

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2016/038149 A1

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. März 2016 (17.03.2016)(51) Internationale Patentklassifikation:  
C09K 11/77 (2006.01)

(74) Anwalt: MICHALSKI HÜTTERMANN &amp; PARTNER PATENTANWÄLTE MBB; Speditionstr. 21, 40221 Düsseldorf (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/070742

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

(22) Internationales Anmeldedatum: 10. September 2015 (10.09.2015)

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

(25) Einreichungssprache: Deutsch

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2014 113 068.5  
10. September 2014 (10.09.2014) DE

GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,

(71) Anmelder: SEABOROUGH IP I B.V. [NL/NL];  
Cruquiusweg 111-C, NL-1019 AG Amsterdam (NL).

KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,

(72) Erfinder: JÜSTEL, Thomas; Auf dem Kamp 7c, 58455  
Witten (DE). PLEWA, Julian; Hensenstrasse 168, 48167  
Münster (DE). MÖLLER, Stephanie; Erostrasse 16,  
48565 Steinfurt (DE). HONOLD, Jürgen; Maria  
Austriastraat 684, NL-1019 JC Amsterdam (NL).

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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LIGHT EMITTING DEVICE

(54) Bezeichnung : LICHTEMITTIERENDE VORRICHTUNG

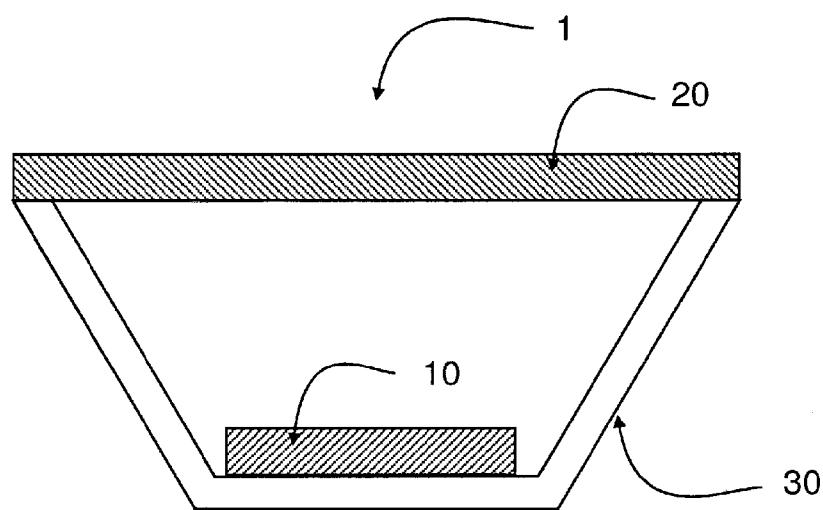


Fig. 1

(57) Abstract: The present application discloses a high-energy LED, in particular an LED on the basis of the n-polar technology, comprising a converter material on the basis of tungsten/molybdenum oxide and activated with Eu<sup>3+</sup>. Surprisingly, these materials do not show any saturation.(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Anmeldung offenbart eine hochenergetische, insbesondere auf der n-polar-Technik basierende LED mit einem auf Wolfram/Molybdänoxid basierten und Eu<sup>3+</sup> aktivierten Konvertermaterial. Überraschenderweise zeigen diese Materialien keine Sättigung.



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).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

5

10

Lichtemittierende Vorrichtung

---

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Licht emittierenden Vorrichtungen, insbesondere von LEDs.

15

Bei LEDs ist in den letzten Jahren aufgrund der steigenden Anforderungen festzustellen, dass von der klassischen blauen LED zu den sogenannten „GaN-on-GaN“ oder auch „n-Pola“,

„non-polar“ oder „semi-polar“ –Technologien gewechselt wird, welche in der Lage sind, bei höheren Stromdichten zu arbeiten und daraus eine wesentlich höhere Lichtausbeute/-leistung

20 zu generieren. Zur Erzeugung von sichtbarer Strahlung, insbesondere (warm-)weißem Licht, werden darüber hinaus entsprechende Konvertermaterialien benötigt, die die UV-A- oder blaue Primärstrahlung, die vom Hableiterchip erzeugt wird, so umwandeln, dass Licht der jeweiligen Farbe erzeugt werden kann.

25 Alternativ zu den oben erwähnten LED-Technologie werden auch andere LED-Technologien in Betracht gezogen, die in der Lage sind durch die Realisierung höherer elektrischer Ströme pro mm<sup>2</sup> Licht-emittierender Fläche besonders hohe Strahlungsleistungen zu generieren, wie beispielsweise die so genannten „3D“-LED oder auch Nano-LED oder Nanowire-LED genannten LED-Technologien.

Alternativ werden auch Lösungen in Betracht gezogen, die auf Lasertechnik basieren, d.h. bei denen die UV-A- oder blaue Primärstrahlung mittels Lasern erzeugt wird

- 5 Bei Verwendung einer blauen LED in Kombination mit einem gelben Leuchtstoff kann (kalt-) weißes Licht erzeugt werden, dessen Farbwiedergabeindex vergleichsweise niedrig ist. Zur Erreichung eines hohen Farbwiedergabeindexes ist die Anwendung eines RGB-Systems notwendig, wobei im Falle eines blau emittierenden Halbleiterelements ein grün- und ein rot emittierender und im Falle eines UV-A emittierenden Halbleiterelements ein blau, ein grün 10 oder gelb und ein rot emittierender Leuchtstoff notwendig sind.

- Diese neuen Techniken, insbesondere die n-pola-Technik wird üblicherweise mit den bestehenden Konvertermaterialien eingesetzt, was jedoch den Nachteil hat, dass aufgrund der bei diesen Konvertermaterialien bestehenden meist hohen Sättigung, gerade was 15 rotemittierende Konvertermaterialien angeht, die Vorteile der n-pola-Technik nicht optimal ausgenutzt werden kann.

- Es besteht somit die Aufgabe, eine veränderte Licht emittierende Vorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, diese Nachteile zumindest teilweise zu überwinden. Demgemäß wird eine 20 Licht emittierende Vorrichtung vorgeschlagen, umfassend ein UV-A oder blaue Primärstrahlung emittierendes Halbleiterbauelement mit einer Strahlungsleistung von  $\geq 4$  Wopt/mm<sup>2</sup> sowie ein Konvertermaterial welches überwiegend ein Material enthält, ausgewählt aus der Liste enthaltend:

- 25  $A_3AE_2(Ln_{1-x-y}Eu_x)_3(MO_4)_8:RE_y$   
 $ALn_{1-x-y}Eu_xM_2O_8:RE_y$   
 $(Ln_{1-x-y}Eu_x)_2M_2O_9:RE_{2y}$   
 $(Ln_{1-x-y}Eu_x)_2M_3O_{12}:RE_{2y}$   
 $(Ln_{1-x-y}Eu_x)_2M_4O_{15}:RE_{2y}$   
30  $(Ln_{1-x-y}Eu_x)_6MO_{12}:RE_{6y}$



oder Mischungen daraus, wobei - für jede Struktur jeweils unabhängig voneinander - A ein Erdalkalimetall, d.h. ausgewählt aus der Gruppe Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium,

- 5 Cäsium oder Mischungen daraus bedeutet, AE ein Erdalkalimetall, d.h. ausgewählt aus der Gruppe enthaltend Magnesium, Kalzium, Strontium, Barium oder Mischungen daraus, Ln ein Seltenerdmetall ausgewählt aus der Gruppe enthaltend Scandium, Yttrium, Lanthan, Gadolinium und Lutetium oder Mischungen daraus, M Molybdän, Wolfram oder Mischungen daraus, RE ein Seltenerdmetall ausgewählt aus der Gruppe Terbium, Dysprosium, Praseodym, 10 Neodym oder Mischungen daraus, wobei  $0 < x \leq 1$  und  $0 \leq y \leq 0,05$  ist.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet „überwiegend“ dabei  $\geq 90\%$  (mol/mol), bevorzugt  $\geq 95\%$  (mol/mol), noch bevorzugt  $\geq 97\%$  (mol/mol) sowie am meisten bevorzugt  $\geq 99\%$  (mol/mol).

15

Im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet „Wopt“ die optische Leistung (engl. „power radiance“).

RE ist dabei eine Co-Dotierung, d.h. bevorzugt ist  $y \geq 0.001$  und  $\leq 0.05$ , noch bevorzugt  $y \geq 20 0.01$  und  $\leq 0.03$ . Alternativ sind jedoch ebenso Strukturen bevorzugt, die kein RE enthalten, dies sind ebenfalls bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung, d.h.  $y=0$

Ein besonders bevorzugtes Material ist  $A_3AE_2(Ln_{1-x-y}Eu_x)_3(MO_4)_8:RE_y$ . Dies hat sich bei vielen Anwendungen als besonders stabil herausgestellt.

25

Überraschenderweise wurde festgestellt, dass bei Verwendung eben dieser  $Eu^{3+}$  aktivierten Konvertermaterialien zusammen mit entsprechenden UV-A oder blau emittierenden Halbleiterbauelementen emittiertem UV-A oder blauem hochenergetischem Licht keine oder nur eine geringfügige Sättigung erfolgt, so dass die Effizienz der Licht emittierenden 30 Vorrichtung drastisch erhöht ist. Unter keiner oder nur geringfügiger Sättigung wird dabei

insbesondere verstanden, dass das Konvertermaterial bei einer Anregungsdichte von 1 kW/mm<sup>2</sup> weniger als 10% sättigt.

Eu<sup>3+</sup> ist ein vergleichsweise langsamer Aktivator. Die Abklingzeit  $t_{1/10}$  beträgt ca. 3 ms, d.h. 3 ms nach dem Anregungspuls sind 90% der Eu<sup>3+</sup>-Ionen wieder im Grundzustand und können einen neuen Lumineszenzprozess durchlaufen. Erwartungsgemäß sollten somit Eu<sup>3+</sup>-Leuchtstoffe bei steigenden Anregungsdichten also an ihre Kapazitätsgrenze im Bezug auf die Konversionsrate stoßen und ein Sättigungsverhalten zeigen, so dass bei steigender Anregungsdichte keine weitere Steigerung der Emissionsintensität beobachtet werden sollte.

10 Für die in der Lichttechnik gängigen Eu<sup>3+</sup> aktivierten Rotemitter wie (Y,Gd)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup> oder (Y,Gd)BO<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup> ist dies auch der Fall.

Diese Sättigung tritt überraschenderweise aber bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht oder nur sehr geringfügig auf, so dass die durch die neuen Halbleiterbauelement-Konzepte 15 erreichbare Anregungsdichte vollständig in Photonen der gewünschten Wellenlänge umgesetzt werden kann und somit eine drastische Erhöhung der Gesamtlichtleistung erreicht werden kann.

Außerdem bietet die erfindungsgemäße Vorrichtung bei den meisten Ausführungsformen und 20 konkreten Ausgestaltungen einen oder mehrere der folgenden Vorteile:

- Die Anregungsmaxima der Konvertermaterialien liegen im Bereich um 400 nm sowie im Bereich um 460 nm und somit passgenau zur Emission der n-Pola UV-A- oder blauemittierenden Halbleiterelemente.
- Die unter Schutz gestellten molybdän- und/oder wolframhaltigen Verbindungen sind durch einen besonders hohen und für Europium nicht typischen Absorptionsquerschnitt im UV-A- und blauen Spektralbereich gekennzeichnet.
- Die rot emittierenden Konvertermaterialien zeigen üblicherweise eine scharfe Emissionsbande meist zwischen 610 und 630 nm mit einer Halbwertsbreite von weniger als 10 nm

- Die Konvertermaterialien haben meist Eu<sup>3+</sup> auf einer nicht-inversionssymmetrischen kristallographischen Position, so dass die <sup>5</sup>D<sub>0</sub>-<sup>7</sup>F<sub>2</sub> - Übergänge (welche für die Emissionen zwischen 610 und 630 nm verantwortlich sind) gegenüber den <sup>5</sup>D<sub>0</sub>-<sup>7</sup>F<sub>1</sub> - Übergängen bevorzugt sind, welche üblicherweise in den hier der Erreichung eines hohen Farbwiedergabindexes entgegenstehenden Emissionen zwischen 590 und 600nm resultieren würden.
- Die Konvertermaterialien haben oftmals einen geringen Schmelzpunkt von unterhalb 1100°C, was deren Verwendung in keramischer Form sehr erleichtert.
- Die mit dem Betrieb unter höheren Anregungsdichten einhergehende höhere thermische Belastung des Konvertermaterials kann mit keramischen Lumineszenzkonversionselementen besonders gut kontrolliert werden, da sich keramische Lumineszenzkonversionselemente durch eine höhere thermische Leitfähigkeit und damit einen verbesserte Ableitung der thermischen Energie im Vergleich zu polymerbasierten Lumineszenzkonversionselementen auszeichnen.

15

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung ein UV-A oder blaue Primärstrahlung emittierendes Halbleiterbauelement betrieben mit einem elektrischen Strom (oder Bestromung, oder Stromdichte) von  $\geq 2$  A/mm<sup>2</sup>. Dies hat sich in der Praxis bewährt. Besonders bevorzugt ist der Betrieb mit einem elektrischen Strom (oder Strom-Dichte oder Bestromung) von  $\geq 3$  A/mm<sup>2</sup>.

20

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung ein UV-A oder blaue Primärstrahlung emittierendes Halbleiterbauelement mit einer Strahlungsleistung von  $\geq 6$  Wopt/mm<sup>2</sup>, noch bevorzugt  $\geq 8$  Wopt/mm<sup>2</sup>, sowie besonders bevorzugt von  $\geq 10$  Wopt/mm<sup>2</sup>.

25

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das UV-A oder blaue Primärstrahlung emittierende Halbleiterbauelement ein Laser und/oder basiert darauf.

30

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das UV-A oder blaue Primärstrahlung emittierende Halbleiterbauelement auf der n-Pola Technologie aufgebaut oder basiert darauf.

- 5 Im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet und/oder umfasst der Term „n-Pola-Technologie“ bzw. deren synonym verwendbaren Terme „GaN-on-GaN-Technologie“, Non-Polar“- oder auch „Semi-Polar“- Technologie insbesondere ein Licht emittierendes Halbleiterbauelement, das durch eine im Vergleich mit konventionellen auf GaN-on-Sapphire-Technologie (oder „GaN-on-Siliconcarbide“ oder „GaN-on-Silicon“) basierenden
- 10 Leuchtdioden deutlich reduzierte Defektdichte (GaN-on-Sapphire:  $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ ; GaN-on-GaN:  $1 \times 10^4$  bis  $1 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ ) deutlich höhere Stromdichten ohne den von konventionellen LEDs bekannten Droop-Effekt erlaubt. Insbesondere werden darunter Halbleiterbauelemente verstanden, die gemäß Schmidt et al. Japanese Journal of Applied Physics, 2007, vol 46. No. 7, L126-128 und/oder Hashimoto et al. Nature Materials, 2007, 568-571 und/oder
- 15 entsprechend analogen Techniken hergestellt wurden.

Während die externe Quantenausbeute bei konventionellen Licht emittierenden Halbleiterbauelementen mit GaN-on-Sapphire-Technologie bei hohen Stromdichten rapide abnimmt, bleibt die externe Quantenausbeute bei GaN-on-GaN-Halbleiterbauteilen nahezu

- 20 konstant bei Werten um 90 %, was bedeutet, dass die Steigerung der Stromdichte in einer nahezu proportionalen Steigerung der Lichtausbeute resultiert und somit wesentlich höhere Helligkeiten bei gleichbleibender Bauteilgröße ermöglicht.

Die n-Pola-Technologie ist auch unabhängig von dem Wopt-Wert von eigenständiger

- 25 erfinderischer Bedeutung.

Demgemäß wird zur Lösung der obigen Aufgabe eine Licht emittierende Vorrichtung vorgeschlagen, umfassend ein UV-A oder blaue Primärstrahlung emittierendes Halbleiterbauelement gemäß der n-Pola- Technologie sowie ein Konvertermaterial welches

- 30 überwiegend ein Material enthält, ausgewählt aus der Liste enthaltend:

$A_3AE_2(Ln_{1-x-y}Eu_x)_3(MO_4)_8:RE_y$

$ALn_{1-x-y}Eu_xM_2O_8:RE_y$

$(Ln_{1-x-y}Eu_x)_2M_2O_9:RE_{2y}$

5  $(Ln_{1-x-y}Eu_x)_2M_3O_{12}:RE_{2y}$

$(Ln_{1-x-y}Eu_x)_2M_4O_{15}:RE_{2y}$

$(Ln_{1-x-y}Eu_x)_6MO_{12}:RE_{6y}$

$(AE_{1-2x-y}Eu_xA_{x+y})_3MO_6:RE_{3y}$

10 oder Mischungen daraus. Alle zuvor geschilderten und im Folgenden erläuterten Ausgestaltungsformen können *mutatis mutandis* auch auf diese Vorrichtung angewendet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung liegt das  
15 Konvertermaterial in Pulverform vor.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung liegt das Konvertermaterial als keramisches Material vor.

20 Der Ausdruck „keramisches Material“ im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet und/oder umfasst dabei insbesondere ein kompaktes kristallines oder polykristallines Material mit einer kontrollierten Menge an Poren oder porenfrei.

Der Ausdruck „polykristallines Material“ im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet  
25 und/oder umfasst dabei insbesondere ein Material mit einer Volumendichte von größer 90 Prozent der Hauptkomponente, bestehend zu mehr als 80 Prozent aus einzelnen Kristalldomänen, wobei jede Kristalldomäne einen Durchmesser von 0,1- 1,0  $\mu m$  und abweichende kristallographische Orientierung besitzt. Die einzelnen Kristalldomänen können über amorphes oder glasartiges Material oder über zusätzliche kristalline Bestandteile  
30 miteinander verbunden bzw. verdünnt sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besitzt das kristalline Material eine Dichte von  $\geq 90\%$  bis  $\leq 100\%$  der theoretischen Dichte. Dies hat sich für viele Anwendungen der vorliegenden Erfindung als vorteilhaft herausgestellt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die Licht emittierende Vorrichtung zusätzlich noch ein grün emittierendes Material.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet und/oder umfasst der Term „grün emittierend“ ein Material, welches bei geeigneter Anregung eine Emissionsbande zwischen 500 nm und 550 nm besitzt.

Dabei sind folgende Strukturen für das grün emittierende Material insbesondere bevorzugt:  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ ,  $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_3\text{SiO}_5:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Lu}_{1-x}\text{Y}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ,  $(\text{Lu}_{1-x}\text{Y}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Sc}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$  oder Mischungen dieser Materialien.

Insbesondere bevorzugt sind grün emittierende Materialien ausgewählt aus der Gruppe enthaltend  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ ,  $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}$ ,  $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$ ,  $(\text{Lu}_{1-x}\text{Y}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ ,  $(\text{Lu}_{1-x}\text{Y}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Sc}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$  oder Mischungen dieser Materialien.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die Licht emittierende Vorrichtung zusätzlich noch ein gelb emittierendes Material.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet und/oder umfasst der Term „gelb emittierend“ ein Material, welches bei geeigneter Anregung eine Emissionsbande zwischen 550 und 590 nm besitzt.

Dabei sind folgende Strukturen insbesondere bevorzugt:  $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Y}_{1-x}\text{Gd}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ,  $(\text{Y}_{1-x}\text{Tb}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ,

$\text{SrLi}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)_3\text{SiO}_5:\text{Eu}^{2+}$  oder Mischungen dieser Materialien.

Insbesondere bevorzugt sind gelb emittierende Materialien ausgewählt aus der Gruppe enthaltend  $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Y}_{1-x}\text{Gd}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ,  $(\text{Y}_{1-x}\text{Tb}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$  oder Mischungen dieser Materialien.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die Licht emittierende Vorrichtung zusätzlich noch ein blau emittierendes Material.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet und/oder umfasst der Term „blau emittierend“ ein Material, welches bei geeigneter Anregung eine Emissionsbande zwischen 420 und 500 nm besitzt.

5

Dabei sind folgende Strukturen insbesondere bevorzugt:  $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{Mg}_3\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Sr,Ca,Mg})_2\text{Si}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{2+}$ ,  $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_6\text{BP}_5\text{O}_{20}:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ca}_{1-x-y}\text{Sr}_x\text{Ba}_y)_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}_{1-a}\text{Cl}_y):\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Y,Gd})(\text{Nb}_{1-x}\text{Ta}_x)\text{O}_4$  oder Mischungen dieser Materialien.

10

Insbesondere bevorzugt sind blau emittierende Materialien ausgewählt aus der Gruppe enthaltend  $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{Mg}_3\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ca}_{1-x-y}\text{Sr}_x\text{Ba}_y)_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}_{1-a}\text{Cl}_y):\text{Eu}^{2+}$  oder Mischungen dieser Materialien

15 Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann bei einer Vielzahl von konkreten topologischen Aufbauten bzw. Anwendungen eingesetzt werden, darunter – aber nicht darauf beschränkt – unter anderem die folgenden:

1. "Chip Coating": Der LED-Dice wird mit dem Leuchtstoffpulver beschichtet, anschließend werden Dice und Leuchtstoff mit einem transparenten Medium (Polymer oder neuestens auch Glas) überzogen.

2. "Leuchtstoffpulver in einer Polymer- oder Glas-Matrix": Das Leuchtstoffpulver wird mit Glas oder einem transparenten Polymer möglichst homogen vermischt und auf den Dice aufgebracht.

3. Mischung aus "Chip-Coating" und "Leuchtstoffpulver in einer Polymer- oder Glas-Matrix"

4. "Direkt aufgebrachte Leuchtstoffkeramik": Die Leuchtstoffkeramik wird als dünnes Plättchen direkt auf den LED-Dice aufgebracht, d.h. grundsätzlich ähnlich wie beim "Chip-Coating", allerdings in Keramikform.

5. "Remotephosphor in Transmissionsanwendung": Die Leuchtstoffkeramik wird auf eine Reflexionskammer aufgesetzt, in der sich die LED oder der Laser befindet. Das Licht kann nur durch die Keramik hindurch entweichen (Transmission).

6. "Remotephosphor in Re-Emissionsanwendung": Die Leuchtstoffkeramik wird auf einen reflektierenden Träger aufgebracht (oder wird rückseitig mit reflektierendem Material beschichtet), Die LED-Lichtquelle oder der Laser befindet sich in oder leicht seitlich der Abstrahlrichtung und strahlt auf die Remotephosphorkeramik. Das konvertierte Licht wird re-emittiert in Richtung der Lichtquelle bzw. in Abstrahlrichtung, das durch die Keramik gelangte Licht (Transmission) wird durch die rückseitige Reflexionsschicht auch wieder in Abstrahlrichtung gelenkt. Das Licht kann also nur in die Re-Emissions-Richtung entweichen.

Selbstverständlich ist dem Fachmann klar, dass auch Abwandlungen und Kombinationen der oben beschriebenen Aufbauten verwendet werden können.

Die vorgenannten sowie die beanspruchten und in den Ausführungsbeispielen beschriebenen erfindungsgemäß zu verwendenden Bauteile unterliegen in ihrer Größe, Formgestaltung, Materialauswahl und technischen Konzeption keinen besonderen Ausnahmebedingungen, so

dass die in dem Anwendungsgebiet bekannten Auswahlkriterien uneingeschränkt Anwendung finden können.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile des Gegenstandes der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnung, in denen – beispielhaft – mehrere Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt sind. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 einen sehr schematischen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 2 eine sehr schematische Versuchsansicht zur Messung der Sättigung von Materialien.

Fig. 3 ein Diagramm welches die integrierte Emission gegen die Anregungsdichte eines entsprechenden Materials zeigt; sowie

Fig. 4 das Emissionsspektrum des Materials aus Fig. 3.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung im Sinne einer „remote-phosphor“-Anwendung. Dies ist jedoch nicht beschränkend und für den Fachmann ist es selbstverständlich, dass auch andere Ausführungsformen denkbar sind. Lt. Fig. 1 umfasst die Vorrichtung 1 ein UV-A oder blauemittierendes Halbleiterbauelement 10, welches z.B. auf der nPola-Technik (GaN-on-GaN-Technologie) basiert. Alternativ kann das Halbleiterbauelement auch ein Laser sein, oder andere LED-Technologien die durch die Ermöglichung einer höheren Bestromung der Licht emittierenden Fläche eine höhere Strahlungsleistung pro mm<sup>2</sup> realisieren.

Das Halbleiterbauelement 10 ist in einem reflektierenden Gehäuse 30 angeordnet, oberhalb dessen sich das den rotemittierenden Konverter 20 enthaltende Lumineszenzkonversionselement befindet, das als Keramik ausgebildet ist.

Die Erfindung wird ausserdem anhand des folgenden Beispiels vorgestellt, welches rein illustrativ und nicht als beschränkend anzusehen ist.

Beispiel I:

Die Figuren 2 bis 4 beziehen sich auf  $\text{Li}_3\text{Ba}_2\text{La}_{1.8}\text{Eu}_{1.2}(\text{MoO})_4$ , welches folgendermaßen hergestellt wurde:

- Synthese von  $\text{Li}_3\text{Ba}_2\text{La}_{1.8}\text{Eu}_{1.2}(\text{MoO})_8$

0.7894 g (4.000 mmol)  $\text{BaCO}_3$ , 2.3030 g (16.000 mmol)  $\text{MoO}_3$ , 0.2217 g (3.000 mmol)  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , 0.4223 g (1.200 mmol)  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  und 0.5865 g (1.800 mmol)  $\text{La}_2\text{O}_3$  wurden in einem Mörser mit Aceton als Mahlhilfe gemörser. Das erhaltene Pulver wurde getrocknet, in eine Porzellantiegel überführt und bei 800°C für 12 h an der Luft kalziniert. Der so erhaltene Kuchen wurde zermahlen und durch ein 36  $\mu\text{m}$  Sieb gesiebt.

Fig. 2 zeigt eine sehr schematische Versuchsansicht zur Messung der Sättigung von Materialien, die zur Erstellung des Diagramms aus Fig. 3 verwendet wurde.

In der Versuchsansicht wird ein Probe 101 mit einer Laserdiode 102 (OBIS Laser 375 nm LX 50 mW) bestrahlt, deren Licht durch eine Linse 103 fokussiert wird. Dabei wird die Probe 101 durch den Kühler 105 entweder passiv (Silbersubstrat) oder aktiv (He-Kryostat) gekühlt.

Anschließend wird das Licht, nachdem es einen Monochromator 105 passiert hat, auf den Detektor 106 geleitet.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm, in dem die relativen Emissionsintegrale über der Anregungsdichte bei Bestrahlung des Materials lt. Beispiel I aufgetragen ist. Dabei wurden sowohl ein Pulver (gestrichelte Linie) als auch eine Keramik (gepunktete Linie) vermessen.

In Fig. 3 ist deutlich zu sehen, dass die Kurve linear verläuft, d.h. dass keine oder nur nicht nennenswerte Sättigung auftritt.

Fig. 4 zeigt das Emissionsspektrum des Materials aus Fig. 1, dabei ist deutlich zu sehen, dass das Material rot emittiert.

Die einzelnen Kombinationen der Bestandteile und der Merkmale von den bereits erwähnten Ausführungen sind exemplarisch; der Austausch und die Substitution dieser Lehren mit anderen Lehren, die in dieser Druckschrift enthalten sind mit den zitierten Druckschriften, werden ebenfalls ausdrücklich erwogen. Der Fachmann erkennt, dass Variationen,

- 5 Modifikationen und andere Ausführungen, die hier beschrieben werden, ebenfalls auftreten können, ohne von dem Erfindungsgedanken und dem Umfang der Erfindung abzuweichen. Entsprechend ist die obengenannte Beschreibung beispielhaft und nicht als beschränkend anzusehen. Das in den Ansprüchen verwendete Wort „umfassen“ schließt nicht andere Bestandteile oder Schritte aus. Der unbestimmte Artikel „ein“ schließt nicht die Bedeutung eines Plurals aus. Die bloße Tatsache, dass bestimmte Maße in gegenseitig verschiedenen Ansprüchen rezitiert werden, verdeutlicht nicht, dass eine Kombination von diesen Maßen nicht zum Vorteil benutzt werden kann. Der Umfang der Erfindung ist in den folgenden
- 10 Ansprüchen definiert und den dazugehörigen Äquivalenten.

## PATENTANSPRÜCHE:

1. Lichtemittierende Vorrichtung, umfassend ein UV-A oder blaue Primärstrahlung emittierendes Halbleiterbauelement mit einer Strahlungsleistung von  $\geq 4 \text{ Wopt/mm}^2$  sowie ein Konvertermaterial welches überwiegend ein Material enthält, ausgewählt aus der Liste enthaltend:

5  $\text{ALn}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{M}_2\text{O}_8:\text{RE}_y$

10  $(\text{Ln}_{1-x-y}\text{Eu}_x)_2\text{MO}_6:\text{RE}_{2y}$

15  $(\text{Ln}_{1-x-y}\text{Eu}_x)_2\text{M}_2\text{O}_9:\text{RE}_{2y}$

$(\text{Ln}_{1-x-y}\text{Eu}_x)_2\text{M}_3\text{O}_{12}:\text{RE}_{2y}$

$(\text{Ln}_{1-x-y}\text{Eu}_x)_2\text{M}_4\text{O}_{15}:\text{RE}_{2y}$

$(\text{Ln}_{1-x-y}\text{Eu}_x)_6\text{MO}_{12}:\text{RE}_{6y}$

$(\text{AE}_{1-2x-y}\text{Eu}_x\text{A}_{x+y})_3\text{MO}_6:\text{RE}_{3y}$

20  $\text{A}_3\text{AE}_2(\text{Ln}_{1-x-y}\text{Eu}_x)_3(\text{MO}_4)_8:\text{RE}_y$

oder Mischungen daraus, wobei - für jede Struktur jeweils unabhängig voneinander -

A ein Erdalkalimetall, d.h. ausgewählt aus der Gruppe Lithium, Natrium, Kalium,

Rubidium, Cäsium oder Mischungen daraus bedeutet, AE ein Erdalkalimetall, d.h.

25 ausgewählt aus der Gruppe enthaltend Magnesium, Kalzium, Strontium, Barium oder

Mischungen daraus, Ln ein Seltenerdmetall ausgewählt aus der Gruppe enthaltend

Scandium, Yttrium, Lanthan, Gadolinium and Lutetium oder Mischungen daraus, M

Molybdän, Wolfram oder Mischungen daraus, RE ein Seltenerdmetall ausgewählt aus

der Gruppe Terbium, Dysprosium, Praseodym, wobei  $0 < x \leq 1$  und  $0 \leq y \leq 0,05$  ist.

25

2. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Bestromung des ein UV-A oder blaue Primärstrahlung emittierenden Halbleiterbauelements  $\geq 2 \text{ A/mm}^2$  beträgt

3. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Strahlungsleistung des ein UV-A oder blaue Primärstrahlung emittierenden Halbleiterbauelements  $\geq 6 \text{ W/mm}^2$  beträgt
- 5 4. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das UV-A oder blaue Primärstrahlung emittierendes Halbleiterbauelement auf der n-Pola-Technologie basiert oder darauf aufgebaut ist.
- 10 5. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Konvertermaterial als keramisches Material vorliegt.
6. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, zusätzlich umfassend ein grün emittierendes Material.
- 15 7. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, zusätzlich umfassend ein Material aus der Gruppe umfassend  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ ,  $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_3\text{SiO}_5:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Lu}_{1-x}\text{Y}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ,  $(\text{Lu}_{1-x}\text{Y}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Sc}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$  oder Mischungen dieser Materialien.
- 20 8. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, zusätzlich umfassend ein gelb emittierendes Material.
9. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, zusätzlich umfassend ein Material ausgewählt aus der Gruppe enthaltend  $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Y}_{1-x}\text{Gd}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ,  $(\text{Y}_{1-x}\text{Tb}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{SrLi}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)_3\text{SiO}_5:\text{Eu}^{2+}$  oder Mischungen dieser Materialien

10. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, zusätzlich umfassend ein blau emittierendes Material.

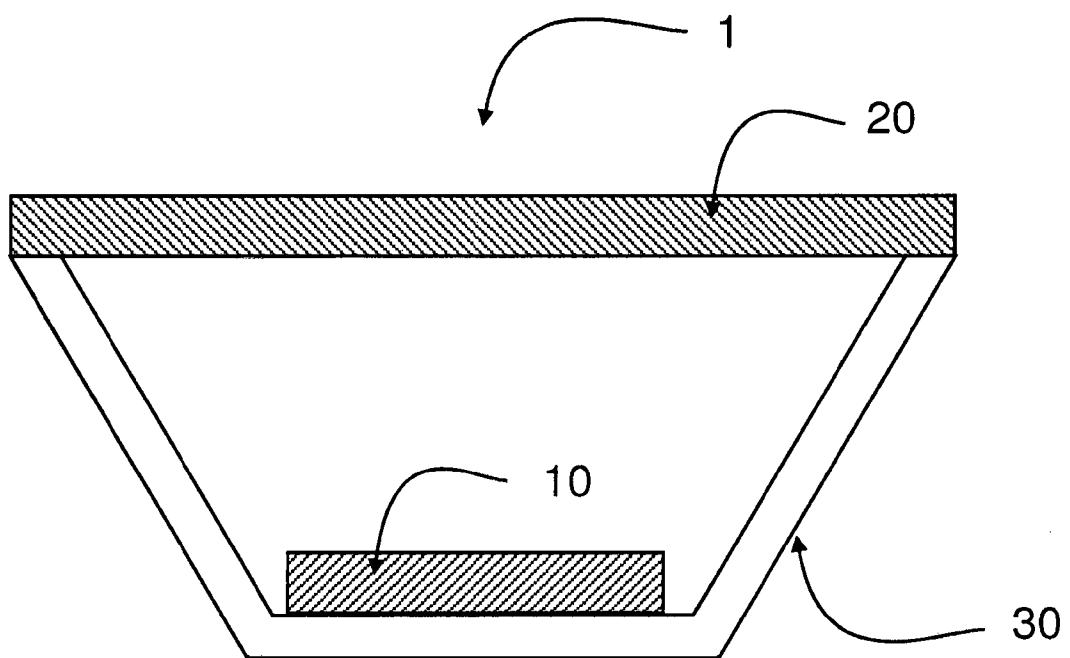


Fig. 1

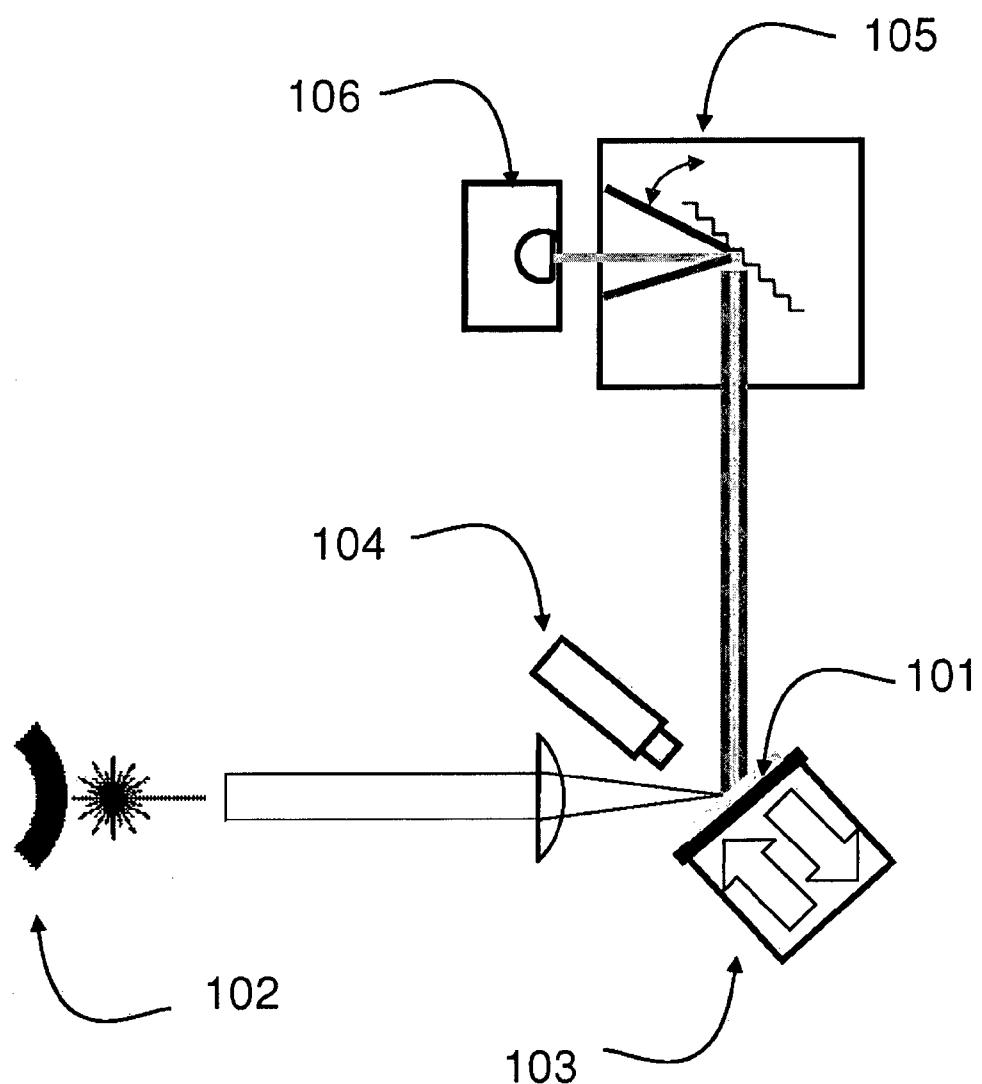


Fig. 2

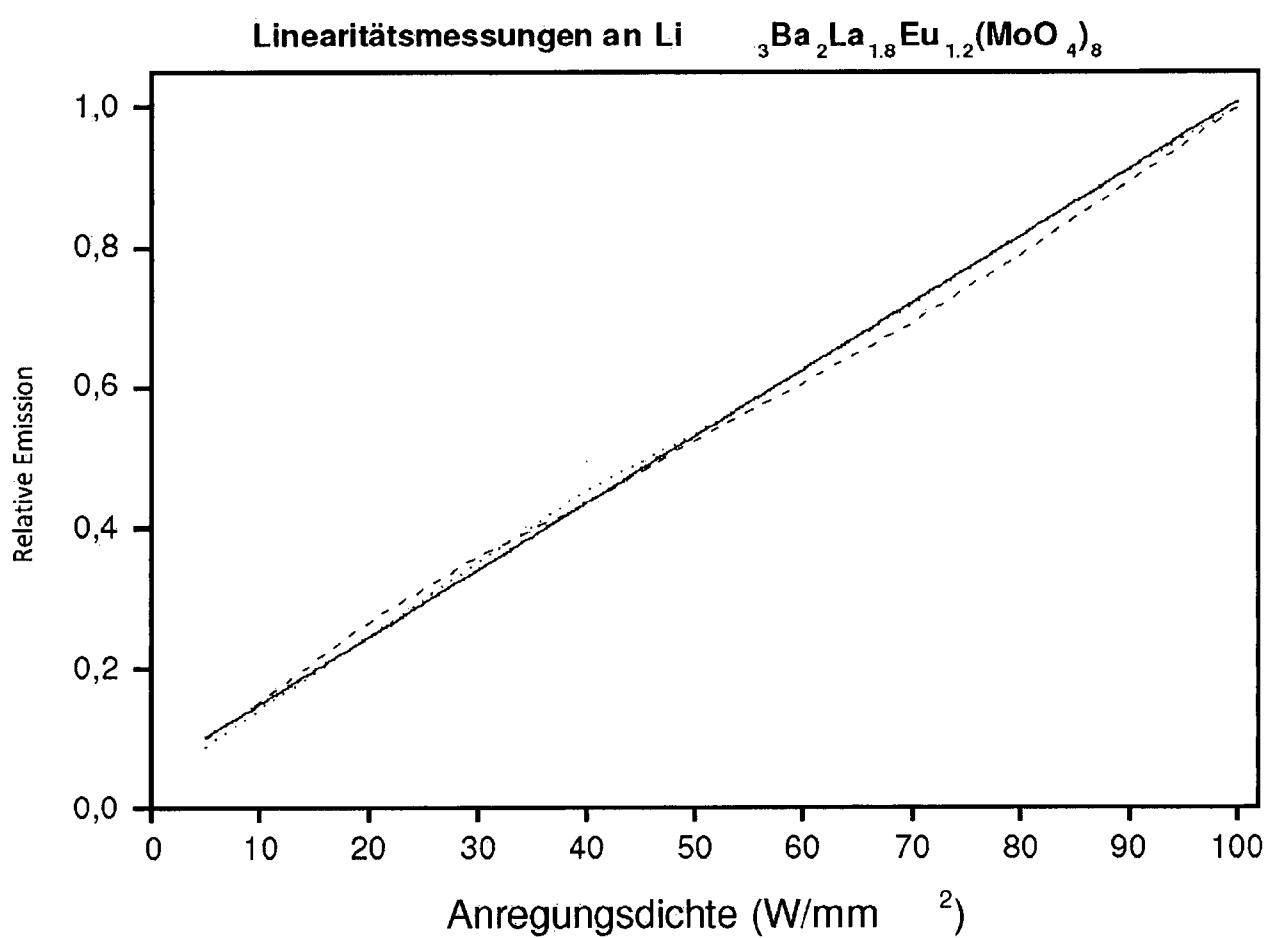


Fig. 3

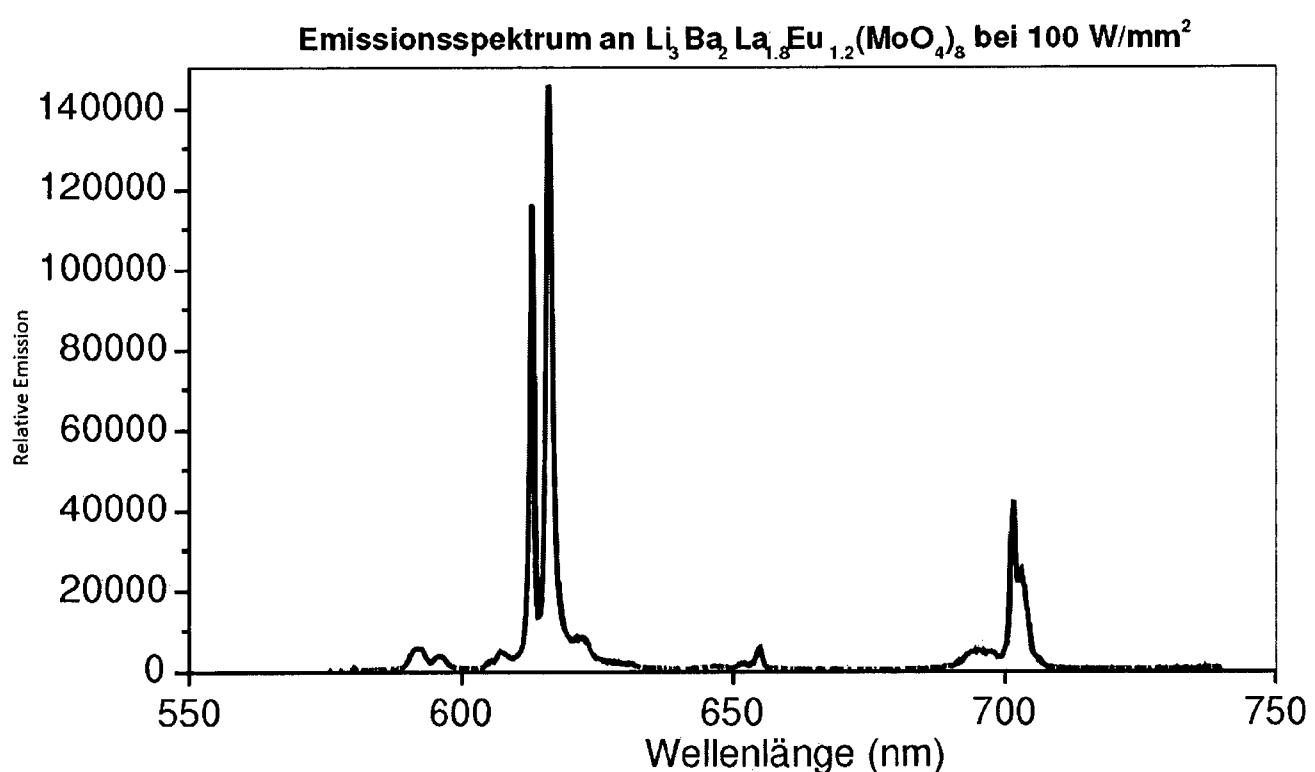


Fig. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/070742

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. C09K11/77  
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

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, CHEM ABS Data, 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         | DE 10 2007 039260 A1 (MERCK PATENT GMBH [DE]) 26 February 2009 (2009-02-26)<br>claims 1-17<br>-----             | 1-10                  |
| X         | US 2006/169986 A1 (RADKOV EMIL V [US] ET AL) 3 August 2006 (2006-08-03)<br>claims 1-10<br>-----                 | 1-10                  |
| X         | WO 2005/078048 A1 (SHOWA DENKO KK [JP]; SHIOI KOOSUKE [JP]) 25 August 2005 (2005-08-25)<br>claims 1-13<br>----- | 1-10                  |
| X         | US 2004/145307 A1 (ODAKI TSUTOMU [JP]) 29 July 2004 (2004-07-29)<br>claims 1-11<br>-----<br>-----               | 1-10<br>-/-           |

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 | Date of mailing of the international search report |
| 18 December 2015  | 07/01/2016   |

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

Kövecs, Monika

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

|                              |
|------------------------------|
| International application No |
| PCT/EP2015/070742            |

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X         | US 2011/182056 A1 (TROTTIER TROY ANTHONY [US] ET AL) 28 July 2011 (2011-07-28)<br>paragraphs [0021] - [0026]; claims 1-18<br>----- | 1-10                  |
| 1         |  |                       |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/070742

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s)  |  | Publication date   |
|--|------------------|--|--|--|
| DE 102007039260 A1                     | 26-02-2009       | CN 101784948 A<br>DE 102007039260 A1<br>EP 2179323 A1<br>JP 2010537375 A<br>KR 20100074142 A<br>TW 200925742 A<br>US 2011299008 A1<br>WO 2009024229 A1 |  | 21-07-2010<br>26-02-2009<br>28-04-2010<br>02-12-2010<br>01-07-2010<br>16-06-2009<br>08-12-2011<br>26-02-2009 |
| US 2006169986 A1                       | 03-08-2006       | NONE   |  |  |
| WO 2005078048 A1                       | 25-08-2005       | CN 1918263 A<br>DE 112005000370 T5<br>JP 2005264160 A<br>JP 2005298817 A<br>KR 20060118584 A<br>TW I280265 B<br>US 2007018573 A1<br>WO 2005078048 A1   |  | 21-02-2007<br>07-12-2006<br>29-09-2005<br>27-10-2005<br>23-11-2006<br>01-05-2007<br>25-01-2007<br>25-08-2005 |
| US 2004145307 A1                       | 29-07-2004       | NONE   |  |  |
| US 2011182056 A1                       | 28-07-2011       | NONE   |  |  |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/070742

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. C09K11/77  
ADD.

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
C09K

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, CHEM ABS Data, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                  | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X          | DE 10 2007 039260 A1 (MERCK PATENT GMBH [DE]) 26. Februar 2009 (2009-02-26)<br>Ansprüche 1-17<br>-----              | 1-10               |
| X          | US 2006/169986 A1 (RADKOV EMIL V [US] ET AL) 3. August 2006 (2006-08-03)<br>Ansprüche 1-10<br>-----                 | 1-10               |
| X          | WO 2005/078048 A1 (SHOWA DENKO KK [JP]; SHIOI KOUSUKE [JP]) 25. August 2005 (2005-08-25)<br>Ansprüche 1-13<br>----- | 1-10               |
| X          | US 2004/145307 A1 (ODAKI TSUTOMU [JP]) 29. Juli 2004 (2004-07-29)<br>Ansprüche 1-11<br>-----<br>-----<br>-/-        | 1-10               |



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 erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher 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

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18. Dezember 2015

07/01/2016

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

Kövecs, Monika

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

|   |
|---|
| Internationales Aktenzeichen<br>PCT/EP2015/070742 |
|---|

**C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                     | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X          | US 2011/182056 A1 (TROTTIER TROY ANTHONY<br>[US] ET AL) 28. Juli 2011 (2011-07-28)<br>Absätze [0021] - [0026]; Ansprüche 1-18<br>----- | 1-10               |
| 1          |  |                    |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/070742

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie   |  | Datum der Veröffentlichung   |
|---|----------------------------|--|--|--|
| DE 102007039260 A1                              | 26-02-2009                 | CN 101784948 A<br>DE 102007039260 A1<br>EP 2179323 A1<br>JP 2010537375 A<br>KR 20100074142 A<br>TW 200925742 A<br>US 2011299008 A1<br>WO 2009024229 A1 |  | 21-07-2010<br>26-02-2009<br>28-04-2010<br>02-12-2010<br>01-07-2010<br>16-06-2009<br>08-12-2011<br>26-02-2009 |
| US 2006169986 A1                                | 03-08-2006                 | KEINE  |  |  |
| WO 2005078048 A1                                | 25-08-2005                 | CN 1918263 A<br>DE 112005000370 T5<br>JP 2005264160 A<br>JP 2005298817 A<br>KR 20060118584 A<br>TW I280265 B<br>US 2007018573 A1<br>WO 2005078048 A1   |  | 21-02-2007<br>07-12-2006<br>29-09-2005<br>27-10-2005<br>23-11-2006<br>01-05-2007<br>25-01-2007<br>25-08-2005 |
| US 2004145307 A1                                | 29-07-2004                 | KEINE  |  |  |
| US 2011182056 A1                                | 28-07-2011                 | KEINE  |  |  |