

(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
3. April 2014 (03.04.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/048682 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/50 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/068078

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. September 2013 (02.09.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 109 217.6
28. September 2012 (28.09.2012) DE

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

(72) Erfinder: **STOLL, Ion**; Brennesstr. 10, 93105 Tegernheim (DE). **EISERT, Dominik**; Agricolaweg 11, 93049 Regensburg (DE). **GÖÖTZ, Britta**; Sandra-Paretti-Weg 12, 93051 Regensburg (DE). **SCHULZ, Robert**; Ludwig-Zausinger-Str. 5, 93107 Thalmassing (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**;
Schlossschmidstr. 5, 80639 Munich (DE).

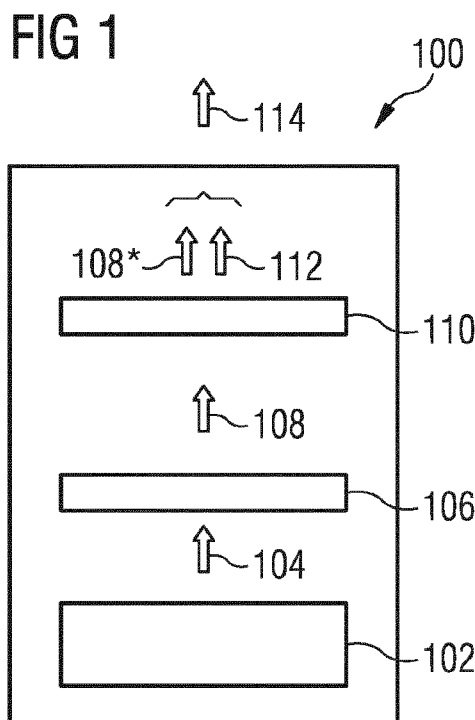
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP,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

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** LIGHTING DEVICE FOR GENERATING A LIGHT EMISSION AND METHOD FOR GENERATING A LIGHT EMISSION

(54) **Bezeichnung :** BELEUCHTVORRICHTUNG ZUM ERZEUGEN EINER LICHEMISSION UND VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINER LICHEMISSION



(57) **Abstract:** The invention relates to a lighting device (100), in various embodiments, for generating a light emission, having: a light source (102) designed to generate light with a first dominant wavelength; a first converter (106) designed to absorb the light generated by the light source (100) and to emit light with a second dominant wavelength, which is longer than the first dominant wavelength; and a second converter (110) designed to absorb a portion of the light emitted by the first converter (106) and to emit light such that the light emission has a third dominant wavelength, which is longer than the second dominant wavelength.

(57) **Zusammenfassung:** In verschiedenen Ausführungsformen wird eine Beleuchtungsvorrichtung (100) zum Erzeugen einer Lichtemission bereitgestellt, aufweisend: eine Lichtquelle (102), eingerichtet zum Erzeugen von Licht mit einer ersten Dominanzwellenlänge; einen ersten Konverter (106), welcher eingerichtet ist, das von der Lichtquelle (100) erzeugte Licht zu absorbieren, und Licht mit einer zweiten Dominanzwellenlänge, welche größer ist als die

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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)

erste Dominanzwellenlänge, zu emittieren; und einen zweiten Konverter (110), welcher eingerichtet ist, einen Lichtanteil des von dem ersten Konverter (106) emittierten Lichts zu absorbieren und Licht zu emittieren, so dass die Lichtemission eine dritte Dominanzwellenlänge aufweist, welche größer ist als die zweite Dominanzwellenlänge.

- 1 -

Beschreibung

Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer Lichtemission und
Verfahren zum Erzeugen einer Lichtemission

5

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungsvorrichtung zum
Erzeugen einer Lichtemission, zum Beispiel ein Leuchtdioden-
Bauteil mit einem Package oder eine Leuchtdioden-Bauform auf
einem Substrat (Panel), und ein Verfahren zum Erzeugen einer
10 Lichtemission.

Um weißes oder andersfarbiges Licht mittels einer Leuchtdiode
(LED) zu generieren, wird in der Regel ein Halbleiterchip,
der schmalbandiges blaues Licht emittiert, verwendet. Für
15 LEDs für Fahrzeug-Brems- und Rücklichter-Anwendungen und
Ampelanwendungen wird hierbei ein rot konvertierender
Leuchtstoff verwendet, der sich oberhalb (aber im Lichtweg)
des Halbleiterchips der LED befindet. Dabei wird
typischerweise das blaue Licht des Halbleiterchips
20 vollständig konvertiert, so dass nur rotes Licht aus dem
Bauteil emittiert wird (auch bezeichnet als Vollkonversion).

Diese Vollkonversion führt in der Regel zu einem
Effizienzverlust der LED, da ein hoher Leuchtstoffgehalt
25 verwendet werden muss; dieses führt zu erhöhten
Streuverlusten. Ein zweites Problem besteht darin, dass die
üblicherweise verwendeten Leuchtstoffe eine breitbandige
Emission haben. Eu^{2+} -dotierte Leuchtstoffe mit einer
Dominanzwellenlänge von größer als 610 nm sind derzeit
30 kommerziell nicht mit einer hohen Konversionseffizienz
erhältlich.

- 2 -

Ebenso besteht generell das Problem, dass, um einen gesättigten Rotton zu erreichen (Dominanzwellenlänge von größer als 615 nm), es dabei zu zwei gegenläufigen Effekten kommt, die das Ergebnis negativ beeinflussen:

5

Ein roter Farbstoff mit einer relativ langwelligen Dominanzwellenlänge (größer als 615 nm) emittiert durch die Breitbandigkeit sowohl im roten als auch im infraroten Spektralbereich. Dadurch wird die visuelle Effizienz
10 erniedrigt. Bei Verwendung eines kurzwelligen roten Leuchtstoffs (Dominanzwellenlänge von kleiner als 610 nm) besitzt der Leuchtstoff noch einen hohen Anteil des emittierten Lichts im grünen Spektralbereich; dadurch verschiebt sich die Dominanzwellenlänge bei einer hohen
15 Leuchtstoffkonzentration kurzwellig und der angestrebte Farbbereich wird nicht erreicht.

Zur Erzeugung von rotem Licht mit einer Dominanzwellenlänge in einem Bereich von ungefähr 600 nm bis ungefähr 615 nm
20 mittels Vollkonversion von blauem Licht mit einem Eu^{2+} -dotierten Konverter (Eu^{2+} -dotierte Nitride, beispielsweise $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ba},\text{Sr})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$; Eu^{2+} -dotierte Sulfide, Eu^{2+} -dotierte SiAlONe und SiONe) muss so viel Konverter verwendet werden, dass der Konverter Bereiche seiner
25 kurzwelligen Emission wieder reabsorbiert. Damit kann ein schmalbandiges Emissionsspektrum erhalten werden. Diese Leuchtstoffmenge ist jedoch größer als alleine zur Vollkonversion benötigt wird. Durch die Quanteneffizienz (QE) von kleiner 1 führt dieses zu Effizienzverlusten (in der
30 Praxis QE ~80 - 90 %). Ebenso wirkt sich die hohe Leuchtstoffkonzentration mittels Streuung unvorteilhaft aus.

- 3 -

Hier und im Folgenden ist der Begriff „ungefähr“ insbesondere so zu verstehen, dass die angegebenen Zahlenwerte genau oder im Rahmen der Herstellungstoleranz genau erreicht werden.

5 „Ungefähr“ bedeutet also insbesondere „genau oder im Rahmen der Herstellungstoleranz genau“.

Es kann auch ein keramisches Konversionselement verwendet werden, hierbei kommt es aber auch durch Reabsorption zu
10 Effizienzverlusten.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen werden eine Beleuchtungsvorrichtung und ein Verfahren zum Erzeugen einer Lichtemission bereitgestellt.

15 Gemäß verschiedenen Ausführungsformen wird eine Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer Lichtemission zur Verfügung gestellt, mit einer Lichtquelle, einem ersten Konverter und einem zweiten Konverter.

20 In verschiedenen Ausführungsformen wird eine Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer Lichtemission bereitgestellt, aufweisend: eine Lichtquelle, eingerichtet zum Erzeugen von Licht mit einer ersten Dominanzwellenlänge;
25 einen ersten Konverter, welcher eingerichtet ist, das von der Lichtquelle erzeugte Licht zu absorbieren, und Licht mit einer zweiten Dominanzwellenlänge, welche größer ist als die erste Dominanzwellenlänge, zu emittieren; und einen zweiten Konverter, welcher eingerichtet ist, einen Lichtanteil des
30 von dem ersten Konverter emittierten Lichts zu absorbieren und Licht zu emittieren, so dass die Lichtemission eine dritte Dominanzwellenlänge aufweist, welche größer ist als die zweite Dominanzwellenlänge.

- 4 -

In einer Ausgestaltung der Beleuchtungsvorrichtung liegt die erste Dominanzwellenlänge im Spektralbereich von blauem Licht, der erste Konverter konvertiert das Licht der
5 Lichtquelle vollständig zu gelblich-rotem Licht, und der zweite Konverter emittiert Licht im lang-welligen Bereich des ersten Konverters oder im Infrarotbereich.

Die vollständige Konversion des Lichts der ersten Lichtquelle
10 zu gelblich-rotem Licht wird dabei im Rahmen der Herstellungstoleranz erreicht. Das heißt, wenigstens 95 % des blauen Lichts, insbesondere wenigstens 98 % des blauen Lichts, zum Beispiel wenigstens 99 % des blauen Lichts werden vom ersten Konverter konvertiert. Das heißt, kein oder kaum
15 blaues Licht bleibt und konvertiert. Insbesondere ist für den menschlichen Betrachter ohne technische Hilfsmittel dann kein Blauanteil mehr im vom ersten Konverter abgestrahlten Licht erkennbar. Der erste Konverter strahlt dann also nur gelblich-rotes Licht und eventuell Infrarotstrahlung ab. Das
20 gelblich-rote Licht weist beispielsweise Wellenlängen zwischen wenigstens 580 nm und höchstens 650 nm auf.

Der zweite Konverter absorbiert daraufhin einen Teil des gelblich-roten Lichts des ersten Konverter. Auf den zweiten
25 Konverter trifft insbesondere kaum oder keine Strahlung der Lichtquelle, also kein oder kaum blaues Licht.

Der zweite Konverter absorbiert insbesondere den hochenergetischen Anteil des gelblich-roten Lichts des ersten
30 Konverters möglichst vollständig oder vollständig. Der zweite Konverter absorbiert insbesondere den gelben oder gelblichen Anteil des gelblich-roten Lichts vollständig. Beispielsweise absorbiert der zweite Konverter elektromagnetische Strahlung

- 5 -

mit einer Wellenlänge zwischen wenigstens 580 nm und höchstens 615 nm, insbesondere höchstens 600 nm.

Der zweite Konverter re-emittiert daraufhin
5 elektromagnetische Strahlung im Bereich von rotem Licht, beispielsweise mit einer Wellenlänge von wenigstens 615 nm.

Insgesamt kann auf diese Weise besonders farbreines rotes Licht auf besonders effiziente Weise erzeugt werden. Durch
10 den zweiten Konverter wird ein unerwünschter Anteil im Spektrum des vom ersten Konverter emittierten Lichts - der gelbe oder gelbliche Lichtanteil - absorbiert und zur Erzeugung von weiterem rotem Licht oder von Infrarotstrahlung genutzt. Da der zweite Konverter nur von relativ energiearmem
15 Licht bestrahlt wird, können zur Bildung des zweiten Konverters empfindliche Materialien wie beispielsweise organische Konverter und/oder Konverter, die auf Halbleiter-Nanopartikeln beruhen, Verwendung finden.

20 Da der erste Konverter mit einem Leuchtstoff gebildet werden kann, der Licht kurzwelliger emittiert, als dies sonst bei der Vollkonversion zu rotem Licht notwendig ist, wird weniger Primärstrahlung zu Infrarotstrahlung konvertiert, was die Effizienz der Beleuchtungseinrichtung weiter erhöht.

25 Der erste und der zweite Konverter sind dabei mit unterschiedlichen Leuchtstoffen gebildet. Beispielsweise ist der erste Konverter mit einem keramischen Leuchtstoff gebildet und der zweite Konverter ist mit einem organischen
30 Leuchtstoff gebildet.

In einer Ausgestaltung kann der Lichtanteil bis zu ungefähr 40 % der Lichtleistung des ersten Konverters beinhalten.

- 6 -

In einer Ausgestaltung kann der der Lichtanteil bis zu ungefähr 30 % der Lichtleistung des ersten Konverters beinhalten.

5

In einer Ausgestaltung kann der Lichtanteil bis zu ungefähr 20 % der Lichtleistung des ersten Konverters beinhalten.

10 In einer Ausgestaltung kann der Lichtanteil bis zu ungefähr 10 % der Lichtleistung des ersten Konverters beinhalten.

In einer Ausgestaltung kann der Lichtanteil bis zu ungefähr 5 % der Lichtleistung des ersten Konverters beinhalten.

15 In einer Ausgestaltung kann der zweite Konverter eingerichtet sein, Licht mit einer vierten Dominanzwellenlänge, welche größer ist als die zweite Dominanzwellenlänge, zu emittieren.

20 In einer Ausgestaltung kann der zweite Konverter eingerichtet sein, den Lichtanteil des von dem ersten Konverter emittierten Lichts zu absorbieren und Licht zu emittieren, so dass die Lichtemission eine gegenüber dem von dem ersten Konverter emittierten Licht größere Peakwellenlänge aufweist.

25 In einer Ausgestaltung kann der zweite Konverter eine Teilchengröße oder eine Partikelgröße aufweisen, welche kleiner ist als die zweite Dominanzwellenlänge.

30 In einer Ausgestaltung kann der zweite Konverter ein organisches Material beinhalten.

In einer Ausgestaltung kann der zweite Konverter in einer Linse der Beleuchtungsvorrichtung beinhaltet sein.

- 7 -

In einer Ausgestaltung kann der zweite Konverter zumindest teilweise um eine Linse der Beleuchtungsvorrichtung angeordnet sein.

5

In einer Ausgestaltung kann die Lichtquelle ein Leuchtdioden-Bauteil mit einem Package aufweisen und das Package kann eine Kavität zur Aufnahme des zweiten Konverters aufweisen.

10 In einer Ausgestaltung kann der zweite Konverter in einem Matrixmaterial beinhaltet sein, welches in der Kavität aufgenommen sein kann.

In einer Ausgestaltung kann die Lichtquelle ein auf einem
15 Substrat angeordneten Chip beinhalten.

In einer Ausgestaltung kann der erste Konverter auf dem Chip angeordnet sein.

20 In einer Ausgestaltung kann der zweite Konverter auf dem ersten Konverter angeordnet sein.

In einer Ausgestaltung kann der zweite Konverter versetzt zu dem Chip auf dem Substrat angeordnet sein.
25

In einer Ausgestaltung kann der zweite Konverter als separates Bauteil zu der Lichtquelle und dem ersten Konverter ausgebildet sein.

30 In einer Ausgestaltung kann die dritte Dominanzwellenlänge im Bereich von ungefähr 615 nm bis ungefähr 625 nm sein.

- 8 -

In einer Ausgestaltung kann der erste Konverter eingerichtet sein, Licht in einem Wellenlängenbereich von ungefähr 580 nm bis ungefähr 650 nm zu emittieren.

- 5 In einer Ausgestaltung kann die zweite Dominanzwellenlänge kleiner als 610 nm sein.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen wird ein Verfahren zur Erzeugung einer Lichtemission bereitgestellt. Das Verfahren
10 kann aufweisen: Erzeugen von Licht mit einer ersten Dominanzwellenlänge durch eine Lichtquelle; Absorbieren des erzeugten Lichts und Emittieren von Licht mit einer zweiten Dominanzwellenlänge, welche größer ist als die erste Dominanzwellenlänge, durch einen ersten Konverter; und
15 Absorbieren eines Lichtanteils des durch den ersten Konverter emittierten Lichts und Emittieren von Licht durch einen zweiten Konverter, so dass die Lichtemission eine dritte Dominanzwellenlänge aufweist, welche größer ist als die zweite Dominanzwellenlänge.

20

In einer Ausgestaltung kann der Lichtanteil bis zu ungefähr 40 % der Lichtleistung des ersten Konverters beinhalten.

In einer Ausgestaltung kann der Lichtanteil bis zu ungefähr
25 30 % der Lichtleistung des ersten Konverters beinhalten.

In einer Ausgestaltung kann der Lichtanteil bis zu ungefähr 20 % der Lichtleistung des ersten Konverters beinhalten.

30 In einer Ausgestaltung kann der Lichtanteil bis zu ungefähr 10 % der Lichtleistung des ersten Konverters beinhalten.

- 9 -

In einer Ausgestaltung kann der Lichtanteil ungefähr 5 % der Lichtleistung des ersten Konverters beinhalten.

In einer Ausgestaltung kann das durch den zweiten Konverter
5 emittierte Licht eine vierte Dominanzwellenlänge haben,
welche größer sein kann als die zweite Dominanzwellenlänge.

In einer Ausgestaltung kann durch den zweiten Konverter der
Lichtanteil des von dem ersten Konverter emittierten Lichts
10 absorbiert und Licht emittiert werden, so dass die
Lichtemission eine gegenüber dem von dem ersten Konverter
emittierten Licht größere Peakwellenlänge aufweist.

In einer Ausgestaltung kann der zweite Konverter eine
15 Teilchen- oder Partikelgröße haben, welche kleiner ist als
die zweite Dominanzwellenlänge.

In einer Ausgestaltung kann der zweite Konverter ein
organisches Material beinhalten.
20

In einer Ausgestaltung kann die dritte Dominanzwellenlänge im
Bereich von ungefähr 615 nm bis ungefähr 625 nm sein.

In einer Ausgestaltung kann der erste Konverter Licht in
25 einem Wellenlängenbereich von ungefähr 580 nm bis ungefähr
650 nm emittieren.

In einer Ausgestaltung kann die zweite Dominanzwellenlänge
kleiner als ungefähr 610 nm sein.
30

Zumindest einige Ausführungsbeispiele können vorteilhaft
gewährleisten, dass ein rot-rot konvertiertes Spektrum mit

- 10 -

einer Dominanzwellenlänge im Bereich von ungefähr 615 bis ungefähr 625 nm erhalten wird.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren
5 dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert.

In den Zeichnungen zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines
10 Ausführungsbeispiels einer Beleuchtungsvorrichtung
zum Erzeugen einer Lichtemission.

Figur 2 eine schematische Darstellung eines Querschnitts
eines weiteren Ausführungsbeispiels einer
15 Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer
Lichtemission.

Figur 3 eine schematische Darstellung eines Querschnitts
eines weiteren Ausführungsbeispiels einer
20 Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer
Lichtemission.

Figur 4 eine schematische Darstellung eines Querschnitts
eines weiteren Ausführungsbeispiels einer
25 Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer
Lichtemission.

Figur 5 eine schematische Darstellung eines Querschnitts
eines weiteren Ausführungsbeispiels einer
30 Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer
Lichtemission.

Figur 6 eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer Lichtemission.

5

Figur 7 eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer Lichtemission.

10

Figur 8 eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer Lichtemission.

15

Figur 9 zeigt gemessene Spektren eines Vergleichs einer herkömmlichen roten LED, bestehend aus einem Halbleiterchip, der blaues Licht emittiert, und einem Konverter, der dieses vollständig in rotes Licht umwandelt, und eines Ausführungsbeispiels einer Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer Lichtemission.

20

Figur 10 zeigt gemessene Spektren eines weiteren Vergleichs einer herkömmlichen roten LED, bestehend aus einem Halbleiterchip, der blaues Licht emittiert, und einem Konverter, der dieses vollständig in rotes Licht umwandelt, und eines Ausführungsbeispiels einer Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer Lichtemission.

25

30

Figur 11 zeigt gemessene Spektren eines weiteren Vergleichs einer herkömmlichen roten LED, bestehend aus einem

Halbleiterchip, der blaues Licht emittiert, und einem Konverter, der dieses vollständig in rotes Licht umwandelt, und Ausführungsbeispielen einer Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer Lichtemission.

Figur 12 zeigt Beispiele eines Vergleichs von Farbortverschiebungen (Farbortshifts) herkömmlicher roten LEDs, bestehend aus einem Halbleiterchip, der blaues Licht emittiert, und einem Konverter, der dieses vollständig in rotes Licht umwandelt, und Ausführungsbeispielen einer Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer Lichtemission.

Figur 13 zeigt Beispiele eines Vergleichs von Farbortverschiebungen (Farbortshifts) herkömmlicher roten LEDs, bestehend aus einem Halbleiterchip, der blaues Licht emittiert, und einem Konverter, der dieses vollständig in rotes Licht umwandelt, und Ausführungsbeispielen einer Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer Lichtemission.

Figur 14 zeigt eine Farbort-Graphik, in der die ECE-Norm und die EN12368 (Ampelnorm) aufgezeigt sind.

In einem Ausführungsbeispiel wird ein blauer Halbleiterchip mit einem roten Leuchtstoff vollkonvertiert. Im Weiteren Lichtweg befindet sich ein zweiter Konverter. Dieser Konverter besitzt eine Absorption im kurzwelligen Bereich des emittierten Lichts des ersten Konverters. Des Weiteren besitzt der zweite Konverter eine Emission im langwelligen Bereich des ersten Konverters oder im Infrarot-Bereich, zum Beispiel mit einer Dominanzwellenlänge, die größer ist als

- 13 -

die Dominanzwellenlänge des ersten Konverters. Der zweite Konverter absorbiert so vorteilhaft Teile der kurzwelligen Emission des ersten Konverters und verschiebt dadurch die Dominanzwellenlänge der Emission langwellig. Zusätzlich kann
5 die Emission des zweiten Konverters zur langwelligen Verschiebung sowohl der Dominanzwellenlänge als auch der Peakwellenlänge (das heißt die Wellenlänge mit der höchsten Intensität) der Emission beitragen und vorteilhaft die Gesamteffizienz weiter steigern, im Vergleich zu einer
10 identischen Wellenlängenverschiebung durch eine Konzentrationssteigerung des ersten Konverters.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen wird unter einer Dominanzwellenlänge die Wellenlänge verstanden, die den
15 Farbton einer lichtemittierenden Vorrichtung, beispielsweise einer Leuchtdiode (LED), beschreibt, wie ihn das menschliche Auge empfindet. Die Dominanzwellenlänge kann auch als Hauptwellenlänge, Schwerpunktwellenlänge oder dominante Wellenlänge bezeichnet werden.

20
Vorteilhafterweise handelt es sich bei dem zweiten Konverter um einen organischen Konverter. Die Teilchengröße oder Partikelgröße organischer Konverter ist üblicherweise deutlich kleiner als die Wellenlänge des Lichts. Dadurch
25 kommt es vorteilhaft zu keinen oder nur zu geringen Streuverlusten. Üblicherweise besitzen organische Konverter nur eine geringe Stabilität gegenüber Bestrahlung mit kurzwelligem sichtbarem Licht, das heißt mit Licht beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 420 nm bis
30 ungefähr 540 nm. Diese Wellenlängen entsprechen einer Energie von ungefähr 2.3 - 3.1 eV, was in einer Größe mit schwachen Kohlenstoffbindungen (zum Beispiel Kohlenstoff-Kohlenstoff-

- 14 -

oder Kohlenstoff-Halogen-Bindungen; 220 - 350 kJ/mol) liegt und diese somit photochemisch zerstören können.

Durch die Vollkonversion des von dem blauen Halbleiterchip
5 emittierten Lichts mittels des ersten Konverters wird der
zweite Konverter in einem Ausführungsbeispiel nur mit Licht
in einem Bereich von ungefähr 580 nm bis ungefähr 650 nm
bestrahlt. Dadurch kann vorteilhaft auch mit organischen
Konvertern eine hohe Stabilität der Beleuchtungsvorrichtung
10 erreicht werden.

Das in der Figur 1 gezeigte Ausführungsbeispiel einer
Beleuchtungsvorrichtung 100 beinhaltet eine blaue Lichtquelle
102, welche Licht 104 mit einer ersten Dominanzwellenlänge
15 erzeugt, beispielsweise Licht 104 mit einer ersten
Dominanzwellenlänge in einem Bereich von ungefähr 380 nm bis
ungefähr 480 nm. Außerdem beinhaltet die
Beleuchtungsvorrichtung 100 einen ersten Konverter 106,
welcher das von der Lichtquelle erzeugte Licht 104
20 absorbiert, und welcher Licht 108 mit einer zweiten
Dominanzwellenlänge, welche größer ist als die erste
Dominanzwellenlänge, emittiert. In verschiedenen
Ausführungsbeispielen kann die zweite Dominanzwellenlänge in
einem Bereich von ungefähr 580 nm bis 650 nm liegen,
25 beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 580 nm bis
ungefähr 610 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr
600 nm bis ungefähr 610 nm.

Des Weiteren beinhaltet die Beleuchtungsvorrichtung 100 einen
30 zweiten Konverter 110, welcher ausgebildet ist, einen
Lichtanteil, beispielsweise einen kurzwelligen Lichtanteil
des von dem ersten Konverter emittierten Lichts 108 zu
absorbieren, und Licht 112 mit einer gegenüber dem

- 15 -

absorbierten Licht erhöhten Wellenlänge zu emittieren.
Beispielsweise hat der zweite Konverter 110 eine
Dominanzwellenlänge, welche größer ist als die
Dominanzwellenlänge des ersten Konverters.

5

In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann der absorbierte
Lichtanteil bis zu ungefähr 40 % der Lichtleistung des ersten
Konverters 106 beinhalten, vorteilhaft bis zu ungefähr 30 %,
noch vorteilhafter bis zu ungefähr 20 %, noch vorteilhafter
10 bis zu ungefähr 10 %, und bevorzugt ungefähr 5 %. Die Menge
der absorbierten Lichtleistung kann beispielsweise durch eine
oder mehrere der folgenden Parameter beeinflusst werden:

Länge des Lichtwegs durch das Medium mit dem
15 Konversionsmaterial, Konzentration des Lichtmaterials und der
molare Extinktionskoeffizient des gewählten
Konversionsmaterials (Lambert'sches Gesetz).

Der Extinktionskoeffizient kann wiederum wellenlängenabhängig
20 sein, das heißt die Menge der absorbierten Lichtleistung kann
sich aus der Superposition der Emission und der Extinktion
ergeben. Ebenso kann der molare Extinktionskoeffizient von
der Dielektrizität des Mediums abhängig sein.

25 Eine Dominanzwellenlänge des insgesamt von der
Beleuchtungsvorrichtung 100 erzeugten Lichts 114, welches
sich aus der Superposition des nicht absorbierten
Lichtanteils 108 des ersten Konverters 106 und dem von dem
zweiten Konverter 110 emittiertem Licht 112 ergibt, kann im
30 Bereich von ungefähr 615 nm bis ungefähr 625 nm sein.
Vorteilhaft sind sowohl die Dominanzwellenlänge als auch die
Peakwellenlänge des Lichts 114 gegenüber dem von dem ersten
Konverter 106 emittierten Licht 108 langwellig verschoben.

- 16 -

Dieses ist zum Beispiel nicht erreichbar, wenn nur ein Anteil des von dem ersten Konverter emittierten Lichts absorbiert werden würde.

5 Das in der Figur 2 gezeigte Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungsvorrichtung 200 beinhaltet eine Lichtquelle 202, welche ein Leuchtdioden (LED) -Bauteil mit einem blauen Halbleiterchip 204 und einem Package (auch bezeichnet als Gehäuse) 206 beinhaltet. Das Package 206 hat eine Kavität 208
10 zur Aufnahme des zweiten Konverters 210.

In diesem Ausführungsbeispiel ist ein erster Konverter 216 auf dem Halbleiterchip 204 aufgebracht, zur Vollkonversion oder nahezu Vollkonversion (Blauanteil im Spektrum
15 vorteilhaft kleiner als ungefähr 5 %). Der erste Konverter 216 kann auf den Halbleiterchip 204 zum Beispiel durch Schichtentransfer, Volumenverguss, elektrophoretische Abscheidung oder Sprühbeschichten (Spraycoaten) aufgebracht sein.

20

Der zweite Konverter 210 kann in einem in der Kavität 208 aufgenommenen Matrixmaterial 212 beinhaltet sein. Eine Linse 214 kann optional auf dem Package 206 im Bereich der Kavität 208 angebracht sein. Die Kavität 208 ist in diesem
25 Ausführungsbeispiel mit dem Matrixmaterial 212 vergossen. Die Linse 214 kann beispielsweise wird durch einen Kleber (zum Beispiel Silikon) auf den zweiten Konverter 210 aufgebracht sein. Die Linse 214 kann in anderen Ausführungsbeispielen aufgetropft werden und es kann durch Oberflächenkräfte eine
30 Linsenform ausgebildet werden. In einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die Linse 214 durch formgebende Verfahren wie Molding oder Casting gebildet werden.

- 17 -

Bei Aufbauten anders als durch Volumenverguss kann diese Matrix den zweiten Konverter (zum Beispiel einen organischen Konverter oder Halbleiter-Nanopartikel) enthalten. Bei Volumenverguss würde eine Trennung des ersten und des zweiten
5 Konverters nicht sicher gewährleistet sein.

Das in Figur 3 gezeigte Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungsvorrichtung 300 beinhaltet eine Lichtquelle 302, welche ein Leuchtdioden-Bauteil mit einem blauen
10 Halbleiterchip 304 und einem Package 306 aufweist. Ein Matrixmaterial 312 ist in einer Kavität 308 des Package 306 aufgenommen. Die Kavität 308 ist in diesem Ausführungsbeispiel mit dem Matrixmaterial 310 vergossen. Eine Linse 314 kann auf dem Package 306 im Bereich der
15 Kavität 308 angebracht sein.

In diesem Ausführungsbeispiel ist ein erster Konverter 316 auf dem Halbleiterchip 304 aufgebracht, eingerichtet zur Vollkonversion oder nahezu Vollkonversion (Blauanteil im
20 Spektrum vorteilhaft kleiner als ungefähr 5 %). Der erste Konverter 316 kann auf den Halbleiterchip 304 zum Beispiel durch Schichttransfer (Layertransfer), Volumenverguss, elektrophoretische Abscheidung oder Sprühbeschichten (Spraycoaten) aufgebracht sein.

25 Ein zweiter Konverter 318 ist zumindest teilweise um die Linse 314 herum angeordnet oder umschließt die Linse 314 im Wesentlichen vollständig, wie in dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel gezeigt. In diesem Ausführungsbeispiel
30 ist das Material des zweiten Konverters 318 in Form einer Schale um die Linse 314 aufgebracht, zum Beispiel gemoldet.

- 18 -

Das in Figur 4 gezeigte Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungsvorrichtung 400 beinhaltet eine Lichtquelle 402, welche ein Leuchtdioden-Bauteil mit einem blauen Halbleiterchip 404 und einem Package 406 beinhaltet. Ein
5 Matrixmaterial 412 ist in einer Kavität 408 des Package 406 aufgenommen. Die Kavität 408 wird in diesem Ausführungsbeispiel mit dem Matrixmaterial 410 vergossen. Eine Linse 414 ist auf dem Package 406 im Bereich der Kavität 408 angebracht.

10

In diesem Ausführungsbeispiel ist ein erster Konverter 416 auf dem Halbleiterchip 404 aufgebracht, eingerichtet zur Vollkonversion oder nahezu Vollkonversion (Blauanteil im Spektrum vorteilhaft kleiner als ungefähr 5 %). Der erste
15 Konverter 416 kann auf den Halbleiterchip 404 zum Beispiel durch Schichttransfer (Layertransfer), Volumenverguss, elektrophoretische Abscheidung oder Sprühbeschichten (Spraycoaten) aufgebracht sein. Das Material eines zweiten Konverters 418 ist in der Linse 414 enthalten.

20

Das in Figur 5 gezeigte Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungsvorrichtung 500 beinhaltet eine Lichtquelle, welche einen auf einem Substrat 504 angeordneten blauen Halbleiterchip 506 (beispielsweise Leuchtdioden-Chip)
25 beinhaltet. Ein erster Konverter 508 ist auf dem Chip 506 angeordnet und ein zweiter Konverter 510 ist auf dem ersten Konverter 508 angeordnet. Eine Linse 512 kann über dem zweiten Konverter 508 angebracht sein. Der erste Konverter 508 kann zum Beispiel mittels Schichttransfer
30 (Layertransfer), elektrophoretische Abscheidung oder Sprühbeschichten (Spraycoaten) auf das Substrat 504 aufgebracht werden, zur Vollkonversion oder nahezu

- 19 -

Vollkonversion. Die Linse 512 kann zum Beispiel auf das Substrat 504 gemoldet sein.

Das in Figur 6 gezeigte Ausführungsbeispiel einer
5 Beleuchtungsvorrichtung 600 beinhaltet eine Lichtquelle,
welche einen auf einem Substrat 604 angeordneten blauen
Halbleiterchip 606 (beispielsweise einen Leuchtdioden-Chip)
aufweist. Ein erster Konverter 608 ist auf dem Chip 606
angeordnet und eine Linse 612 kann über dem ersten Konverter
10 608 angebracht sein. Das Material eines zweiten Konverters
610 kann in der Linse 612 enthalten sein.

Das in Figur 7 gezeigte Ausführungsbeispiel einer
Beleuchtungsvorrichtung 700 beinhaltet eine Lichtquelle,
15 welche einen auf einem Substrat 704 angeordneten blauen
Halbleiterchip 706 (beispielsweise einen Leuchtdioden-Chip)
aufweist. Ein erster Konverter 708 ist auf dem Chip 706
angeordnet und eine Linse 712 kann über dem ersten Konverter
708 angebracht beziehungsweise angeordnet sein. Ein zweiter
20 Konverter 714 ist zumindest teilweise um die Linse 712
angeordnet oder umschließt die Linse 712 im Wesentlichen
vollständig, wie in dem in Figur 7 dargestellten
Ausführungsbeispiel gezeigt. In diesem Ausführungsbeispiel
ist das Material des zweiten Konverters 714 in Form einer
25 Schale um die Linse 712 aufgebracht, zum Beispiel gemoldet.

Das in Figur 8 gezeigte Ausführungsbeispiel einer
Beleuchtungsvorrichtung 800 beinhaltet eine Lichtquelle,
welche einen auf einem Substrat 804 angeordneten blauen
30 Halbleiterchip 806 (beispielsweise einen Leuchtdioden-Chip)
aufweist. Ein erster Konverter 808 ist auf Halbleiterchip
Chip 806 angeordnet und ein zweiter Konverter 810 ist lateral
versetzt zu dem Halbleiterchip 806 auf dem Substrat 804

- 20 -

angeordnet. Dieses ermöglicht vorteilhaft, dass der zweite Konverter 810 effektiv gekühlt werden kann. In einem Ausführungsbeispiel kann das Substrat 804 beispielsweise aus Silber bestehen, welches eine hohe Reflektivität besitzen kann und gleichzeitig eine gute Wärmeleitfähigkeit aufweisen kann. Vorteilhaft kann das Substrat, beispielsweise ein Silbersubstrat, an einen Kühlkörper (zum Beispiel aus Kupfer) in der Unterseite des LED-Packages gekoppelt sein.

10 Als Substrat (Panel) in den oben mit Bezug auf die Figur 5 bis Figur 8 beschriebenen Ausführungsbeispielen kann beispielsweise ein Keramiksubstrat verwendet werden. Ein beispielhaftes Linsenmaterial ist Silikon. Das Substrat kann beispielsweise aus Aluminiumoxid, Aluminiumnitrid oder
15 Yttriumaluminiumoxid bestehen.

Als Linsen-Material in den beschriebenen Ausführungsbeispielen können zum Beispiel die folgenden Materialien vorteilhaft verwendet werden:

20 Polyacrylat, Polyolefine (beispielsweise Polyethylen (PE) mit hoher oder niedriger Dichte oder Polypropylen (PP)), Polyvinylchlorid (PVC), Polystyrol (PS), Polyester, Polycarbonat (PC), Polyethylenterephthalat (PET),
25 Polyethersulfon (PES), Polyethylenaphthalat (PEN), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyimid (PI), Polyetherketone (PEEK), Polyamide, beispielsweise Polyphthalamide (PPA), Polycyclohexylendimethylenterephthalat (PCT), Silikone, Epoxide oder ein flüssigkristallines Polymer (liquid
30 crystalline polymer - LCP).

In anderen Ausführungsbeispielen kann der zweite Konverter als separates Bauteil zu der Lichtquelle und dem ersten

- 21 -

Konverter ausgebildet sein. Damit wird der zweite Konverter in einem so genannten Remote-Ansatz anwendbar.

Die Ausführungsbeispiele sind im Falle einer organischen

5 Leuchtdiode (OLED) mit Pumpwellenlängen im blauen und weißen Bereich möglich, beispielsweise mit Blau und Weiß als Pumpwellenlänge für den ersten Konverter und Rot dann direkt für die rot-rote Konversion vom zweiten Konverter.

10 In den beschriebenen Ausführungsbeispielen kann der erste Konverter zum Beispiel eingerichtet sein, Licht in einem Bereich von ungefähr 580 nm bis ungefähr 650 nm, beispielsweise mit einer Dominanzwellenlänge kleiner als ungefähr 610 nm zu emittieren. Das von der
15 Beleuchtungsvorrichtung insgesamt emittierte/konvertierte Licht kann zum Beispiel eine Dominanzwellenlänge in einem Bereich von ungefähr 610 nm bis ungefähr 625 nm haben. Der zweite Konverter kann beispielsweise sein Absorptionsmaximum bei ungefähr 575 nm haben. In einem Ausführungsbeispiel kann
20 das Licht von dem ersten Konverter eine Dominanzwellenlänge von ungefähr 606 nm haben und die Dominanzwellenlänge des insgesamt emittierte/konvertierte Lichts kann ungefähr 612 nm sein.

25 Figur 9 zeigt gemessene Spektren eines Vergleichs einer herkömmlichen roten LED mit Vollkonversion oder nahezu Vollkonversion durch einen Eu^{2+} -dotierten Konverter (Kurve 900) und einem Ausführungsbeispiel einer
Beleuchtungsvorrichtung mit einem zweiten Konverter (Kurve
30 902). Wie aus der Figur 9 ersichtlich ist, kann der zweite Konverter vorteilhaft eine Rotverschiebung der Emission, bei gleichzeitiger Verringerung der Bandbreite, erreichen. Durch

den zweiten Konverter wird Licht im kurzwelligen Bereich 904 der Emission 900 absorbiert und Licht im langwelligen Bereich 906 der Emission 900 emittiert. Dadurch sind sowohl die Dominanzwellenlänge als auch die Peakwellenlänge der Emission 902 langwellig gegenüber der Emission 900 verschoben. Ohne den zweiten Konverter (Kurve 900) ist die Dominanzwellenlänge ungefähr 606 nm und die Peakwellenlänge ungefähr 627 nm. Mit dem zweiten Konverter (Kurve 902) ist die Dominanzwellenlänge ungefähr 612 nm und die Peakwellenlänge ungefähr 629 nm.

10

Figur 10 zeigt gemessene Spektren eines weiteren Vergleichs einer herkömmlichen roten LED mit Vollkonversion oder nahezu Vollkonversion durch einen Eu^{2+} -dotierten Konverter (Kurve 1000) und einem Ausführungsbeispiel einer

15

Beleuchtungsvorrichtung mit einem zweiten Konverter (Kurve 1002). Im Vergleich zu Figur 9 hat der erste Konverter eine niedrigere Konzentration. Wiederum kann der zweite Konverter vorteilhaft eine Rotverschiebung der Emission, bei gleichzeitiger Verringerung der Bandbreite, erreichen. Ohne den zweiten Konverter (Kurve 1000) ist die Dominanzwellenlänge ungefähr 605 nm und die Peakwellenlänge ungefähr 619 nm. Mit dem zweiten Konverter (Kurve 1002) ist die Dominanzwellenlänge ungefähr 611 nm und die Peakwellenlänge ungefähr 626 nm.

25

Bei dem Eu^{2+} -dotierten Konverter in der Figur 9 und Figur 10 handelt es sich um einen $(\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca})_2\text{Si}_5\text{N}_8$ -Phosphor (bevorzugt mit einem Eu^{2+} -Gehalt von ungefähr 0.5 - 15 % und besonders bevorzugt von ungefähr 2 - 8 %). In Figur 9 wurde dieser in einer Konzentration von ungefähr 32 % Leuchtstoff in einem Volumenverguss (Lichtweg im Package ungefähr 0.4 mm) und in Figur 10 mit ungefähr 25 % in einem Volumenverguss

30

- 23 -

eingesetzt. Der zweite Konverter ist Lumogen red 305 F,
erwerblich zum Beispiel bei BASF. Ungefähr 4 mg wurden in
ungefähr 20 g Silikon gelöst. Das entspricht einer
Konzentration von ungefähr 0.1 g/l Konzentrationen von
5 ungefähr 0.001 - ungefähr 0.1 g/l bei einem Lichtweg von
ungefähr 1.5 mm können beispielsweise in verschiedenen
Ausführungsbeispielen benutzt werden.

Figur 11 zeigt gemessene Spektren eines weiteren Vergleichs
10 einer herkömmlichen roten LED mit Vollkonversion oder nahezu
Vollkonversion durch nur einen Eu^{2+} -dotierten Konverter
(Kurve 1100) und Ausführungsbeispielen einer
Beleuchtungsvorrichtung mit einem zweiten Konverter (Kurven
1102, 1104 und 1106). Für die Kurve 1100 wurde eine
15 Dominanzwellenlänge von ungefähr 604 nm gemessen, während für
die Kurven 1102, 1104 und 1106 jeweils eine
Dominanzwellenlänge von ungefähr 610 nm, ungefähr 607 nm und
ungefähr 608 nm gemessen wurde.

20 Für die Kurve 1100 wurde eine Peakwellenlänge, das heißt die
Wellenlänge mit der höchsten Intensität, von ungefähr 624 nm
gemessen, während für die Kurven 1102, 1104 und 1106 jeweils
eine Dominanzwellenlänge von ungefähr 628 nm, ungefähr 629 nm
und ungefähr 627 nm gemessen wurde. Das Material der zweiten
25 Konverter in den Ausführungsbeispielen der Kurven 1102, 1104
und 1106 war BASF Lumogen F Rot 305, mit ungefähr gleichen
Schichtdicken.

Figur 12 zeigt Beispiele eines Vergleichs von
30 Farbortverschiebungen herkömmlicher roter LEDs mit
Vollkonversion oder nahezu Vollkonversion durch nur einen

- 24 -

Konverter und Ausführungsbeispielen einer
Beleuchtungsvorrichtung mit einem zweiten Konverter.

Figur 13 zeigt Beispiele eines weiteren Vergleichs von
5 Farbartverschiebungen herkömmlichen roter LEDs mit
Vollkonversion oder nahezu Vollkonversion durch nur einen
Konverter und Ausführungsbeispielen einer
Beleuchtungsvorrichtung mit einem zweiten Konverter. Im
Vergleich zu Figur 12 hat der erste Konverter in diesen
10 Beispielen eine niedrigere Konzentration.

Wie aus einem Vergleich der Figuren 12 und 13 mit der Figur
14 zeigt, fallen die gemessenen Werte der
Ausführungsbeispiele, angezeigt als Gruppen 1200 und 1300 in
15 Figuren 12 und 13, sowohl innerhalb einer Ampelnorm 1400
(EN12368) als auch der ECE Norm 1402. Dagegen erreichen die
gemessenen Werte der LEDs mit nur einem Konverter, angezeigt
als Gruppen 1204 und 1304 in Figuren 12 und 13, die Ampelnorm
1400 und die ECE Norm 1402 nicht.

20

Die beschriebenen Ausführungsbeispiele können vorteilhaft
einen oder mehrere der folgenden Effekte haben:

- Es kann ein konvertiertes Spektrum mit einer
Dominanzwellenlänge in einem Bereich von ungefähr 615 nm bis
25 ungefähr 625 nm erhalten werden.
- Durch die zweite Konversion von energiearmen Photonen
(rote) können Materialien zur Konversion verwendet werden
(wie zum Beispiel organische Konverter und Halbleiter-
Nanopartikel), die bei der gewöhnlichen Konversion von blauem
30 Licht nicht die notwendige Stabilität aufweisen würden. Diese
Materialien können in Partikelgrößen deutlich unterhalb der
Wellenlänge des sichtbaren Lichts erhalten werden und es
kommt somit nicht zu weiteren Streuverlusten.

- 25 -

- Der erste Konverter emittiert kurzwelliger als ohne eine zweite Konversion notwendig. Dadurch kommt es zu weniger Emission im infraroten Bereich.
- Es kann ein konvertiertes Spektrum mit einer
- 5 Dominanzwellenlänge in einem Bereich von ungefähr 615 nm bis ungefähr 625 nm erhalten werden.
- Es kann eine höhere Gesamteffizienz erreicht werden als zum Beispiel mit einem Einzel-Phosphor-System.
- Das Spektrum wird schmaler, dadurch wird eine bessere
- 10 Farbsättigung erreicht. Man erhält einen reineren Rotton.

Eine je nach Materialsystem vorhandener Farbortverschiebung bei steigender Temperatur kann durch den zweiten Konverter ausgeglichen oder zumindest minimiert werden. Einige

15 Konverter, wie zum Beispiel Phosphore, schieben bei höheren Temperaturen in Richtung Gelb. Außerdem wird bei höheren Temperaturen nicht so stark konvertiert. Durch den zweiten Konverter, zum Beispiel Phosphor, kann die Gelbverschiebung (der Gelbshift) aufgefangen werden, da mehr Licht absorbiert

20 und wieder in Rot umgewandelt wird. Ferner können die starken auftretenden Reste an blauem Licht durch den zweiten Konverter absorbiert werden. Andernfalls würde bei hohen Temperaturen der angestrebte Farbbereich verlassen werden.

25 Mögliche, aber nicht einschränkende, Materialien für den ersten Konverter in den beschriebenen Ausführungsbeispielen sind Eu^{2+} -dotierte Konverter, wie zum Beispiel Eu^{2+} -dotierte Nitride, beispielsweise $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ba},\text{Sr})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$; Eu^{2+} -dotierte Sulfide, Eu^{2+} -dotierte SiAlONe und SiONe .

- 26 -

Mögliche, aber nicht einschränkende, Materialien für den zweiten Konverter in den beschriebenen Ausführungsbeispielen sind organische Farbstoffe und Lumineszenzfarbstoffe, zum Beispiel folgende Substanzklassen:

5

Acridin-Farbstoffe, Acridinon-Farbstoffe, Anthrachino-Farbstoffe, Anthracen-Farbstoffe, Cyanin-Farbstoffe, Dansyl-Farbstoffe, Squaryllium-Farbstoffe, Spiropyrane, Boron-

10

dipyrromethene (BODIPY), Perylene, Pyrene, Naphthalene, Flavine, Pyrrole, Porphyrine und deren Metallkomplexe, Diarylmethan-Farbstoffe, Triarylmethan-Farbstoffe, Nitro- und Nitroso-Farbstoffen, Phthalocyanin-Farbstoffe und die Metall-Komplexe von Phthalocyaninen, Quinone, Azo-Farbstoffe, Indophenol-Farbstoffe, Oxazine, Oxazone, Thiazine und

15

Thiazoie, Xanthene, Fluorene, Flurone, Pyronine, Rhodamine, Coumarine.

Vorteilhafte organische Materialien sind beispielsweise Perylenimide und Perylencarboxylate.

20

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.

25

Patentansprüche

1. Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen einer
Lichtemission, aufweisend:
 - 5 - eine Lichtquelle (102, 202, 302, 402, 506, 606, 706, 806), eingerichtet zum Erzeugen von Licht mit einer ersten Dominanzwellenlänge;
 - einen ersten Konverter (106, 216, 316, 416, 508, 608, 708, 808), welcher eingerichtet ist, das von der
10 Lichtquelle erzeugte Licht zu absorbieren, und Licht mit einer zweiten Dominanzwellenlänge, welche größer ist als die erste Dominanzwellenlänge, zu emittieren; und
 - einen zweiten Konverter (110, 210, 318, 418, 510, 610, 714, 810), welcher eingerichtet ist, einen Lichtanteil
15 des von dem ersten Konverter emittierten Lichts zu absorbieren und Licht zu emittieren, so dass die Lichtemission eine dritte Dominanzwellenlänge aufweist, welche größer ist als die zweite Dominanzwellenlänge.
- 20 2. Beleuchtungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die erste Dominanzwellenlänge im Spektralbereich von blauem Licht liegt, der erste Konverter das Licht der Lichtquelle zu gelblich-rotem Licht vollkonvertiert, und der zweite Konverter Licht im langwelligen Bereich
25 des ersten Konverters oder im Infrarotbereich emittiert, wobei der erste Konverter und der zweite Konverter mit unterschiedlichen Leuchtstoffen gebildet sind.
3. Beleuchtungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2,
30 bei der der Lichtanteil bis zu 40 % der Lichtleistung des ersten Konverters (106, 216, 316, 416, 508, 608, 708, 808) beinhaltet, vorzugsweise bis zu 30 % der Lichtleistung des ersten Konverters (106, 216, 316, 416,

- 28 -

508, 608, 708, 808), vorzugsweise bis zu 20 % der
Lichtleistung des ersten Konverters.

4. Beleuchtungsvorrichtung gemäß einem der vorhergehenden
5 Ansprüche,
bei der der zweite Konverter (110, 210, 318, 418, 510,
610, 714, 810) eingerichtet ist, Licht mit einer vierten
Dominanzwellenlänge, welche größer ist als die zweite
Dominanzwellenlänge, zu emittieren.
10
5. Beleuchtungsvorrichtung gemäß einem der vorhergehenden
Ansprüche,
bei der der zweite Konverter (110, 210, 318, 418, 510,
610, 714, 810) eingerichtet ist, den Lichtanteil des von
15 dem ersten Konverter emittierten Lichts zu absorbieren
und Licht zu emittieren, so dass die Lichtemission eine
gegenüber dem von dem ersten Konverter (106, 216, 316,
416, 508, 608, 708, 808) emittierten Lichts größere
Peakwellenlänge aufweist.
20
6. Beleuchtungsvorrichtung gemäß einem der vorhergehenden
Ansprüche,
bei der der zweite Konverter (110, 210, 318, 418, 510,
610, 714, 810) eine Teilchen- oder Partikelgröße hat,
25 welche kleiner ist als die zweite Dominanzwellenlänge.
7. Beleuchtungsvorrichtung gemäß einem der vorhergehenden
Ansprüche,
bei der der zweite Konverter (110, 210, 318, 418, 510,
30 610, 714, 810) ein organisches Material beinhaltet.
8. Beleuchtungsvorrichtung gemäß einem der vorhergehenden
Ansprüche, ferner aufweisend:

- 29 -

- eine Linse (214, 314, 414, 512, 612, 712);
 - wobei der zweite Konverter (418, 610) in der Linse (414, 612) der Beleuchtungsvorrichtung beinhaltet ist, oder
 - 5 - wobei der zweite Konverter (318, 714) zumindest teilweise um die Linse (314, 712) der Beleuchtungsvorrichtung angeordnet ist.
9. Beleuchtungsvorrichtung gemäß einem der vorhergehenden
- 10 Ansprüche,
- bei der die Lichtquelle ein Leuchtdioden-Bauteil (202, 302, 402) mit einem Package (206, 306, 406) aufweist, und wobei das Package (206, 306, 406) eine Kavität (208, 308, 408) zur Aufnahme des zweiten Konverters (210)
- 15 aufweist.
10. Beleuchtungsvorrichtung gemäß Anspruch 9,
- bei der der zweite Konverter (210) in einem Matrixmaterial (212) beinhaltet ist, welches in der
- 20 Kavität (208) aufgenommen ist.
11. Beleuchtungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10,
- bei der die Lichtquelle ein auf einem Substrat (504, 604, 704, 804) angeordneten Chip (506, 606, 706, 806)
- 25 beinhaltet.
12. Beleuchtungsvorrichtung gemäß Anspruch 11,
- bei der der erste Konverter (508) auf dem Chip (506)
 - 30 angeordnet ist; und/oder
 - bei der der zweite Konverter (510) auf dem ersten Konverter (508) angeordnet ist.

- 30 -

13. Beleuchtungsvorrichtung gemäß Anspruch 12,
bei der der zweite Konverter (810) versetzt zu dem Chip
(806) auf dem Substrat (804) angeordnet ist.
- 5 14. Beleuchtungsvorrichtung gemäß einem der vorhergehenden
Ansprüche,
bei der die dritte Dominanzwellenlänge im Bereich von
615 nm bis 625 nm ist.
- 10 15. Verfahren zum Erzeugen einer Lichtemission, aufweisend:
- Erzeugen von Licht mit einer ersten
Dominanzwellenlänge durch eine Lichtquelle (102, 202,
302, 402, 506, 606, 706, 806);
- Absorbieren des erzeugten Lichts und Emittieren von
15 Licht mit einer zweiten Dominanzwellenlänge, welche
größer ist als die erste Dominanzwellenlänge, durch
einen ersten Konverter (106, 216, 316, 416, 508, 608,
708, 808); und
- Absorbieren eines Lichtanteils des durch den ersten
20 Konverter emittierten Lichts und Emittieren von Licht
durch einen zweiten Konverter (110, 210, 318, 418, 510,
610, 714, 810), so dass die Lichtemission eine dritte
Dominanzwellenlänge aufweist, welche größer ist als die
zweite Dominanzwellenlänge.
- 25 16. Verfahren gemäß Anspruch 15,
bei dem der Lichtanteil bis zu 40 % der Lichtleistung
des ersten Konverters beinhaltet, vorzugsweise bis zu
30 % der Lichtleistung des ersten Konverters,
30 vorzugsweise bis zu 20 % der Lichtleistung des ersten
Konverters.
17. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 15 oder 16,

- 31 -

bei dem das durch den zweiten Konverter (110, 210, 318, 418, 510, 610, 714, 810) emittierte Licht eine vierte Dominanzwellenlänge hat, welche größer ist als die zweite Dominanzwellenlänge.

5

18. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 15 bis 17, bei dem der zweite Konverter (110, 210, 318, 418, 510, 610, 714, 810) eine Teilchengröße oder eine Partikelgröße hat, welche kleiner ist als die zweite Dominanzwellenlänge.

10

19. Verfahren gemäß Anspruch 18, bei dem der zweite Konverter (110, 210, 318, 418, 510, 610, 714, 810) ein organisches Material beinhaltet.

15

20. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 15 bis 19, bei dem die dritte Dominanzwellenlänge im Bereich von 615 nm bis 625 nm ist.

FIG 1

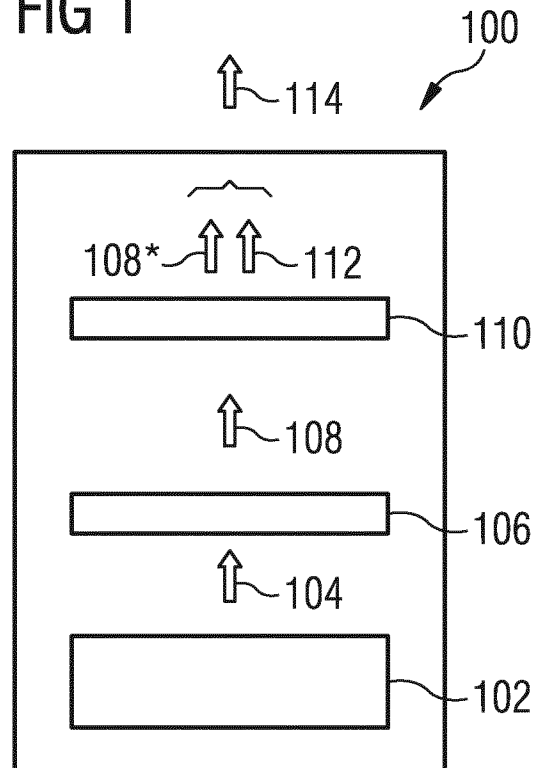


FIG 2

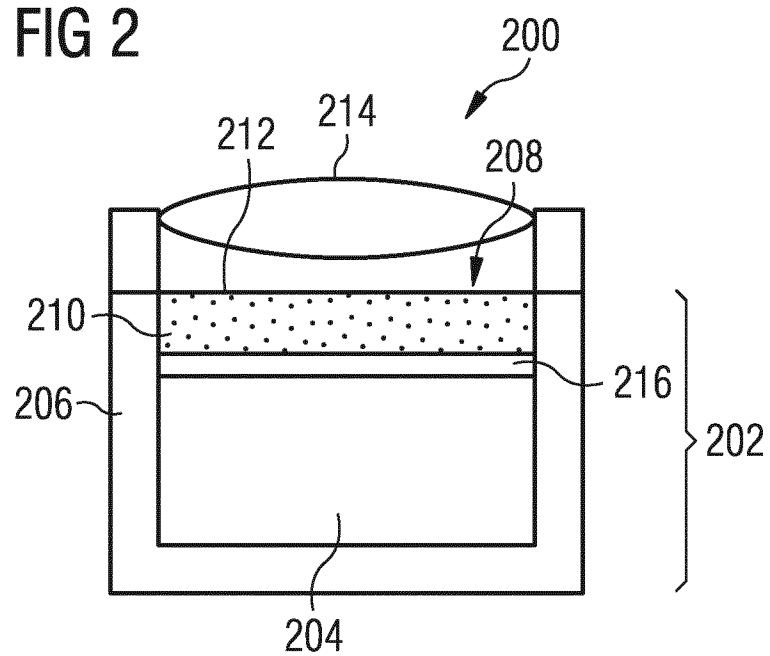


FIG 3

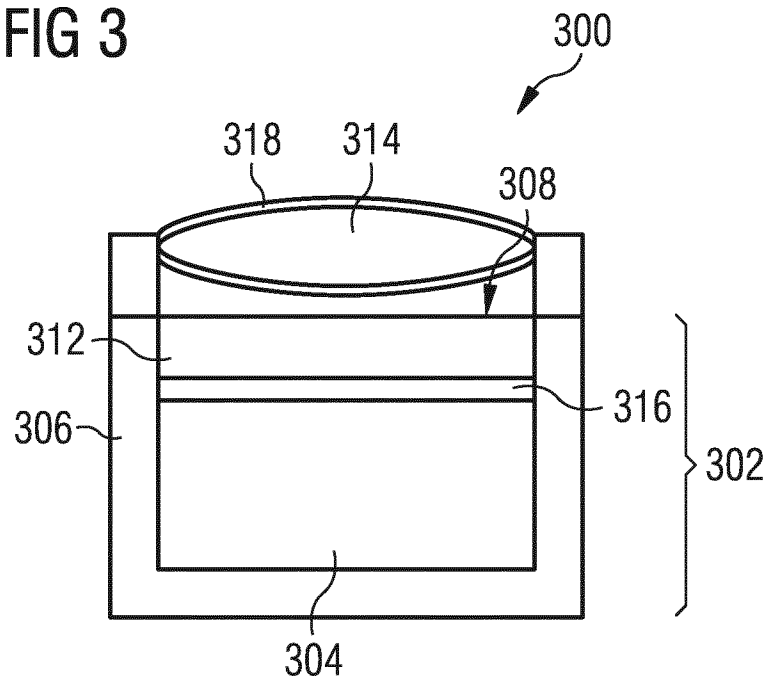


FIG 4

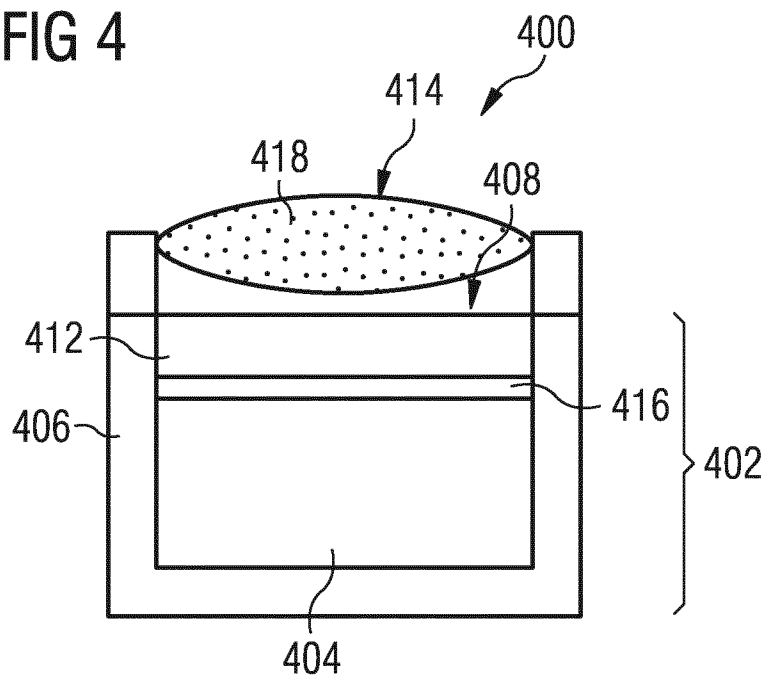


FIG 5

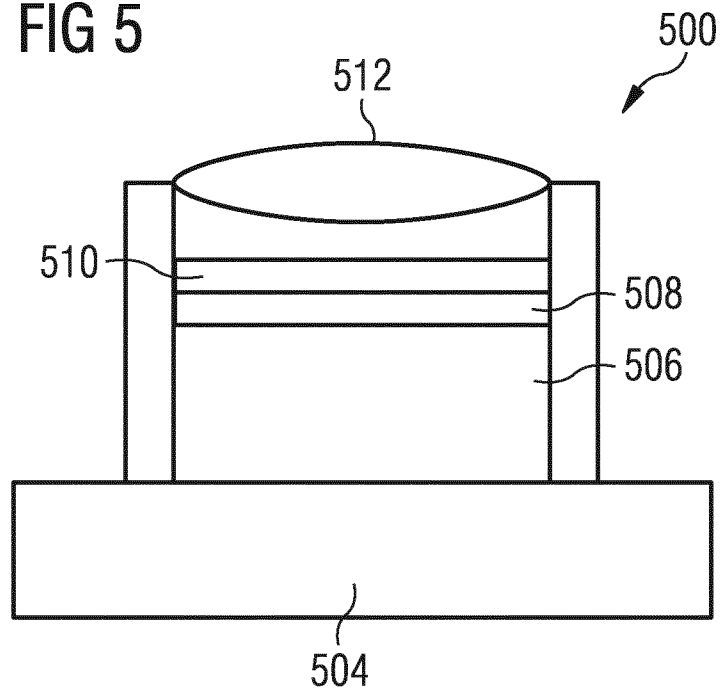


FIG 6

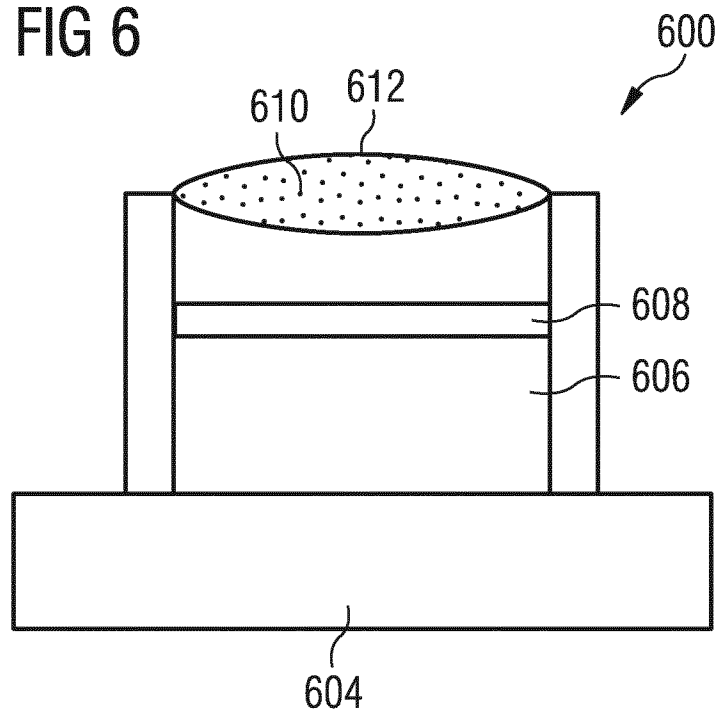


FIG 7

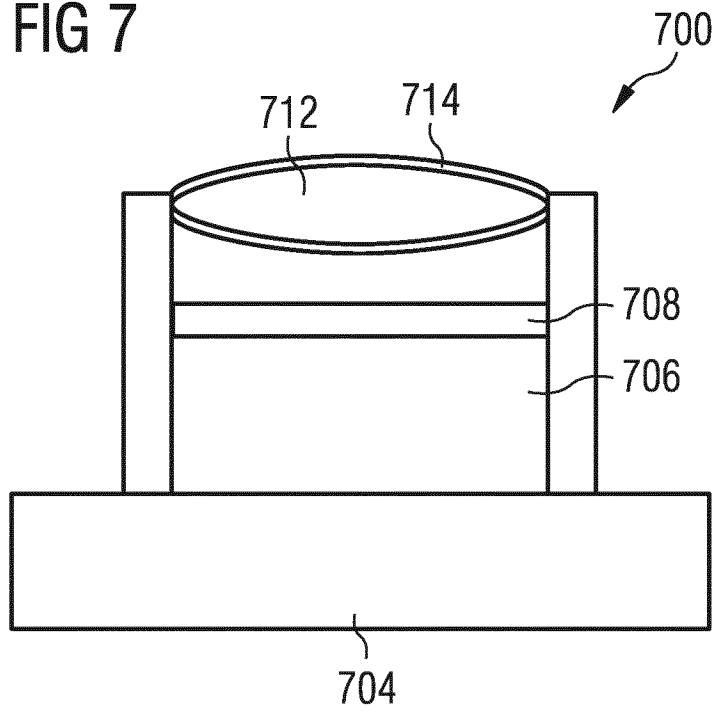


FIG 8

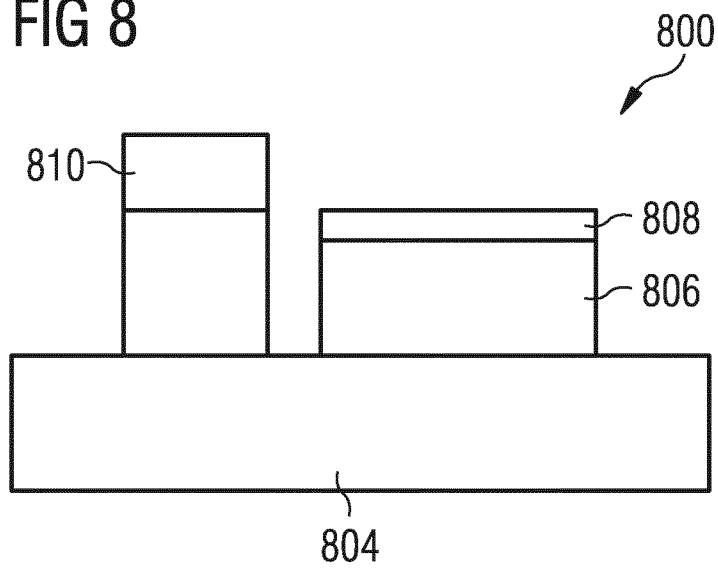


FIG 9

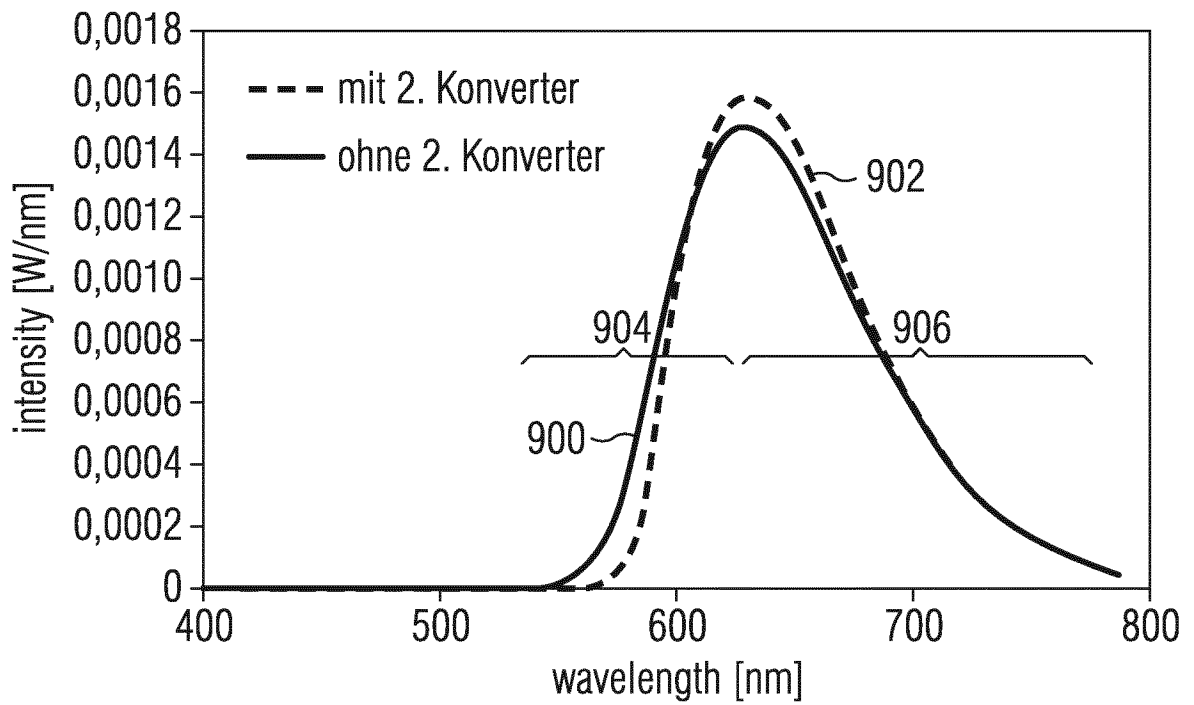


FIG 10

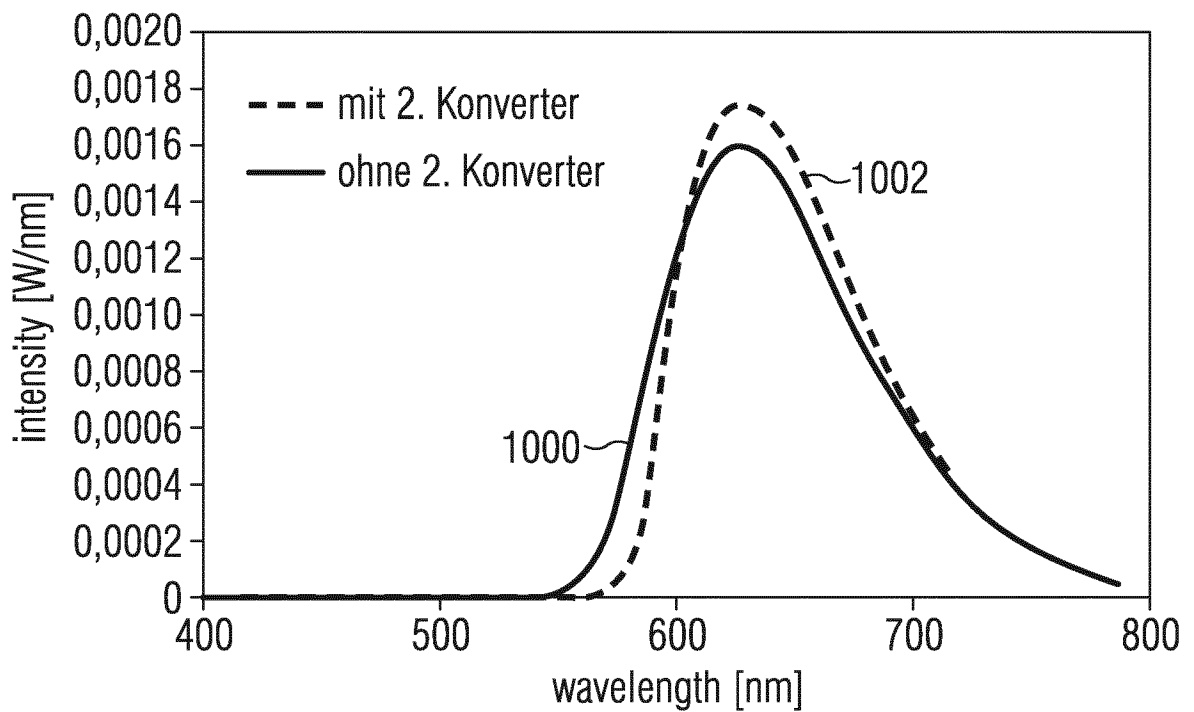


FIG 11

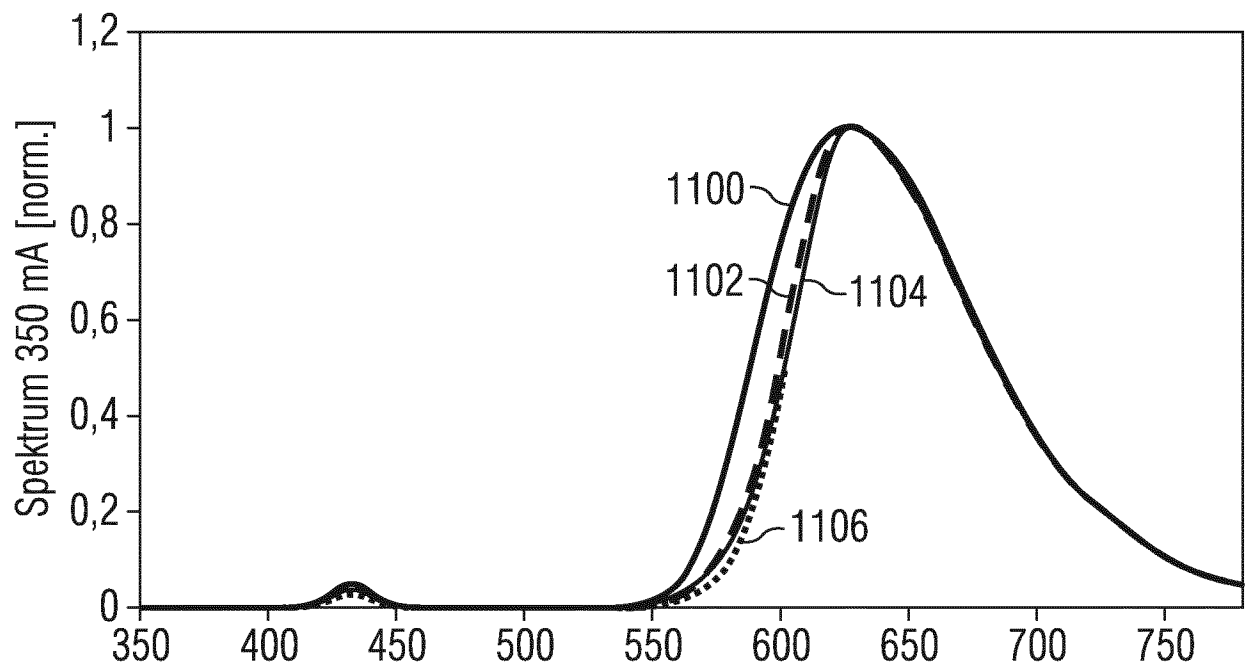


FIG 12

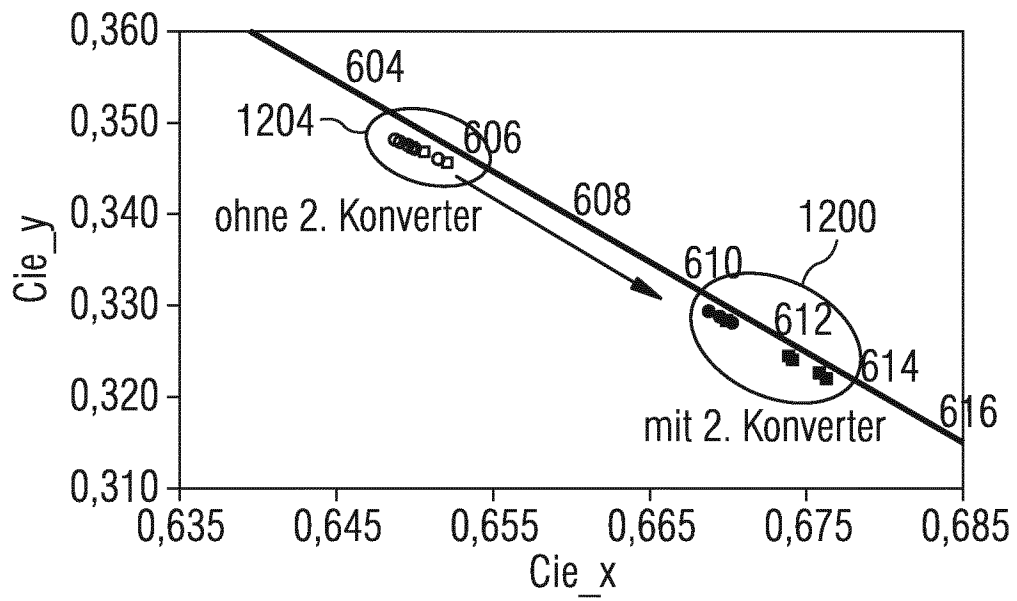


FIG 13

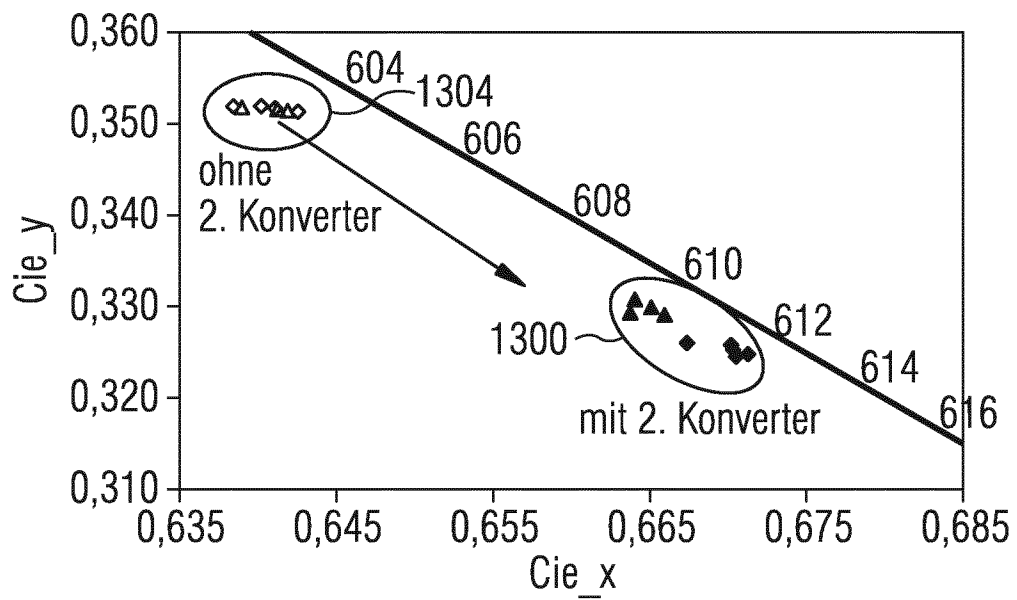
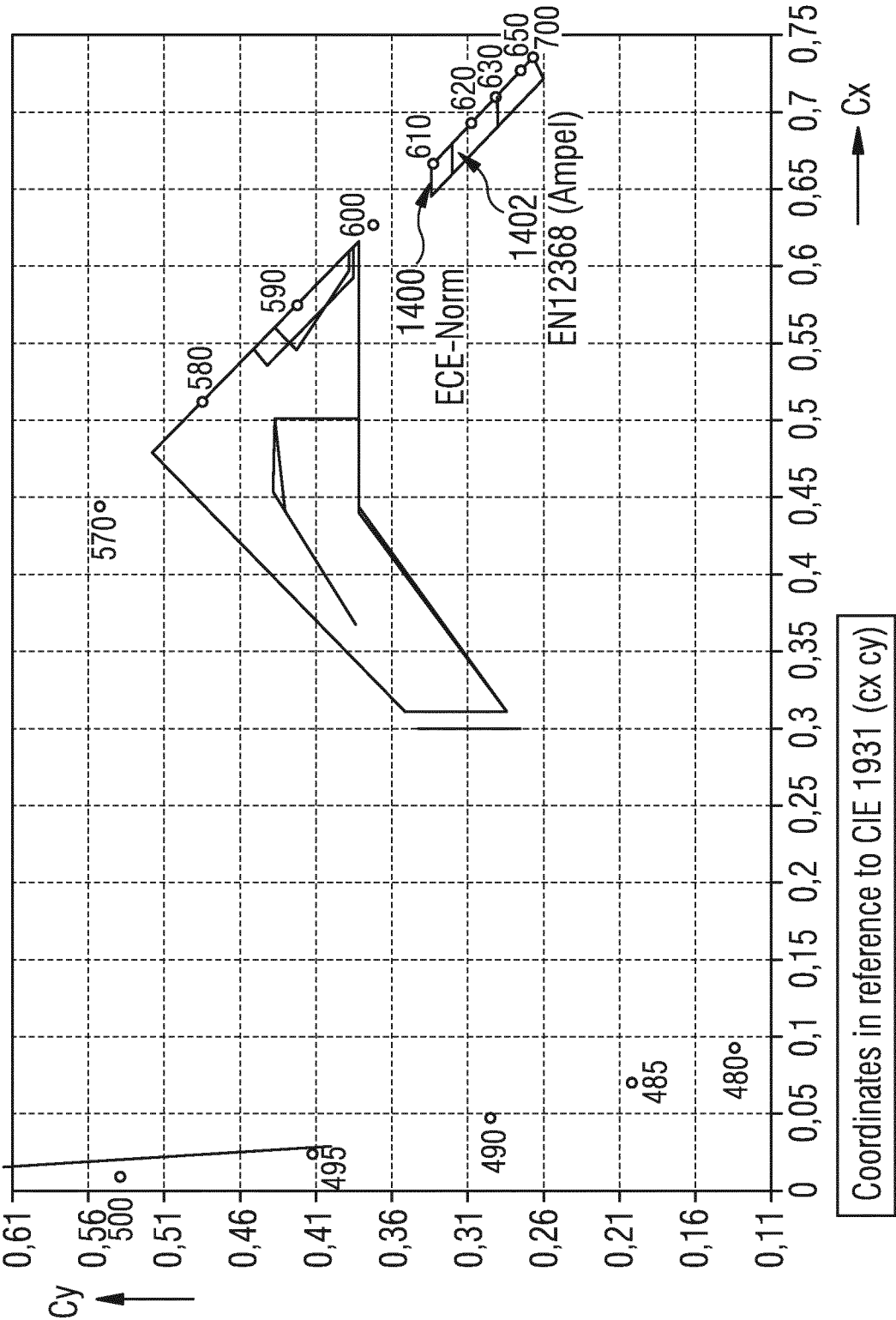


FIG 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/068078

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

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

B. FIELDS SEARCHED

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

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2008 015941 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 25 June 2009 (2009-06-25) the whole document	1-5, 8-17,20
A	----- the whole document	6,7
X	WO 2008/068689 A1 (PHILIPS INTELLECTUAL PROPERTY [DE]; KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL] 12 June 2008 (2008-06-12)	1,3-5, 15-17
Y	page 6, line 29 - page 8, line 11 figure 2	6,7,18
X	----- WO 2010/116294 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; STAATS CORNELIA T [NL]; VAN DIJK) 14 October 2010 (2010-10-14) page 12, line 19 - page 15, line 2 figure 1a	1,4-7, 18,19
	----- -/-	



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

6 December 2013

Date of mailing of the international search report

17/12/2013

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Gijsbertsen, Hans

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/068078

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011/068322 A1 (PICKETT NIGEL [GB] ET AL) 24 March 2011 (2011-03-24) paragraphs [0003], [0004], [0005], [0006], [0021], [0033], [0050], [0081] figures 1,6 -----	6,7,18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/068078

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102008015941 A1	25-06-2009	DE 102008015941 A1	25-06-2009
		JP 2011507287 A	03-03-2011
		TW 200947757 A	16-11-2009
		US 2011049551 A1	03-03-2011
		WO 2009079990 A1	02-07-2009

WO 2008068689 A1	12-06-2008	CN 101569019 A	28-10-2009
		EP 2092578 A1	26-08-2009
		JP 2010512014 A	15-04-2010
		KR 20090094126 A	03-09-2009
		RU 2009125588 A	20-01-2011
		US 2010059777 A1	11-03-2010
		WO 2008068689 A1	12-06-2008

WO 2010116294 A1	14-10-2010	CA 2758018 A1	14-10-2010
		CN 102378801 A	14-03-2012
		EP 2417219 A1	15-02-2012
		ES 2425090 T3	11-10-2013
		JP 2012523115 A	27-09-2012
		KR 20120013366 A	14-02-2012
		RU 2011144834 A	20-05-2013
		US 2012119639 A1	17-05-2012
		WO 2010116294 A1	14-10-2010

US 2011068322 A1	24-03-2011	AU 2010299633 A1	12-04-2012
		CA 2774839 A1	31-03-2011
		CN 102668143 A	12-09-2012
		EP 2481101 A1	01-08-2012
		JP 2013505347 A	14-02-2013
		KR 20120063525 A	15-06-2012
		TW 201120112 A	16-06-2011
		US 2011068322 A1	24-03-2011
		WO 2011036447 A1	31-03-2011

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

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2008 015941 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 25. Juni 2009 (2009-06-25)	1-5, 8-17,20
A	das ganze Dokument	6,7
X	WO 2008/068689 A1 (PHILIPS INTELLECTUAL PROPERTY [DE]; KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL] 12. Juni 2008 (2008-06-12)	1,3-5, 15-17
Y	Seite 6, Zeile 29 - Seite 8, Zeile 11 Abbildung 2	6,7,18
X	WO 2010/116294 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; STAATS CORNELIA T [NL]; VAN DIJK) 14. Oktober 2010 (2010-10-14) Seite 12, Zeile 19 - Seite 15, Zeile 2 Abbildung 1a	1,4-7, 18,19
	----- -/-	

☒ 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

6. Dezember 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/12/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Gijsbertsen, Hans

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2011/068322 A1 (PICKETT NIGEL [GB] ET AL) 24. März 2011 (2011-03-24) Absätze [0003], [0004], [0005], [0006], [0021], [0033], [0050], [0081] Abbildungen 1,6 -----	6,7,18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/068078

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008015941 A1	25-06-2009	DE 102008015941 A1	25-06-2009
		JP 2011507287 A	03-03-2011
		TW 200947757 A	16-11-2009
		US 2011049551 A1	03-03-2011
		WO 2009079990 A1	02-07-2009

WO 2008068689 A1	12-06-2008	CN 101569019 A	28-10-2009
		EP 2092578 A1	26-08-2009
		JP 2010512014 A	15-04-2010
		KR 20090094126 A	03-09-2009
		RU 2009125588 A	20-01-2011
		US 2010059777 A1	11-03-2010
		WO 2008068689 A1	12-06-2008

WO 2010116294 A1	14-10-2010	CA 2758018 A1	14-10-2010
		CN 102378801 A	14-03-2012
		EP 2417219 A1	15-02-2012
		ES 2425090 T3	11-10-2013
		JP 2012523115 A	27-09-2012
		KR 20120013366 A	14-02-2012
		RU 2011144834 A	20-05-2013
		US 2012119639 A1	17-05-2012
		WO 2010116294 A1	14-10-2010

US 2011068322 A1	24-03-2011	AU 2010299633 A1	12-04-2012
		CA 2774839 A1	31-03-2011
		CN 102668143 A	12-09-2012
		EP 2481101 A1	01-08-2012
		JP 2013505347 A	14-02-2013
		KR 20120063525 A	15-06-2012
		TW 201120112 A	16-06-2011
		US 2011068322 A1	24-03-2011
		WO 2011036447 A1	31-03-2011
