

(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
11. August 2016 (11.08.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/124357 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
C09K 11/59 (2006.01) *H01L 33/50* (2010.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/050378
- (22) Internationales Anmeldedatum:
11. Januar 2016 (11.01.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 202 159.9
6. Februar 2015 (06.02.2015) DE
- (71) Anmelder: **OSRAM GMBH** [DE/DE]; Marcel-Breuer-
Straße 6, 80807 München (DE).
- (72) Erfinder: **BAUR, Elmar**; Lottnerstr. 40, 93049
Regensburg (DE). **WINDISCH, Reiner**; Alte Straße 37,
93186 Pettendorf (DE). **BAUMANN, Frank**;
Orleansstraße 5, 93055 Regensburg (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST,
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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEMICONDUCTOR ILLUMINATING DEVICE

(54) Bezeichnung : HALBLEITER-BELEUCHTUNGSVORRICHTUNG

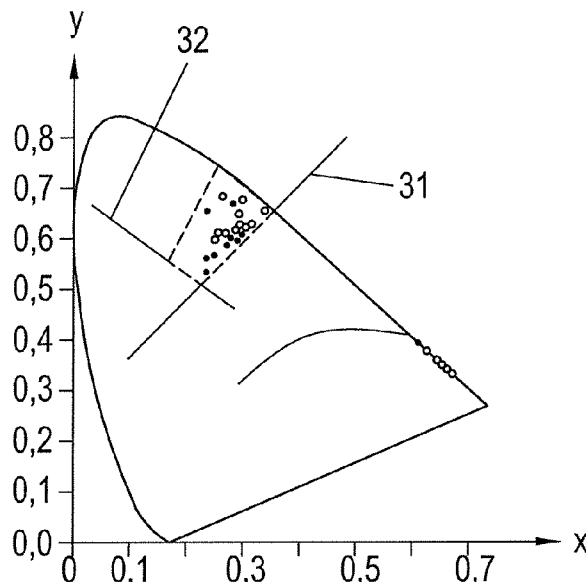


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a semiconductor
illuminating device (61) for emitting illumination light (1, 2,
3), comprising an LED (62) for emitting blue primary
radiation, an LED luminescent substance for emitting
secondary light (2, 3), which forms a component of the
illumination light, wherein the LED luminescent substance
has a red luminescent substance for emitting red light (3) as a
component of the secondary light and a green luminescent
substance for emitting green light (2) as a component of the
secondary light, which green light (2) has a set of
chromaticity coordinates that lies above a first straight line
(31) having a slope m_1 and a y-intercept n^1 in a CIE standard
chromaticity diagram, wherein the slope $m_1 = 1.189$ and the
y-intercept $n_1 = 0.226$, and wherein the components of the
illumination light (1, 2, 3) are at such a ratio to each other
that the illumination light (1, 2, 3) has a color temperature of
at most 5500 K.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung
betrifft eine Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) zur
Emission von Beleuchtungslicht (1, 2, 3) mit einer

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/124357 A1



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

LED (62) zur Emission von blauer Primärstrahlung, einem LED-Leuchtstoff zur Emission von Sekundärlicht (2,3), welches einen Anteil des Beleuchtungslichts bildet, wobei der LED-Leuchtstoff einen Rot-Leuchtstoff zur Emission von rotem Licht (3) als Anteil des Sekundärlichts und einen Grün-Leuchtstoff zur Emission von grünem Licht (2) als Anteil des Sekundärlichts aufweist, welches grüne Licht (2) einen Farbort hat, der in einem CIE-Normfarbdiagramm oberhalb einer ersten Geraden (31) mit einer Steigung m_1 und einem y-Achsenabschnitt n_1 liegt, wobei die Steigung $m_1 = 1,189$ und der y-Achsenabschnitt $n_1 = 0,226$ ist, und wobei die Anteile des Beleuchtungslichts (1, 2, 3) in einem solchen Verhältnis zueinander stehen, dass das Beleuchtungslicht (1, 2, 3) eine Farbtemperatur von höchstens 5500K hat.

Beschreibung

Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Halbleiter-
Beleuchtungsvorrichtung zur Emission von Beleuchtungs-
5 licht.

Stand der Technik

Eine LED-basierte Lichtquelle kann im Vergleich zu einer
konventionellen Glühlampe bspw. die Energieeffizienz be-
treffend Vorteile haben. Eine Herausforderung kann bei
solchen Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtungen jedoch bspw.
10 darin bestehen, gute Werte für die Farbwiedergabe (*Colour
Rendering Index*, CRI) zu erreichen. Die Referenz, an wel-
che insoweit eine möglichst gute Annäherung erreicht wer-
den soll, ist dabei eine Halogen-Lichtquelle als schwar-
zer Strahler, jedenfalls bis zu einer Farbtemperatur von
15 5000 K. Für verschiedene Testfarben wird also das Spekt-
rum der LED-basierten mit jenem der Halogen-Lichtquelle
verglichen, wobei als hohe „Lichtqualität“ eine möglichst
gute Annäherung an die Halogen-Lichtquelle betrachtet
wird, was sich bspw. in Farbwiedergabewerten ≥ 90 aus-
20 drückt.

Darstellung der Erfindung

Der vorliegenden Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine besonders vorteilhafte Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung anzugeben.

Erfindungsgemäß löst dieses Problem eine Halbleiter-
5 Beleuchtungsvorrichtung zur Emission von Beleuchtungs-
licht mit einer LED, die zur Emission von blauer Primär-
strahlung ausgelegt ist, einem LED-Leuchtstoff, der so
angeordnet und ausgelegt ist, dass er im Betrieb von der
Primärstrahlung angeregt wird und infolgedessen Sekundär-
10 licht emittiert, welches zumindest einen Anteil des Be-
leuchtungslichts bildet, wobei der LED-Leuchtstoff einen
Rot-Leuchtstoff zur Emission von rotem Licht als Anteil
des Sekundärlichts und einen Grün-Leuchtstoff zur Emis-
sion von grünem Licht als Anteil des Sekundärlichts auf-
15 weist, welches grüne Licht einen Farbort hat, der in ei-
nem CIE-Normfarbdiagramm oberhalb einer ersten Geraden
mit einer Steigung m_1 und einem y-Achsenabschnitt n_1
liegt, wobei die Steigung $m_1 = 1,189$ und der y-
Achsenabschnitt $n_1 = 0,226$ ist, und wobei die Anteile des
20 Beleuchtungslichts in einem solchen Verhältnis zueinander
stehen, dass das Beleuchtungslicht eine Farbtemperatur
von höchstens 5500 K hat.

Bevorzugte Ausführungsformen finden sich in den abhängi-
gen Ansprüchen und der gesamten Offenbarung, wobei in der
25 Darstellung nicht immer im Einzelnen zwischen Vorrich-
tungs- und Verwendungs- bzw. Verfahrensaspekten unter-
schieden wird; jedenfalls implizit ist die Offenbarung
hinsichtlich sämtlicher Anspruchskategorien zu lesen.

Weißlicht als Beleuchtungslicht ergibt sich also durch entsprechende Mischung von rotem, grünem und blauem Licht, wobei letzteres im Allgemeinen beispielsweise auch von einem Blau-Leuchtstoff emittiert werden kann, vorzugsweise jedoch gleich der von der LED emittierten Primärstrahlung ist. Dabei wird der Grün-Leuchtstoff erfindungsgemäß so gewählt, dass der Farbort des grünen Lichts in einem CIE-Normfarbdiagramm (CIE-Normfarbsystem 1931, in der gesamten Offenbarung) oberhalb der Geraden $y = 1,189 \cdot x + 0,226$ liegt, vgl. Fig. 3 zur Illustration. Vereinfacht gesprochen soll der Farbort des grünen Lichts also einen deutlichen Abstand zum Roten haben, was im Spektrum zu einem vergleichsweise ausgeprägten Minimum zwischen dem grünen und dem roten Anteil führt, vgl. Fig. 1 zur Illustration.

Die Erfinder haben festgestellt, dass bei einer Beleuchtung mit dem entsprechenden Beleuchtungslicht Rot- und Grüntöne stärker gesättigt sind, was vielfach als angenehm empfunden wird. Ein etwas bildlicher und vereinfachter Erklärungsansatz ist, dass viele Farbstoffe (die mit dem in Rede stehenden Beleuchtungslicht beleuchtet werden) in der Reflexion des Lichts „ihrer“ Farbe vergleichsweise breitbandig sind, was letztlich einen etwas „verwaschenen“ Eindruck der eigentlichen Farbe zur Folge haben kann; indem nun eine gewisse Lücke zwischen dem roten und dem grünen Anteil des Beleuchtungslichts geschaffen wird, wird ein Teil der breitbandigen Reflexion abgeschnitten und erscheint der entsprechend beleuchtete (rote oder grüne) Farbstoff gesättigter. Andererseits muss dies aber auch nicht zwingend zu einer schlechteren Farb-

wiedergabe von Gelbtönen führen, weil sich der Farbreiz „gelb“ für das menschliche Auge auch noch hinreichend gut durch additive Farbmischung von rot und grün einstellen lassen kann.

- 5 In dem Spektrum des gesamten von der Beleuchtungs-
vorrichtung emittierten Lichts gibt es somit ein Minimum
(in der Regel ein lokales Minimum) im Gelben, also bei-
spielsweise zwischen 550 nm und 600 nm, vorzugsweise zwi-
schen 560 nm und 590 nm. „Minimum“ meint hierbei einen
10 Wert, der jeweils um mindestens 5 %, vorzugsweise mindes-
tens 10 %, kleiner ist als jedes der beiden nächstbenach-
barten Maxima (bspw. ein Messrauschen soll außer Betracht
bleiben).

- Ein von den Erfindern alternativ zum vorliegenden Kon-
zept, also zur Wahl des Grün-Leuchtstoffs mit bereits
15 originär beabstandeten Farbort, angedachter Ansatz hätte
darin bestanden, eine entsprechende Lücke im Beleuch-
tungslichtspektrum durch Ausfiltern zu erzeugen. Dies
hätte jedoch einen Effizienzverlust bedeutet, weil eben
20 ein Teil des erzeugten Lichts ungenutzt geblieben wäre.
Die vorliegend bevorzugten Grün-Leuchtstoffe mit originär
geeignetem Farbort (siehe unten im Detail) können gegen-
über den gängigen Grün-Leuchtstoffen, etwa einem Granat,
zwar auch eine geringere Effizienz haben, weswegen im Di-
rektvergleich eigentlich der Einsatz letzterer vorteil-
25 haft erscheint. Die „spektrale Nachbearbeitung“ durch
Ausfiltern würde diesen ursprünglichen Effizienzvorteil
jedoch aufbrauchen. Erfindungsgemäß wird deshalb ein
Grün-Leuchtstoff mit originär geeignetem Farbort gewählt.

Die Bezugnahme auf „Licht“ betrifft vorliegend Strahlung mit zumindest einem Anteil im sichtbaren Spektralbereich (380 nm bis 780 nm); „Strahlung“ bezieht sich auf elektromagnetische Strahlung. Im Allgemeinen kann die von der
5 LED emittierte Primärstrahlung beispielsweise auch im Ultraviolett liegen und einen Blau-Leuchtstoff anregen, vorzugsweise handelt es sich dabei jedoch um blaues Licht. Dem roten und grünen Licht wird also blaues Licht als (weiterer) Anteil des Beleuchtungslichts zugemischt,
10 welches auf der Primärstrahlung basiert, vorzugsweise gleich dieser ist.

Soweit von einem „Anteil“ des Sekundärlichts oder des Beleuchtungslichts die Rede ist, meint dies Licht, welches in einem spektralen Teilbereich des jeweiligen Lichts
15 (Sekundärlicht oder Beleuchtungslicht) Intensitäten hat und damit in dem entsprechenden Teilbereich den spektralen Verlauf (des Sekundärlichts oder Beleuchtungslichts) zumindest mitbestimmt. Die Anteile werden in der Regel überlappen, vorzugsweise gibt es für jeden Anteil jedoch
20 einen Bereich, in dem allein dieser Anteil Intensitäten hat.

Das Beleuchtungslicht hat eine Farbtemperatur von höchstens 5500 K, wobei höchstens 5000 K, 4500 K bzw. 4000 K weitere, in der Reihenfolge der Nennung zunehmend bevorzugte Obergrenzen sind. Bevorzugte Untergrenzen liegen
25 bspw. bei mindestens 2500 K, 2600 K bzw. 2700 K, ebenfalls in der Reihenfolge der Nennung zunehmend bevorzugt. Der Farbort des „weißen“ Beleuchtungslichts muss dabei nicht zwingend exakt auf der Planck-Kurve liegen, ein ge-

wisser Versatz dazu kann sogar bevorzugt sein (siehe unten im Detail). Die Farborte derselben Farbtemperatur liegen dann auf den sogenannten Judd'schen Geraden, die sich jeweils (je Farbtemperatur) schräg zur Planck-Kurve erstrecken.

Im Allgemeinen kann es sich bei der „LED“ (*light emitting diode*, LED) sowohl um eine gehäute LED als auch um einen LED-Chip handeln. Der Rot- und der Grün-Leuchtstoff sind vorzugsweise in einer Mischung vorgesehen, besonders bevorzugt sind sie gemeinsam in ein Verfüllmaterial eingebettet, besonders bevorzugt sind sie gemeinsam in einem den LED-Chip bedeckenden Verfüllmaterial eingebettet. Letzteres kann beispielsweise durch Gießen aufgebracht werden, etwa als Silikon-Verguss.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform liegt der Farbort des Beleuchtungslichts im CIE-Normfarbdiagramm in einem Bereich, den nach oben hin die Planck-Kurve begrenzt und der sich nach unten bis zu einem Abstand von der Planck-Kurve von 15 Schwellenwerteinheiten erstreckt, wobei 14, 13, 12, 11 bzw. 10 Schwellenwerteinheiten weitere, in der Reihenfolge der Nennung zunehmend bevorzugte Grenzen des Bereichs sind. Eine Schwellenwerteinheit (SWE) ist definiert als $SWE = ((u'_2 - u'_1)^2 \cdot (v'_2 - v'_1)^2)^{1/2}$, und zwar in dem normierten $u'(v')$ -Raum, der sich durch Transformation aus dem c_x/c_y -Raum (CIE-Normfarbsystem) ergibt. Hinsichtlich einer Begrenzung der Bereiche zu den Seiten wird auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Farbtemperaturen verwiesen.

In bevorzugter Ausgestaltung liegt der Farbort des grünen Lichts im CIE-Normfarbsystem zusätzlich oberhalb einer zweiten Geraden der Form $y = -0,833 \cdot x + 0,692$. Zur Illustration wird wiederum auf Fig. 3 verwiesen. Generell
5 meint „oberhalb einer Geraden liegen“, dass ein entsprechender Farbort einen y-Wert hat, der gleich dem oder größer als der sich mit der entsprechenden Geradengleichung aus dem x-Wert des Farborts ergebende y-Wert ist, vorzugsweise größer ist.

10 Bei einer bevorzugten Ausführungsform liegt der Farbort des grünen Lichts im CIE-Normfarbsystem in einem von vier (x/y)-Wertpaaren aufgespannten Viereck, wobei die (x/y)-Wertpaare sind: (0,352/0,645), (0,25/0,73), (0,17/0,55) und (0,23/0,5). Je Wertepaar, also je Klammer, ist dabei
15 jeweils zuerst der x- und dann der y-Wert aufgeführt. Das Viereck hat gerade Seitenkanten, die Wertepaare definieren die Ecken. Die Reihenfolge der Nennung der Wertepaare entspricht der Abfolge der Ecken entgegen dem Uhrzeigersinn. Der Farbort des grünen Lichts soll nun innerhalb
20 des Vierecks liegen, was im Allgemeinen auch auf den Seitenkanten meint, vorzugsweise jedoch beabstandet dazu.

In bevorzugter Ausgestaltung hat das grüne Licht eine Dominantwellenlänge λ_{Dom} von mindestens 515 nm, in dieser Reihenfolge zunehmend bevorzugt mindestens 520 nm, 525
25 nm, 530 nm bzw. 535 nm. Die Dominantwellenlänge λ_{Dom} des grünen Lichts soll bevorzugt bei höchstens 555 nm liegen, wobei höchstens 552,5 nm weiter bevorzugt und höchstens 550 nm besonders bevorzugt sind. Die Halbwertsbreite des grünen Lichts soll bevorzugt bei höchstens 85 nm liegen,

wobei höchstens 82,5 nm weiter und höchstens 80 nm besonders bevorzugt sind. Mögliche Untergrenzen der Halbwertsbreite können beispielsweise bei mindestens 30 nm, 40 nm, 50 nm bzw. 60 nm liegen.

5 Die Konkretisierungen „Dominantwellenlänge λ_{Dom} “ und „Halbwertsbreite“ können im Allgemeinen auch unabhängig voneinander von Interesse sein und sollen auch in dieser Form offenbart sein; ebenso können jeweils auch Ober- und Untergrenze unabhängig voneinander von Interesse sein und
10 sollen sie auch in dieser Form offenbart sein. Die Dominantwellenlänge λ_{Dom} ergibt sich im CIE-Normfarbsystem als Schnittpunkt der Spektralfarblinie mit einer Geraden, welche sich durch den Weißpunkt und den Farbort des jeweilig betrachteten Lichts erstreckt (Farbort und Weißpunkt liegen auf der Geraden).
15

Soweit im Rahmen dieser Offenbarung auf den „Farbort“ von Licht Bezug genommen wird, bezieht sich dies auf den Farbort, den der/die zugrunde liegende(n) Leuchtstoff(e) bei der im LED-Leuchtstoff vorliegenden Konzentration haben.
20 Der angegebene Farbort bezieht sich vorzugsweise auf eine Messung am Pulver, nicht auf eine Messung am Einzelkorn; bezüglich möglicher Unterschiede wird auf Fig. 3 und die zugehörige Beschreibung verwiesen.

In bevorzugter Ausgestaltung liegt der Farbort des roten
25 Lichts im CIE-Normfarbsystem in einem von vier (x/y)-Wertepaaren aufgespannten Viereck (mit geraden Seitenkanten, vgl. auch die übrigen vorstehenden Angaben zum grünen Licht), wobei die (x/y)-Wertepaare sind:

(0,68/0,325), (0,61/0,39), (0,6/0,38), (0,67/0,315). Es wird ausdrücklich auf die vorstehenden Angaben zum Farbbort des grünen Lichts verwiesen, die analog gelten.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform hat das rote Licht
5 eine Peakwellenlänge λ_{Peak} von mindestens 630 nm, wobei
mindestens 635 nm weiter und mindestens 638 nm besonders
bevorzugt sind. Die Peakwellenlänge λ_{Peak} des roten Lichts
soll vorzugsweise bei höchstens 645 nm liegen, wobei
höchstens 643 nm weiter und höchstens 641 nm besonders
10 bevorzugt sind. Die Halbwertsbreite des roten Lichts soll
vorzugsweise bei höchstens 100 nm liegen, wobei höchstens
95 nm, 90 nm bzw. 85 nm weitere, in der Reihenfolge der
Nennung zunehmend bevorzugte Obergrenzen sind. Mögliche
Untergrenzen können beispielsweise bei mindestens 30 nm,
15 40 nm, 50 nm, 60 nm bzw. 70 nm liegen. Hier können Peak-
wellenlänge λ_{Peak} und Halbwertsbreite im Allgemeinen auch
unabhängig voneinander von Interesse sein, was jeweils
auch für Ober- und Untergrenze gilt.

Die Erfinder haben festgestellt, dass sich durch eine
20 entsprechende Begrenzung der Peakwellenlänge zwar ein Mi-
nimum zwischen Grün und Rot erreichen lässt, die Lücke
aber andererseits nicht zu groß wird. Die Erfinder haben
in diesem Bereich eine gute Farbsättigung (aufgrund der
Lücke) bei aber zugleich noch guter Farbwiedergabe beo-
25 bachtet, weil die Lücke eben nicht zu groß ist.

In bevorzugter Ausgestaltung liegt der Farbwiedergabein-
dex R_a (*colour rendering index*, CRI), berechnet nach CIE
13.2, des Beleuchtungslichts bei in dieser Reihenfolge

zunehmend bevorzugt mindestens 80, 81, 82, 83, 84 bzw. 85; mögliche Obergrenzen können bspw. bei höchstens 95 bzw. 90 liegen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform hat das rote Licht
5 eine Dominantwellenlänge λ_{Dom} von mindestens 595 nm, wobei mindestens 597,5 nm weiter und mindestens 600 nm besonders bevorzugt sind. Die Dominantwellenlänge λ_{Dom} des roten Lichts soll vorzugsweise bei höchstens 620 nm liegen, wobei höchstens 619 nm weiter und höchstens 618 nm besonders
10 bevorzugt sind.

In bevorzugter Ausgestaltung weist der Grün-Leuchtstoff zumindest einen von einem Orthosilikat-, einem Nitrido-Orthosilikat- und einem β -SiAlON-Leuchtstoff auf (im Allgemeinen könnte beispielsweise auch ein organischer
15 Leuchtstoff oder könnten etwa auch Quantenpunkte, *quantum dots*, als Grün-Leuchtstoff vorgesehen sein). Vorzugsweise weist der Grün-Leuchtstoff nur einen davon auf, besonders bevorzugt besteht er ausschließlich aus einem davon, ist der Grün-Leuchtstoff also ein Einzelleuchtstoff (was auch
20 generell bevorzugt ist). Im Allgemeinen könnte der Grün-Leuchtstoff indes auch eine Mischung mehrerer Einzelleuchtstoffe sein.

Der Grün-Leuchtstoff (Orthosilikat-, Nitrido-Orthosilikat) kann beispielsweise der Form $\text{AE}_{2-x-a}\text{RE}_x\text{Eu}_a\text{SiO}_{4-x}\text{N}_x$ (AE = Sr, Ba, Ca, Mg; RE = Seltenerdelement)
25 und/oder $\text{AE}_{2-x-a}\text{RE}_x\text{Eu}_a\text{Si}_{1-y}\text{O}_{4-x-2y}\text{N}_x$ (AE = Sr, Ba, Ca, Mg; RE = Seltenerdelement) sein.

Etwas anders ausgedrückt können bevorzugte Summenformeln für den Grün-Leuchtstoff $AE_{2-x}L_xSiO_{4-x}N_x:RE$ und/oder $AE_{2-x}L_xSi_{1-y}O_{4-x-2y}N_x:RE$ und/oder $AE_2SiO_4:RE$ sein, wobei AE ein oder mehrere Elemente ausgewählt aus Mg, Ca, Sr, Ba enthält und RE ein oder mehrere Elemente ausgewählt aus Seltenerdmetallen, bevorzugt mindestens Eu enthält, und L ein oder mehrere Elemente ausgewählt aus Seltenerdmetallen unterschiedlich zu RE enthält, mit $0 < x \leq 0,1$, bevorzugt $0,003 \leq x \leq 0,02$, und $0 < y \leq 0,1$, bevorzugt $0,002 \leq y \leq 0,02$. Besonders bevorzugt enthält der Leuchtstoff als AE mindestens Sr und Ba und gilt für das Verhältnis von Sr und Ba: $0,5 \leq Ba: Sr \leq 2$, weiter bevorzugt $0,75 \leq Ba: Sr \leq 1,25$.

Als Rot-Leuchtstoff ist in bevorzugter Ausgestaltung ein (Sr,Ca)AlSiN₃-Leuchtstoff und/oder ein sogenannter 226-Leuchtstoff vorgesehen, bevorzugt ist einer der beiden als Einzelleuchtstoff. Die 226-Leuchtstoffe weisen hierbei dieselbe Kristallstruktur auf wie Sr(Sr_aCa_{1-a})Si₂Al₂N₆. Die Raumgruppe des 226-Leuchtstoffs ist bevorzugt monoklin P2₁. Besonders bevorzugt weist die Kristallstruktur des 226-Leuchtstoff gegenüber der Kristallstruktur eines (Sr,Ca)AlSiN₃-Leuchtstoffs eine doppelt so große Einheitszelle auf.

Ein 226-Leuchtstoff als Rot-Leuchtstoff ist beispielsweise durch die allgemeine Summenformel $Sr_xCa_{1-x}AlSiN_3:Eu$ gekennzeichnet, wobei $0,8 < x \leq 1$; zu einem Anteil zwischen 0,1 % und 5 % (jeweils einschließlich) sind die Sr-, Ca- und/oder Sr/Ca-Gitterplätze durch Eu ersetzt; in der Röntgenstrukturanalyse zeigt der Leuchtstoff in or-

thorhombischer Beschreibung einen Reflex mit den Miller'schen Indizes $1\bar{2}1$.

Wie bereits eingangs erwähnt, ist die von der LED emittierte Primärstrahlung in bevorzugter Ausgestaltung blaues Licht, das einen Anteil an dem Beleuchtungslicht bildet. Ein Teil des blauen Lichts hat dann also einen Anteil an Beleuchtungslicht; ein anderer Teil wird hingegen zur Anregung des LED-Leuchtstoffs genutzt. Diese Betriebsart wird auch als Teilkonversion bezeichnet, der LED-Leuchtstoff wird dazu beispielsweise mit dem blauen Licht durchstrahlt, wobei eben nicht das gesamte blaue Licht konvertiert wird. Generell bezieht sich „Konversion“ im Rahmen dieser Offenbarung auf eine Down-Konversion, ist also das Sekundärlicht im Vergleich zur Primärstrahlung längerwellig.

Die Dominantwellenlänge λ_{Dom} des blauen Lichts kann beispielsweise bei in dieser Reihenfolge zunehmend bevorzugt mindestens 434 nm, 436 nm, 438 nm, 440 nm, 442 nm bzw. 444 nm liegen; mögliche Obergrenzen liegen beispielsweise bei höchstens 466 nm, 464 nm, 462 nm, 460 nm, 458 nm bzw. 456 nm (in der Reihenfolge der Nennung zunehmend bevorzugt). Ober- und Untergrenze können wiederum auch unabhängig von Interesse sein und sollen auch in dieser Form offenbart sein. Vorteilhafterweise kann sich eine weitere Lücke im Beleuchtungslichtspektrum ergeben, nämlich zwischen Blau- und Grün-Anteil. In der Folge kann die Farbsättigung auch im blauen Spektralbereich erhöht und jene im grünen Spektralbereich weiter verbessert werden.

- Vorzugsweise ist die LED eine auf einem III-V-Verbindungshalbleitermaterial basierende LED, wobei ein Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial besonders bevorzugt ist, etwa $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$ mit $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und $n + m \leq 1$. Dabei kann die Halbleiterschichtenfolge auch Dotierungsstoffe und generell zusätzliche Bestandteile aufweisen und sind der Einfachheit halber nur die wesentlichen Bestandteile angegeben. Bevorzugt ist also eine InGaN-LED.
- 10 Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist die Beleuchtungs-
vorrichtung eine Mehrzahl LEDs auf, etwa in dieser
Reihenfolge zunehmend bevorzugt mindestens 2, 5, 10, 15
bzw. 20 LEDs; mögliche Obergrenzen können beispielsweise
bei höchstens 300, 200 bzw. 100 LEDs liegen. Diese Mehr-
15 zahl LEDs sind dabei gemeinsam gehäust; es ist also eine
entsprechende Mehrzahl LED-Chips (die für sich jeweils
ungehäust sind) gemeinsam mit einem Verfüllmaterial ge-
häust, vorzugsweise gemeinsam vergossen; bevorzugt ist
Silikon als Verfüll- bzw. Vergussmaterial. Es soll vor-
20 zugsweise ein durchgehender Körper aus dem Verfüllmateri-
al die LED-Chips bedecken. Die LED-Chips sind bevorzugt
auf einem gemeinsamen Substrat angeordnet und verdrahtet;
Substrat und Verfüllmaterial kapseln die LED-Chips dann
gemeinsam.
- 25 Eine bevorzugte Ausgestaltung der Beleuchtungs-
vorrichtung betrifft den FCI-Wert des Beleuchtungslichts, der als so-
genannter *Feeling of Contrast Index* (FCI) einerseits ein
Maß für die vorliegend im Besonderen adressierte Farbsät-
tigung ist, andererseits aber auch die Farbwiedergabe be-

rücksichtigt, wobei der FCI das Empfinden des menschlichen Betrachters berücksichtigt. Bezüglich weiterer Details wird verwiesen auf Hashimoto et al., *A New method for specifying color-rendering properties of light sources based on feeling of contrast*, Color Research and Application, Issue no. 5, 2007.

Hat das Beleuchtungslicht eine Farbtemperatur kleiner 3000 K, soll der FCI-Wert bevorzugt mindestens 130 betragen. Generell kann der FCI-Wert auch im Falle derselben Leuchtstoff-Mischung einer gewissen Schwankung unterliegen und beispielsweise auch von der Betriebstemperatur abhängen (mit steigender Temperatur abnehmen), vgl. auch Fig. 4 zur Illustration. Diese Figur illustriert ferner, dass auch bei derselben Farbtemperatur (also für Farborte, die auf einer gemeinsamen Judd'schen Geraden liegen) leicht unterschiedliche FCI-Werte resultieren können. Bei einer Farbtemperatur kleiner 3000 K soll der FCI-Wert jedoch bevorzugt bei mindestens 130 liegen.

Da der FCI-Wert mit zunehmender Farbtemperatur abnimmt, ist bei Farbtemperaturen von mindestens 3000 K ein FCI-Wert bevorzugt, der oberhalb einer Geraden $FCI = m_{FCI} \cdot T$ (in Kelvin) + n_{FCI} liegt, wobei $m_{FCI} = -0,006$ und $n_{FCI} = 148$ ist. Eine mögliche Obergrenze des FCI kann bei Farbtemperaturen kleiner 3000 K beispielsweise bei einem FCI-Wert von höchstens 150 liegen. Bei Farbtemperaturen von mindestens 3000 K kann der FCI-Wert beispielsweise unterhalb einer Geraden $FCI = m_{FCI} \cdot T + n_{FCI}$ mit $m_{FCI} = -0,006$ und $n_{FCI} = 168$ liegen.

Im Zweifelsfall beziehen sich die vorliegenden FCI-Angaben auf an einer Beleuchtungsvorrichtung bei einer Betriebstemperatur des Leuchtstoffs von 120°C ermittelten Werte, vorzugsweise haben sie jedoch auch bis zu einer
5 Betriebstemperatur von höchstens 160°C Gültigkeit.

Die Erfindung betrifft auch ein Leuchtmittel mit einer vorliegend offenbarten Beleuchtungsvorrichtung und einem Sockel, mit welchem die Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung elektrisch funktional verbunden
10 ist, etwa mittelbar über eine zwischengeschaltete Steuer- und/oder Treiberelektronik. Der Sockel ist bevorzugt zu einer konventionellen Lampenfassung kompatibel, es kann sich beispielsweise um einen Stiftsockel, einen Bajonettsockel, einen Röhrensockel, einen Hülsensockel, einen
15 Stecksockel oder einen Edisonsockel handeln.

Ferner betrifft die Erfindung auch die Verwendung einer vorliegend offenbarten Beleuchtungsvorrichtung bzw. eines Leuchtmittels damit, und zwar zur Allgemeinbeleuchtung, insbesondere zur Gebäudebeleuchtung, insbesondere zur Ge-
20 bäudeinnenbeleuchtung, insbesondere zur Beleuchtung von Verkaufsflächen, insbesondere begehbaren Verkaufsflächen wie bspw. gesamten Ladengeschäften (hierbei kann eine erhöhte Farbsättigung besondere Vorteile bieten und von erhöhtem Interesse sein). Es wird bevorzugt zugleich eine
25 Verkaufsfläche mit der Ware und mit demselben Licht der begehbare Verkaufsraum um die Ware beleuchtet, wobei bspw. ein Anteil von mindestens 30 %, vorzugsweise mindestens 40 %, des von der Beleuchtungsvorrichtung abgege-

benen Lichts zur Beleuchtung des begehbaren Verkaufsraums genutzt wird.

Die Erfindung betrifft auch die Verwendung einer vorliegend offenbarten Beleuchtungsvorrichtung bzw. eines entsprechenden Leuchtmittels, wobei das Sekundärlicht, das
5 sich aus dem roten und dem grünen Licht zusammensetzt, ungefiltert zur Beleuchtung genutzt wird. Vorzugsweise wird das gesamte Beleuchtungslicht ungefiltert genutzt. Die „ungefilterte“ Nutzung bezieht sich auf einen Dauerbetrieb, erfolgt also beispielsweise über mindestens 10
10 s, 30 s, 60 s bzw. auch erheblich länger, etwa mindestens 30 Min. bzw. 60 Min. Insoweit meint „ungefiltert“, dass das gesamte über einen entsprechenden Zeitraum erzeugte Sekundärlicht/Beleuchtungslicht der Beleuchtung zugeführt
15 wird (jedenfalls von nicht vermeidbaren Streuverlusten abgesehen).

Der von der Beleuchtungsvorrichtung abgegebene Lichtstrom kann beispielsweise bei mindestens 500 lm, 1000 lm, 1500 lm, 2000 lm bzw. 2500 lm liegen (in der Reihenfolge
20 der Nennung zunehmend bevorzugt); mögliche Obergrenzen können beispielsweise bei höchstens 10000 lm bzw. höchstens 5000 lm liegen. Es kann beispielsweise eine Effizienz von mindestens 50 W/lm, vorzugsweise mindestens 80 W/lm, besonders bevorzugt mindestens 100 W/lm erreicht
25 werden; mögliche Obergrenzen können etwa bei höchstens 200 W/lm bzw. höchstens 150 W/lm liegen. Dies soll ausdrücklich auch hinsichtlich der Vorrichtungskategorie offenbart sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei die einzelnen Merkmale im Rahmen der nebengeordneten Ansprüche auch in anderer Kombination erfindungswesentlich sein können und in dieser Form offenbart sein sollen.

Im Einzelnen zeigt

Fig. 1 den spektralen Verlauf des Beleuchtungslichts einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung;

Fig. 2 ein Diagramm zur Illustration der Farbsättigung des Beleuchtungslichts gemäß Fig. 1 im Vergleich zu dem Licht einer Halogen-Lampe als Referenz;

Fig. 3 ein CIE-Normfarbsystem mit bevorzugten Bereichen für die Farborte des roten und grünen Lichts als Teil des Beleuchtungslichts;

Fig. 4 ein Diagramm zur Illustration von FCI-Werten erfindungsgemäßer Beleuchtungsvorrichtungen unterschiedlicher Farbtemperatur;

Fig. 5 die Lage bevorzugter Farborte relativ zur Planck-Kurve.

Fig. 6 eine erfindungsgemäße Beleuchtungsvorrichtung in einem schematischen Schnitt.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

Fig. 1 zeigt ein Spektrum des Beleuchtungslichts einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung. Das von der InGaN-LED der Beleuchtungsanordnung emittierte blaue Licht bildet einen Blau-Anteil 1 des Beleuchtungslichts.

5 Die Dominantwellenlänge λ_{Dom} des blauen Lichts liegt bei rund 450 nm. Ein Teil des blauen LED-Lichts wird also als Teil des Beleuchtungslichts direkt zur Beleuchtung genutzt; mit einem anderen Teil des blauen Lichts wird hingegen ein LED-Leuchtstoff angeregt (vgl. Fig. 5 für den Aufbau im Detail), der auf diese Anregung hin längerwelliges Sekundärlicht emittiert.

Der mit dem blauen Licht angeregte LED-Leuchtstoff besteht aus einem Rot- und einem Grün-Leuchtstoff, die Leuchtstoffe sind in Mischung vorgesehen (vgl. Fig. 5 im
15 Detail). Als Rot-Leuchtstoff ist $(\text{Sr,Ca})\text{AlSiN}_3$ vorgesehen; der Grün-Leuchtstoff ist ein Nitrido-Orthosilikat.

Das von dem Grün-Leuchtstoff auf die Anregung mit dem blauen LED-Licht hin emittierte grüne Licht bildet einen Grün-Anteil 2 an dem Beleuchtungslicht; das von dem Rot-Leuchtstoff auf die Anregung mit dem blauen Licht hin
20 emittierte rote Licht bildet einen Rot-Anteil 3 an dem Beleuchtungslicht. In dem spektralen Verlauf gemäß Fig. 1 ist ein Minimum zwischen dem Grün-Anteil 2 und dem Rot-Anteil 3 zu erkennen, also im Gelben. Gleichermäßen befindet sich ein Minimum zwischen dem Blau-Anteil 1 und
25 dem Grün-Anteil 2.

Wie Fig. 2 illustriert, kann dieser gewissermaßen in Banden untergliederte spektrale Verlauf gemäß Fig. 1 die Farbsättigung erhöhen, jedenfalls im Roten und Grünen, teils auch im Blauen. Andererseits wird die Farbsättigung im Gelben nicht wirklich beeinträchtigt, es kann dort eventuell zu einer gewissen Rotverschiebung kommen. Die Farbsättigung ist in Fig. 2 im Vergleich zu der Farbsättigung gezeigt, die sich mit einer Halogen-Lampe als Referenz erreichen lässt.

Fig. 2 zeigt ein CIELAB-Diagramm mit den Achsen a^* und b^* . Je größer für eine bestimmte Testfarbe der Abstand zum Nullpunkt, desto größer ist also die Farbsättigung.

Mit dem spektralen Verlauf gemäß Fig. 1 lässt sich eine erhöhte Farbsättigung erreichen. So führt beispielsweise das Minimum zwischen dem Grün-Anteil 2 und dem Rot-Anteil 3 dazu, dass die in der Regel relativ breitbandig reflektierenden Farbstoffe (der Testfarben) vereinfacht gesprochen nicht in voller Breite beleuchtet und dementsprechend nicht in voller Breite zur Reflexion gebracht werden, was die jeweilige Testfarbe weniger verwaschen erscheinen lässt.

Fig. 3 zeigt ein CIE-Normfarbdiagramm (1931) und illustriert die Lage der Farborte verschiedener, zur Realisierung eines spektralen Verlaufs gemäß Fig. 1 geeigneter Rot- und Grün-Leuchtstoffe. Als Grün-Leuchtstoffe wurden ein Orthosilikat-, ein Nitrido-Orthosilikat- und ein β -SiAlON-Leuchtstoff betrachtet, wobei je Leuchtstoff jeweils mehrere Punkte mit einer gewissen spektralen Verschiebung zueinander zur Berücksichtigung technisch mög-

licher Abweichungen simuliert wurden. Sämtliche Farborte liegen in dem in Fig. 3 gekennzeichneten Viereck.

Ferner ergeben sich je Leuchtstoff der exakt selben Zusammensetzung zwei Farborte , und zwar in Abhängigkeit
5 von der Messmethode, nämlich ob am Einzelkorn oder am Pulver gemessen wird. Am Einzelkorn bzw. im stark verdünnten Zustand ist ein kurzwelliger spektraler Ausläufer stärker ausgeprägt als bei einer Messung am Pulver; letztere gibt jedoch den dann auch in der LED (also im LED-
10 Leuchtstoff) maßgeblichen spektralen Verlauf wieder. In anderen Worten entspricht das Verhalten im LED-Leuchtstoff in etwa dem beim Pulver.

In Fig. 3 sind die Daten der Einzelkornmessungen durch schwarze Punkte gekennzeichnet, wohingegen die in der für
15 den LED-Leuchtstoff relevanten Konzentration ermittelten Daten als weiße Punkte mit schwarzem Rand dargestellt sind.

Auch unabhängig von der Messmethode im Einzelnen liegen sämtliche in Fig. 3 für die Grün-Leuchtstoffe aufgetragenen Farborte innerhalb eines von vier (x/y) Wertepaaren
20 aufgespannten Vierecks; die Wertepaare sind: (0,352/0,645), (0,25/0,73), (0,17/0,55) und (0,23/0,5). Die Farborte liegen auch oberhalb der ersten Geraden 31 der Form $y = 1,189 \cdot x + 0,226$ und zugleich oberhalb der
25 zweiten Geraden 32 der Form $y = -0,833 \cdot x + 0,692$. Die Dominantwellenlänge λ_{Dom} der Grün-Leuchtstoffe liegt zwischen 535 nm und 550 nm, wobei die Halbwertsbreiten jeweils < 80 nm sind.

Ferner sind in dem CIE-Normfarbdiagramm auch die Farborte geeigneter Rot-Leuchtstoffe eingezeichnet, und zwar für einen $(\text{Sr,Ca})\text{AlSiN}_3$ -Leuchtstoff und einen 226-Leuchtstoff. Der Unterschied zwischen Messung an Pulver und Einzelkorn ist hier weniger ausgeprägt. Die geeigneten roten Farborte liegen sämtlich innerhalb eines von folgenden (x/y) Wertepaaren aufgespannten Vierecks: $(0,68/0,325)$, $(0,61/0,39)$, $(0,6/0,38)$ und $(0,67/0,315)$. Die Dominantwellenlängen geeigneter Rot-Leuchtstoffe liegen zwischen 600 nm und 618 nm, wobei die Halbwertsbreiten nicht größer als 85 nm sind.

Fig. 4 zeigt in einem Diagramm für verschiedene erfindungsgemäße Beleuchtungsrichtungen den jeweils ermittelten FCI-Wert, der ein Maß für sowohl die Farbsättigung als aber auch die Farbwiedergabe ist (*Feeling of Contrast Index*, FCI, vgl. die Beschreibungseinleitung bezüglich einer Referenz). Je Beleuchtungsrichtung mit einem bestimmten LED-Leuchtstoff, also einer bestimmten Mischung aus Rot- und Grün-Leuchtstoff im Verhältnis zu dem von der LED zur Verfügung gestellten Blau-Anteil, sind zwei FCI-Werte aufgetragen. Dabei entspricht jeweils der eine einer Betriebstemperatur (der Beleuchtungsrichtung) von 25° und der andere einer Betriebstemperatur von 90° . Die Ergebnisse wurden simulationsgestützt ermittelt.

Dabei haben die Erfinder je Farbtemperatur auch mehrere Beleuchtungsrichtungen betrachtet, die sich im Abstand ihres jeweiligen Farborts von der Planck-Kurve unterscheiden. Je Farbtemperatur liegen die Farborte auf einer Judd'schen Geraden. Je solcher Geraden und damit Farbtem-

peratur wurden vier sich in ihrem Farbort 41 entsprechend unterscheidende Beleuchtungsvorrichtungen betrachtet, wobei der erste Farbort jeweils (je Farbtemperatur) drei MacAdams-Schritte oberhalb der Planck-Kurve, der zweite
5 Farbort 42 drei MacAdams-Schritte unterhalb der Planck-Kurve, der dritte Farbort 43 sechs MacAdams-Schritte und der vierte Farbort 44 zehn MacAdams-Schritte unterhalb der Planck-Kurve liegt. Der FCI-Wert ist also (bei derselben Farbtemperatur) für Werte unterhalb der Planck-
10 Kurve größer als oberhalb davon.

Die Bezugszeichen a, b differenzieren dann zwischen der Raumtemperatur (25 °C) als Betriebsbedingung (RT) und der erhöhten Temperatur von 90 °C, die sich im Dauerbetrieb (D) einstellt. Der Vergleich von beispielsweise 44a mit
15 44b betrifft also dieselbe Beleuchtungsvorrichtung bei unterschiedlichen Temperaturen, der FCI-Wert nimmt mit steigender Temperatur ab (was üblicherweise in den Eigenschaften der Leuchtstoffe begründet ist, deren Emissionswellenlänge sich mit der Temperatur etwas ändern kann).

20 Bei Farbtemperaturen < 3000 K sind die FCI-Werte sämtlich > 130 . Bei größeren Farbtemperaturen (von mindestens 3000 K) liegen die FCI-Werte oberhalb einer Geraden 45 der Form $FCI = -0,006 \cdot T (K) + 148$.

Anhand von Fig. 4 wurde deutlich, dass ein bei der ge-
25 wünschten Farbtemperatur in einem gewissen Abstand zur Planck-Kurve liegender Farbort gegenüber einer Lage auf der Planck-Kurve sogar bevorzugt sein kann, weil sich so beispielsweise der FCI-Wert erhöhen lassen kann.

Fig. 5 zeigt eine Planck-Kurve 51 in einem Koordinatensystem, welches zu einem CIE-Normfarbdiagramm passt, der Farbraum ist jedoch der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt.

5 Unterhalb der Planck-Kurve 51 ist ein erster, größerer Bereich 52 gekennzeichnet, in dem der Farbort des Beleuchtungslichts einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung bevorzugt liegen soll. Besonders bevorzugt soll der Farbort in dem zweiten, engeren Bereich 53 liegen,
10 welchen der erste Bereich 52 beinhaltet.

Fig. 6 zeigt einen schematischen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Beleuchtungsvorrichtung 61 mit mehreren LEDs 62, nämlich für sich ungehäusten LED-Chips. Diese sind auf einem Substrat 63 angeordnet und über Bonddrähte
15 64 miteinander und (nicht gezeigten) Leiterbahn-Anschlüssen des Substrats 63 verbunden.

Die LED-Chips sind in der Beleuchtungsvorrichtung 61 gemeinsam gehäust, und zwar mit einem Vergussmaterial 65 bedeckt, nämlich Silikon. In das Silikon ist eine Mischung aus dem Rot- und dem Grün-Leuchtstoff eingebettet.
20 Je Leuchtstoff sind eine Vielzahl Leuchtstoffpartikel in das Vergussmaterial 65 eingebettet und darin zufallsverteilt.

Das von den LEDs 62 jeweils an einer Lichtabstrahlfläche
25 66 emittierte blaue Licht (als Primärstrahlung) durchsetzt das Vergussmaterial 65 mit der Leuchtstoffmischung und wird dabei zum Teil konvertiert. An einer Lichtabstrahlfläche 67 der Beleuchtungsvorrichtung 61 wird dann

eine Mischung aus dem von dem LED-Leuchtstoff (der Mischung) auf diese Anregung hin abgegebenen Konversionslicht und einem nicht konvertierten Teil des blauen LED-Lichts als Beleuchtungslicht abgegeben.

Ansprüche

1. Halbleiter-Beleuchtungsanordnung (61) zur Emission von Beleuchtungslicht (1,2,3) mit
5 einer LED (62), die zur Emission von blauer Primärstrahlung ausgelegt ist,
einem LED-Leuchtstoff, der so angeordnet und ausgelegt ist, dass er im Betrieb von der Primärstrahlung angeregt wird und infolgedessen Sekundärlicht (2,3)
10 emittiert, welches zumindest einen Anteil des Beleuchtungslichts bildet,
wobei der LED-Leuchtstoff einen Rot-Leuchtstoff zur Emission von rotem Licht (3) als Anteil des Sekundärlichts und einen Grün-Leuchtstoff zur Emission
15 von grünem Licht (2) als Anteil des Sekundärlichts aufweist, welches grüne Licht (2) einen Farbort hat, der in einem CIE-Normfarbdiagramm oberhalb einer ersten Geraden (31) mit einer Steigung m_1 und einem y-Achsenabschnitt n_1 liegt, wobei die Steigung $m_1 =$
20 1,189 und der y-Achsenabschnitt $n_1 = 0,226$ ist,
und wobei die Anteile des Beleuchtungslichts (1,2,3) in einem solchen Verhältnis zueinander stehen, dass das Beleuchtungslicht (1,2,3) eine Farbtemperatur von höchstens 5500 K hat.
25
2. Halbleiter-Beleuchtungsanordnung (61) nach Anspruch 1, bei welcher das Beleuchtungslicht (1,2,3) einen Farbort hat, der im CIE-Normfarbdiagramm in einem Bereich liegt, den nach oben hin die Planck-

Kurve begrenzt und der sich nach unten bis zu einem Abstand von der Planck-Kurve von 15 Schwellenwert-einheiten erstreckt.

- 5 3. Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher das grüne Licht (2) einen Farbort hat, der im CIE-Normfarbdiagramm oberhalb einer zweiten Geraden (32) mit einer Steigung m_2 und einem y-Achsenabschnitt n_2 liegt, wobei die
- 10 Steigung $m_2 = -0,833$ und der y-Achsenabschnitt $n_2 = 0,692$ ist.
4. Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach Anspruch 3, bei welcher der Farbort des grünen Lichts
- 15 (2) im CIE-Normfarbdiagramm in einem von vier (x/y)-Wertepaaren aufgespannten Viereck liegt, welche (x/y)-Wertepaare sind: (0,352/0,645), (0,25/0,73), (0,17/0,55) und (0,23/0,5).
- 20 5. Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher das grüne Licht (2) eine Dominantwellenlänge λ_{Dom} von mindestens 515 nm und von höchstens 555 nm bei einer Halbwertsbreite von höchstens 85 nm hat.
- 25 6. Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher der Farbort des roten Lichts (3) im CIE-Normfarbdiagramm in einem von vier (x/y)-Wertepaaren aufgespannten Viereck

liegt, welche (x/y)-Wertepaare sind: (0,68/0,325), (0,61/0,39), (0,6/0,38) und (0,67/0,315).

- 5 7. Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher das rote Licht (3) eine Peakwellenlänge λ_{peak} von mindestens 630 nm und von höchstens 645 nm bei einer Halbwertsbreite von höchstens 100 nm hat.
- 10 8. Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher das Beleuchtungslicht einen Farbwiedergabeindex von mindestens 80 hat.
- 15 9. Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher der Grün-Leuchstoff einen Orthosilikat-, Nitrido-Orthosilikat- und/oder β -SiAlON-Leuchstoff aufweist, vorzugsweise aus einem davon besteht.
- 20 10. Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher die von der LED (62) emittierte Primärstrahlung blaues Licht (1) ist, das einen Anteil an dem Beleuchtungslicht bildet.
- 25 11. Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach einem der vorstehenden Ansprüche mit einer Mehrzahl zur Emission von blauer Primärstrahlung ausgelegter LEDs (62), die jeweils als LED-Chips in die Halbleiter-
- 30

Beleuchtungsvorrichtung (61) eingebaut und gemeinsam mit einem Verfüllmaterial (65) gehäust sind.

12. Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach einem
5 der vorstehenden Ansprüche, bei welcher das Beleuchtungslicht einen FCI-Wert von mindestens 130 hat, soweit die Farbtemperatur kleiner 3000 K ist, und bei einer Farbtemperatur von mindestens 3000 K einen FCI-Wert hat, der oberhalb einer über die Farbtemperatur T als x-Achse aufgetragenen Geraden $FCI = m_{FCI} \cdot T + n_{FCI}$ mit einer Steigung m_{FCI} und einem y-Achsenabschnitt n_{FCI} liegt, wobei $m_{FCI} = -0,006$ und $n_{FCI} = 148$ ist.
- 10 13. Leuchtmittel mit einer Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach einem der vorstehenden Ansprüche und einem Sockel, mit welchem die Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) elektrisch funktional verbunden ist, welcher Sockel ein Edisonsockel, ein Stecksockel, ein Hülsensockel, ein Röhrensockel, ein Bajonettsockel oder ein Stiftsockel ist.
- 15 14. Verwendung einer Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 oder eines Leuchtmittels nach Anspruch 13 zur Allgemeinbeleuchtung, insbesondere zur Gebäudebeleuchtung, insbesondere zur Gebäudeinnenbeleuchtung, insbesondere zur Beleuchtung von Verkaufsflächen.

15. Verwendung einer Halbleiter-Beleuchtungsvorrichtung (61) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 oder eines Leuchtmittels nach Anspruch 13, bei welcher das Sekundärlicht ungefiltert zur Beleuchtung genutzt wird.
- 5

1/3

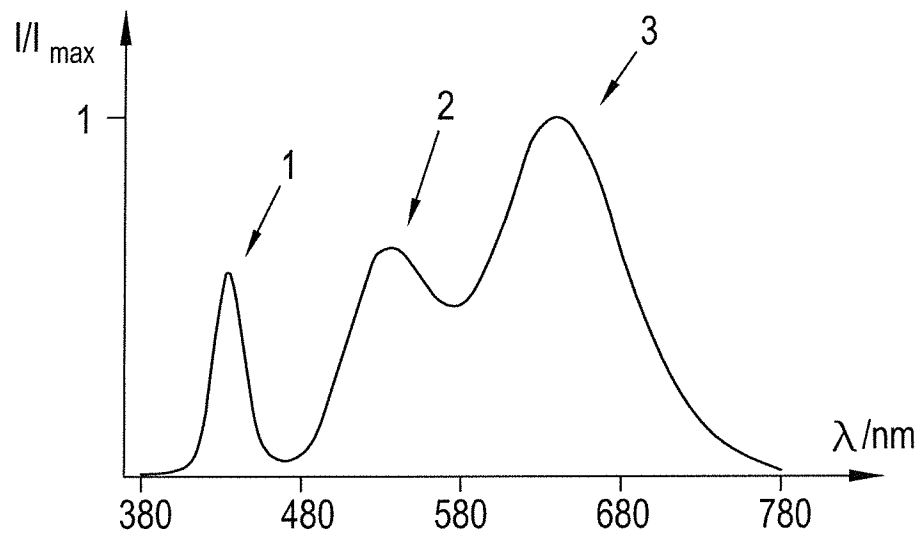


Fig. 1

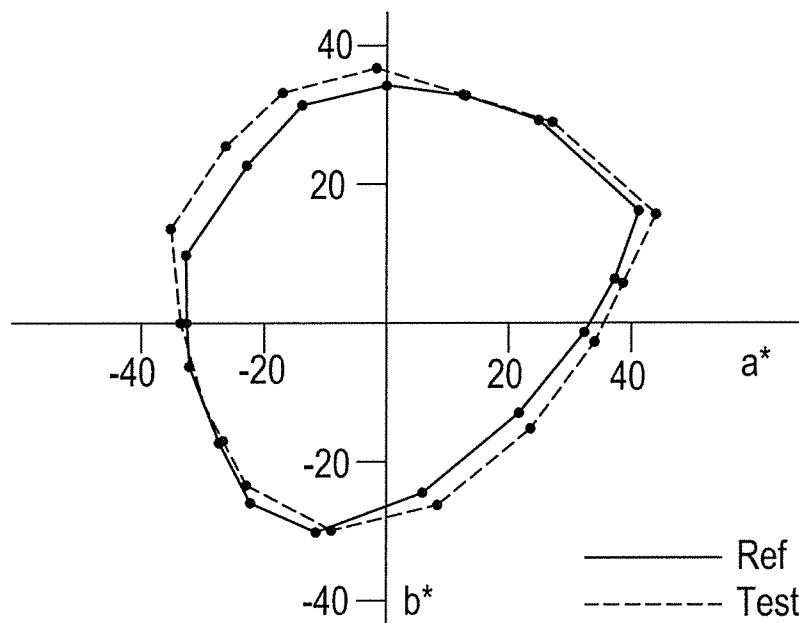


Fig. 2

2/3

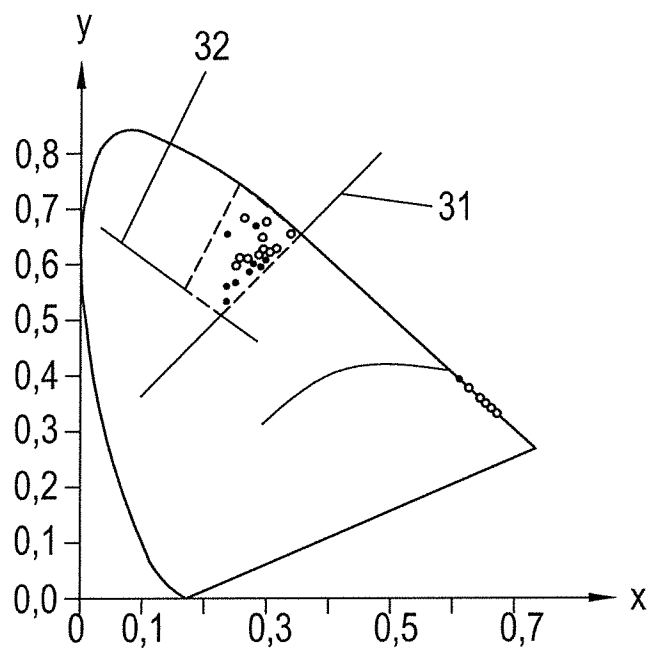


Fig. 3

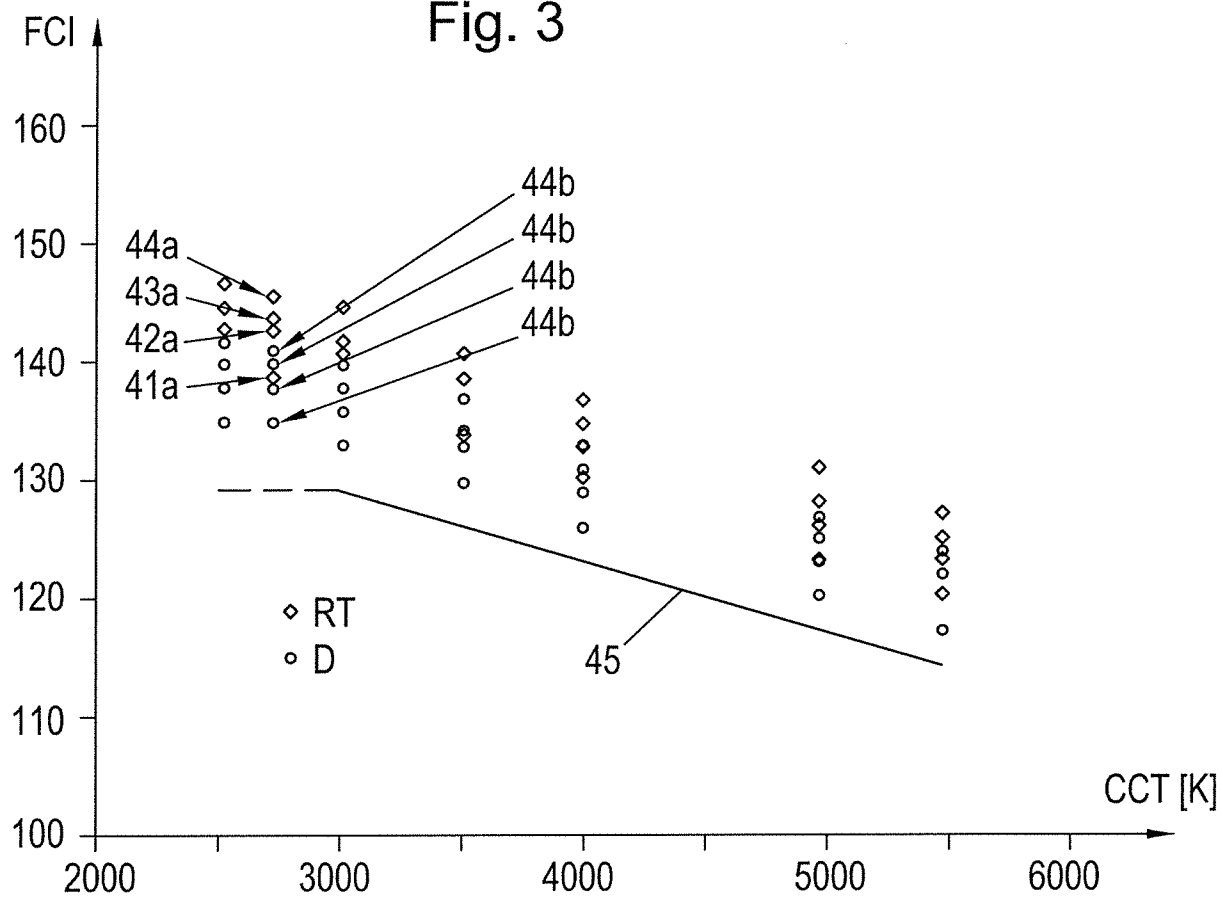


Fig. 4

3/3

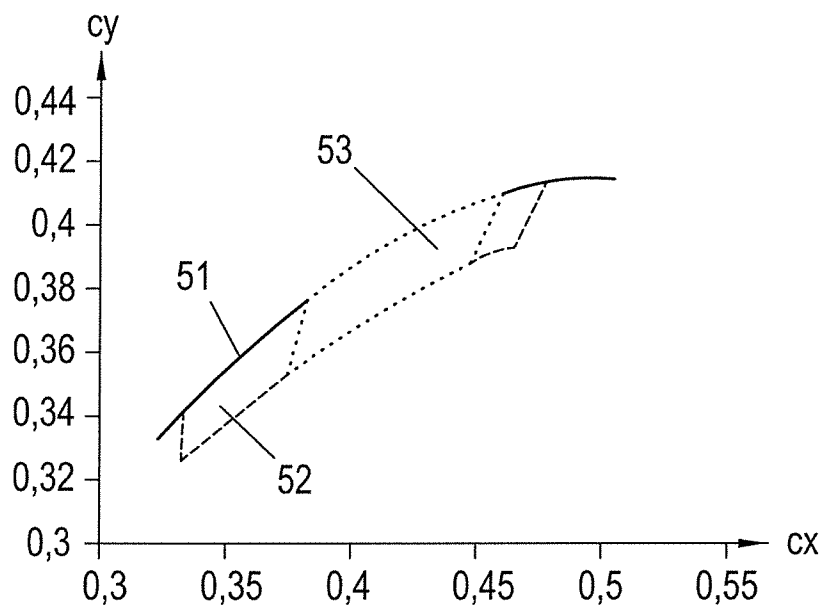


Fig. 5

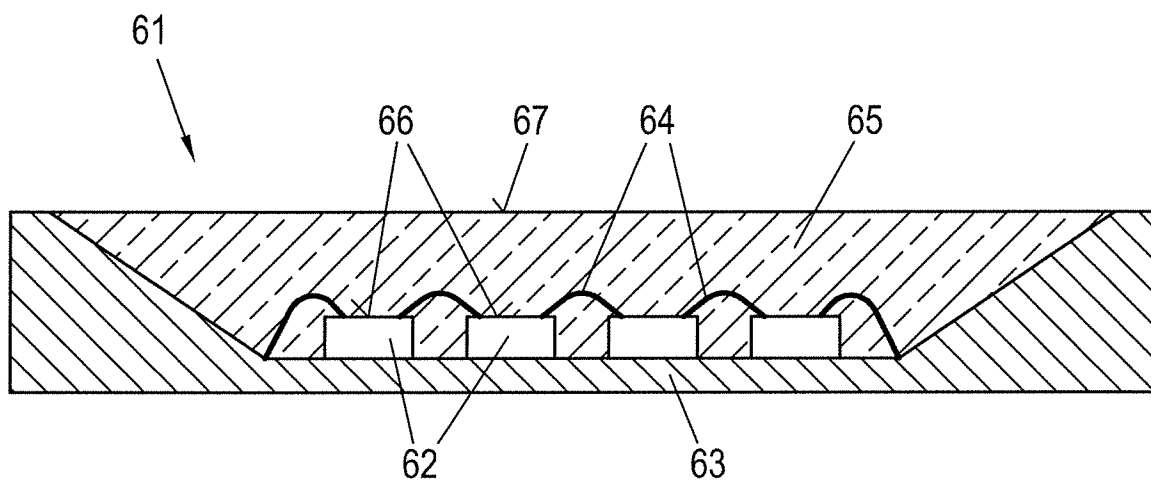


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/050378

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. C09K11/59 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)
 C09K 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, COMPENDEX, INSPEC, 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 2008/180948 A1 (YOON CHUL SOO [KR] ET AL) 31 July 2008 (2008-07-31) claims 1-6; figure 12 -----	1-15
X	US 2014/055982 A1 (TAO DEJIE [US] ET AL) 27 February 2014 (2014-02-27) claims 1-30; figure 15 -----	1-15
X	US 2012/274240 A1 (LEE HYU JIN [KR] ET AL) 1 November 2012 (2012-11-01) claims 1-23; figure 1 -----	1-15



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

23 March 2016

Date of mailing of the international search report

04/04/2016

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

Mehdaoui, Imed

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/050378

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2008180948	A1	31-07-2008	CN	101216150 A		09-07-2008
			CN	101834266 A		15-09-2010
			CN	102290521 A		21-12-2011
			JP	2008166825 A		17-07-2008
			KR	20080063709 A		07-07-2008
			US	2008180948 A1		31-07-2008

US 2014055982	A1	27-02-2014	US	2014055982 A1		27-02-2014
			US	2015022998 A1		22-01-2015

US 2012274240	A1	01-11-2012	CN	102779928 A		14-11-2012
			EP	2549555 A2		23-01-2013
			KR	20120122376 A		07-11-2012
			TW	201302988 A		16-01-2013
			US	2012274240 A1		01-11-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C09K11/59 H01L33/50
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C09K 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, COMPENDEX, INSPEC, 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 2008/180948 A1 (YOON CHUL SOO [KR] ET AL) 31. Juli 2008 (2008-07-31) Ansprüche 1-6; Abbildung 12 -----	1-15
X	US 2014/055982 A1 (TAO DEJIE [US] ET AL) 27. Februar 2014 (2014-02-27) Ansprüche 1-30; Abbildung 15 -----	1-15
X	US 2012/274240 A1 (LEE HYU JIN [KR] ET AL) 1. November 2012 (2012-11-01) Ansprüche 1-23; Abbildung 1 -----	1-15



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

23. März 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/04/2016

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

Mehdaoui, Imed

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/050378

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2008180948	A1	31-07-2008	CN	101216150 A	09-07-2008
			CN	101834266 A	15-09-2010
			CN	102290521 A	21-12-2011
			JP	2008166825 A	17-07-2008
			KR	20080063709 A	07-07-2008
			US	2008180948 A1	31-07-2008

US 2014055982	A1	27-02-2014	US	2014055982 A1	27-02-2014
			US	2015022998 A1	22-01-2015

US 2012274240	A1	01-11-2012	CN	102779928 A	14-11-2012
			EP	2549555 A2	23-01-2013
			KR	20120122376 A	07-11-2012
			TW	201302988 A	16-01-2013
			US	2012274240 A1	01-11-2012
