

(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  
14. September 2017 (14.09.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/153395 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*C09K 11/77* (2006.01) *H01L 33/50* (2010.01)  
*H05B 33/14* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/055302

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. März 2017 (07.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2016 104 369.9 10. März 2016 (10.03.2016) DE

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

(72) Erfinder: **CUI, Hailing**; Edith-Stein-Str. 20 b, 93055  
Regensburg (DE). **BAUMGARTNER, Alexander**;  
Hartweg 14, 93093 Donaustauf (DE).

(74) Anwalt: **ZUSAMMENSCHLUSS NR. 175 - EPPING  
HERMANN FISCHER  
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**;  
Schloßschmidstr. 5, 80639 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, DJ, 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, KH,  
KN, KP, KR, KW, 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.

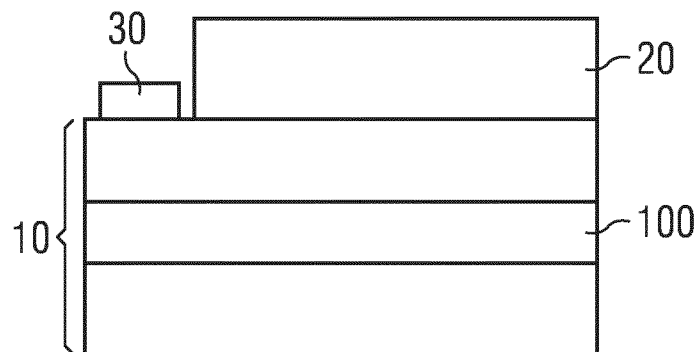
(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** LUMINOPHORE MIXTURE AND OPTOELECTRONIC COMPONENT COMPRISING A LUMINOPHORE MIXTURE

(54) **Bezeichnung :** LEUCHTSTOFFMISCHUNG UND OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT MIT EINER LEUCHTSTOFFMISCHUNG

FIG 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a luminophore mixture comprising a first luminophore, a second luminophore and a third luminophore, wherein the first luminophore has an emission spectrum with a first peak maximum in the green spectral range, the second luminophore has an emission spectrum with a second peak maximum in the green spectral range, and the third luminophore has an emission spectrum with a third peak maximum in the red spectral range. The invention also relates to an optoelectronic component which contains said luminophore mixture.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/153395 A1



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).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Leuchtstoffmischung und optoelektronisches Bauelement mit einer Leuchtstoffmischung Es wird eine Leuchtstoffmischung umfassend einen ersten Leuchtstoff, einen zweiten Leuchtstoff und einen dritten Leuchtstoff angegeben, wobei der erste Leuchtstoff ein Emissionsspektrum mit einem ersten Peakmaximum im grünen Spektralbereich aufweist, der zweite Leuchtstoff ein Emissionsspektrum mit einem zweiten Peakmaximum im grünen Spektralbereich aufweist und der dritte Leuchtstoff ein Emissionsspektrum mit einem dritten Peakmaximum im roten Spektralbereich aufweist. Es wird weiterhin ein optoelektronisches Bauelement angegeben, das die Leuchtstoffmischung enthält.

## Beschreibung

Leuchtstoffmischung und optoelektronisches Bauelement mit einer Leuchtstoffmischung

5

Es wird eine Leuchtstoffmischung angegeben sowie ein optoelektronisches Bauelement, das eine Leuchtstoffmischung enthält.

10 Es soll eine Leuchtstoffmischung mit verbesserten Eigenschaften bereitgestellt werden. Weiterhin soll ein optoelektronisches Bauelement mit verbesserten Eigenschaften bereitgestellt werden.

15 Diese Aufgaben werden durch eine Leuchtstoffmischung gemäß Anspruch 1 sowie durch ein optoelektronisches Bauelement mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen sowie Ausführungsformen der  
20 Leuchtstoffmischung und des optoelektronischen Bauelements sind in abhängigen Ansprüchen angegeben.

Es wird eine Leuchtstoffmischung angegeben, die einen ersten Leuchtstoff, einen zweiten Leuchtstoff und einen dritten  
25 Leuchtstoff umfasst, wobei der erste Leuchtstoff ein Emissionsspektrum mit einem ersten Peakmaximum im grünen Spektralbereich aufweist, der zweite Leuchtstoff ein Emissionsspektrum mit einem zweiten Peakmaximum im grünen Spektralbereich aufweist und der dritte Leuchtstoff ein  
30 Emissionsspektrum mit einem dritten Peakmaximum im roten Spektralbereich aufweist. Das erste und zweite Peakmaximum sind gemäß einer Ausführungsform voneinander unterschiedlich.

Hier und im Folgenden werden mit „erstem Peakmaximum“, „zweiten Peakmaximum“ und „dritten Peakmaximum“ die jeweiligen relativen Intensitätsmaxima der Emissionsspektren des ersten, zweiten und dritten Leuchtstoffs bezeichnet.

5

Die Leuchtstoffmischung ist dazu geeignet, bei Anregung mit Licht, beispielsweise aus dem blauen Spektralbereich, Licht mit einer hohen Farbwiedergabe, die an dem Farbwiedergabeindex CRI gemessen wird, zu erzeugen.

10

Insbesondere ist die Leuchtstoffmischung dazu geeignet zusammen mit einem Halbleiterkörper in einem optoelektronischen Bauelement verwendet zu werden, wobei der Halbleiterkörper Licht eines ersten Wellenlängenbereichs, beispielsweise aus dem blauen Spektralbereich, emittiert.

15

Hier und im Folgenden soll unter „Licht“ und „Strahlung“ elektromagnetische Strahlung verstanden werden, deren Wellenlänge im sichtbaren und unsichtbaren Wellenlängenbereich liegen kann.

20

Insbesondere kann die Leuchtstoffmischung bei Anregung mit Licht aus dem blauen Spektralbereich mischfarbiges Licht mit einem Farbwiedergabeindex  $CRI > 90$  bei gleichzeitig hohen Referenzfarbwerten  $R9$  und  $R13$ , insbesondere  $R9 > 90$  und  $R13 > 90$  erzeugen. Die Farbtemperatur kann dabei im kaltweißen Bereich der CIE-Normfarbtafel in dem Bereich 4000 K bis 10000 K, insbesondere bei zirka oder exakt 6500 K liegen. Licht von solch hoher Farbqualität und Farbwiedergabe wird beispielsweise in medizinischen Anwendungen benötigt, beispielsweise für Operationen und Untersuchungen.

25

30

Wird die Leuchtstoffmischung durch Licht aus einem ersten Wellenlängenbereich, beispielsweise einem blauen

Wellenlängenbereich, angeregt, kann zur Erzeugung von  
mischfarbigem Licht mit einer hohen Farbqualität und  
Farbwiedergabe der erste Leuchtstoff das Licht aus dem ersten  
Wellenlängenbereich in Licht eines zweiten

5 Wellenlängenbereichs konvertieren, der zweite Leuchtstoff das  
Licht des ersten Wellenlängenbereichs in Licht eines dritten  
Wellenlängenbereichs konvertieren und der dritte Leuchtstoff  
das Licht des ersten Wellenlängenbereichs in Licht eines  
vierten Wellenlängenbereichs konvertieren. Der zweite  
10 Wellenlängenbereich entspricht somit dem Emissionsspektrum  
des ersten Leuchtstoffs, der dritte Wellenlängenbereich  
entspricht dem Emissionsspektrum des zweiten Leuchtstoffs und  
der vierte Wellenlängenbereich entspricht dem  
Emissionsspektrum des dritten Leuchtstoffs.

15

Ein Teil des Lichts des ersten Wellenlängenbereichs kann  
unkonvertiert bleiben, sodass sich eine Gesamtemission  
ergibt, die sich aus Licht des ersten, zweiten, dritten und  
vierten Wellenlängenbereichs zusammensetzt und die oben  
20 genannten hohen CRI-, R9- und R13-Werte von > 90 und eine  
kaltweiße Farbtemperatur aus dem Bereich 4000 K bis 10000 K,  
insbesondere eine Farbtemperatur von 6500 K aufweist.

Das erste Peakmaximum der Leuchtstoffmischung kann eine  
25 Wellenlänge aufweisen, die aus dem Bereich einschließlich 500  
nm bis einschließlich 530 nm ausgewählt ist. Insbesondere  
kann das erste Peakmaximum eine Wellenlänge aufweisen, die  
aus dem Bereich einschließlich 510 nm bis einschließlich 520  
nm ausgewählt ist.

30

Weiterhin kann das zweite Peakmaximum in der  
Leuchtstoffmischung eine Wellenlänge aufweisen, die aus dem  
Bereich einschließlich 530 nm bis einschließlich 560 nm

ausgewählt ist. Insbesondere kann das zweite Peakmaximum eine Wellenlänge aufweisen, die aus dem Bereich einschließlich 530 nm bis einschließlich 540 nm ausgewählt ist. Das zweite Peakmaximum kann gemäß einer Ausführungsform von dem ersten  
5 Peakmaximum unterschiedlich sein.

Weiterhin kann das dritte Peakmaximum in der Leuchtstoffmischung eine Wellenlänge aufweisen, die aus dem Bereich einschließlich 610 nm bis einschließlich 650 nm  
10 ausgewählt ist. Insbesondere kann das dritte Peakmaximum eine Wellenlänge aufweisen, die aus dem Bereich einschließlich 620 nm bis einschließlich 630 nm ausgewählt ist.

Somit werden in der Leuchtstoffmischung zwei Leuchtstoffe,  
15 die im grünen Spektralbereich emittieren, und ein Leuchtstoff, der im roten Spektralbereich emittiert, kombiniert.

Das Emissionsspektrum des ersten Leuchtstoffs kann weiterhin  
20 bei der Wellenlänge des ersten Peakmaximums eine erste Halbwertsbreite aufweisen, die kleiner als einschließlich 90 nm ist. Insbesondere kann die erste Halbwertsbreite kleiner als einschließlich 65 nm sein. Damit weist der erste Leuchtstoff, der im grünen Spektralbereich emittiert, eine  
25 schmalbandige Emission auf.

Weiterhin kann das Emissionsspektrum des zweiten Leuchtstoffs bei der Wellenlänge des zweiten Peakmaximums eine zweite Halbwertsbreite aufweisen, die größer als einschließlich 90  
30 nm ist. Insbesondere kann die zweite Halbwertsbreite größer als einschließlich 100 nm sein. Damit handelt es sich bei dem zweiten Leuchtstoff, der im grünen Spektralbereich emittiert, um einen breitbandig emittierenden Leuchtstoff.

Weiterhin kann das Emissionsspektrum des dritten Leuchtstoffs bei der Wellenlänge des dritten Peakmaximums eine dritte Halbwertsbreite aufweisen, die kleiner als einschließlich 100 nm ist. Insbesondere kann die dritte Halbwertsbreite kleiner als einschließlich 80 nm sein.

Bei dem ersten Leuchtstoff kann es sich beispielsweise um mit  $\text{Eu}^{2+}$ -dotierte Oxonitridosilikate, mit  $\text{Eu}^{2+}$ -dotierte Nitridoorthosilikate, mit  $\text{Eu}^{2+}$ -dotierte Orthosilikate oder mit  $\text{Eu}^{2+}$ -dotierte Chlorosilikate handeln, beispielsweise um  $\text{Ca}_8\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$ . Bei dem zweiten Leuchtstoff kann es sich beispielsweise um mit  $\text{Ce}^{3+}$ -dotiertes Garnet, mit  $\text{Eu}^{2+}$ -dotierte Oxonitridosilikate, mit  $\text{Eu}^{2+}$ -dotierte Nitridoorthosilikate, oder mit  $\text{Eu}^{2+}$ -dotierte Orthosilikate, beispielsweise um  $\text{Lu}_3(\text{Al},\text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$  handeln. Als dritter Leuchtstoff können mit  $\text{Eu}^{2+}$ -dotierte Nitride, beispielsweise  $(\text{Sr},\text{Ca})\text{SiAlN}_3:\text{Eu}^{2+}$  ausgewählt werden.

Die Leuchtstoffe können in einem gemeinsamen Matrixmaterial vorliegen, bei dem es sich beispielsweise um Silikon oder um ein Epoxidharz handeln kann. Darin können die Leuchtstoffe beispielsweise in Partikelform vorliegen. Die Partikel können eine Größe aufweisen, die aus dem Bereich einschließlich  $3\mu\text{m}$  bis einschließlich  $25\mu\text{m}$  ausgewählt ist. Zusammen mit dem Matrixmaterial kann die Leuchtstoffmischung somit beispielsweise als Schicht oder als Volumenverguss ausgeformt werden.

In der Leuchtstoffmischung können der erste Leuchtstoff und/oder der zweite Leuchtstoff und/oder der dritte Leuchtstoff ein Anregungsspektrum aufweisen, das in dem

Bereich einschließlich 440 nm bis einschließlich 460 nm ein Maximum hat. Insbesondere kann das Anregungsspektrum des ersten und/oder des zweiten und/oder des dritten Leuchtstoffs in dem Bereich einschließlich 445 nm bis einschließlich 455 nm, bevorzugt einschließlich 447,5 nm bis einschließlich 450 nm ein Maximum aufweisen. Weiterhin können der erste Leuchtstoff, der zweite Leuchtstoff und der dritte Leuchtstoff ein Anregungsspektrum aufweisen, das in dem Bereich einschließlich 440 nm bis einschließlich 460 nm, insbesondere in dem Bereich einschließlich 445 nm bis einschließlich 455 nm, bevorzugt einschließlich 447,5 nm bis einschließlich 450 nm, ein Maximum hat. Damit kann die Leuchtstoffmischung in einem optoelektronischen Bauelement beispielsweise mit einem Licht emittierenden Halbleiterchip kombiniert werden, der eine Dominantwellenlänge in einem großen Wellenlängenbereich, nämlich zwischen einschließlich 440 nm bis einschließlich 460 nm aufweist.

Zur Bestimmung der Dominantwellenlänge von elektromagnetischer Strahlung wird in dem CIE-Normdiagramm ausgehend vom Weißpunkt durch den Farbort der Strahlung eine gerade Linie gezogen. Der Schnittpunkt der geraden Linie mit der des CIE-Normdiagramm begrenzenden Spektralfarblinie bezeichnet die Dominantwellenlänge der elektromagnetischen Strahlung. Im Allgemeinen weicht die Dominantwellenlänge von einer Wellenlänge maximaler Intensität ab.

Es wird weiterhin ein optoelektronisches Bauelement angegeben, das einen Halbleiterkörper aufweist, der elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs emittiert, und ein Konversionselement enthaltend die Leuchtstoffmischung gemäß einem der oben genannten Ausführungsformen, wobei das Konversionselement im

Strahlengang des Halbleiterkörpers angeordnet ist und der erste Leuchtstoff Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs zumindest teilweise in Strahlung eines zweiten

Wellenlängenbereichs konvertiert, der zweite Leuchtstoff

5 Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs zumindest teilweise in Strahlung eines dritten Wellenlängenbereichs konvertiert und der dritte Leuchtstoff Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs zumindest teilweise in Strahlung eines vierten Wellenlängenbereichs konvertiert.

10

Das optoelektronische Bauelement emittiert somit mischfarbiges Licht, das sich aus Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs, des zweiten Wellenlängenbereichs, des dritten Wellenlängenbereichs und des vierten

15 Wellenlängenbereichs zusammensetzt. Das mischfarbige Licht kann einen Farbort im kaltweißen Bereich der CIE-Normfarbtafel, insbesondere bei einer Farbtemperatur aus dem Bereich 4000 bis 10000 K, beispielsweise bei 6500 K, sowie eine hohe Farbwiedergabe mit einem CRI > 90, R9 > 90 und R13  
20 > 90 aufweisen. Aufgrund der hohen Farbwiedergabe und der hohen Farbqualität kann ein solches optoelektronisches Bauelement beispielsweise in medizinischen Anwendungen eingesetzt werden, da es das für beispielsweise Operationen oder Untersuchungen benötigte kaltweiße Licht mit hoher  
25 Farbqualität und Farbwiedergabe emittiert.

Der Halbleiterkörper, der elektromagnetische Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs emittiert, kann eine aktive Schicht aufweisen, in der die elektromagnetische Strahlung  
30 erzeugt wird. Das Konversionselement kann neben der Leuchtstoffmischung weiterhin ein Matrixmaterial, beispielsweise Silikon oder Epoxidharz, enthalten. Das Konversionselement kann als Schicht im Strahlengang des

Halbleiterkörpers angeordnet sein oder auch als Volumenverguss, der den Halbleiterkörper teilweise oder vollständig umgibt.

- 5 Der erste Wellenlängenbereich kann einschließlich 440 nm bis einschließlich 460 nm umfassen. Insbesondere kann der erste Wellenlängenbereich einschließlich 445 nm bis einschließlich 455 nm, bevorzugt einschließlich 447,5 nm bis einschließlich 455 nm umfassen. Somit kann das Konversionselement, das die  
10 Leuchtstoffmischung enthält, mit einem blaues Licht emittierenden Halbleiterkörper kombiniert werden, der in einem breiten Spektralbereich blaues Licht emittiert.

- Das optoelektronische Bauelement kann eine Gesamtemission  
15 aufweisen, die sich aus Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs, Strahlung des zweiten Wellenlängenbereichs, Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs und Strahlung des vierten Wellenlängenbereichs zusammensetzt. Die Gesamtemission kann  
20 somit im kaltweißen Bereich bei einer Farbtemperatur aus dem Bereich 4000 K bis 10000 K, insbesondere von etwa 6500 K liegen und gleichzeitig hohe CRI-, R9- und R13-Werte von jeweils > 90 aufweisen.

- 25 Merkmale, die vorliegend lediglich in Verbindung mit der Leuchtstoffmischung beschrieben sind, können ebenfalls in Verbindung mit dem optoelektronischen Bauelement verwendet sein. Weiterhin können auch Merkmale, die nur in Verbindung mit dem Bauelement beschrieben sind, Verwendung in der  
30 Leuchtstoffmischung finden.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen.

5    Figur 1    zeigt eine schematische Seitenansicht eines optoelektronischen Bauelements gemäß einem Ausführungsbeispiel,

10    Figur 2    zeigt die CRI-, R9- und R13-Werte einer Leuchtstoffmischung gemäß einem Ausführungsbeispiel,

15    Figur 3    zeigt das Emissionsspektrum einer Leuchtstoffmischung gemäß einem Ausführungsbeispiel.

Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten  
20    Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente, insbesondere Schichtdicken, zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

25    Figur 1 zeigt die schematische Seitenansicht eines optoelektronischen Bauelements gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Bauelement umfasst einen Halbleiterkörper 10, der wiederum eine aktive Schicht 100 enthält. Die aktive Schicht umfasst beispielsweise InGaN. In  
30    der aktiven Schicht wird die elektromagnetische Strahlung erzeugt, deren erster Wellenlängenbereich zwischen einschließlich 440 nm und einschließlich 460 nm, insbesondere zwischen einschließlich 445 nm und einschließlich 455 nm,

bevorzugt zwischen einschließlich 447,5 nm bis einschließlich 455 nm liegt. Auf dem Halbleiterkörper 10 befindet sich ein Bondpad 30, mit dem der Halbleiterkörper elektrisch angeschlossen werden kann. Weiterhin befindet sich im Strahlengang des Halbleiterkörpers 10 das Konversionselement 20, das in diesem Beispiel als Schicht auf dem Halbleiterkörper 10 angeordnet ist. Das Konversionselement 20 enthält ein Matrixmaterial und eine Leuchtstoffmischung.

Die Leuchtstoffmischung enthält den ersten Leuchtstoff  $\text{Ca}_8\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$ . Der erste Leuchtstoff konvertiert die Strahlung des Halbleiterkörpers aus dem ersten Wellenlängenbereich in einen zweiten Wellenlängenbereich mit einem ersten Peakmaximum, das in dem Bereich einschließlich 500 nm bis einschließlich 530 nm, insbesondere bei 512 nm liegt und eine erste Halbwertsbreite bei der Wellenlänge des Peakmaximums hat, die kleiner als einschließlich 90 nm ist. Es handelt sich somit um eine schmalbandige grüne Emission des ersten Leuchtstoffs.

Die Leuchtstoffmischung enthält weiterhin den zweiten Leuchtstoff  $\text{Lu}_3(\text{Al},\text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ , der die Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs konvertiert, mit einem zweiten Peakmaximum in dem Bereich einschließlich 530 nm bis einschließlich 560 nm, insbesondere bei 532 nm, und einer zweiten Halbwertsbreite, die größer als einschließlich 90 nm ist. Damit ergibt sich eine breitbandige grüne Emission des zweiten Leuchtstoffs.

Weiterhin enthält die Leuchtstoffmischung den dritten Leuchtstoff  $(\text{Sr},\text{Ca})\text{SiAlN}_3:\text{Eu}^{2+}$ , der die Strahlung des ersten

Wellenlängenbereichs in Strahlung des vierten Wellenlängenbereichs konvertiert, mit einem dritten Peakmaximum in dem Bereich einschließlich 610 nm bis einschließlich 650 nm, insbesondere bei 622 nm, und einer  
5 Halbwertsbreite, die kleiner einschließlich 100 nm ist.

In diesem Beispiel enthält das Konversionselement 20 neben dem Matrixmaterial den ersten Leuchtstoff mit einem Anteil von einschließlich 1 Gew% bis einschließlich 5 Gew%, den  
10 zweiten Leuchtstoff mit einem Anteil von einschließlich 0.5 Gew% bis einschließlich 6 Gew% und den dritten Leuchtstoff mit einem Anteil von einschließlich 0.3 Gew% bis einschließlich 1 Gew%.

15 Somit emittiert das optoelektronische Bauelement mischfarbiges Licht, das sich aus dem blauen ersten Wellenlängenbereich, dem schmalbandigen grünen zweiten, dem breitbandigen grünen dritten und dem roten vierten Wellenlängenbereich zusammensetzt. Es hat eine hohe  
20 Farbwiedergabe mit einem CRI > 90 und gleichzeitig hohe R9- und R13-Werte von jeweils > 90 in der kaltweißen Region bei einer Farbtemperatur von etwa 6500 K.

Figur 2 zeigt die CRI-, R9- und R13-Werte der  
25 Leuchtstoffmischung gemäß dem oben genannten Ausführungsbeispiel. Es ist die Dominantwellenlänge des Halbleiterkörpers  $\lambda_{\text{dom}}$  in nm gegen die Kennzahl aufgetragen. Es ist zu sehen, dass in dem Wellenlängenbereich, der von dem Halbleiterkörper emittiert wird und bei dem die  
30 Leuchtstoffmischung angeregt wird, also zwischen 447,5 nm und 455 nm, sowohl der CRI-Wert als auch der R9-Wert und der R13-Wert der Leuchtstoffmischung größer als 90 sind.

Figur 3 zeigt das Emissionsspektrum der Leuchtstoffmischung gemäß dem oben genannten Ausführungsbeispiel. Es ist die Wellenlänge  $\lambda$  in nm gegen die relative Energie  $E_{\text{rel}}$  in % aufgetragen. I bezeichnet das Emissionsspektrum des ersten Leuchtstoffs, II bezeichnet das Emissionsspektrum des zweiten Leuchtstoffs und III bezeichnet das Emissionsspektrum des dritten Leuchtstoffs. Es ist zu sehen, dass ein schmalbandiger, grün emittierender Leuchtstoff I mit einem breitbandigen grün emittierenden Leuchtstoff II sowie ein rot emittierender Leuchtstoff III in der Leuchtstoffmischung kombiniert sind. Die Intensitätsmaxima liegen bei 512 nm (erstes Peakmaximum), 532 nm (zweites Peakmaximum) und 622 nm (drittes Peakmaximum). Die zugehörigen Halbwertsbreiten betragen etwa 58 nm (erste Halbwertsbreite), 108 nm (zweite Halbwertsbreite) und 75 nm (dritte Halbwertsbreite).

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2016 104 369.9, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

## Bezugszeichenliste

|   |                        |                     |
|---|------------------------|---------------------|
|   | 10                     | Halbleiterkörper    |
|   | 20                     | Konversionselement  |
| 5 | 30                     | Bondpad             |
|   | 100                    | Aktive Schicht      |
|   | $\lambda$              | Wellenlänge         |
|   | $\lambda_{\text{dom}}$ | Dominantwellenlänge |
|   | $E_{\text{rel}}$       | relative Energie    |

## Patentansprüche

1. Leuchtstoffmischung, umfassend einen ersten Leuchtstoff,  
einen zweiten Leuchtstoff und einen dritten Leuchtstoff,  
5 wobei der erste Leuchtstoff ein Emissionsspektrum mit  
einem ersten Peakmaximum im grünen Spektralbereich  
aufweist, der zweite Leuchtstoff ein Emissionsspektrum  
mit einem zweiten Peakmaximum im grünen Spektralbereich  
aufweist und der dritte Leuchtstoff ein  
10 Emissionsspektrum mit einem dritten Peakmaximum im roten  
Spektralbereich aufweist.
2. Leuchtstoffmischung nach dem vorhergehenden Anspruch,  
wobei das erste Peakmaximum eine Wellenlänge aufweist,  
15 die aus dem Bereich einschließlich 500 nm bis  
einschließlich 530 nm ausgewählt ist.
3. Leuchtstoffmischung nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, wobei das zweite Peakmaximum eine Wellenlänge  
20 aufweist, die aus dem Bereich einschließlich 530 nm bis  
einschließlich 560 nm ausgewählt ist.
4. Leuchtstoffmischung nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, wobei das dritte Peakmaximum eine Wellenlänge  
25 aufweist, die aus dem Bereich einschließlich 610 nm bis  
einschließlich 650 nm ausgewählt ist.
5. Leuchtstoffmischung nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, wobei das Emissionsspektrum des ersten  
30 Leuchtstoffs bei der Wellenlänge des ersten Peakmaximums  
eine erste Halbwertsbreite aufweist, die kleiner als  
einschließlich 90 nm ist.

6. Leuchtstoffmischung nach dem vorhergehenden Anspruch,  
wobei die erste Halbwertsbreite kleiner als  
einschließlich 65 nm ist.
- 5 7. Leuchtstoffmischung nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, wobei das Emissionsspektrum des zweiten  
Leuchtstoffs bei der Wellenlänge des zweiten  
Peakmaximums eine zweite Halbwertsbreite aufweist, die  
größer als einschließlich 90 nm ist.
- 10 8. Leuchtstoffmischung nach dem vorhergehenden Anspruch,  
wobei die zweite Halbwertsbreite größer als  
einschließlich 100 nm ist.
- 15 9. Leuchtstoffmischung nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, wobei das Emissionsspektrum des dritten  
Leuchtstoffs bei der Wellenlänge des dritten  
Peakmaximums eine dritte Halbwertsbreite aufweist, die  
kleiner als einschließlich 100 nm ist.
- 20 10. Leuchtstoffmischung nach dem vorhergehenden Anspruch,  
wobei die dritte Halbwertsbreite kleiner als  
einschließlich 80 nm ist.
- 25 11. Leuchtstoffmischung nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, wobei der erste Leuchtstoff und/oder der  
zweite Leuchtstoff und/oder der dritte Leuchtstoff ein  
Anregungsspektrum aufweist, das in dem Bereich  
einschließlich 440 nm bis einschließlich 460 nm ein  
30 Maximum hat.

12. Leuchtstoffmischung nach dem vorhergehenden Anspruch,  
wobei das Anregungsspektrum des ersten und/oder zweiten  
und/oder dritten Leuchtstoffs in dem Bereich  
einschließlich 447,5 nm bis einschließlich 455 nm ein  
Maximum hat.
13. Optoelektronisches Bauelement aufweisend einen  
Halbleiterkörper (10), der elektromagnetische Strahlung  
eines ersten Wellenlängenbereichs emittiert, und ein  
Konversionselement (20) enthaltend die  
Leuchtstoffmischung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12,  
wobei das Konversionselement im Strahlengang des  
Halbleiterkörpers (10) angeordnet ist und der erste  
Leuchtstoff Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs  
zumindest teilweise in Strahlung eines zweiten  
Wellenlängenbereichs konvertiert, der zweite Leuchtstoff  
Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs zumindest  
teilweise in Strahlung eines dritten  
Wellenlängenbereichs konvertiert und der dritte  
Leuchtstoff Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs  
zumindest teilweise in Strahlung eines vierten  
Wellenlängenbereichs konvertiert.
14. Optoelektronisches Bauelement nach dem vorhergehenden  
Anspruch, wobei der erste Wellenlängenbereich  
einschließlich 440 nm bis einschließlich 460 nm umfasst.
15. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche  
13 oder 14 aufweisend eine Gesamtemission, die sich aus  
Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs, Strahlung des  
zweiten Wellenlängenbereichs, Strahlung des dritten  
Wellenlängenbereichs und Strahlung des vierten  
Wellenlängenbereichs zusammensetzt.

FIG 1

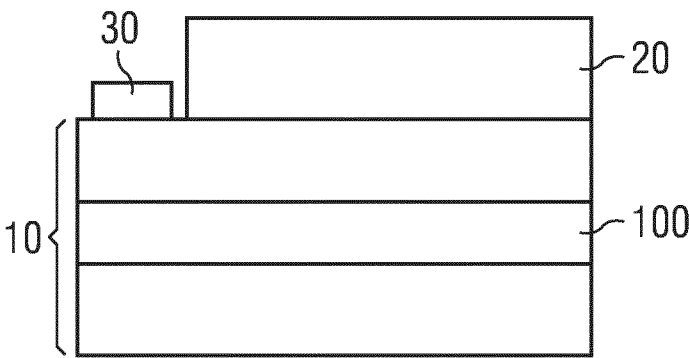


FIG 2

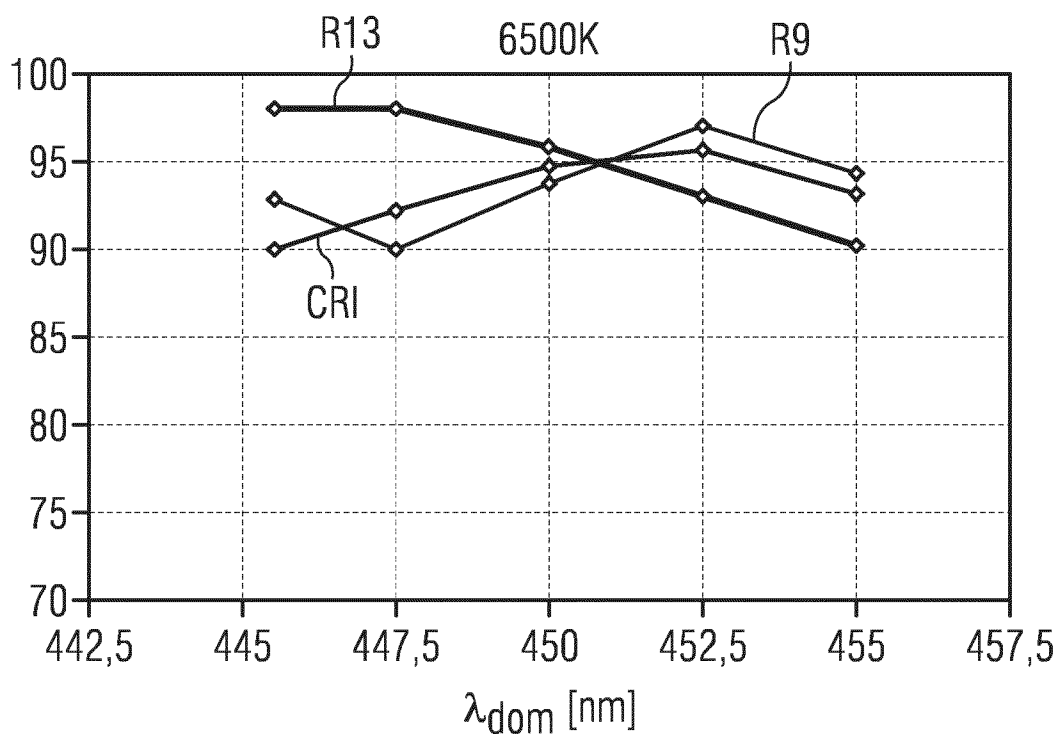
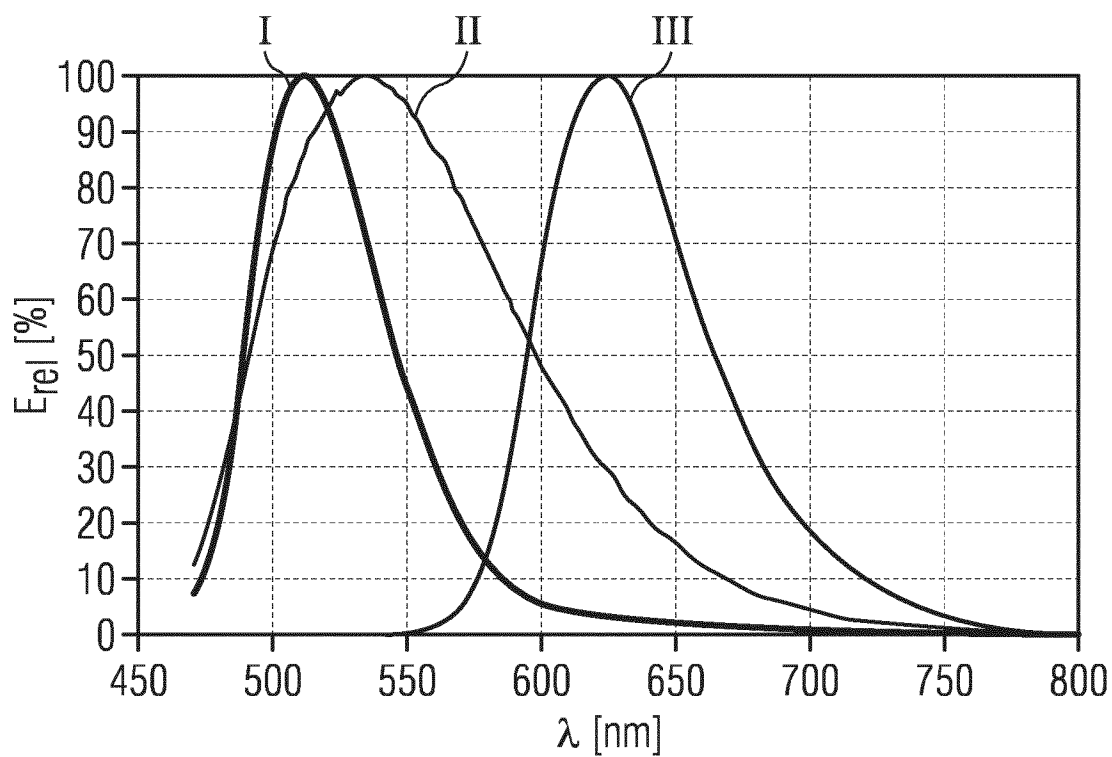


FIG 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/055302

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C09K11/77 H05B33/14 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 H05B 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, 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         | EP 2 246 409 A1 (NICHIA CORP [JP])<br>3 November 2010 (2010-11-03)<br>examples 2,7<br>figures 4-7<br>tables 1,2,15<br>the whole document<br>-----<br>-/-- | 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 April 2017

Date of mailing of the international search report

26/04/2017

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

Ziegler, Jan

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/055302

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Relevant to claim No. |
| Y                                                    | <p>CHENG WOOD-HI ET AL:<br/> "High-thermal-stability white light-emitting-diodes employing broadband glass phosphor",<br/> OPTOMECHATRONIC MICRO/NANO DEVICES AND COMPONENTS III : 8 - 10 OCTOBER 2007, LAUSANNE, SWITZERLAND; [PROCEEDINGS OF SPIE , ISSN 0277-786X], SPIE, BELLINGHAM, WASH,<br/> vol. 9190, 25 September 2014 (2014-09-25), pages 91900N-91900N, XP060040409,<br/> DOI: 10.1117/12.2065510<br/> ISBN: 978-1-62841-730-2<br/> the whole document</p>         | 1-15                  |
| Y                                                    | <p>KANG H S ET AL: "LUMINESCENCE CHARACTERISTICS OF EU-DOPED CALCIUM MAGNESIUM CHLOROSILICATE PHOSPHOR PARTICLES PREPARED BY SPRAY PYROLYSIS", JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, JAPAN SOCIETY OF APPLIED PHYSICS, JP,<br/> vol. 45, no. 3A, 1 March 2006 (2006-03-01), pages 1617-1622, XP001245715,<br/> ISSN: 0021-4922, DOI: 10.1143/JJAP.45.1617<br/> compound Ca<sub>8</sub>Mg(Si<sub>4</sub>)<sub>4</sub>Cl<sub>12</sub>:Eu<sup>2+</sup><br/> the whole document</p> | 1-15                  |
| A                                                    | <p>JIN SEOK LEE ET AL: "Smart design to resolve spectral overlapping of phosphor-in-glass for high-powered remote-type white light-emitting devices", OPTICS LETTERS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA,<br/> vol. 39, no. 4,<br/> 15 February 2014 (2014-02-15), pages 762-765, XP001587856,<br/> ISSN: 0146-9592, DOI: 10.1364/OL.39.000762<br/> [retrieved on 2014-02-04]<br/> figure 1<br/> the whole document</p>                                                                | 1-15                  |
| A                                                    | <p>DE 10 2013 113188 A1 (OSRAM GMBH [DE]; OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE])<br/> 28 May 2015 (2015-05-28)<br/> claim 7</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1-15                  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/055302

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date           |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------------|
| EP 2246409                                | A1                  | 03-11-2010                 | CN 101925665 A 22-12-2010     |
|                                           |                     |                            | EP 2246409 A1 03-11-2010      |
|                                           |                     |                            | JP 5644112 B2 24-12-2014      |
|                                           |                     |                            | US 2011031874 A1 10-02-2011   |
|                                           |                     |                            | WO 2009093427 A1 30-07-2009   |
| -----                                     |                     |                            |                               |
| DE 102013113188                           | A1                  | 28-05-2015                 | DE 102013113188 A1 28-05-2015 |
|                                           |                     |                            | DE 112014005423 A5 18-08-2016 |
|                                           |                     |                            | US 2016329470 A1 10-11-2016   |
|                                           |                     |                            | WO 2015078717 A1 04-06-2015   |
| -----                                     |                     |                            |                               |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. C09K11/77 H05B33/14 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 H05B 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, 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          | EP 2 246 409 A1 (NICHIA CORP [JP])<br>3. November 2010 (2010-11-03)<br>Beispiele 2,7<br>Abbildungen 4-7<br>Tabellen 1,2,15<br>das ganze Dokument<br>-----<br>-/- | 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

18. April 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/04/2017

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

Ziegler, Jan

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Kategorie*                                            | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Betr. Anspruch Nr. |
| Y                                                     | <p>CHENG WOOD-HI ET AL:<br/>           "High-thermal-stability white light-emitting-diodes employing broadband glass phosphor",<br/>           OPTOMECHATRONIC MICRO/NANO DEVICES AND COMPONENTS III : 8 - 10 OCTOBER 2007, LAUSANNE, SWITZERLAND; [PROCEEDINGS OF SPIE , ISSN 0277-786X], SPIE, BELLINGHAM, WASH,<br/>           Bd. 9190, 25. September 2014 (2014-09-25),<br/>           Seiten 91900N-91900N, XP060040409,<br/>           DOI: 10.1117/12.2065510<br/>           ISBN: 978-1-62841-730-2<br/>           das ganze Dokument</p> <p>-----</p> | 1-15               |
| Y                                                     | <p>KANG H S ET AL: "LUMINESCENCE CHARACTERISTICS OF EU-DOPED CALCIUM MAGNESIUM CHLOROSILICATE PHOSPHOR PARTICLES PREPARED BY SPRAY PYROLYSIS", JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, JAPAN SOCIETY OF APPLIED PHYSICS, JP,<br/>           Bd. 45, Nr. 3A, 1. März 2006 (2006-03-01),<br/>           Seiten 1617-1622, XP001245715,<br/>           ISSN: 0021-4922, DOI: 10.1143/JJAP.45.1617<br/>           Verbindung <math>\text{Ca}_8\text{Mg}(\text{Si}_4)_4\text{Cl}_{12}:\text{Eu}^{2+}</math><br/>           das ganze Dokument</p> <p>-----</p>          | 1-15               |
| A                                                     | <p>JIN SEOK LEE ET AL: "Smart design to resolve spectral overlapping of phosphor-in-glass for high-powered remote-type white light-emitting devices", OPTICS LETTERS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA,<br/>           Bd. 39, Nr. 4,<br/>           15. Februar 2014 (2014-02-15), Seiten 762-765, XP001587856,<br/>           ISSN: 0146-9592, DOI: 10.1364/OL.39.000762<br/>           [gefunden am 2014-02-04]<br/>           Abbildung 1<br/>           das ganze Dokument</p> <p>-----</p>                                                                      | 1-15               |
| A                                                     | <p>DE 10 2013 113188 A1 (OSRAM GMBH [DE]; OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE])<br/>           28. Mai 2015 (2015-05-28)<br/>           Anspruch 7</p> <p>-----</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1-15               |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/055302

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 2246409 A1                                      | 03-11-2010                    | CN 101925665 A                    | 22-12-2010                    |
|                                                    |                               | EP 2246409 A1                     | 03-11-2010                    |
|                                                    |                               | JP 5644112 B2                     | 24-12-2014                    |
|                                                    |                               | US 2011031874 A1                  | 10-02-2011                    |
|                                                    |                               | WO 2009093427 A1                  | 30-07-2009                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| DE 102013113188 A1                                 | 28-05-2015                    | DE 102013113188 A1                | 28-05-2015                    |
|                                                    |                               | DE 112014005423 A5                | 18-08-2016                    |
|                                                    |                               | US 2016329470 A1                  | 10-11-2016                    |
|                                                    |                               | WO 2015078717 A1                  | 04-06-2015                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |