zu erzeugen, wobei der ersten Diode ein Konversionselement (4) zugeordnet ist, wobei das Konversionselement ausgebildet ist, um einen Teil des blauen Lichts der ersten Diode in grünes Licht zu wandeln, wobei das Konversionselement ausgebildet ist, um einen Teil des blauen Lichts der ersten Diode in rotes Licht zu wandeln, wobei die zweite Diode (3) vorgesehen ist, um rotes Licht zu emittieren.



LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Beschreibung

**LICHTEMITTIERENDE DIODENANORDNUNG ZUR
ERZEUGUNG VON WEISSEM LICHT**

5 Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Erzeugung von weißem Licht mit Licht emittierenden Dioden gemäß Patentanspruch 1 und ein Verfahren zur Herstellung einer Anordnung mit Licht emittierenden Dioden gemäß Patentanspruch 9.

10 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2012 214 828.0, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Im Stand der Technik ist es bekannt, mit Hilfe einer roten
15 LED und einer blauen LED mit zusätzlichem Phosphor für einen Grünanteil ein weißes Licht zu erzeugen.

Dabei ist es erforderlich, zusätzlich zur Selektion der Wellenlängen der LEDs auch die LEDs in Bezug auf die Lichtströme
20 passend zueinander abzustimmen. Eine fehlende Abstimmung der Lichtströme der LEDs kann durch eine selektive elektrische Ansteuerung ausgeglichen werden, die jedoch relativ aufwändig ist.

25 Die beschriebene Anordnung kann nur mit speziell gebildeten ausgewählten LEDs hergestellt werden, wobei ein Teil der hergestellten LEDs aufgrund der nicht geeigneten Lichtströme nicht verwendet werden kann.

30 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Anordnung bereitzustellen, mit der Licht emittierende Dioden (LEDs) auch mit größeren Lichtstromunterschieden, d. h. Helligkeitsunterschieden, verbaut werden können.

35 Weiterhin besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Verfahren zur Herstellung einer Anordnung mit zwei LEDs bereitzustellen, bei der auch LEDs verwendet werden können, die in

Bezug auf die Lichtströme, d. h. die Helligkeitsverhältnisse, nicht präzise zueinander passen.

Die beschriebene Anordnung und das beschriebene Verfahren
5 weisen den Vorteil auf, dass ein größerer Teil der zur Verfügung stehenden LEDs für eine Anordnung zur Erzeugung von weißem Licht verbaut werden kann.

Die beschriebene Anordnung und das beschriebene Verfahren
10 weisen den Vorteil auf, dass Helligkeitsunterschiede zwischen LEDs, die nicht zu einem gewünschten Farbort im Bereich der Planck-Kurve führen würden, durch ein entsprechendes Konversionselement ausgeglichen werden, indem im Konversionselement ein Teil des blauen Lichts der ersten Diode in rotes Licht
15 umgewandelt wird.

Durch die entsprechende Anpassung des Konversionselements können Lichtstromunterschiede, d. h. Helligkeitsunterschiede, der LEDs ausgeglichen werden.
20

Mit Hilfe der beschriebenen Anordnung und des beschriebenen Verfahrens kann ein größerer Teil der bei der Produktion der LEDs entstehenden LEDs mit unterschiedlichen Helligkeitsverteilungen verwendet werden, um eine Anordnung mit einer roten
25 LED und wenigstens einer blauen LED herzustellen, die weißes Licht erzeugt.

Weitere Ausführungsformen der Anordnung und des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.
30

Ein einfaches und kostengünstiges Konversionselement wird erhalten, indem grüner Phosphor und/oder roter Phosphor verwendet wird, um das blaue Licht der ersten Diode in grünes bzw. in rotes Licht umzuwandeln. Die Verwendung von rotem und grünem Phosphor ist eine bekannte Technik, die einfach und kostengünstig auszuführen ist.
35

Die beschriebene Anordnung und das beschriebene Verfahren weisen den Vorteil auf, dass lichtschwache rote LEDs verwendet werden können. Dies wird dadurch erreicht, dass das Konversionselement der blauen LED in der Weise ausgebildet ist, dass das vom Konversionselement abgegebene Licht einen Farbort in einer Farbtafel aufweist, der zwischen einer Konversionsgeraden des grünen Phosphors und der Planck-Kurve liegt. Als Farbtafel wird eine CIE 1931 Normfarbtafel verwendet.

In einer weiteren Ausführungsform können viele der in der Produktion entstehenden ersten und zweiten Dioden zum Aufbau der Anordnung zur Erzeugung von weißem Licht verwendet werden. Dies wird dadurch erreicht, dass die erste Diode 2 und das Konversionselement in der Weise ausgewählt werden, dass das vom Konversionselement abgegebene Licht einen Farbort in einem Dreiecksbereich der Normfarbtafel aufweist, wobei der Dreiecksbereich durch eine sechste Linie begrenzt ist, die mit folgender Formel beschrieben werden kann: $C_y = -(2,453 \cdot C_x^2) + 2,446 \cdot C_x - 0,195$, und wobei der Dreiecksbereich von einer siebten Linie begrenzt wird, die durch folgende Formel beschrieben werden kann: $C_y = 1,478 \cdot C_x - 0,110$, wobei mit C_y der y-Wert der Normfarbtafel und mit C_x der x-Wert der Normfarbtafel bezeichnet ist.

In einer weiteren Ausführungsform wird zusätzlich zu der ersten Diode eine weitere erste Diode vorgesehen, die ebenfalls blaues Licht emittiert und ein weiteres erstes Konversionselement aufweist. Auf diese Weise können Anordnungen zur Erzeugung von weißem Licht mit unterschiedlichen Helligkeitsgraden bereitgestellt werden.

Durch die Verwendung von zwei ersten Dioden können beispielsweise zwei lichtschwache erste Dioden, die blaues Licht abgeben, zum Aufbau einer Anordnung verwendet werden. Damit können auch lichtschwache blaue Dioden verbaut werden.

Eine Weiterbildung der Erfindung weist den Vorteil auf, dass die Stromversorgungsschaltung einfach aufgebaut ist. Dies wird dadurch erreicht, dass die wenigstens erste Diode und die zweite Diode zur Stromversorgung in Serie verschaltet sind.

Die beschriebene Anordnung weist den Vorteil auf, dass keine selektive elektrische Ansteuerung der einzelnen Dioden erforderlich ist. Somit ist der Aufbau der elektrischen Ansteuerung einfach und kostengünstig.

Der einfache Aufbau der Anordnung eignet sich beispielsweise für die Verwendung in einer Flächenleuchte oder einer Leuchtstoffröhren-Retrofitanwendung.

Die Anordnung eignet sich insbesondere für Anwendungen, bei denen nur wenige diskrete Dioden in einem Bauteil verbaut werden können und somit die Verhältnisse in der Lichtstromstärke nicht über eine geeignete Zahl von Dioden der jeweiligen Farbe ausgeglichen werden können.

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden, wobei

Figur 1 einen schematischen Aufbau einer Anordnung,

Figur 2 eine schematische Darstellung einer seriellen Verschaltung der ersten und der zweiten Diode,

Figur 3 eine Darstellung einer CIE 1931 Normfarbtafel,

Figur 4 einen vergrößerten Ausschnitt aus der Normfarbtafel, und

Figur 5 eine schematische Darstellung der Schritte des Herstellungsverfahrens

darstellt.

5

Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung einer Anordnung 1, die eine erste Diode 2 und eine zweite Diode 3 aufweist. Die erste Diode 2 weist ein Konversionselement 4 auf. Die erste Diode 2 ist ausgebildet, um blaues Licht im Bereich der Wellenlänge zwischen 400 und 500 nm auszusenden. Das Konversionselement 4 ist ausgebildet, um einen Teil des blauen Lichts in rotes Licht und einen anderen Teil des blauen Lichts in grünes Licht umzuwandeln. Zudem lässt das Konversionselement 4 einen Teil des blauen Lichts unverändert hindurch. Unter grünem Licht wird Licht verstanden, das eine Wellenlänge zwischen 500 und 570 nm aufweist. Unter rotem Licht wird Licht verstanden, das eine Wellenlänge zwischen 600 und 760 nm aufweist.

Für die Umwandlung von blauem Licht in grünes Licht weist das Konversionselement beispielsweise lumineszierendes Material wie z. B. grünen Phosphor auf. Zudem können auch folgende lumineszierende Materialien verwendet werden: $(\text{Sr}, \text{Ca})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$; $\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$; SrGa_2S_4 ; $\text{ZnS}:\text{Cu}^+, \text{Au}^+, \text{Al}^{3+}$; $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}^+$; $\text{CaS}:\text{Ce}^{3+}$; $(\text{Lu}, \text{Y})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{10}:\text{Ce}^{3+}$.

Für die Umwandlung des blauen Lichts in rotes Licht kann das Konversionselement 4 beispielsweise lumineszierende Materialien wie z. B. roten Phosphor aufweisen. Zudem können auch anstelle von oder zusätzlich zu rotem Phosphor folgende Materialien verwendet werden: $\text{CaS}:\text{Eu}, \text{Mn}$; $\text{CaS}:\text{Eu}$; $\text{SrS}:\text{Eu}$; $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}$; $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$; $(\text{Ca}, \text{Sr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$.

Die zweite Diode 3 ist ausgebildet, um rotes Licht zu emittieren. Das rote Licht kann im Bereich zwischen 600 und 760 nm, beispielsweise zwischen 610 und 630 nm liegen.

Die erste Diode 2 kann beispielsweise aus Indium-Gallium-Nitrid hergestellt sein. Die zweite Diode 3 kann beispielsweise aus Indium-Gallium-Aluminium-Phosphid hergestellt sein.

5

Abhängig von der gewählten Ausführungsform können eine erste Diode mit einem Konversionselement und eine zweite Diode oder zwei erste Dioden mit entsprechenden Konversionselementen und eine zweite Diode in der Anordnung 1 vorgesehen sein.

10

Die Helligkeiten der ersten und der zweiten Diode 2, 3 und die Lichtumwandlungseigenschaften des Konversionselements 4 sind in der Weise ausgebildet, dass das von der Anordnung 1 abgegebene Licht 5 weißes Licht darstellt. Als weißes Licht wird Lichtstrahlung angesehen, die einen Farbort in einem festgelegten Bereich um die Planck-Kurve der CIE 1931 Normfarbtafel aufweist.

15

Durch die Verwendung des Materials, das im Konversionselement 4 blaues Licht in rotes Licht umwandelt, können auch Kombinationen von erster Diode und zweiter Diode verwendet werden, bei denen die Helligkeitsverhältnisse der zweiten Diode zur ersten Diode nicht passen. Eine zu geringe Helligkeit, d.h. ein zu geringer Lichtstrom (gemessen in Lumen= Lux/m²) der zweiten Diode 3 wird durch eine entsprechende Konversion des Lichts der ersten Diode durch das Konversionselement 4 in rotes Licht ausgeglichen.

20

25

Zudem können abhängig von der Helligkeit, d.h. abhängig vom Lichtstrom der verwendeten Dioden auch mehrere erste Dioden 2 und/oder mehrere zweite Diode 3 verwendet werden. Somit können beispielsweise zwei lichtschwache erste Dioden 2 mit Konversionselementen 4 verwendet werden, um mit einer zweiten Diode 3 weißes Licht 5 zu erzeugen. Ebenso können auch eine erste Diode mit einem Konversionselement mit mehreren zweiten Dioden kombiniert werden. Es können somit beliebige Anzahlen von ersten Dioden mit beliebigen Anzahlen von zweiten Dioden in einer Anordnung kombiniert werden.

30

35

Figur 2 zeigt in einer schematischen Darstellung eine einfache und kostengünstige elektrische Ansteuerung der ersten und der zweiten Diode 2, 3. In der dargestellten Ausführungsform sind die erste Diode 2 und die zweite Diode 3 elektrisch in Serie geschaltet und werden von dem gleichen Strom durchflossen. Somit ist es nicht erforderlich, die einzelnen Dioden separat mit der Stromversorgung 6 anzusteuern.

Weiterhin können beispielsweise $2n$ erste Dioden 2 zu $1n$ zweite Dioden 3 in der Anordnung 1 verwendet werden, wobei n zu der Menge der ganzen natürlichen Zahlen gehört. Dabei können alle Dioden einer Anordnung elektrisch in Serie geschaltet werden.

Figur 3 zeigt in einer schematischen Darstellung eine CIE 1931 Normfarbtafel, bei der auf der x-Achse die C_x -Werte und auf der y-Achse die C_y -Werte des Normfarbensystems aufgetragen sind. In der Normfarbtafel ist der Farbraum eingezeichnet. Das dargestellte Beispiel zeigt eine erste Diode 2, die blaues Licht mit einer Wellenlänge von 450 nm emittiert. Im Konversionselement 4 ist grüner Phosphor enthalten, so dass eine Konversionslinie 7 eingezeichnet werden kann. Das Konversionselement ist in der Weise aufgebaut, dass das Licht der ersten Diode 2 teilweise in Licht mit einer Wellenlänge von 568 nm umwandelt. Weiterhin ist eine zweite Diode 3 dargestellt, die rotes Licht im Bereich von 630 nm emittiert. Die Wellenlängen der ersten und der zweiten Diode und die Lichtströme der ersten und der zweiten Diode sollten in der Weise abgestimmt sein, dass das von der ersten und der zweiten Diode unter Berücksichtigung des Konversionselements 4 ausgegebene Licht 5 in einem Bereich in die Planck'schen Kurve 10 liegt. Die Lichtflussstärken der ersten und der zweiten Diode sind jedoch nicht passend, so dass aufgrund eines schwächeren Lichtstroms der roten Diode ein Farbort erreicht würde, der oberhalb der Planck'schen Kurve liegt und in der dargestellten Dreiecksfläche 11 angeordnet ist. Diese Fehlabweichung kann aber für ein weißes Licht nicht akzeptiert wer-

den. Ein Ausgleich für die schwache Lichtflussstärke, d.h. geringe Helligkeit, der zweiten Diode wird durch ein entsprechendes lumineszierendes Material im Konversionselement ausgeglichen, das Teile des blauen Lichts der ersten Diode in
5 rotes Licht umwandelt. Die Konzentration des lumineszierenden Materials im Konversionselement hängt von den Helligkeitswerten der ersten und der zweiten Diode ab.

Figur 4 zeigt in einer vergrößerten Darstellung einen Ausschnitt der CIE 1931 Normfarbtafel der Fig. 3, wobei auf der
10 x-Achse die C_x -Werte und auf der y-Achse die C_y -Werte aufgetragen sind. Die Planck'sche Kurve 10 ist im Bereich zwischen einer Farbtemperatur von 2.750 K und 5.000 K dargestellt. Der Zielfarbort für das weiße Licht ist jeweils als Kreuz 15 auf
15 der Planck'schen Kurve 10 dargestellt. Um einen Zielfarbort herum wird typischerweise ein gewisser Toleranzbereich akzeptiert. Dieser Bereich ist anhand von einer dritten und einer vierten Linie 12, 13 um die Planck-Kurve 10 eingezeichnet. Für eine Mischung von mehreren Dioden müssen also das Ver-
20 hältnis der Lichtflussstärken, d.h. der Helligkeiten, gut aufeinander abgestimmt sein, so dass der resultierende Farbort in den Bereich zwischen der dritten und vierten Linie 12, 13 fällt. Der im Diagramm als Kreis 16 eingezeichnete Farbort ist jener Grenzpunkt, den eine rote zweite Diode mit geringerer als optimal passender Lichtleistung erzeugt und der gerade innerhalb der dritten und vierten Linien 12, 13 um den gewünschten Farbort liegt. Alle anderen roten Dioden, die eine geringere Lichtflussstärke aufweisen, würden bei dem Mischlicht der ersten und zweiten Diode zu Farborten außerhalb des
25 Toleranzbereichs führen und müssen deshalb durch eine entsprechende Beimischung von lumineszierendem Material im Konversionselement der ersten Diode ausgeglichen werden, das das blaue Licht der ersten Diode in rotes Licht umwandelt. Diese Mischung alleine führt im Grenzfall zu den mit einem Quadrat
30 17 gekennzeichneten Farborten, allgemein zu Farborten zwischen den gestrichelten Linien 8, 9.

Damit ist innerhalb der zwei schwarz gestrichelten Linien 8, 9 ein Farbraum für die spezielle Lumineszenz-Mischung des Konversionselements der ersten blauen Diode dargestellt, durch die die Konversionsgerade des Konversionselements verläuft, um eine zu geringe Helligkeit von schwachen roten zweiten Dioden auszugleichen. Vorzugsweise weist das Konversionselement eine Konversionsgerade auf, die durch das Dreieck 11 verläuft, das in Figur 4 zwischen den gestrichelten Linien 8, 9 eingezeichnet ist. Vorzugsweise weist die erste Diode einen Lichtstrom in der Weise auf, dass die erste Diode 2 mit dem Konversionselement ein Licht emittiert, dessen Farbort in einem zweiten Dreiecksbereich 18 liegt.

Der zweite Dreiecksbereich 18 wird auf einer Seite durch eine sechste Linie 20 begrenzt, die entlang der Planck-Kurve 10 verläuft und mit folgender Formel beschrieben werden kann: $Cy = -(2,453 \cdot Cx^2) + 2,446 \cdot Cx - 0,195$, wobei mit Cy der y-Wert der Normfarbtafel und mit Cx der x-Wert der CIE 1931 Normfarbtafel bezeichnet sind. Der zweite Dreiecksbereich 18 wird auf einer zweiten Seite durch eine siebte Linie 21 begrenzt, die neben der Konversionsgeraden 7 verläuft und durch folgende Formel beschrieben werden kann: $Cy = 1,478 \cdot Cx - 0,110$, wobei mit Cy der y-Wert der Normfarbtafel und mit Cx der x-Wert der Normfarbtafel bezeichnet ist. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann eine fünfte Linie 19 vorgesehen sein, die den zweiten Dreiecksbereich gegenüber einer maximalen Konversion abgrenzt. Die fünfte Linie 19 ist in Figur 4 nur schematisch eingezeichnet. Die fünfte Linie 19 kann durch folgende Formel beschrieben werden: $Cy = -0,560 \cdot Cx + 0,718$.

Die Lage und die Größe des zweiten Dreiecksbereiches 18 im Farbraum der Normfarbtafel kann variieren und hängt von den Wellenlängen und Lichtströmen der verwendeten ersten und zweiten Dioden ab. Zudem hängt die Lage und die Größe des zweiten Dreiecksbereiches 18 im Farbraum der Normfarbtafel von der Wellenlänge des Lichtes ab, das vom Konversionselement konvertiert wird ab. Weiterhin hängt die Lage und die Größe des zweiten Dreiecksbereiches 18 im Farbraum der Norm-

farbtafel von einem prozentualen Anteil des Lichtes der ersten Diode ab, der von dem Konversionselement konvertiert wird. Beispielsweise kann ein Bereich für den Farbraum des emittierten Lichtes der ersten Diode im Farbraum der CIE 1931 Normfarbtafel mit folgender Geraden begrenzt werden:
 $Cy = 2,9536 * Cx - 0,4076$, wobei alle Farborte mit einem kleineren Cy als durch die Gerade bis zur Planck-Geraden möglich sind. Bei dieser Abschätzung wurde ein sehr kurzwelliger grüner Leuchtstoff für das Konversionselement angenommen.

10

Figur 5 zeigt in einer schematischen Darstellung Schritte eines Verfahrens zur Herstellung einer Anordnung mit zwei Licht emittierenden Dioden, wobei die erste Diode ein blaues Licht und die zweite Diode ein rotes Licht emittiert. Bei Programmpunkt 30 werden eine erste und eine zweite Diode in Bezug auf die Wellenlänge und den Lichtfluss ausgesucht, wobei die zweite Diode einen zu geringen Lichtstrom aufweist, um mit der ersten Diode, die ein Konversionselement zum Umwandeln von blauem Licht in grünes Licht aufweist, ein weißes Mischlicht zu erzeugen, dessen Farbort zwischen der dritten und vierten Linie 12, 13 der Figur 4 im Bereich der Planck'schen Kurve liegt. Trotzdem werden bei Programmpunkt 32 die zwei Dioden auf einer Anordnung angeordnet. Bei Programmpunkt 34 wird die erste Diode mit einem Konversionselement versehen, das sowohl einen Teil des blauen Lichtes in grünes Licht als auch einen Teil des blauen Lichtes in rotes Licht umwandelt, um den zu geringen Lichtstrom der zweiten Diode auszugleichen, so dass der Farbort des von der Anordnung abgegebenen Mischlichts zwischen der dritten und vierten Linie im Bereich der Planck'schen Kurve liegt. Dazu weist das Konversionselement beispielsweise eine Konversionsgerade auf, die zwischen der ersten und der zweiten Linie verläuft. Bei einem folgenden Programmpunkt 36 werden die erste und die zweite Diode mit einer Stromversorgung versehen, wobei die erste und die zweite Diode in einem Ausführungsbeispiel elektrisch in Serie geschaltet werden.

Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus
5 abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

	1	Anordnung
	2	erste Diode
5	3	zweite Diode
	4	Konversionselement
	5	Licht
	6	Stromversorgung
	7	Konversionsgerade
10	8	erste Linie
	9	zweite Linie
	10	Planck-Kurve
	11	Dreiecksfläche
	12	Dritte Linie
15	13	Vierte Linie
	15	Kreuz
	16	Kreis
	17	Quadrat
	18	zweiter Dreiecksbereich
20	19	fünfte Linie
	20	sechste Linie
	21	siebte Linie

Patentansprüche

1. Anordnung (1) zur Erzeugung von weißem Licht mit wenigstens zwei Licht emittierenden Dioden (2, 3), wobei
5 die erste Diode (2) ausgebildet ist, um blaues Licht zu erzeugen, wobei der ersten Diode (2) ein Konversionselement (4) zugeordnet ist, wobei das Konversionselement (4) ausgebildet ist, um einen Teil des blauen Lichts der ersten Diode (2) in grünes Licht zu wandeln,
10 wobei das Konversionselement (4) ausgebildet ist, um einen Teil des blauen Lichts der ersten Diode (2) in rotes Licht zu wandeln, wobei die zweite Diode (3) ausgebildet ist, um rotes Licht zu emittieren.
- 15 2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei das Konversionselement (4) grünen Phosphor aufweist.
3. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens erste und die wenigstens zweite Diode (2, 3) zur Stromversorgung elektrisch in Serie verschaltet sind.
20
4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Konversionselement (4) roten Phosphor aufweist.
25
5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Konversionselement in der Weise ausgebildet ist, dass das vom Konversionselement (4) abgegebene Licht einen Farbort in einer Normfarbtafel aufweist,
30 der zwischen einer Konversionsgeraden (7) des grünen Phosphors und der Planck-Kurve (10) liegt.
6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Diode (2) und das Konversionselement (4)
35 in der Weise ausgebildet sind, dass das vom Konversionselement (4) abgegebene Licht einen Farbort in einem Dreiecksbereich (18) einer Normfarbtafel aufweist, wobei der Dreiecksbereich (18) durch eine sechste Linie

(20) begrenzt ist, die entlang der Planck-Kurve (10) verläuft und mit folgender Formel beschrieben werden kann: $Cy = -(2,453 \cdot Cx^2) + 2,446 \cdot Cx - 0,195$, wobei mit Cy der y-Wert der Normfarbtafel und mit Cx der x-Wert der Normfarbtafel bezeichnet sind, und wobei der Dreiecksbereich (18) von einer siebten Linie (21) begrenzt wird, die neben der Konversionsgeraden (7) verläuft und durch folgende Formel beschrieben werden kann: $Cy = 1,478 \cdot Cx - 0,110$, wobei mit Cy der y-Wert der Normfarbtafel und mit Cx der x-Wert der Normfarbtafel bezeichnet ist.

7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere erste Dioden (2) mit einem ersten Konversionselement (4) und/oder mehrere zweite Dioden (3) vorgesehen sind.

8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lichtströme der ersten und der zweiten Diode (2, 3) und das Konversionselement (4) in der Weise ausgebildet sind, dass das erzeugte weiße Licht einen Farbort aufweist, der in einem vorgegebenen Bereich um eine Planck-Kurve (10) einer CIE 1931 Normfarbtafel liegt.

9. Verfahren zur Herstellung einer Anordnung mit wenigstens zwei Licht emittierenden Dioden, wobei die erste Diode ausgebildet ist, blaues Licht abzugeben, wobei die zweite Diode ausgebildet ist, rotes Licht abzugeben, wobei die erste Diode und die zweite Diode in Bezug auf einen vorgegebenen Lichtstrom aus einer Vielzahl von ersten und zweiten Dioden ausgewählt werden, wobei der Lichtstrom der zweiten Diode zu klein ist, um einen gewünschten weißen Farbort mit dem Licht der beiden Dioden zu erreichen, wobei die erste Diode mit einem Konversionselement versehen wird, wobei das Konversionselement ausgebildet ist, um einen Teil des blauen Lichts der ersten Diode in grünes Licht zu wandeln, wo-

bei das Konversionselement ausgebildet ist, um einen Teil des blauen Lichts der ersten Diode in rotes Licht zu wandeln, so dass der fehlende Lichtstrom der zweiten Diode ausgeglichen wird, um den gewünschten weißen Farbort mithilfe der Lichtstrahlung der beiden Dioden zu erreichen, und wobei die erste Diode mit dem Konversionselement und die zweite Diode auf einer Anordnung zur Erzeugung von weißem Licht verbaut werden.

FIG 1

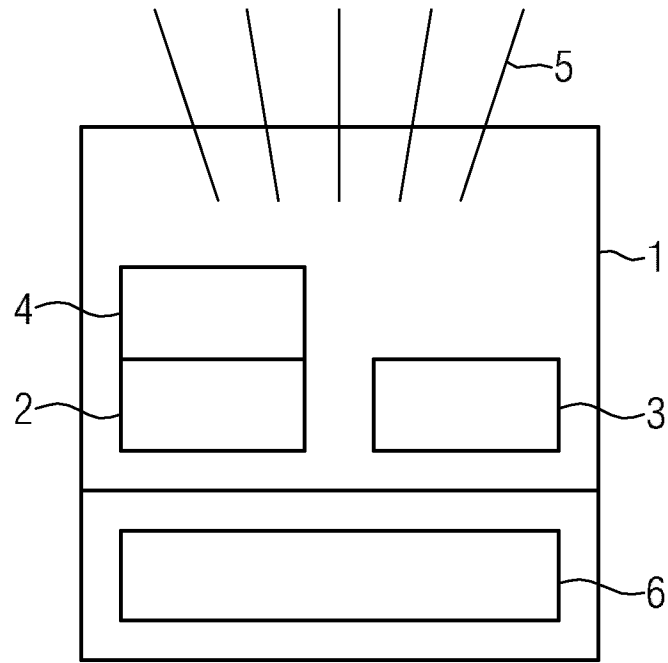


FIG 2

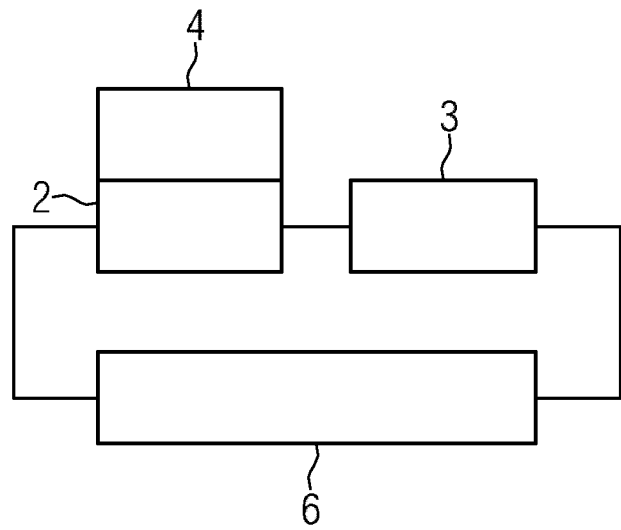


FIG 3

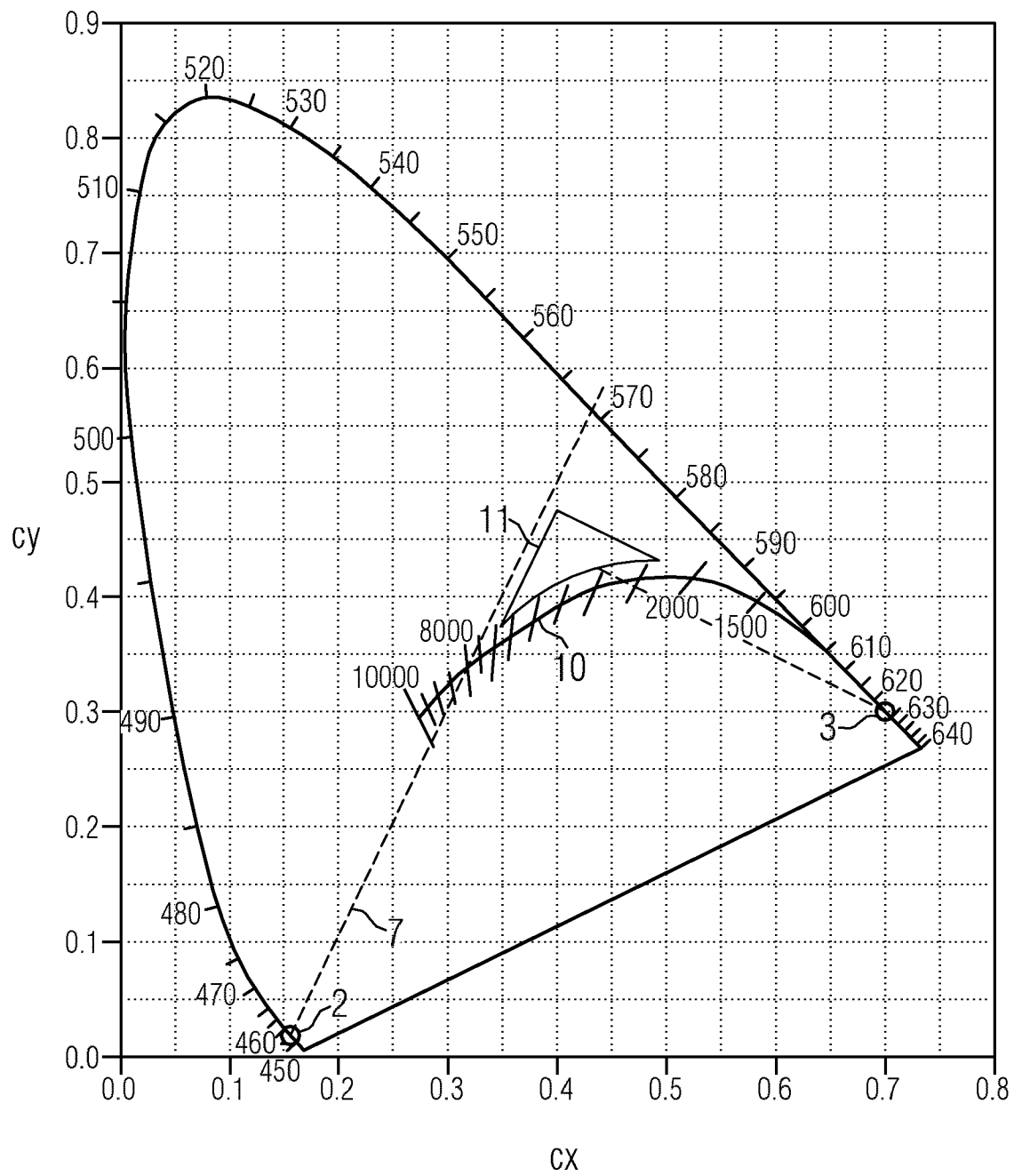


FIG 4

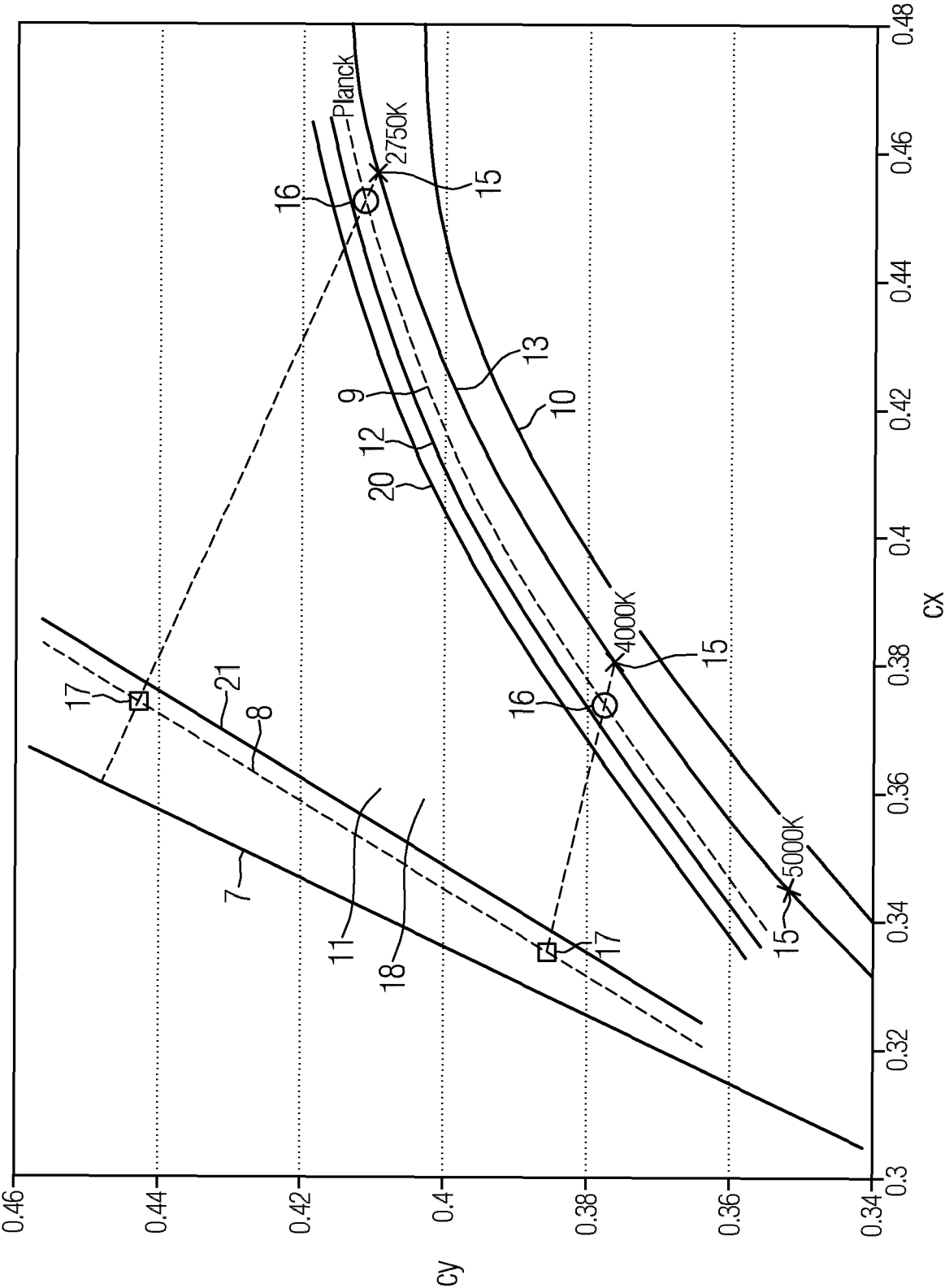
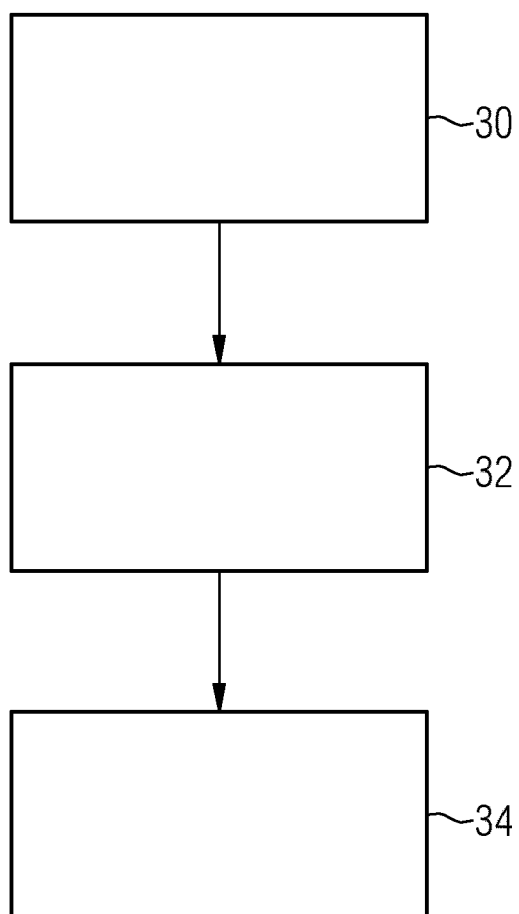


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/067316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L25/075 H01L33/50
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/021629 A1 (SASUGA MASATOSHI [JP] ET AL) 5 February 2004 (2004-02-05) paragraph [0026] - paragraph [0031]; figures 2-4	1-9
X	DE 10 2010 034915 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 23 February 2012 (2012-02-23) paragraph [0055] - paragraph [0058]; figure 4	1-9
X	US 2011/273079 A1 (PICKARD PAUL [US] ET AL) 10 November 2011 (2011-11-10) paragraph [0039] - paragraph [0123]; figures 1-8D	1-9
	----- -/-	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 October 2013

Date of mailing of the international search report

08/11/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Albrecht, Claus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/067316

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 365 525 A2 (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOLOGY [JP]) 14 September 2011 (2011-09-14) paragraph [0081] - paragraph [0101]; figures 17-20 -----	1-9
X	WO 2011/044931 A1 (OSRAM GMBH [DE]; BERTRAM RALPH [DE]) 21 April 2011 (2011-04-21) page 6, line 31 - page 10, line 14; figures 1-6 -----	1-9
A	US 2005/099808 A1 (CHENG TZU C [TW] ET AL) 12 May 2005 (2005-05-12) paragraph [0012] - paragraph [0034]; figures 1-4 -----	1-9
A	US 2009/243457 A1 (JUNG JUNG HWA [KR] ET AL) 1 October 2009 (2009-10-01) paragraph [0020] - paragraph [0029]; figures 1-4b -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/067316

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004021629 A1	05-02-2004	JP 2004055772 A	19-02-2004
		US 2004021629 A1	05-02-2004
DE 102010034915 A1	23-02-2012	CN 103081143 A	01-05-2013
		DE 102010034915 A1	23-02-2012
		EP 2606515 A1	26-06-2013
		JP 2013529842 A	22-07-2013
		KR 20130077871 A	09-07-2013
		WO 2012022628 A1	23-02-2012
US 2011273079 A1	10-11-2011	TW 201251114 A	16-12-2012
		US 2011273079 A1	10-11-2011
		US 2013241392 A1	19-09-2013
		WO 2012154665 A2	15-11-2012
EP 2365525 A2	14-09-2011	EP 2365525 A2	14-09-2011
		US 2011222264 A1	15-09-2011
WO 2011044931 A1	21-04-2011	NONE	
US 2005099808 A1	12-05-2005	NONE	
US 2009243457 A1	01-10-2009	KR 20090104517 A	06-10-2009
		US 2009243457 A1	01-10-2009
		US 2012007502 A1	12-01-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L25/075 H01L33/50
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/021629 A1 (SASUGA MASATOSHI [JP] ET AL) 5. Februar 2004 (2004-02-05) Absatz [0026] - Absatz [0031]; Abbildungen 2-4	1-9
X	----- DE 10 2010 034915 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 23. Februar 2012 (2012-02-23) Absatz [0055] - Absatz [0058]; Abbildung 4	1-9
X	----- US 2011/273079 A1 (PICKARD PAUL [US] ET AL) 10. November 2011 (2011-11-10) Absatz [0039] - Absatz [0123]; Abbildungen 1-8D	1-9
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. Oktober 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/11/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Albrecht, Claus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 365 525 A2 (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOLOGY [JP]) 14. September 2011 (2011-09-14) Absatz [0081] - Absatz [0101]; Abbildungen 17-20 -----	1-9
X	WO 2011/044931 A1 (OSRAM GMBH [DE]; BERTRAM RALPH [DE]) 21. April 2011 (2011-04-21) Seite 6, Zeile 31 - Seite 10, Zeile 14; Abbildungen 1-6 -----	1-9
A	US 2005/099808 A1 (CHENG TZU C [TW] ET AL) 12. Mai 2005 (2005-05-12) Absatz [0012] - Absatz [0034]; Abbildungen 1-4 -----	1-9
A	US 2009/243457 A1 (JUNG JUNG HWA [KR] ET AL) 1. Oktober 2009 (2009-10-01) Absatz [0020] - Absatz [0029]; Abbildungen 1-4b -----	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/067316

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004021629 A1	05-02-2004	JP 2004055772 A	19-02-2004
		US 2004021629 A1	05-02-2004

DE 102010034915 A1	23-02-2012	CN 103081143 A	01-05-2013
		DE 102010034915 A1	23-02-2012
		EP 2606515 A1	26-06-2013
		JP 2013529842 A	22-07-2013
		KR 20130077871 A	09-07-2013
		WO 2012022628 A1	23-02-2012

US 2011273079 A1	10-11-2011	TW 201251114 A	16-12-2012
		US 2011273079 A1	10-11-2011
		US 2013241392 A1	19-09-2013
		WO 2012154665 A2	15-11-2012

EP 2365525 A2	14-09-2011	EP 2365525 A2	14-09-2011
		US 2011222264 A1	15-09-2011

WO 2011044931 A1	21-04-2011	KEINE	

US 2005099808 A1	12-05-2005	KEINE	

US 2009243457 A1	01-10-2009	KR 20090104517 A	06-10-2009
		US 2009243457 A1	01-10-2009
		US 2012007502 A1	12-01-2012
