

(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  
5. Oktober 2017 (05.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/167664 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01L 33/50* (2010.01) *H01L 33/46* (2010.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/057093
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
24. März 2017 (24.03.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2016 105 988.9 1. April 2016 (01.04.2016) DE
- (71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS  
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: **BRICK, Peter**; Ziegetsdorfer Str. 4, 93051  
Regensburg (DE).
- (74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER  
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**;  
Schloßschmidstr. 5, 80639 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

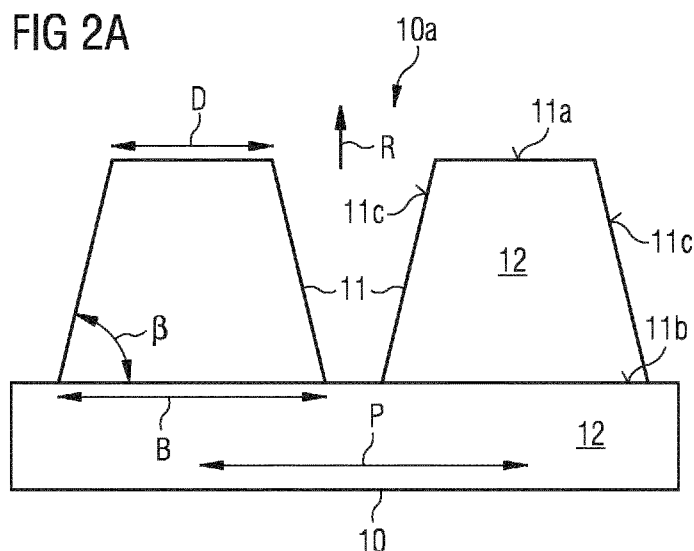
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,  
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,  
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,  
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,  
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,  
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONVERTER FOR PARTIAL CONVERSION OF PRIMARY RADIATION AND LIGHT-EMITTING ELEMENT

(54) Bezeichnung : KONVERTER ZUR TEILWEISEN KONVERSION EINER PRIMÄRSTRAHLUNG UND  
LICHTEMITTIERENDES BAUELEMENT



(57) Abstract: The invention relates to a converter (10) for partial conversion of primary radiation (5), comprising a base body (12) containing a luminescence conversion material, and a plurality of structures (11) on an upper side (10a) of the converter (10), the structures (11) being formed by projections of the base body (12) and/or recesses in the base body (12), and the structures (11) are designed to reduce the amount of primary radiation (5) leaving the converter in a main radiation direction (R). The invention relates to a light-emitting component comprising such a converter.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/167664 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Es wird ein Konverter (10) zur teilweisen Konversion einer Primärstrahlung (5) angegeben mit -einem Grundkörper (12), der ein Lumineszenzkonversionsmaterial enthält, und -einer Vielzahl von Strukturen (11) an einer Oberseite (10a) des Konverters (10), wobei -die Strukturen (11) durch Erhebungen des Grundkörper (12) und/oder Ausnehmungen im Grundkörper (12) gebildet sind, und -die Strukturen (11) dazu ausgebildet sind, den Anteil von Primärstrahlung (5), der aus dem Konverter in einer Hauptabstrahlrichtung (R) austritt, zu reduzieren. Darüber hinaus wird ein lichtemittierendes Bauelement mit einem solchen Konverter angegeben.

## Beschreibung

Konverter zur teilweisen Konversion einer Primärstrahlung und lichtemittierendes Bauelement

5

Es wird ein Konverter zur teilweisen Konversion einer Primärstrahlung angegeben. Darüber hinaus wird ein lichtemittierendes Bauelement angegeben.

10 Die Druckschrift DE 102013106799 A1 beschreibt einen Konverter.

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, einen Konverter anzugeben, mit dem besonders homogenes Mischlicht erzeugt werden kann. Eine weitere zu lösende Aufgabe besteht darin, 15 ein lichtemittierendes Bauelement anzugeben, welches Licht besonders homogen abstrahlt.

Es wird ein Konverter angegeben. Der Konverter ist zur 20 teilweisen Konversion einer Primärstrahlung ausgebildet. Das heißt, Primärstrahlung, die in den Konverter eintritt, wird vom Konverter teilweise in eine Sekundärstrahlung umgewandelt. Dabei umfasst die Sekundärstrahlung Wellenlängen, die größer sind als Wellenlängen der 25 Primärstrahlung. Das heißt, der Konverter ist insbesondere zur so genannten „down conversion“ ausgebildet. Der Konverter emittiert im Betrieb dann Primärstrahlung und Sekundärstrahlung, die sich im Fernfeld, also bei Abständen zum Konverter, die groß sind im Vergleich zu den Wellenlängen 30 des abgestrahlten Lichts, zu einer Mischstrahlung mischen. Beispielsweise beginnt das Fernfeld einem Abstand von größer als 10 mm vom Konverter.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der Konverter einen Grundkörper. Der Grundkörper enthält ein Lumineszenzkonversionsmaterial. Der Grundkörper kann dabei eines oder mehrere Lumineszenzkonversionsmaterialien  
5 enthalten oder aus diesen bestehen. Insbesondere ist es möglich, dass der Grundkörper aus einem keramischen oder einem halbleitenden Lumineszenzkonversionsmaterial besteht. Im Falle eines halbleitenden Lumineszenzkonversionsmaterials ist es möglich, dass der Konverter epitaktisch gewachsen ist.  
10 Ferner ist es möglich, dass der Grundkörper ein Matrixmaterial wie beispielsweise ein Kunststoffmaterial wie Silikon oder Epoxidharz umfasst, in welches Partikel zumindest eines Lumineszenzkonversionsmaterials eingebracht sind. Bei dem Lumineszenzkonversionsmaterial kann es sich  
15 dann beispielsweise um ein keramisches Lumineszenzkonversionsmaterial, ein organisches Lumineszenzkonversionsmaterial, ein Halbleitermaterial oder um so genannte Quantenpunkt-Konverter (QD - Quantum Dot) handeln.

20  
Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konverters umfasst der Konverter eine Vielzahl von Strukturen an einer Oberseite des Konverters. Die Strukturen sind dabei beispielsweise an einer Deckfläche des Grundkörpers angeordnet. Die Deckfläche  
25 ist beispielsweise eine Hauptfläche des Grundkörpers. Das heißt, der Konverter ist an seiner Oberseite nicht eben und im Rahmen der Herstellungstoleranz nicht glatt ausgebildet, sondern eine Vielzahl von Strukturen sind an der Oberseite des Konverters angeordnet. Die Strukturen können  
30 beispielsweise durch eine Strukturierung des Konverters mittels zumindest einer Fototechnik erzeugt sein. Ferner ist es möglich, dass die Strukturen durch ein entsprechend gestaltetes Formwerkzeug erzeugt sind, mittels dem der

Konverter zum Beispiel Spritzgegossen oder Spitzgepresst ist. Ferner können die Strukturen auch über Stempeln erzeugt werden.

- 5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konverters sind die Strukturen durch Erhebungen des Grundkörpers und/oder Ausnehmungen im Grundkörper gebildet. Das heißt, der Grundkörper weist an der Oberseite des Konverters beispielsweise eine Vielzahl von Erhebungen auf, die durch
- 10 Material des Grundkörpers gebildet sind. Bei den Erhebungen kann es sich beispielsweise um Ausbuchtungen des Grundkörpers handeln.

- Die Erhebungen können an der Oberseite des Grundkörpers
- 15 beispielsweise an ein Material grenzen, welches den Konverter im Einsatz des Konverters umgibt. Bei dem Material kann es sich beispielsweise um Luft oder ein Vergussmaterial handeln. Der Konverter grenzt an seiner Oberseite dabei insbesondere an ein Material, das einen kleinen Brechungsindex als der
- 20 Konverter aufweist.

- Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, dass der Grundkörper Ausnehmungen aufweist, die sich an der Oberseite des Konverters in den Grundkörper erstrecken. Im Bereich der
- 25 Ausnehmungen ist kein Material des Grundkörpers vorhanden. Beispielsweise ist das Material des Grundkörpers dort entfernt. Die Ausnehmungen können dabei mit einem den Konverter umgebenden Material gefüllt sein. Bei dem umgebenden Material kann es sich beispielsweise um Luft oder
- 30 ein Vergussmaterial handeln. Die Ausnehmungen sind dann insbesondere mit einem Material gefüllt, das einen kleineren Brechungsindex als der Konverter aufweist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konverters sind die Strukturen dazu ausgebildet, den Anteil von Primärstrahlung, der aus dem Konverter in einer Hauptabstrahlrichtung austritt, zu reduzieren. Das heißt, Primärstrahlung tritt in  
5 den Konverter beispielsweise an einer der Oberseite gegenüberliegenden Unterseite ein. Die Primärstrahlung kann teilweise ohne konvertiert zu werden durch den Konverter verlaufen und an der Oberseite des Konverters aus dem Konverter austreten. Die Hauptabstrahlrichtung aus dem  
10 Konverter ist dabei beispielsweise diejenige Richtung, die zu einer Haupterstreckungsebene des Konverters und/oder zu einer Haupterstreckungsebene des Grundkörpers des Konverters senkrecht steht.

15 Die Strukturen sind nun hinsichtlich ihrer Form und/oder ihrer Größe und/oder ihrer Verteilung an der Oberseite des Konverters derart ausgebildet, dass der Anteil von Primärstrahlung, der aus dem Konverter in einer Hauptabstrahlrichtung austritt, durch die Strukturen  
20 reduziert wird. Mit anderen Worten, wenn die Strukturen nicht vorhanden sind oder wenn andere Strukturen vorhanden sind, tritt aus dem Konverter ein größerer Anteil von Primärstrahlung in der Hauptabstrahlrichtung aus, als dies mit den Strukturen der Fall ist.

25 Die Strukturen sind dabei insbesondere nicht dazu ausgebildet, eine Austrittswahrscheinlichkeit für die Primärstrahlung oder für die im Konverter erzeugte Sekundärstrahlung zu erhöhen. Vielmehr bleibt die  
30 Austrittswahrscheinlichkeit für Primärstrahlung und Sekundärstrahlung im Wesentlichen gleich, d. h. die Austrittswahrscheinlichkeit verändert sich höchstens um +/-

10 %, insbesondere höchstens um  $\pm 5$  % aufgrund der Strukturen.

Bei den Strukturen handelt es sich dazu insbesondere nicht um  
5 zufällige Aufrauungen des Grundkörpers an der Oberseite des Konverters, sondern bevorzugt um Strukturen, die einen gleichmäßigen Abstand zueinander aufweisen und/oder im Rahmen der Herstellungstoleranz eine gleiche Form aufweisen und/oder im Rahmen der Herstellungstoleranz eine gleiche Größe  
10 aufweisen und/oder im Rahmen der Herstellungstoleranz an den Gitterpunkten eines regelmäßigen Gitters angeordnet sind. „Im Rahmen der Herstellungstoleranz“ kann insbesondere heißen, dass eine Größe höchstens geringfügig von einem Zielwert abweicht, wobei die Abweichung nicht gezielt eingestellt ist,  
15 sondern durch Unwägbarkeiten in der Herstellung begründet ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird ein Konverter angegeben mit

20 - einem Grundkörper, der ein Lumineszenzkonversionsmaterial enthält, und  
- einer Vielzahl von Strukturen an einer Oberseite des Konverters, wobei  
- die Strukturen durch Erhebungen des Grundkörper und/oder  
25 Ausnehmungen im Grundkörper gebildet sind, und  
- die Strukturen dazu ausgebildet sind, den Anteil von Primärstrahlung, der aus dem Konverter in einer Hauptabstrahlrichtung austritt, zu reduzieren.

30 Insbesondere handelt es sich bei den Strukturen nicht um Strukturen, die mit einem vom Grundkörper abweichenden Material gebildet sind, sondern die Strukturen sind in den Grundkörper strukturiert oder aus Material des Grundkörpers

gebildet. Mit anderen Worten besteht der Konverter aus dem strukturierten Grundkörper und weist keine weiteren Schichten auf, welche zur Bildung der Strukturierung aufgebracht sind.

5 Dem hier beschriebenen Konverter liegt dabei unter anderem die folgende Überlegung zugrunde: Konverter zur Konversion von Primärstrahlung, die beispielsweise zur Konversion von blauem Licht ausgebildet sind, können Sekundärstrahlung erzeugen, die sich mit der Primärstrahlung beispielsweise zu  
10 weißer Mischstrahlung mischt. Dabei tritt für gewöhnlich das Problem auf, dass die Mischstrahlung abhängig vom Betrachtungswinkel eine deutliche Farbvariation aufweist. So kann die Mischstrahlung beispielsweise in Hauptabstrahlrichtung, bei einem Betrachtungswinkel von  $0^\circ$  im  
15 Fernfeld, einen erhöhten Anteil der Primärstrahlung, z. B. einen erhöhten Anteil von blauem Licht, aufweisen. Zur Seite, d. h. beispielsweise bei einem Betrachtungswinkel von  $90^\circ$  im Fernfeld, kann dann der Anteil der Sekundärstrahlung, beispielsweise von gelbem Licht, überwiegen. Insgesamt wird  
20 auf diese Weise keine homogene Abstrahlung in Abhängigkeit vom Betrachtungswinkel erreicht.

Dem hier beschriebenen Konverter liegt nun unter anderem die Idee zugrunde, dass eine Reduzierung des Anteils von  
25 Primärstrahlung, der aus dem Konverter in einer Hauptabstrahlrichtung austritt, zu einer Homogenisierung des Farbeindrucks im Fernfeld führt, da beispielsweise der Anteil von blauem Licht unter einem Betrachtungswinkel von  $0^\circ$  reduziert sein kann.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konverters sind die Strukturen dazu ausgebildet, einen Teil der Primärstrahlung am Austritt aus dem Konverter zu hindern. Das heißt, durch

die Strukturen tritt weniger Primärstrahlung aus dem Konverter aus, als dies ohne die Strukturen der Fall wäre. Zum Beispiel wird Primärstrahlung, die den Konverter in Hauptabstrahlrichtung verlassen würde, an den Strukturen insbesondere mehrfach reflektiert, sodass die Primärstrahlung in den Grundkörper des Konverters zurückgeführt wird. Dort wird diese Primärstrahlung dann beispielsweise zum Teil in Sekundärstrahlung umgewandelt oder die Primärstrahlung verlässt den Konverter an seiner der Oberseite abgewandten Unterseite.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konverters sind die Strukturen dazu ausgebildet, einen Teil der Primärstrahlung beim Austritt aus dem Konverter quer zur Hauptabstrahlrichtung zu lenken. Das heißt, durch die Strukturen kann der Anteil von Primärstrahlung, der den Konverter quer zur Hauptabstrahlrichtung verlässt, größer sein, als dies ohne die Strukturen der Fall wäre. Auf diese Weise ist es möglich, dass die Strukturen im Fernfeld unter Betrachtungswinkeln ungleich  $0^\circ$  zu einer Erhöhung des Anteils der Primärstrahlung führen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konverters weisen benachbarte Strukturen einen Abstand voneinander auf. Die Strukturen sind beispielsweise im Rahmen der Herstellungstoleranz an den Eckpunkten eines regelmäßigen Gitters, z. B. eines Rechteckgitters oder eines Dreieckgitters, angeordnet. Die Strukturen weisen jeweils benachbarte Strukturen auf. Bei dem Abstand, den benachbarte Strukturen voneinander aufweisen, kann es sich dann um einen mittleren Abstand handeln, um den der tatsächliche Abstand zwischen benachbarten Strukturen des Konverters

beispielsweise um höchstens  $\pm 10\%$ , insbesondere um höchstens  $\pm 5\%$  schwankt.

Der Abstand zwischen benachbarten Strukturen ist dabei  
5 beispielsweise der Abstand zwischen den geometrischen  
Schwerpunkten der Strukturen gemessen in einer Ebene, die zur  
Haupterstreckungsebene des Konverters und/oder des  
Grundkörpers parallel verläuft. Bei dem Abstand handelt es  
sich dann beispielsweise um das Abstandsmaß (englisch:  
10 pitch), mit dem die Strukturen an der Oberseite des  
Konverters angeordnet sind.

Der Abstand zwischen den Strukturen ist dabei vorzugsweise  
groß gegen eine Wellenlänge der Primärstrahlung.  
15 Beispielsweise weist die Primärstrahlung eine Peak-  
Wellenlänge auf, bei der sie ein relatives oder ein globales  
Maximum hat. Der Abstand ist dann insbesondere groß im  
Vergleich zu dieser Peak-Wellenlänge. Insbesondere ist es  
möglich, dass der Abstand benachbarter Strukturen wenigstens  
20 10 Mal, insbesondere wenigstens 20 Mal oder wenigstens 40  
Mal, so groß wie eine Wellenlänge der Primärstrahlung,  
insbesondere wenigstens 10 Mal, insbesondere wenigstens 20  
Mal oder wenigstens 40 Mal, so groß wie die Peak-Wellenlänge  
der Primärstrahlung ist. Handelt es sich bei der  
25 Primärstrahlung beispielsweise um blaues Licht, so kann der  
Abstand im Bereich zwischen  $15\ \mu\text{m}$  und  $25\ \mu\text{m}$ , insbesondere bei  
 $20\ \mu\text{m}$  liegen.

Bevorzugt sind die Strukturen so groß ausgebildet, dass die  
30 Primärstrahlung und die Sekundärstrahlung an ihnen gemäß den  
Gesetzen der geometrischen Optik reflektiert und gebrochen  
werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konverters weist zumindest ein Großteil der Vielzahl von Strukturen eine Grundfläche, eine Deckfläche und zumindest eine Seitenfläche auf, welche die Grundfläche und die Deckfläche miteinander verbindet und einen Winkel mit einer Haupterstreckungsebene des Konverters und/oder des Grundkörpers einschließt.

„Zumindest ein Großteil der Vielzahl von Strukturen“ heißt dabei hier und im Folgenden, dass wenigstens 50 % der Strukturen, insbesondere wenigstens 75 % der Strukturen, vorzugsweise alle Strukturen im Rahmen der Herstellungstoleranz die gewünschte Eigenschaft aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konverters gilt für zumindest einen Großteil der Vielzahl von Strukturen, dass die Grundfläche eine Erstreckung aufweist, die wenigstens 80 % des Abstands von benachbarten Strukturen entspricht. Bei der Erstreckung handelt es sich dann beispielsweise um eine Kantenlänge, insbesondere die größte Kantenlänge der Grundflächen, oder um einen Durchmesser der Grundfläche. Die Erstreckung der Grundfläche kann dabei auch dem Abstand von benachbarten Strukturen entsprechen. Das heißt, in diesem Fall grenzen die Strukturen an der Oberseite des Konverters unmittelbar aneinander, sodass kein unstrukturierter Bereich des Grundkörpers zwischen den Strukturen vorhanden ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konverters gilt zumindest für einen Großteil der Vielzahl von Strukturen, dass die Deckfläche eine Erstreckung aufweist, die höchstens 30 % der Erstreckung der Grundfläche entspricht. Bei der Erstreckung der Deckfläche kann es sich beispielsweise um eine Kantenlänge, insbesondere die größte Kantenlänge der Deckfläche, oder um einen Durchmesser der Deckfläche handeln. Die Erstreckung der Deckfläche ist kleiner als die

Erstreckung der Grundfläche. Insbesondere weisen die Strukturen eine Grundfläche auf, die einen größeren Flächeninhalt aufweist als die Deckfläche, d. h. handelt es sich bei den Strukturen um Erhebungen, so verjüngen sich die Erhebungen beispielsweise in Hauptabstrahlrichtung. Handelt es sich bei den Strukturen um Ausnehmungen, so verbreitern sich die Strukturen in Hauptabstrahlrichtung.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konverters gilt für zumindest einen Großteil der Vielzahl von Strukturen, dass der Winkel zwischen der Seitenfläche und der Haupterstreckungsebene des Konverters und/oder des Grundkörpers zumindest stellenweise zwischen wenigstens  $60^\circ$  und höchstens  $80^\circ$  beträgt. Bevorzugt verläuft die Seitenfläche im Rahmen der Herstellungstoleranz entlang einer Ebene, so dass der Winkel zwischen der Seitenfläche und der Haupterstreckungsebene des Konverters und/oder des Grundkörpers entlang der gesamten Seitenfläche im Rahmen der Herstellungstoleranz konstant ist und zwischen wenigstens  $60^\circ$  und höchstens  $80^\circ$  beträgt

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konverters gilt für zumindest einen Großteil der Vielzahl von Strukturen, dass die Grundfläche eine Erstreckung aufweist, die wenigstens 80 % des Abstands von benachbarten Strukturen entspricht, die Deckfläche eine Erstreckung aufweist, die höchstens 30 % der Erstreckung der Grundfläche entspricht und der Winkel zwischen der Seitenfläche und der Haupterstreckungsebene des Konverters zwischen wenigstens  $60^\circ$  und höchstens  $80^\circ$  beträgt. Die Deckfläche weist dabei einen kleineren Flächeninhalt als die Grundfläche auf. Insbesondere mit solchen Strukturen ist es möglich, den Anteil von Primärstrahlung, der aus dem

Konverter in eine Hauptabstrahlrichtung austritt, zu reduzieren.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konverters ist  
5 zumindest ein Großteil der Vielzahl von Strukturen durch  
einen der folgenden geometrischen Körper gebildet:  
Pyramidenstumpf, Kegelstumpf, inverser Pyramidenstumpf,  
inverser Kegelstumpf. Mit anderen Worten lassen sich die  
Strukturen im Rahmen der Herstellungstoleranz durch einen der  
10 genannten geometrischen Körper approximieren. Dabei können  
die geometrische Körper auch beliebige Grundflächen  
aufweisen. Das heißt, zum Beispiel die Grundfläche des  
Pyramidenstumpfs kann ein  $n$ -Eck mit  $n > 2$  sein. Ferner können  
die Strukturen in der Draufsicht auf den Konverter verdreht  
15 zueinander angeordnet sein. Das heißt, die Strukturen müssen  
nicht einheitlich mit der gleichen Orientierung angeordnet  
sein.

Es wird darüber hinaus ein lichtemittierendes Bauelement  
20 angegeben. Bei dem lichtemittierenden Bauelement kann es sich  
beispielsweise um eine Leuchtdiode handeln. Das  
lichtemittierende Bauelement kann insbesondere einen hier  
beschriebenen Konverter enthalten, d. h. sämtliche für den  
Konverter offenbarten Merkmale sind auch für das  
25 lichtemittierende Bauelement offenbart und umgekehrt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das  
lichtemittierende Bauelement einen strahlungsemitierenden  
Halbleiterchip, der im Betrieb Primärstrahlung emittiert. Bei  
30 dem strahlungsemitierenden Halbleiterchip handelt es sich  
beispielsweise um einen Leuchtdiodenchip oder um einen  
Laserdiodenchip. Insbesondere ist es möglich, dass es sich  
bei dem strahlungsemitierenden Halbleiterchip um einen so

genannten Oberflächen-Emitter handelt, der einen Großteil der austretenden Primärstrahlung durch eine Deckfläche an einer Oberseite des Halbleiterchips emittiert. Außerdem kann es sich bei dem strahlungsemittierenden Halbleiterchip um einen  
5 so genannten Volumen-Emitter handelt, bei dem an Seitenflächen ein reflektierendes Material angebracht ist, so dass ein Großteil der austretenden Primärstrahlung durch eine Deckfläche an einer Oberseite des Halbleiterchips abgestrahlt wird.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des lichtemittierenden Bauelements umfasst das lichtemittierende Bauelement einen hier beschriebenen Konverter, der einen Teil der Primärstrahlung in Sekundärstrahlung konvertiert.

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des lichtemittierenden Bauelements ist der Konverter an der Oberseite des Halbleiterchips angeordnet. Das heißt, der Konverter ist beispielsweise direkt an der Oberseite des Halbleiterchips

20

auf diesen aufgebracht. Ferner ist es möglich, dass der Konverter mittels eines Verbindungsmittels, z. B. eines Klebstoffs, an der Oberseite des Halbleiterchips an diesem befestigt ist. Im Betrieb des Halbleiterchips tritt dann die Primärstrahlung an der Oberseite des Halbleiterchips in den

25

Konverter ein. Der Konverter ist mit seiner der Oberseite abgewandten Unterseite dem Halbleiterchip zugewandt, sodass die Primärstrahlung von der Unterseite des Konverters her eintritt. Ein Lichtaustritt aus dem lichtemittierenden

30

Bauelement erfolgt dann vorzugsweise hauptsächlich an der Oberseite des Konverters, welche dem Halbleiterchip abgewandt ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des lichtemittierenden Bauelements emittiert das Bauelement im Betrieb

Mischstrahlung aus Primärstrahlung und Sekundärstrahlung. Das heißt, zumindest im Fernfeld mischen sich die Primärstrahlung

5 und die Sekundärstrahlung zur Mischstrahlung. Aufgrund des hier beschriebenen Konverters ist es dabei möglich, dass die Farbhomogenität der Mischstrahlung in Abhängigkeit vom Betrachtungswinkel gegenüber lichtemittierenden Bauelementen ohne einen hier beschriebenen Konverter verbessert, das heißt  
10 homogener, ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des lichtemittierenden Bauelements wird ein lichtemittierendes Bauelement angegeben mit

- 15 - einem strahlungsemittierenden Halbleiterchip der im Betrieb Primärstrahlung emittiert, und  
- einem Konverter, der einen Teil der Primärstrahlung in Sekundärstrahlung konvertiert, wobei  
- der Konverter an einer Oberseite des Halbleiterchips  
20 angeordnet ist, und  
- im Betrieb Mischstrahlung aus Primärstrahlung und Sekundärstrahlung emittiert wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des lichtemittierenden  
25 Bauelements ist die Mischstrahlung weißes Licht.  
Beispielsweise kann es sich bei der Mischstrahlung um warmweißes oder kaltweißes Licht handeln.

Beim hier beschriebenen lichtemittierenden Bauelement ist der  
30 Konverter an seiner Oberseite gezielt strukturiert, sodass eine Emission von Primärstrahlung in Hauptabstrahlrichtung leicht reduziert ist. Der Anteil von Primärstrahlung in Hauptabstrahlrichtung kann dabei insbesondere über zwei

Effekte, die durch den hier beschriebenen Konverter erzeugt werden können, erfolgen.

5 Zum einen kann eine Reflexion der Primärstrahlung an Seitenflächen der Strukturen sowie an der Deckfläche der Struktur dazu führen, dass die Primärstrahlung in den Konverter zurückgelenkt wird.

10 Zum anderen kann eine Reflexion von Primärstrahlung an einer Seitenfläche der Struktur sowie eine Fresnel-Reflexion an einer Seitenfläche der Struktur und eine Brechung von an der Seitenfläche der Struktur austretender Primärstrahlung zu einer verstärkten seitlichen Emission, quer zur Hauptabstrahlrichtung führen. Dadurch ergibt sich ein  
15 lichtemittierendes Bauelement, bei dem bezüglich des Betrachtungswinkels im Fernfeld die Farbhomogenität der Mischstrahlung erhöht ist. Auf diese Weise erscheint das Mischlicht in Hauptabstrahlrichtung beispielsweise nicht mehr bläulich, sondern weiß und das Mischlicht unter großen  
20 Betrachtungswinkeln erscheint beispielsweise nicht mehr gelblich, sondern weiß.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des lichtemittierenden Bauelements umfasst das lichtemittierende Bauelement eine  
25 Umhüllung, die den Halbleiterchip und den Konverter seitlich umgibt, wobei die Umhüllung für Primärstrahlung und Sekundärstrahlung reflektierend ausgebildet ist und sich stellenweise in direktem Kontakt mit dem Halbleiterchip und dem Konverter befindet. Bei der Umhüllung handelt es sich  
30 beispielsweise um ein Kunststoffmaterial wie Silikon oder Epoxidharz, das mit strahlungsstreuenden und/oder strahlungsreflektierenden Partikeln gefüllt ist. Zum Beispiel ist das Kunststoffmaterial mit Titandioxid-Partikeln gefüllt.

Die Partikel können der Umhüllung einen weißen Farbeindruck verleihen. Auf die Umhüllung treffende Primärstrahlung oder auf die Umhüllung treffende Sekundärstrahlung wird an der Umhüllung z. B. in den Halbleiterchip oder in den Konverter zurückreflektiert, sodass schlussendlich beispielsweise lediglich an der Oberseite des Konverters ein Austritt von Licht erfolgt. Dazu ist es möglich, dass die Umhüllung Seitenflächen des Halbleiterchips und des Konverters vollständig bedeckt und ihm Rahmen der Herstellungstoleranz beispielsweise bündig mit dem Konverter an dessen Oberseite abschließt oder den Konverter seitlich überragt.

Im Folgenden werden der hier beschriebene Konverter sowie das hier beschriebene lichtemittierende Bauelement anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.

Anhand der schematischen Schnittdarstellungen der Figuren 1A, 1B, 2A, 2B sind Ausführungsbeispiele eines hier beschriebenen Konverters näher erläutert.

Anhand der Figur 3 ist ein Ausführungsbeispiel eines hier beschriebenen lichtemittierenden Bauelements näher erläutert.

Anhand der schematischen Schnittdarstellungen der Figuren 4A und 4B ist die Funktionsweise eines hier beschriebenen Konverters näher erläutert.

Anhand der grafischen Auftragungen der Figuren 5A, 5B, 5C ist die Wirkung eines hier beschriebenen Konverters in einem hier beschriebenen lichtemittierenden Bauelement näher erläutert.

Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente zur besseren Darstellbarkeit und/oder für eine bessere Verständlichkeit übertrieben groß dargestellt sein.

Die schematischen Schnittdarstellungen der Figuren 1A und 1B zeigen Ausführungsbeispiele eines hier beschriebenen Konverters. Der Konverter 10 ist zur teilweisen Konversion einer Primärstrahlung 5 vorgesehen. Die Primärstrahlung wird im Konverter 10 teilweise zur Sekundärstrahlung 6 konvertiert. Die elektromagnetische Strahlung 5, 6 verlässt den Konverter 10 an seiner Oberseite in Hauptabstrahlrichtung R, die senkrecht zu einer Haupterstreckungsebene des Konverters 10 verläuft.

Der Konverter 10 umfasst einen Grundkörper 12, der ein Lumineszenzkonversionsmaterial enthält oder aus diesem besteht. Beispielsweise sind im Grundkörper 12 Lumineszenzkonversionsmaterialien, z. B. Partikel eines Lumineszenzkonversionsmaterials, in eine Matrix eingebracht, die mit Silikon gebildet sein kann. Ferner ist es möglich, dass es sich bei dem Konversionselement 10 um ein Konversionselement handelt, das beispielsweise aus einem keramischen oder einem halbleitenden Lumineszenzkonversionsmaterial besteht.

Der Konverter umfasst eine Vielzahl von Strukturen 11 an der Oberseite 10a des Konverters, wobei die Strukturen im Ausführungsbeispiel der Figur 1A durch Erhebungen des Grundkörpers 12 gebildet sind. Im Ausführungsbeispiel der

Figur 1B sind die Strukturen durch Ausnehmungen im Grundkörper 12 gebildet.

Die Strukturen 11 sind dazu ausgebildet, den Anteil von  
5 Primärstrahlung 5, der aus dem Konverter 10 in der Hauptabstrahlrichtung R austritt, zu reduzieren.

Bei den Strukturen kann es sich beispielsweise um Strukturen handeln, die im Rahmen der Herstellungstoleranz durch einen  
10 der folgenden geometrischen Körper gebildet sind:  
Pyramidenstumpf, Kegelstumpf, inverser Pyramidenstumpf, inverser Kegelstumpf.

Die Strukturen 11 sind dabei bei den Konvertern, wie sie in  
15 den Figuren 1A und 1B dargestellt sind, hinsichtlich ihrer Form, ihrer Größe und ihrer Anordnung gleichmäßig ausgebildet, d. h. die Strukturen 11 sind beispielsweise an den Gitterpunkten eines regelmäßigen Gitters angeordnet, sie weisen im Rahmen der Herstellungstoleranz die gleiche Größe  
20 sowie die gleiche Form auf.

In Verbindung mit den schematischen Schnittdarstellungen der Figuren 2A und 2B sind die bevorzugten Abmessungen der Strukturen 11 näher erläutert. Im Ausführungsbeispiel der  
25 Figur 2A sind die Strukturen 11 durch Pyramidenstümpfe gebildet. Die Strukturen 11 weisen eine Deckfläche 11a, ein Grundfläche 11b sowie Seitenflächen 11c auf, welche die Deckfläche 11a mit der Grundfläche 11b verbinden.

30 Die Strukturen 11 weisen an ihrer Grundfläche 11b eine Erstreckung B auf, die beispielsweise der Durchmesser der Grundfläche der Struktur 11 ist. Die Deckfläche 11a weist eine Erstreckung D auf, die beispielsweise der Durchmesser

der Deckfläche 11a ist. Die Grundfläche 11b einer jeden Struktur ist größer ausgebildet als die Deckfläche 11a jeder Struktur.

- 5 Die Seitenfläche 11c verläuft quer zur Haupterstreckungsebene des Konverters 10 und schließt mit dieser einen Winkel  $\beta$  ein. Die Grundfläche 11b sowie die Deckfläche 11a verlaufen im Rahmen der Herstellungstoleranz parallel zur Haupterstreckungsebene des Konverters 10.

10

Benachbarte Strukturen 11 weisen den Abstand P voneinander auf, der beispielsweise der Abstand des geometrischen Schwerpunkts benachbarter Strukturen 11 in einer Ebene parallel zur Haupterstreckungsebene des Konverters 10 ist.

15

Bevorzugt gilt für hier beschriebene Konverter 10, dass die Strukturen 11 folgende Abmessungen aufweisen:

20

$$60^\circ \leq \beta \leq 80^\circ,$$

$$0,8 P \leq B \leq P,$$

$$0 < D \leq 0,3 B$$

Für die als Ausnahmen ausgebildeten Strukturen 11, wie sie in Figur 2B dargestellt sind, gilt Entsprechendes.

25

Der Abstand P zwischen benachbarten Strukturen ist bevorzugt groß gegen die Wellenlänge der Primärstrahlung 5 und kann beispielsweise 20  $\mu\text{m}$  betragen.

30

In Verbindung mit der schematischen Schnittdarstellung der Figur 3 ist ein Ausführungsbeispiel eines hier beschriebenen lichtemittierenden Bauelements näher erläutert. Das lichtemittierende Bauelement umfasst beispielsweise einen

Träger 1, bei dem es sich beispielsweise um einen Anschlussträger handelt, der zum elektrischen Anschluss des an seiner Oberseite angeordneten strahlungsemittierenden Halbleiterchips 2 ausgebildet ist.

5

Der strahlungsemittierende Halbleiterchip 2 ist beispielsweise durch einen oberflächenemittierenden Leuchtdiodenchip gebildet. An einer Oberseite 2a des Halbleiterchips 2 ist ein hier beschriebener Konverter 10  
10 angeordnet, der den Grundkörper 12 und die in den Grundkörper und/oder aus dem Grundkörper 12 strukturierten Strukturen 11 aufweist.

Zwischen dem Halbleiterchip 2 und dem Konverter 3 kann ein  
15 Verbindungsmittel 4 zum mechanischen und optischen Verbinden von Halbleiterchip und Konverter 3 angeordnet sein. Beispielsweise handelt es sich bei dem Verbindungsmittel 4 um einen Klebstoff.

20 Seitlich um den Halbleiterchip 2 und den Konverter 3 herum ist die Umhüllung 3 angeordnet, die beispielsweise weiß und reflektierend ausgebildet sein kann.

In Verbindung mit den schematischen Schnittdarstellungen der  
25 Figuren 4A und 4B ist die Funktionsweise eines hier beschriebenen Konverters näher erläutert. Dabei ist die Funktionsweise anhand einer Struktur 11 erläutert, die als Erhebung aus dem Grundkörper 12 ausgebildet ist.

30 Der hier beschriebene Konverter 10 zeichnet sich dadurch aus, dass eine Abstrahlung von Primärstrahlung 5 in der Hauptabstrahlrichtung R reduziert ist. Dies wird vorliegend auf zwei verschiedene Arten erreicht. Die Wirkungsweise des

Konverters ist dabei anhand von als Erhebungen ausgebildeten Strukturen 11 erläutert, wobei entsprechende Wirkungen auch mit den beispielsweise in den Figuren 1B und 2B erläuterten Strukturen, die als Ausnehmungen im Grundkörper 12  
5 ausgebildet sind, erreicht werden.

In der Figur 4A ist schematisch dargestellt, dass Primärstrahlung 5 an einer ersten Seitenfläche 11c der Struktur 11 reflektiert, zu Beispiel totalreflektiert, wird  
10 und auf die Deckfläche 11a trifft, wo wiederum eine Reflexion in Richtung einer zweiten Seitenfläche 11c der Struktur 11 erfolgt, von wo die Primärstrahlung 5 in den Konverter 10 zurückreflektiert wird. Das heißt, es erfolgt ein Zurückwerfen von Primärstrahlung, die in  
15 Hauptabstrahlrichtung R in die Struktur 11 eingetreten ist, durch mehrfache Reflexion. Dies verringert den Anteil von Primärstrahlung, der den Konverter 10 in Hauptabstrahlrichtung R an der Oberseite 10a verlässt. Ein Teil der Primärstrahlung 5 kann an der Deckfläche 11a oder  
20 der Seitenfläche 11c als gebrochene Primärstrahlung 5 zur Seite hin austreten (nicht dargestellt).

Solche Primärstrahlung 5, die nicht in Richtung der Hauptabstrahlrichtung R in die Struktur 11 eindringt, kann  
25 beispielsweise an einer ersten Seitenfläche 11c reflektiert werden, siehe die Figur 4B. Die Primärstrahlung 5 trifft dann beispielsweise auf eine zweite Seitenfläche 11c, an der sie teilweise gebrochen wird und seitlich ausgekoppelt wird. Ein Teil der Primärstrahlung 5 wird jedoch aufgrund des großen  
30 Winkels, mit dem die Primärstrahlung auf die Seitenfläche 11c trifft, und des hohen Brechungsindexunterschieds zwischen dem Konverter 10 und seiner Umgebung Fresnel-reflektiert und dann als reflektierte Primärstrahlung 5' zur Seite hin

ausgekoppelt. Auch auf diese Weise wird also der Anteil von Primärstrahlung 5, der in Hauptabstrahlrichtung R abgestrahlt wird, reduziert, wohingegen der Anteil an Primärstrahlung, der quer zur Hauptabstrahlrichtung R abgestrahlt wird, erhöht ist.

Anhand der grafischen Auftragungen der Figuren 5A, 5B, 5C ist der Effekt eines hier beschriebenen Konverters 10 in einem hier beschriebenen lichtemittierenden Bauelement erläutert.

Dabei wird davon ausgegangen, dass der Konverter 10 eine mittlere Dicke von 200  $\mu\text{m}$  aufweist und ein reflektierender Verguss mit Titandioxid-Partikeln die Umhüllung 3 um den Chip 2 und den Konverter 3 bildet. Bei der Strukturierung handelt es sich um Pyramidenstümpfe, die in einem Abstand P von 20  $\mu\text{m}$  voneinander angeordnet sind.

Im Folgenden sind Kurven dargestellt, die mit den Bezugszeichen 21, 22, 23, 24, 25 versehen sind.

Die Kurve 21 bezieht sich dabei auf eine Messung, bei der die Strukturen 11 als Erhebungen ausgebildet sind. Der Winkel  $\beta$  ist dabei mit  $72^\circ$  gewählt, die Erstreckung B der Grundfläche 11b beträgt 19  $\mu\text{m}$ , und die Erstreckung D der Deckfläche 11a beträgt 1,9  $\mu\text{m}$ .

Die Kurve 22 betrifft Messungen für einen Konverter 10, bei dem die Strukturen als Ausnehmungen ausgebildet sind, die einen Winkel  $\beta$  von  $70^\circ$  aufweisen. B beträgt für die Ausnehmungen 17  $\mu\text{m}$  und D beträgt 1,7  $\mu\text{m}$ .

Die Kurven 23, 24, 25 beziehen sich auf lichtemittierende Bauelemente ohne strukturierten Konverter, die zum Vergleich herangezogen werden.

In der grafischen Darstellung der Figur 5A ist zunächst die Intensität  $I$  normiert auf 1 in Abhängigkeit vom Betrachtungswinkel  $\alpha$  im Fernfeld („Fernfeldwinkel“) gezeigt.

5 Es zeigt sich, dass die Abstrahlcharakteristik, also die Intensität in Abhängigkeit von  $\alpha$  von der Strukturierung 11 kaum beeinflusst wird. Insbesondere im Fall der Kurve 22, welche Messungen für Ausnehmungen zeigt, ist kein Unterschied zu herkömmlichen lichtemittierenden Bauelementen erkennbar.  
10 Das heißt, ein hier beschriebener Konverter kann herkömmliche Konverter ersetzen, ohne dabei die Abstrahlcharakteristik zu beeinflussen, was den Einsatz in bestehenden Produkten erlaubt, ohne dass beispielsweise nachgeordnete Optiken angepasst werden müssen.

15

Die Figur 5B zeigt den Cx-Anteil im CIE-xy Farbraum einer Farbortmessung des von den betrachteten lichtemittierenden Bauelementen abgestrahlten Lichts in Abhängigkeit von  $\alpha$ , die Figur 5C zeigt den Cy-Anteil im CIE-xy Farbraum. Wie aus den  
20 Auftragungen der Figuren 5B und 5C ersichtlich ist, verringert sich die Variation des Farborts in Abhängigkeit von  $\alpha$  für lichtemittierende Bauelemente mit hier beschriebenen Konvertern (vergleiche die Kurven 21 und 22) deutlich im Vergleich zu herkömmlichen lichtemittierenden  
25 Bauelementen mit herkömmlichen Konvertern. So beträgt die Schwankung des Cx-Anteils weniger als 0,02 und die Schwankung des Cy-Anteils beträgt weniger als 0,03.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der  
30 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.

Es wird die Priorität der deutschen Patentanmeldung  
5 DE 102016105988.9 beansprucht, deren Offenbarung durch Rückbezug aufgenommen ist.

## Bezugszeichenliste

|    |         |                                |
|----|---------|--------------------------------|
|    | 1       | Träger                         |
|    | 2       | Halbleiterchip                 |
| 5  | 2a      | Oberseite                      |
|    | 3       | Umhüllung                      |
|    | 4       | Verbindungsmittel              |
|    | 5       | Primärstrahlung                |
|    | 5'      | reflektierte Primärstrahlung   |
| 10 | 6       | Sekundärstrahlung              |
|    | 10      | Konverter                      |
|    | 10a     | Oberseite                      |
|    | 11      | Struktur                       |
|    | 11a     | Deckfläche                     |
| 15 | 11b     | Grundfläche                    |
|    | 11c     | Seitenfläche                   |
|    | $\beta$ | Winkel                         |
|    | P       | Abstand                        |
|    | B       | Erstreckung an der Grundfläche |
| 20 | D       | Erstreckung an der Deckfläche  |
|    | R       | Hauptabstrahlrichtung          |
|    | 21      | Messung mit Erhebungen         |
|    | 22      | Messung mit Ausnehmung         |
| 25 | 23      | erste Vergleichsmessung        |
|    | 24      | zweite Vergleichsmessung       |
|    | 25      | dritte Vergleichsmessung       |

## Patentansprüche

1. Konverter (10) zur teilweisen Konversion einer Primärstrahlung (5) mit
  - 5 - einem Grundkörper (12), der ein Lumineszenzkonversionsmaterial enthält, und
  - einer Vielzahl von Strukturen (11) an einer Oberseite (10a) des Konverters (10), wobei
  - 10 - die Strukturen (11) durch Erhebungen des Grundkörper (12) und/oder Ausnehmungen im Grundkörper (12) gebildet sind, und
  - die Strukturen (11) dazu ausgebildet sind, den Anteil von Primärstrahlung (5), der aus dem Konverter in einer Hauptabstrahlrichtung (R) austritt, zu reduzieren.
- 15 2. Konverter (10) nach dem vorherigen Anspruch, bei dem die Strukturen (11) dazu ausgebildet sind, einen Teil der Primärstrahlung (5) am Austritt aus dem Konverter (10) zu hindern.
- 20 3. Konverter (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Strukturen (11) dazu ausgebildet sind, einen Teil der Primärstrahlung (5) beim Austritt aus dem Konverter (10) quer zur Hauptabstrahlrichtung (R) zu lenken.
- 25 4. Konverter (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem benachbarte Strukturen (11) einen Abstand (P) voneinander aufweisen, der groß gegen eine Wellenlänge der Primärstrahlung (5) ist.
- 30 5. Konverter (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem benachbarte Strukturen (11) einen Abstand (P) voneinander aufweisen, der wenigstens 10 Mal so groß wie eine Wellenlänge der Primärstrahlung (5) ist.

6. Konverter (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem zumindest ein Großteil der Vielzahl von Strukturen (11) eine Grundfläche (11b), eine Deckfläche (11a) und zumindest eine Seitenfläche (11c) aufweist, welche die Grundfläche  
5 (11b) und die Deckfläche (11a) verbindet und zumindest stellenweise einen Winkel ( $\beta$ ) mit einer Haupterstreckungsebene des Konverters (10) einschließt, wobei  
- die Grundfläche (11b) eine Erstreckung (B) aufweist, die wenigstens 80% des Abstands (P) von benachbarten Strukturen  
10 (11) entspricht,  
- die Deckfläche (11a) eine Erstreckung (D) aufweist, die höchstens 30% der Erstreckung (B) der Grundfläche (11a) entspricht, und  
- der Winkel ( $\beta$ ) zwischen der Seitenfläche (11c) und der  
15 Haupterstreckungsebene des Konverters (10) zwischen wenigstens  $60^\circ$  und höchstens  $80^\circ$  beträgt.

7. Konverter (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem zumindest ein Großteil der Vielzahl von Strukturen (11)  
20 durch einen der folgenden geometrischen Körper gebildet ist: Pyramidenstumpf, Kegelstumpf, inverser Pyramidenstumpf, inverser Kegelstumpf.

8. Lichtemittierendes Bauelement mit  
25 - einem strahlungsemittierenden Halbleiterchip (2) der im Betrieb Primärstrahlung (5) emittiert, und  
- einem Konverter (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, der einen Teil der Primärstrahlung (5) in Sekundärstrahlung (6) konvertiert, wobei  
30 - der Konverter (10) an einer Oberseite (2a) des Halbleiterchips (2) angeordnet ist, und  
- im Betrieb Mischstrahlung (7) aus Primärstrahlung (5) und Sekundärstrahlung (6) emittiert wird.

9. Lichtemittierendes Bauelement nach dem vorherigen Anspruch,

bei dem die Mischstrahlung (7) weißes Licht ist.

- 5 10. Lichtemittierendes Bauelement nach einem der beiden vorherigen Ansprüche mit
- einer Umhüllung (3), die den Halbleiterchip (2) und den Konverter (10) seitlich umgibt, wobei die Umhüllung (3) für die Primärstrahlung (5) und die Sekundärstrahlung (6)
- 10 reflektierend ausgebildet ist und sich stellenweise in direktem Kontakt mit dem Halbleiterchip (2) und dem Konverter (10) befindet.

FIG 1A

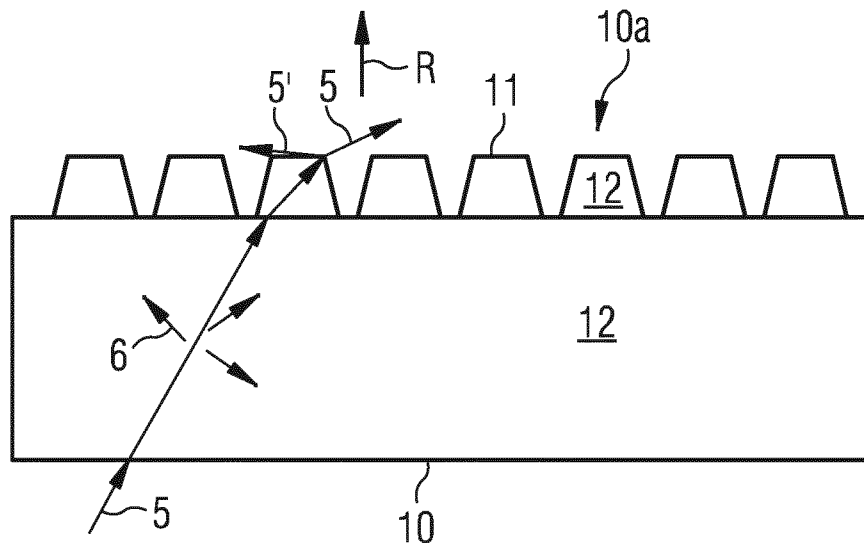


FIG 1B

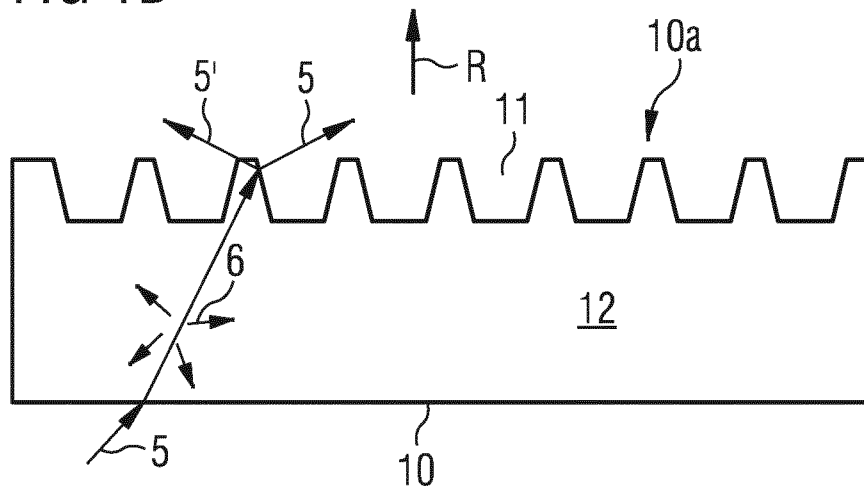


FIG 2A

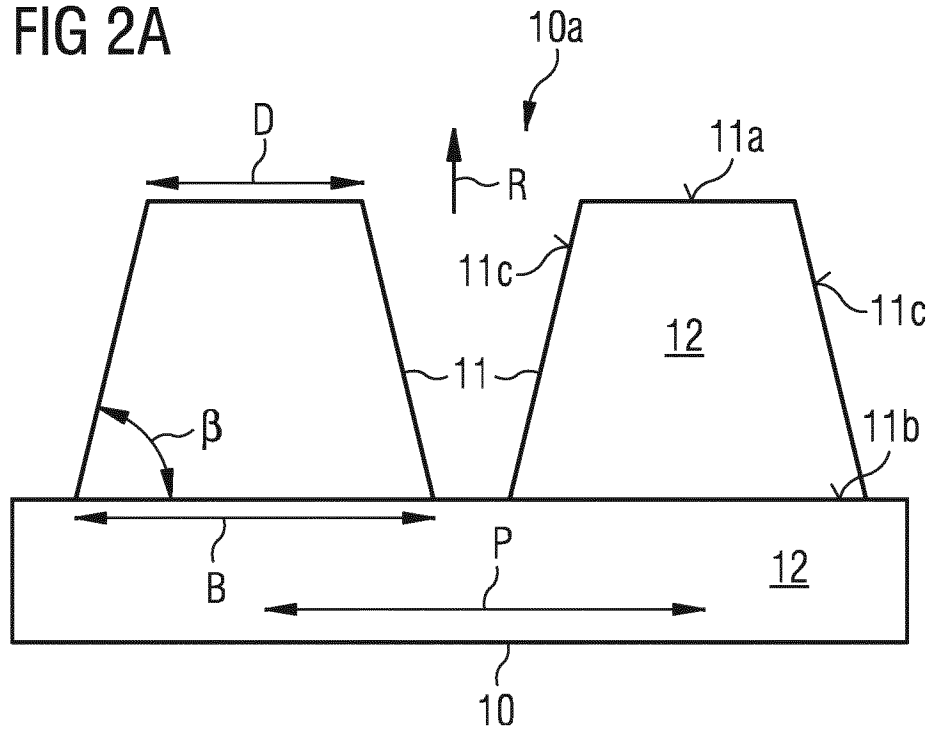


FIG 2B

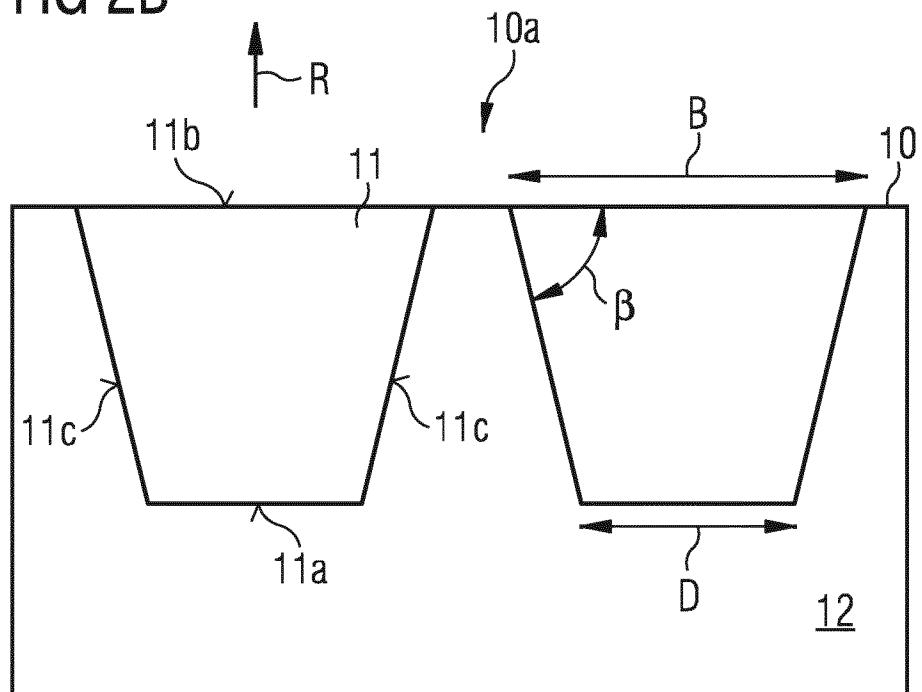


FIG 3

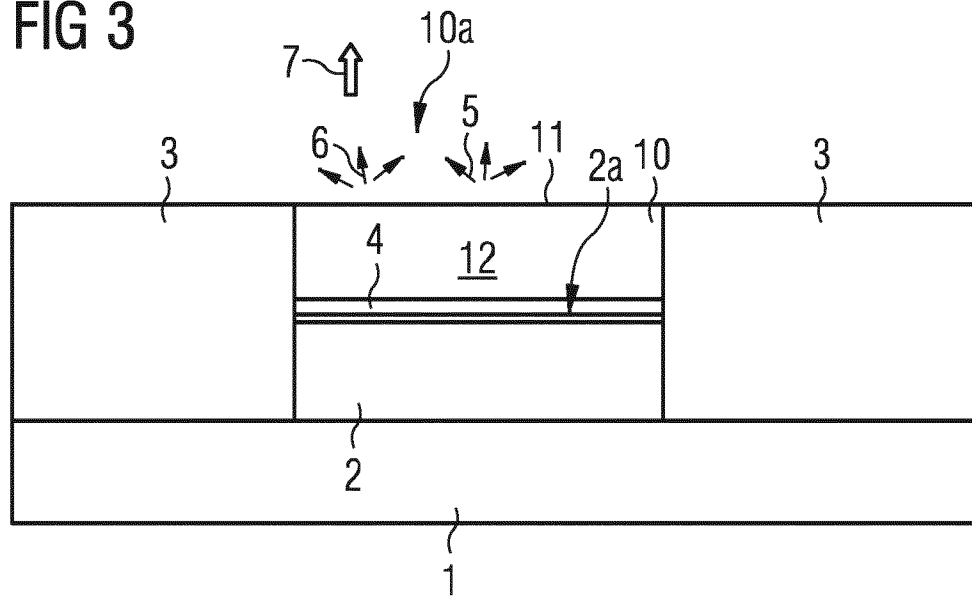
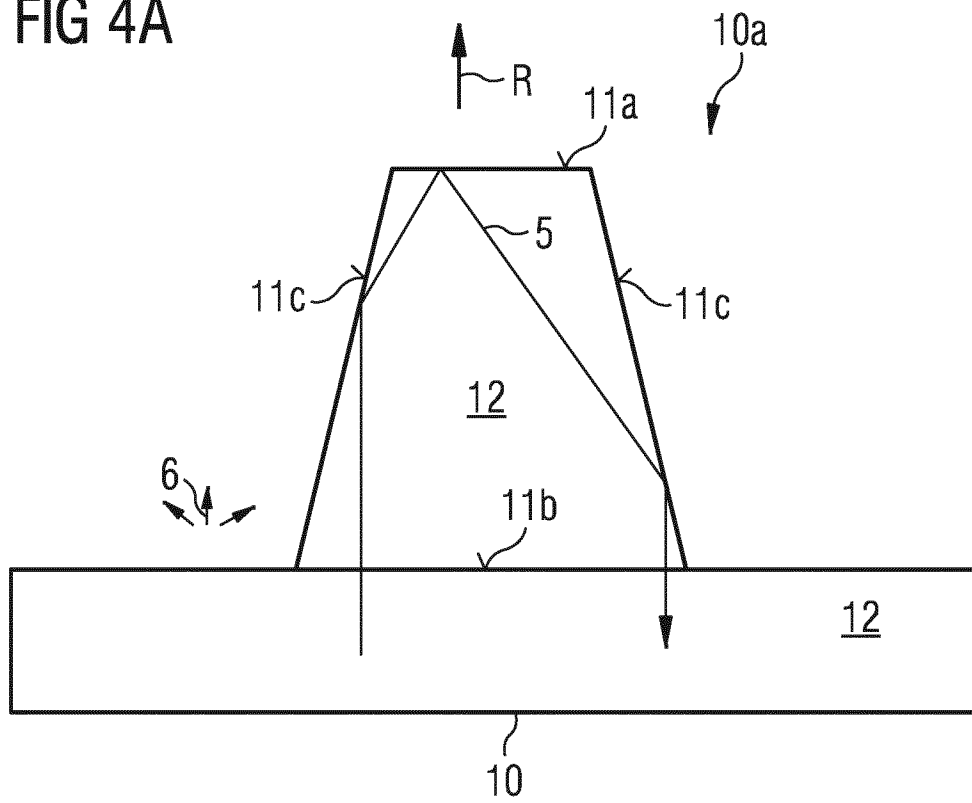


FIG 4A



4/5

FIG 4B

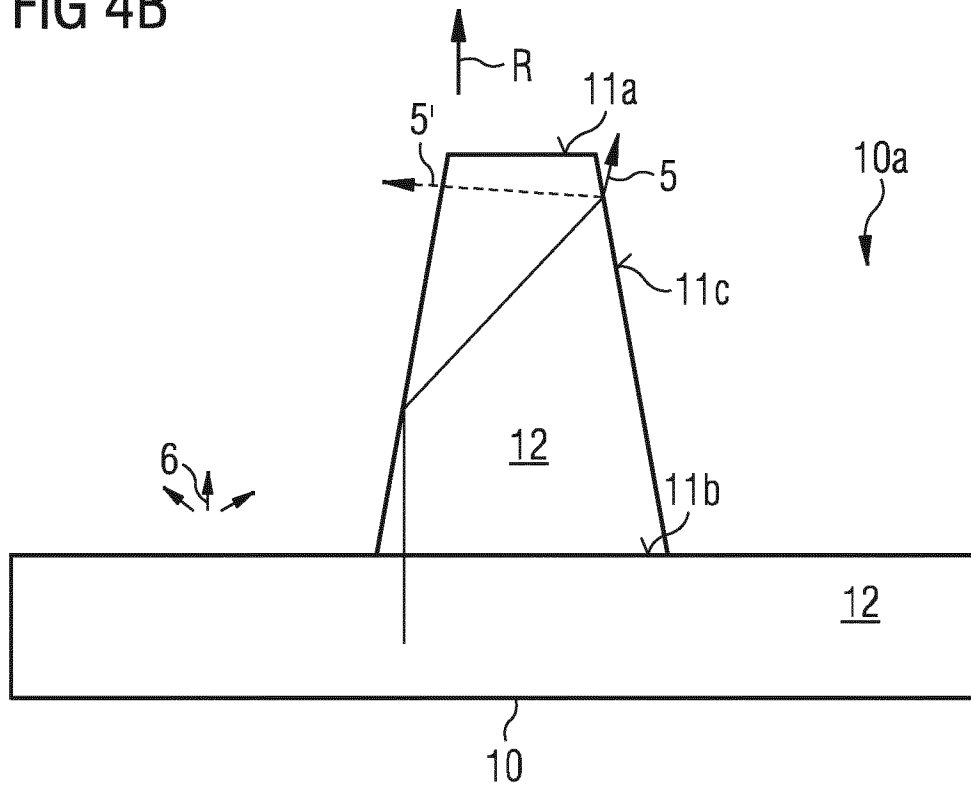


FIG 5A

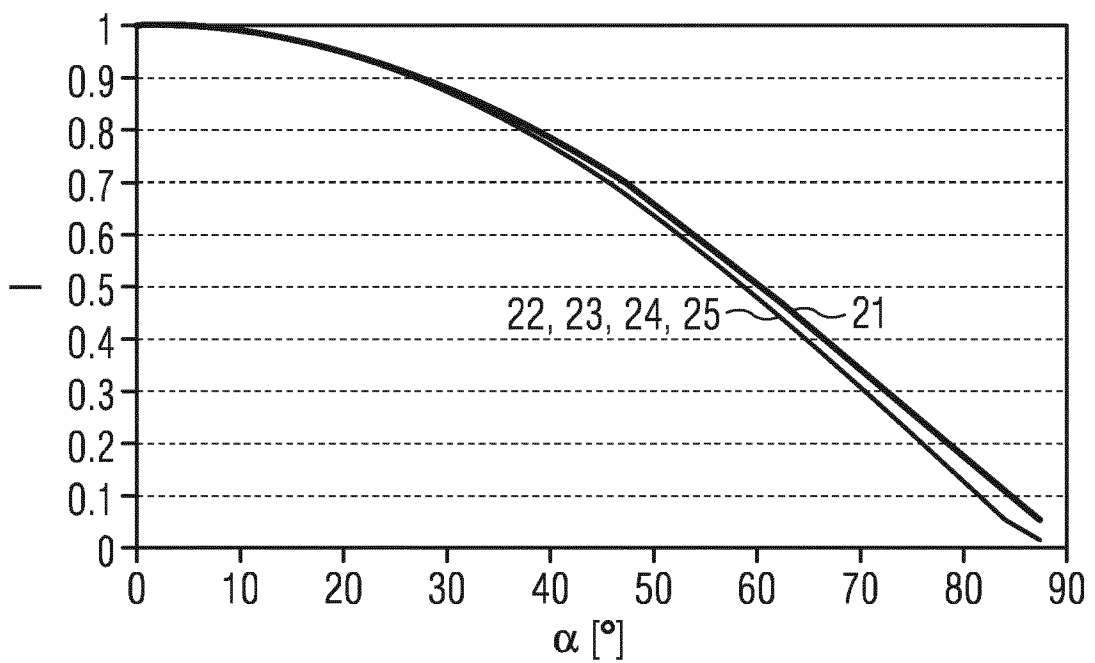


FIG 5B

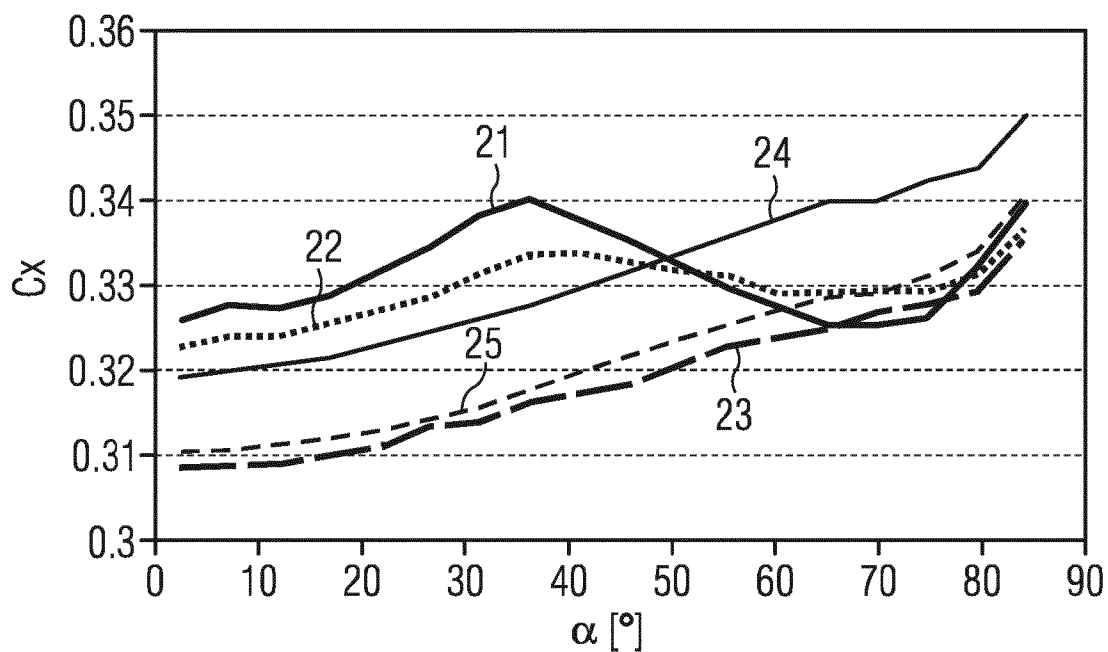
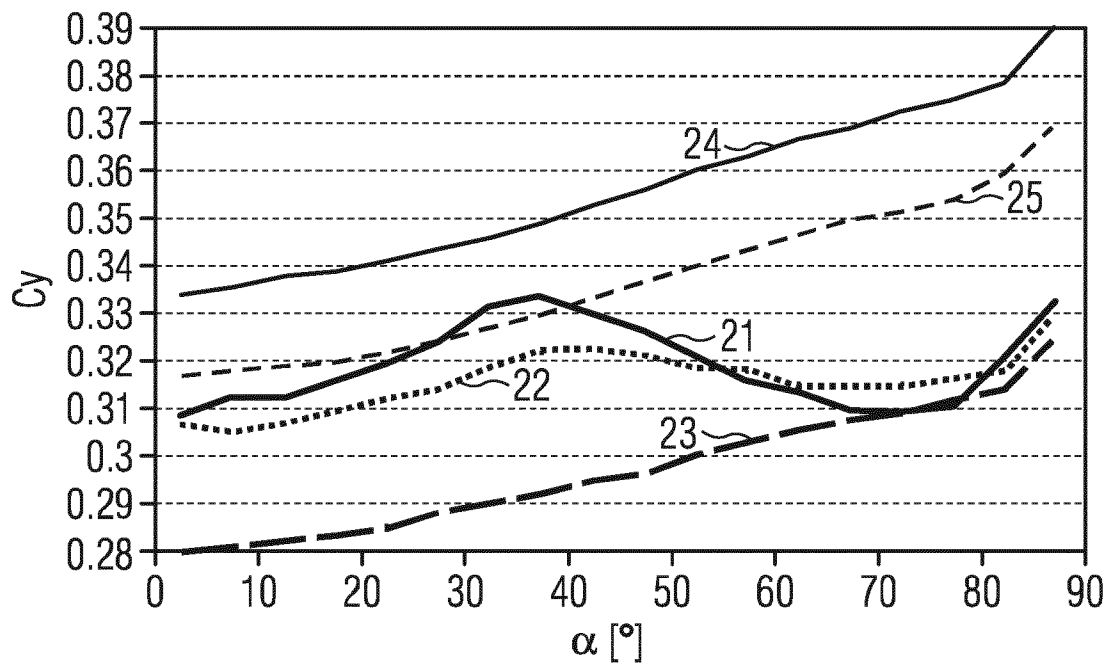


FIG 5C



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/057093

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L33/50 H01L33/46  
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, INSPEC, IBM-TDB, 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         | WO 2009/095662 A1 (PHOTONSTAR LED LTD [GB]; MCKENZIE JAMES STUART [GB]; ZOOROB MAJD [GB]) 6 August 2009 (2009-08-06) | 1-5,7-9               |
| A         | page 19, lines 7-19<br>figure 8                                                                                      | 6                     |
| X         | WO 2009/119034 A1 (PANASONIC CORP [JP]; NAGAI HIDEO; UENO YASU HARU)                                                 | 1-5,8-10              |
| A         | 1 October 2009 (2009-10-01)<br>paragraphs [0043] - [0048], [0060],<br>[0110] - [0121]<br>figures 4,9,11              | 6                     |



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

15 June 2017

Date of mailing of the international search report

22/06/2017

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Adams, Richard

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/057093

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 2009095662 A1                          | 06-08-2009          | EP 2260517 A1              | 15-12-2010          |
|                                           |                     | US 2011001157 A1           | 06-01-2011          |
|                                           |                     | WO 2009095662 A1           | 06-08-2009          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| WO 2009119034 A1                          | 01-10-2009          | CN 101960619 A             | 26-01-2011          |
|                                           |                     | EP 2272102 A1              | 12-01-2011          |
|                                           |                     | JP 5307881 B2              | 02-10-2013          |
|                                           |                     | JP 2011515848 A            | 19-05-2011          |
|                                           |                     | US 2011090696 A1           | 21-04-2011          |
|                                           |                     | WO 2009119034 A1           | 01-10-2009          |
| -----                                     |                     |                            |                     |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. H01L33/50 H01L33/46  
 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, INSPEC, IBM-TDB, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                    | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| X          | WO 2009/095662 A1 (PHOTONSTAR LED LTD [GB]; MCKENZIE JAMES STUART [GB]; ZOOROB MAJD [GB]) 6. August 2009 (2009-08-06) | 1-5,7-9            |
| A          | Seite 19, Zeilen 7-19<br>Abbildung 8                                                                                  | 6                  |
| X          | WO 2009/119034 A1 (PANASONIC CORP [JP]; NAGAI HIDEO; UENO YASU HARU)                                                  | 1-5,8-10           |
| A          | 1. Oktober 2009 (2009-10-01)<br>Absätze [0043] - [0048], [0060], [0110]<br>- [0121]<br>Abbildungen 4,9,11             | 6                  |



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

15. Juni 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/06/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Adams, Richard

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/057093

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    |            | Datum der<br>Veröffentlichung |            | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |  | Datum der<br>Veröffentlichung |  |
|----------------------------------------------------|----|------------|-------------------------------|------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|--|
| WO 2009095662                                      | A1 | 06-08-2009 | EP                            | 2260517    | A1                                |  | 15-12-2010                    |  |
|                                                    |    |            | US                            | 2011001157 | A1                                |  | 06-01-2011                    |  |
|                                                    |    |            | WO                            | 2009095662 | A1                                |  | 06-08-2009                    |  |
| -----                                              |    |            |                               |            |                                   |  |                               |  |
| WO 2009119034                                      | A1 | 01-10-2009 | CN                            | 101960619  | A                                 |  | 26-01-2011                    |  |
|                                                    |    |            | EP                            | 2272102    | A1                                |  | 12-01-2011                    |  |
|                                                    |    |            | JP                            | 5307881    | B2                                |  | 02-10-2013                    |  |
|                                                    |    |            | JP                            | 2011515848 | A                                 |  | 19-05-2011                    |  |
|                                                    |    |            | US                            | 2011090696 | A1                                |  | 21-04-2011                    |  |
|                                                    |    |            | WO                            | 2009119034 | A1                                |  | 01-10-2009                    |  |
| -----                                              |    |            |                               |            |                                   |  |                               |  |