

(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
21. März 2019 (21.03.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/052954 A1

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

82319 Starnberg (DE). **BÖNISCH, Norbert**; Aumühlstr.
13, 86343 Königsbrunn (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/074330

(74) **Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-
WALTSGESELLSCHAFT MBH**; Schloßschmidstr. 5,
80639 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. September 2018 (10.09.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(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, JO, 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.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

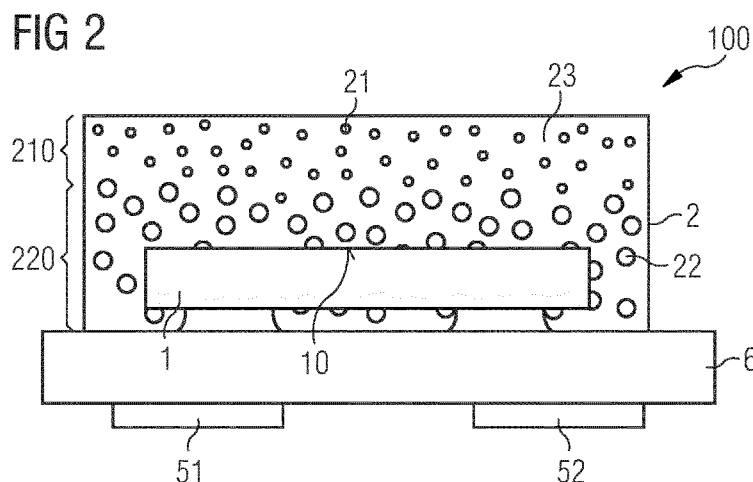
(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 121 185.3
13. September 2017 (13.09.2017) DE

(71) **Anmelder: OSRAM GMBH** [DE/DE]; Marcel-Breu-
er-Str. 6, 80807 München (DE).

(72) **Erfinder: BICHLER, Daniel**; Weite Gasse 14 a, 86150
Augsburg (DE). **DURACH, Dajana**; Riedeselstr. 10a,

(54) **Title:** OPTOELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING AN OPTOELECTRONIC COMPONENT

(54) **Bezeichnung:** OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES
OPTOELEKTRONISCHEN BAUELEMENTS



(57) **Abstract:** In at least one embodiment, the optoelectronic component (100) comprises an optoelectronic semiconductor chip (1) having a top side (10), which chip emits primary radiation during operation as intended. Furthermore, the component comprises a converter element (2) on the top side for converting the primary radiation. The converter element comprises a multiplicity of particles composed of a first converter material (21). The first converter material is configured for converting the primary radiation and has a first emission spectrum lying at least partly in the visible and/or near infrared spectral range. At least 60% of all particles composed of the first converter material have a geometric equivalent diameter of between 20 nm and 2.2 µm inclusive.

(57) **Zusammenfassung:** In mindestens einer Ausführungsform umfasst das optoelektronische Bauelement (100) einen optoelektronischen Halbleiterchip (1) mit einer Oberseite (10), der im bestimmungsgemäßen Betrieb Primärstrahlung emittiert. Ferner umfasst das Bauelement ein Konverterelement (2) auf der Oberseite zur Konversion der Primärstrahlung. Das Konverterelement umfasst eine Vielzahl von Partikeln aus einem ersten Konvertermaterial (21). Das erste Konvertermaterial ist zur Konversion der Primärstrahlung eingerichtet und weist ein erstes Emissionsspektrum auf, das zumindest teilweise im sichtbaren und/oder nahen infraroten Spektralbereich liegt. Zumindest 60 % aller Partikel aus dem ersten Konvertermaterial weisen einen geometrischen Äquivalentdurchmesser zwischen einschließlich 20 nm und 2,2 µm auf.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Beschreibung

OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG
EINES OPTOELEKTRONISCHEN BAUELEMENTS

5

Es wird ein optoelektronisches Bauelement angegeben. Darüber hinaus wird ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements angegeben.

10 Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein optoelektronisches Bauelement mit einer verringerten Absorption von Umgebungslicht anzugeben. Eine weitere zu lösende Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Bauelements anzugeben.

15

Diese Aufgaben werden unter anderem durch den Gegenstand und das Verfahren der nebengeordneten Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

20

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das optoelektronische Bauelement einen optoelektronischen Halbleiterchip mit einer Oberseite. Der optoelektronische Halbleiterchip emittiert im bestimmungsgemäßen Betrieb

25 Primärstrahlung. Über die Oberseite werden beispielsweise zumindest 30 % oder zumindest 50 % oder zumindest 70 % der von dem Halbleiterchip emittierten Strahlung ausgekoppelt. Bei der Primärstrahlung handelt es sich bevorzugt um Strahlung im sichtbaren oder ultravioletten Spektralbereich,
30 wie zum Beispiel nahes UV-Licht oder blaues oder grünes oder rotes Licht.

Unter einem Halbleiterchip wird hier und im Folgenden ein separat handhabbares und elektrisch kontaktierbares Element verstanden. Ein Halbleiterchip entsteht insbesondere durch Vereinzelung aus einem Waferverbund. Ein Halbleiterchip

5 umfasst bevorzugt genau einen ursprünglich zusammenhängenden Bereich der im Waferverbund gewachsenen Halbleiterschichtenfolge. Die Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterchips ist bevorzugt zusammenhängend ausgebildet. Der optoelektronische Halbleiterchip umfasst eine

10 zusammenhängende oder eine segmentierte aktive Schicht. Die laterale Ausdehnung des Halbleiterchips, gemessen parallel zur Haupterstreckungsrichtung der aktiven Schicht, ist beispielsweise höchstens 1 % oder höchstens 5 % größer als die laterale Ausdehnung der aktiven Schicht. Der

15 Halbleiterchip umfasst beispielsweise noch das Aufwachssubstrat, auf dem die Halbleiterschichtenfolge gewachsen ist.

Der Halbleiterchip umfasst also insbesondere eine

20 Halbleiterschichtenfolge mit einer aktiven Schicht zur Erzeugung der Primärstrahlung. Die Halbleiterschichtenfolge basiert zum Beispiel auf einem III-V-Verbindungshalbleitermaterial. Bei dem Halbleitermaterial handelt es sich zum Beispiel um ein Nitrid-

25 Verbindungshalbleitermaterial, wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$, oder um ein Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial, wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{P}$, oder um ein Arsenid-Verbindungshalbleitermaterial, wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{As}$ oder $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{AsP}$, wobei jeweils $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und $m + n \leq 1$ ist. Dabei kann die

30 Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Der Einfachheit halber sind jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters der Halbleiterschichtenfolge, also Al, As, Ga, In, N oder P,

angegeben, auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt und/oder ergänzt sein können. Bevorzugt basiert die Halbleiterschichtenfolge auf AlInGaN.

- 5 Die aktive Schicht der Halbleiterschichtenfolge beinhaltet insbesondere wenigstens einen pn-Übergang und/oder mindestens eine Quantentopfstruktur und kann zum Beispiel im bestimmungsgemäßen Betrieb elektromagnetische Strahlung im blauen oder grünen oder roten Spektralbereich oder im UV-
- 10 Bereich erzeugen. Bevorzugt umfasst der Halbleiterchip eine, insbesondere genau eine, zusammenhängende aktive Schicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das optoelektronische Bauelement ein Konverterelement auf der

15 Oberseite. Das Konverterelement dient im bestimmungsgemäßen Betrieb zur Konversion der Primärstrahlung. Das Konverterelement kann zur Vollkonversion der Primärstrahlung oder zur teilweisen Konversion der Primärstrahlung eingerichtet sein. Das Konverterelement ist beispielsweise in

20 direktem Kontakt zur Oberseite. Das Konverterelement kann die Oberseite zu zumindest 80 % oder zu zumindest 90 % überdecken. Zusätzlich kann das Konverterelement auch quer zur Oberseite verlaufende Seitenflächen des Halbleiterchips teilweise oder vollständig überdecken.

25 Auf der Oberseite weist das Konverterelement beispielsweise eine Dicke, gemessen senkrecht zur Oberseite, von zumindest 5 μm oder zumindest 10 μm oder zumindest 20 μm oder zumindest 50 μm oder zumindest 70 μm auf. Alternativ oder zusätzlich

30 beträgt die Dicke beispielsweise höchstens 200 μm oder höchstens 150 μm oder höchstens 100 μm .

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Konverterelement eine Vielzahl von Partikeln aus einem ersten Konvertermaterial. Unter Partikeln werden insbesondere mikroskopisch kleine Festkörper verstanden, die untereinander nicht unmittelbar über kovalente oder ionische oder metallische Bindungen miteinander verbunden sind. Ein Partikel weist beispielsweise in jede Raumrichtung eine Ausdehnung von höchstens 70 µm oder höchstens 50 µm oder höchstens 30 µm auf.

10

Bei dem ersten Konvertermaterial handelt es sich insbesondere um ein anorganisches Konvertermaterial. Zum Beispiel liegt das erste Konvertermaterial ausschließlich in Form von Partikeln vor.

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das erste Konvertermaterial zur Konversion der Primärstrahlung eingerichtet. Das erste Konvertermaterial weist dabei ein erstes Emissionsspektrum auf. Das erste Emissionsspektrum liegt zumindest teilweise im sichtbaren und/oder nahen infraroten Spektralbereich.

20

Das erste Konvertermaterial konvertiert im bestimmungsgemäßen Betrieb also die Primärstrahlung, indem es die Primärstrahlung absorbiert und anschließend durch einen Übergang aus einem angeregten Zustand in einen energetisch niedrigeren Zustand Strahlung emittiert. Das Spektrum, das durch Anregung des ersten Konvertermaterials und einem anschließenden Übergang in einen energetisch niedrigeren Zustand von dem ersten Konvertermaterial emittiert wird, ist das erste Emissionsspektrum. Das erste Emissionsspektrum weist einen Anteil, bevorzugt einen Hauptanteil, im sichtbaren und/oder nahen infraroten Spektralbereich, also

25

30

zwischen einschließlich 350 nm und 3000 nm oder zwischen einschließlich 350 nm und 800 nm oder zwischen einschließlich 800 nm und 3000 nm, auf.

- 5 Unter einem Emissionsspektrum wird hier und im Folgenden entweder ein theoretisch mögliches Emissionsspektrum oder ein während des Betriebs des Bauelements gemessenes Emissionsspektrum verstanden. Ein während des Betriebs des Bauelements gemessenes Emissionsspektrum eines
- 10 Konvertermaterials kann von dessen theoretischem Emissionsspektrum abweichen, falls die Primärstrahlung nicht ausreicht, alle Anregungszustände des Konvertermaterials anzuregen. Das gemessene Emissionsspektrum ist also insbesondere eine Faltung des theoretischen
- 15 Emissionsspektrums mit dem Spektrum der Primärstrahlung und dem Absorptionsspektrum.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen zumindest 60 % oder zumindest 65 % oder zumindest 70 % oder zumindest 75 %
- 20 oder zumindest 80 % oder zumindest 85 % oder zumindest 90 % oder zumindest 95 % oder zumindest 99 % aller Partikel aus dem ersten Konvertermaterial einen geometrischen Äquivalentdurchmesser von höchstens 2,2 μm oder höchstens 2 μm oder höchstens 1,8 μm oder höchstens 1,5 μm oder höchstens
- 25 1,3 μm oder höchstens 1 μm auf. Alternativ oder zusätzlich weisen die genannten Prozentsätze aller Partikel des ersten Konvertermaterials einen geometrischen Äquivalentdurchmesser von zumindest 20 nm oder zumindest 50 nm oder zumindest 100 nm oder zumindest 250 nm oder zumindest 500 nm auf.

30

Die restlichen Partikel aus dem ersten Konvertermaterial können größere geometrische Äquivalentdurchmesser oder kleinere geometrische Äquivalentdurchmesser aufweisen.

Üblicherweise weichen die geometrischen Formen von Partikeln eines Konvertermaterials von einer sphärischen Form ab. Zum Beispiel haben die Partikel eine unregelmäßige Oberfläche und/oder sind länglich oder kantig ausgebildet. Den geometrischen Äquivalentdurchmesser erhält man durch Bestimmung des Durchmessers einer Kugel oder eines Kreises gleicher geometrischer Eigenschaft wie das Partikel. Beispielsweise weist das Partikel eine Oberfläche oder ein Volumen oder eine Projektionsfläche auf. Diese Oberfläche oder dieses Volumen oder diese Projektionsfläche setzt man gleich der Oberfläche oder dem Volumen oder der Projektionsfläche einer Kugel. Der Durchmesser dieser Kugel ist der geometrische Äquivalentdurchmesser.

Die Oberfläche oder das Volumen oder die Projektionsfläche der Partikel lässt sich auf unterschiedliche Arten bestimmen. Infrage kommen zum Beispiel Lichtmikroskopie, Elektronenmikroskopie, statische oder dynamische Lichtstreuung, Röntgenstreuung, Coulter-Zählverfahren, Ultraschall extinction, Permeabilitätsmessungen, sedimentationsanalytische Verfahren. Je nachdem wie groß die einzelnen Partikel sind, eignen sich diese Messmethoden mehr oder weniger zur Bestimmung der Oberfläche oder des Volumens oder der Projektionsfläche der Partikel.

In mindestens einer Ausführungsform umfasst das optoelektronische Bauelement einen optoelektronischen Halbleiterchip mit einer Oberseite, der im bestimmungsgemäßen Betrieb Primärstrahlung emittiert. Ferner umfasst das Bauelement ein Konverterelement auf der Oberseite zur Konversion der Primärstrahlung. Das Konverterelement umfasst eine Vielzahl von Partikeln aus einem ersten

Konvertermaterial. Das erste Konvertermaterial ist zur Konversion der Primärstrahlung eingerichtet und weist ein erstes Emissionsspektrum auf, das zumindest teilweise im sichtbaren und/oder nahen infraroten Spektralbereich liegt.

- 5 Zumindest 60 % aller Partikel aus dem ersten Konvertermaterial weisen einen geometrischen Äquivalentdurchmesser zwischen einschließlich 20 nm und 2,2 µm auf.
- 10 Der vorliegenden Erfindung liegt unter anderem die Erkenntnis zu Grunde, dass optoelektronische Bauelemente mit einem Konverterelement bei Draufsicht auf das Konverterelement häufig einen farbigen optischen Eindruck hinterlassen, der als störend wahrgenommen werden kann. Zum Beispiel
- 15 absorbieren Gelb-Grün-Konverter, also Konvertermaterialien, deren Emissionsspektrum im gelben und/oder grünen Spektralbereich liegt, den blauen Spektralanteil aus dem Umgebungslicht und wandeln ihn in gelbes und oder grünes Licht um. Folglich erscheint das Konverterelement für einen
- 20 Beobachter gelblich bis grünlich.

- Bei der vorliegenden Erfindung werden die Partikelgrößen zumindest eines Konvertermaterials so weit verkleinert, dass diese Partikel Umgebungslicht vermehrt streuen. Das
- 25 Umgebungslicht, welches auf das Konverterelement trifft, wird dann bevorzugt bereits gestreut, bevor eine erhöhte Absorption eintritt. Das von dem Konverterelement gestreute oder reflektierte Licht ist dann in seinen Farbkoordinaten wenig oder gar nicht zu dem ursprünglichen Umgebungslicht
- 30 verschoben, sodass das Konverterelement im Wesentlichen weiß erscheint solange der Halbleiterchip nicht betrieben wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform haben die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial zusammen einen Massenanteil an allen in dem Bauelement verwendeten Konvertermaterialien von zumindest 1 Gew% oder zumindest 5 Gew% oder zumindest 10 Gew%
5 oder zumindest 30 Gew% oder zumindest 50 Gew%.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden im bestimmungsgemäßen Betrieb des Bauelements zumindest 5 % oder zumindest 10 % oder zumindest 20 % oder zumindest 50 % der
10 von dem Halbleiterchip emittierten Primärstrahlung durch die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial konvertiert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Konverterelement eine Vielzahl von Partikeln eines zweiten
15 Konvertermaterials. Das zweite Konvertermaterial ist zur Konversion der Primärstrahlung eingerichtet und weist ein zweites Emissionsspektrum auf. Das zweite Konvertermaterial kann von dem ersten Konvertermaterial verschieden sein. Bei dem zweiten Konvertermaterial handelt es sich bevorzugt um
20 ein anorganisches Konvertermaterial. Das zweite Emissionsspektrum des zweiten Konvertermaterials liegt bevorzugt teilweise oder hauptsächlich im sichtbaren und/oder nahen infraroten Spektralbereich zwischen einschließlich 350 nm und 3000 nm oder zwischen einschließlich 350 nm und 800 nm
25 oder zwischen einschließlich 800 nm und 3000 nm.

Das zweite Emissionsspektrum kann von dem ersten Emissionsspektrum verschieden sein. Zum Beispiel weisen die beiden Emissionsspektren dann eine unterschiedliche
30 Hauptwellenlänge auf, wobei die Hauptwellenlänge die Wellenlänge ist, bei der das Emissionsspektrum ein globales Maximum hat. Zum Beispiel ist die Hauptwellenlänge des zweiten Konvertermaterials gegenüber der Hauptwellenlänge des

ersten Konvertermaterials um zumindest 20 nm oder zumindest 50 nm oder zumindest 100 nm rot verschoben.

Alternativ kann das zweite Konvertermaterial aber auch in
5 Form einer Keramik, insbesondere in Form einer keramischen Schicht, vorliegen.

Neben dem ersten und dem zweiten Konvertermaterial können in dem Konverterelement auch weitere Konvertermaterialien
10 vorhanden sein. Ein Konvertermaterial ist beispielsweise durch eine bestimmte chemische Formel, wie eine Verhältnisformel oder kristallchemische Strukturformel, beschrieben. Unterschiedliche Konvertermaterialien unterscheiden sich bevorzugt im Hinblick auf ihre chemische
15 Formel. Partikel desselben Konvertermaterials sind bevorzugt durch die gleiche chemische Formel beschrieben.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen zumindest 60 % oder zumindest 65 % oder zumindest 70 % oder zumindest 75 %
20 oder zumindest 80 % oder zumindest 85 % oder zumindest 90 % oder zumindest 95 % oder zumindest 99 % aller Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial einen geometrischen Äquivalentdurchmesser von zumindest 1 μm oder zumindest 1,5 μm oder zumindest 2 μm oder zumindest 2,2 μm oder zumindest 5
25 μm oder zumindest 8 μm oder zumindest 10 μm oder zumindest 15 μm oder von höchstens 50 nm oder höchstens 40 nm oder höchstens 30 nm oder höchstens 20 nm oder höchstens 15 nm auf. Bevorzugt weisen die Partikel des zweiten Konvertermaterials einen geometrischen Äquivalentdurchmesser
30 von höchstens 30 μm oder höchstens 25 μm oder höchstens 20 μm oder höchstens 15 μm auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind zumindest 80 % oder zumindest 85 % oder zumindest 90 % oder zumindest 95 % aller Partikel aus dem ersten Konvertermaterial in einer ersten Konverterschicht verteilt, insbesondere homogen verteilt. Das heißt, die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial sind in einer ersten Konverterschicht angesammelt oder angehäuft. In der ersten Konverterschicht sind bevorzugt weniger als 10 % oder weniger als 5 % oder weniger als 1 % aller Partikel des zweiten Konvertermaterials und/oder eines anderen Konvertermaterials angeordnet. Die erste Konverterschicht verläuft beispielsweise im Wesentlichen parallel zur Oberseite des Halbleiterchips. Die erste Konverterschicht kann als eine separate oder vorgefertigte Schicht auf den Halbleiterchip aufgebracht sein. Es kann die erste Konverterschicht aber auch, wie im späteren noch erläutert, intrinsisch beim Herstellungsverfahren des Bauelements produziert sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind zumindest 80 % oder zumindest 85 % oder zumindest 90 % oder zumindest 95 % aller Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial in einer zweiten Konverterschicht verteilt, insbesondere homogen verteilt. Die Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial sind also ebenfalls in einer zweiten Konverterschicht angesammelt oder angehäuft. In der zweiten Konverterschicht sind bevorzugt weniger als 10 % oder weniger als 5 % oder weniger als 1 % aller Partikel des ersten Konvertermaterials angeordnet. Die zweite Konverterschicht verläuft bevorzugt im Wesentlichen parallel zur Oberseite des Halbleiterchips. Die zweite Konverterschicht kann als eine vorgefertigte oder separate Schicht auf den Halbleiterchip aufgebracht sein. Es kann die zweite Konverterschicht aber auch intrinsisch während des Herstellungsverfahrens produziert sein.

Die erste Konverterschicht weist beispielsweise eine Dicke, gemessen senkrecht zur Oberseite des Halbleiterchips, von zumindest 5 μm oder zumindest 10 μm oder zumindest 20 μm auf.

5 Alternativ oder zusätzlich ist die Dicke der ersten Konverterschicht höchstens 100 μm oder höchstens 80 μm oder höchstens 50 μm . Die zweite Konverterschicht kann beispielsweise eine Dicke zwischen einschließlich 5 μm und 150 μm aufweisen.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die zweite Konverterschicht zwischen der ersten Konverterschicht und dem Halbleiterchip angeordnet. Insbesondere ist die erste Konverterschicht der zweiten Konverterschicht in einer

15 Hauptabstrahlrichtung des Halbleiterchips nachgeordnet. Die erste Konverterschicht und die zweite Konverterschicht können dabei voneinander getrennte Schichten sein, zwischen denen eine Grenzfläche ausgebildet ist. Die Grenzfläche ist beispielsweise unter einem Mikroskop sichtbar und deutet

20 darauf hin, dass die erste Konverterschicht und die zweite Konverterschicht als separate Schichten aufeinander aufgebracht sind.

25

Alternativ kann die erste Konverterschicht mit der zweiten Konverterschicht aber auch einstückig oder aus einem Guss gefertigt sein. Beispielsweise umfasst sowohl die erste Konverterschicht als auch die zweite Konverterschicht ein Matrixmaterial, in welches die Partikel aus den Konvertermaterialien eingebettet sind. Das Matrixmaterial

30 kann unterbrechungsfrei und grenzflächenfrei von der ersten Konverterschicht in die zweite Konverterschicht übergehen. Das heißt, insbesondere das Matrixmaterial der ersten

Konverterschicht kann einstückig mit dem Matrixmaterial der zweiten Konverterschicht ausgebildet sein.

Die erste Konverterschicht bildet bevorzugt eine dem

5 Halbleiterchip abgewandte Außenfläche des Konverterelements.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt zumindest 70 % oder zumindest 80 % oder zumindest 90 % des ersten

10 Emissionsspektrums im Spektralbereich zwischen einschließlich 490 nm und 650 nm, bevorzugt zwischen einschließlich 490 nm und 600 nm. Das heißt, das erste Konvertermaterial konvertiert überwiegend in den grünen und gelben Spektralbereich.

15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt zumindest 70 % oder zumindest 80 % oder zumindest 90 % des ersten

Emissionsspektrums im Spektralbereich zwischen einschließlich 800 nm und 2000 nm, bevorzugt zwischen einschließlich 800 nm und 1700 nm. Das heißt, das erste Konvertermaterial
20 konvertiert überwiegend in den nahen infraroten Spektralbereich.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt zumindest 70 % oder zumindest 80 % oder zumindest 90 % des zweiten

25 Emissionsspektrums im Spektralbereich zwischen einschließlich 600 nm und 780 nm, bevorzugt zwischen einschließlich 640 nm und 780 nm. Das heißt, das zweite Konvertermaterial konvertiert überwiegend in den orangenen und roten Spektralbereich.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt zumindest 70 % oder zumindest 80 % oder zumindest 90 % des zweiten

Emissionsspektrums im Spektralbereich zwischen einschließlich

800 nm und 2000 nm, bevorzugt zwischen einschließlich 800 nm und 1700 nm. Das heißt, das zweite Konvertermaterial konvertiert überwiegend in den nahen infraroten Spektralbereich.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Halbleiterchip so eingerichtet, dass das Spektrum der Primärstrahlung zu zumindest 70 % oder zu zumindest 80 % oder zu zumindest 90 % in einem Wellenlängenbereich zwischen einschließlich 300 nm und 500 nm, bevorzugt zwischen einschließlich 380 nm und 500 nm, liegt. Der Halbleiterchip emittiert also bevorzugt im blauen Spektralbereich oder im UV-Bereich.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Konverterelement ein Matrixmaterial, in die die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial und/oder aus dem zweiten Konvertermaterial eingebettet und verteilt sind. In dem Matrixmaterial sind die Partikel des Konvertermaterials oder der Konvertermaterialien bevorzugt deterministisch, das heißt zufällig, verteilt.

Das Matrixmaterial kann beispielsweise Silikon, insbesondere ein Klarsilikon, oder Siloxan oder Glas oder Harz oder Epoxid umfassen oder daraus bestehen.

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weicht der Brechungsindex für sichtbares Licht des ersten Konvertermaterials um zumindest 0,5 oder zumindest 0,8 oder zumindest 1,0 oder zumindest 1,5 von dem Brechungsindex für sichtbares Licht des Matrixmaterials ab. Je höher der Brechungsindexunterschied zwischen den Partikeln des ersten Konvertermaterials und dem Matrixmaterial ist, desto stärker

30

ist die Streuung von Licht beim Auftreffen auf die Partikel des ersten Konvertermaterials.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind der Halbleiterchip
5 und das Konverterelement so gewählt, dass das Bauelement insgesamt weißes Licht mit einer Farbtemperatur zwischen einschließlich 1500 K und 8000 K emittiert. Beispielsweise weist das von dem Bauelement emittierte Licht einen Farbort in der CIE-Normfarbtafel mit den Koordinaten $(0,3 \leq x \leq 0,35;$
10 $0,29 \leq y \leq 0,36)$ auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial und die Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial in dem Konverterelement miteinander
15 durchmischt, insbesondere vollständig durchmischt. Zum Beispiel sind sowohl die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial als auch die Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial in dem gesamten Konverterelement homogen verteilt. Die Partikel des ersten Konvertermaterials und die
20 Partikel des zweiten Konvertermaterials können zum Beispiel in einem gemeinsamen und einstückig ausgebildeten Matrixmaterial eingebettet sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform basiert das erste
25 Konvertermaterial auf einem Granat. Das erste Konvertermaterial weist zum Beispiel ein seltenerden-dotiertes Granat, wie Yttriumaluminiumgranat, kurz YAG, oder ein Luthetiumyttriumaluminiumgranat, kurz LuYAG, auf oder besteht aus einem solchen. Zur Lichtkonversion kann das erste
30 Konvertermaterial mit einem Aktivator dotiert sein, zum Beispiel mit einem seltenen Erden-Element, wie zum Beispiel Cer.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform basiert das zweite Konvertermaterial auf einem Nitrid oder einem Granat. Zum Beispiel umfasst das zweite Konvertermaterial ein Erdalkalisiliziumnitrid oder ein

5 Erdalkalialuminiumsiliziumnitrid oder besteht aus einem solchen. Bei dem Erdalkalimetall handelt es sich zum Beispiel um Barium oder Kalzium oder Strontium. Zum Konvertieren von Licht kann das zweite Konvertermaterial mit einem seltenen Erden-Ion, wie Eu^{2+} , als Aktivator dotiert sein.

10

Es ist aber auch möglich, dass es sich bei dem zweiten Konvertermaterial um ein Halbleitermaterial handelt. Die Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial sind dann bevorzugt halbleiterbasierte Quantendots.

15

Darüber hinaus wird ein Blitzlicht angegeben. Das Blitzlicht umfasst ein hier beschriebenes optoelektronisches Bauelement. Bei dem Blitzlicht handelt es sich also um eine sogenannte Flash-LED. Alle im Zusammenhang mit dem optoelektronischen Bauelement offenbarten Merkmale sind daher auch für das

20 Blitzlicht offenbart und umgekehrt. Das Blitzlicht ist beispielsweise zum Fotografieren eingerichtet. Beispielsweise eignet sich das Blitzlicht zur Verwendung in einer Digitalkamera oder einem Handy.

25

Ferner wird ein System mit einem Strahlungssensor und einem hier beschriebenen optoelektronischen Bauelement angegeben. Alle im Zusammenhang mit dem optoelektronischen Bauelement offenbarten Merkmale sind daher auch für das System offenbart und umgekehrt. Der Strahlungssensor dient insbesondere zum

30 Empfangen einer von dem Bauelement emittierten und an einem Objekt reflektierten Strahlung. Zum Beispiel ist das System

ein Pulsmessgerät. Das Bauelement emittiert dann bevorzugt Strahlung im nahen Infrarot-Bereich.

Darüber hinaus wird ein Verfahren zur Herstellung eines
5 optoelektronischen Bauelements angegeben. Insbesondere eignet sich das Verfahren zur Herstellung eines hier beschriebenen optoelektronischen Bauelements. Alle im Zusammenhang mit dem optoelektronischen Bauelement offenbarten Merkmale sind daher auch für das Verfahren zur Herstellung eines
10 optoelektronischen Bauelements offenbart und umgekehrt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren einen Schritt A), in dem Partikel aus einem ersten Konvertermaterial in einem flüssigen oder zähflüssigen
15 Matrixmaterial verteilt werden. Bei dem Matrixmaterial kann es sich um ein verflüssigtes Silikon, insbesondere Klarsilikon, handeln.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das erste
20 Konvertermaterial zur Konversion einer Primärstrahlung eingerichtet und weist ein erstes Emissionsspektrum auf, das zumindest teilweise im sichtbaren und/oder nahen infraroten Spektralbereich liegt.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen zumindest 60 % aller Partikel aus dem ersten Konvertermaterial einen geometrischen Äquivalentdurchmesser zwischen einschließlich 20 nm und 2,2 µm auf.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren einen Schritt B), in dem die Mischung aus dem Matrixmaterial und den darin eingebrachten Partikeln aus dem ersten Konvertermaterial auf eine Oberseite eines Halbleiterchips

aufgebracht wird. Die Mischung kann beispielsweise durch Vergießen (Volumenvergießen) auf den Halbleiterchip aufgebracht werden. Dabei wird die Mischung bevorzugt direkt auf den Halbleiterchip aufgebracht. Der Halbleiterchip wird
5 durch das Aufbringen der Mischung beispielsweise von der Mischung umformt, so dass der Halbleiterchip in der Mischung eingebettet wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erzeugt der
10 Halbleiterchip im bestimmungsgemäßen Betrieb die oder eine Primärstrahlung, zu dessen Konversion das erste Konvertermaterial eingerichtet ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren
15 einen Schritt C), in dem die Mischung aus dem Matrixmaterial und den darin eingebrachten Partikeln aus dem ersten Konvertermaterial zu einem Konverterelement ausgehärtet wird. Nach dem Aushärten ist das Konverterelement während des bestimmungsgemäßen Betriebs des Bauelements bevorzugt
20 formstabil. Zum Beispiel kann die Mischung bei Raumtemperatur aushärten. Das Aushärten kann beispielsweise durch Erhitzen der Mischung auf Temperaturen oberhalb der Raumtemperatur beschleunigt werden.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren einen Schritt A1), der vor dem Schritt B) durchgeführt wird, und in dem Partikel aus einem zweiten Konvertermaterial in das Matrixmaterial eingebracht werden. Beispielsweise werden die Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial zusammen mit
30 den Partikeln aus dem ersten Konvertermaterial in das Matrixmaterial eingebracht. Insbesondere werden sowohl die ersten Konverterpartikel als auch die zweiten Konverterpartikel in dem flüssigen oder zähflüssigen

Matrixmaterial miteinander durchmischt oder vollständig durchmischt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das zweite

- 5 Konvertermaterial zur Konversion der Primärstrahlung eingerichtet und weist ein zweites Emissionsspektrum auf. Das zweite Emissionsspektrum liegt zumindest teilweise im sichtbaren und/oder nahen infraroten Spektralbereich.

- 10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen zumindest 60 % aller Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial einen geometrischen Äquivalentdurchmesser von zumindest 2,2 µm auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird zwischen dem

- 15 Schritt B) und dem Schritt C) so lange gewartet, bis sich aufgrund der unterschiedlichen Sedimentationsverhalten der Partikel aus dem ersten Konvertermaterial und der Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial eine erste Konverterschicht und eine zweite Konverterschicht ausgebildet haben.

- 20 Insbesondere sinken die größeren Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial innerhalb des flüssigen oder zähflüssigen Matrixmaterials schneller ab als die kleineren Partikel aus dem ersten Konvertermaterial. Je länger man das Aushärten des Matrixmaterials verzögert, desto stärker wird die Trennung
- 25 der Partikel aus dem ersten Konvertermaterial und dem zweiten Konvertermaterial aufgrund des unterschiedlichen Sedimentationsverhaltens. Beispielsweise wird das Matrixmaterial nach dem Schritt B) für zumindest 5 Stunden oder zumindest 10 Stunden oder zumindest 15 Stunden oder
- 30 zumindest 20 Stunden in einem flüssigen oder zähflüssigen Zustand belassen und nicht ausgehärtet. Die Sedimentation kann über verschiedene Mittel beschleunigt werden, zum Beispiel über Zentrifugation.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind nach dem Schritt C) zumindest 80 % aller Partikel aus dem ersten Konvertermaterial in der ersten Konverterschicht verteilt, bevorzugt homogen verteilt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind nach dem Schritt C) zumindest 80 % aller Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial in der zweiten Konverterschicht verteilt, insbesondere homogen verteilt.

Die Mischung aus dem Matrixmaterial und den Partikeln wird also erst ausgehärtet, wenn sich eine solche erste Konverterschicht und eine solche zweite Konverterschicht gebildet haben.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die zweite Konverterschicht zwischen der ersten Konverterschicht und dem Halbleiterchip, insbesondere zwischen der ersten Konverterschicht und der Oberseite des Halbleiterchips ausgebildet.

Nachfolgend wird ein hier beschriebenes optoelektronisches Bauelement sowie ein hier beschriebenes Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements unter Bezugnahme auf Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

Es zeigen:

Figuren 1 und 2 zwei Ausführungsbeispiele eines optoelektronischen Bauelements in Querschnittsansicht,

5 Figur 3 einen Graphen für das Streuverhalten von Partikeln,

Figuren 4A und 4B Positionen in einem Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements.

10

In der Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 100 gezeigt. Das optoelektronische Bauelement 100 umfasst einen Träger 6, beispielsweise einen Keramikträger. An einer Unterseite des Trägers 6 sind Kontaktelemente 51, 52 angebracht. Über die Kontaktelemente 51, 52 ist das optoelektronische Bauelement 100 elektrisch kontaktierbar. Im unmontierten Zustand des optoelektronischen Bauelements 100 liegen die Kontaktelemente 51, 52 an der Unterseite des Bauelements 100 frei.

20

Insbesondere handelt es sich bei dem optoelektronischen Bauelement 100 um ein oberflächenmontierbares Bauelement.

Die Kontaktelemente 51, 52 sind beispielsweise über Durchkontaktierungen durch den Träger 6 mit elektrischen Anschlussflächen an einer Oberseite des Trägers 6 verbunden.

25

Auf der Oberseite des Trägers 6 ist ein Halbleiterchip 1, beispielsweise ein AlInGaN basierter Halbleiterchip, aufgebracht. Bei dem Halbleiterchip 1 kann es sich um einen so genannten Flip-Chip handeln. Der Halbleiterchip 1 ist beispielsweise mit den Anschlussflächen des Trägers 6 elektrisch leitend verbunden.

30

Der Halbleiterchip 1 umfasst eine Oberseite 10, die dem Träger 6 abgewandt ist. Über die Oberseite 10 wird beispielsweise im bestimmungsgemäßen Betrieb des Halbleiterchips 1 zumindest 30 % der von dem Halbleiterchip 1 emittierten Strahlung ausgekoppelt. Der Halbleiterchip 1 emittiert im bestimmungsgemäßen Betrieb beispielsweise Licht im blauen Spektralbereich.

Der Halbleiterchip 1 ist von einem Konverterelement 2 umgeben. Das Konverterelement 2 bildet insbesondere einen Verguss auf dem Halbleiterchip 1. Das Konverterelement 2 ist in direktem Kontakt mit der Oberseite 10 des Halbleiterchips 1 sowie mit Seitenflächen des Halbleiterchips 1.

Das Konverterelement 2 umfasst ein Matrixmaterial 23, in dem Partikel aus einem ersten Konvertermaterial 21 und aus einem zweiten Konvertermaterial 22 verteilt sind. Bei dem Matrixmaterial 23 handelt es sich beispielsweise um ein Silikon, insbesondere um ein Klarsilikon. Das erste Konvertermaterial 21 und das zweite Konvertermaterial 22 liegen hier ausschließlich in Form von in dem Matrixmaterial 23 verteilten und eingebetteten Partikeln vor.

Zumindest 80 % aller Partikel aus dem ersten Konvertermaterial weisen einen geometrischen Äquivalentdurchmesser zwischen einschließlich 20 nm und 2,2 µm auf. Aufgrund dieses geringen Durchmessers bilden die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial 21 Streuzentren für Umgebungslicht, also Licht, das nicht von dem Halbleiterchip 1 erzeugt wird. Bei dem ersten Konvertermaterial 21 handelt es sich beispielsweise um YAG oder LuYAG, zum Beispiel mit einer Cer-Dotierung. Das erste Konvertermaterial 21 ist zum Beispiel dazu eingerichtet, das blaue Licht des

Halbleiterchips 1 teilweise in gelbes und/oder grünes Licht zu konvertieren.

Die Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial 22 sind größer
5 als die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial 21 gewählt.
Beispielsweise haben zumindest 80 % aller Partikel aus dem
zweiten Konvertermaterial 22 einen geometrischen
Äquivalentdurchmesser von zumindest 2,2 μm . Die Partikel aus
dem zweiten Konvertermaterial 22 wirken weniger lichtstreuend
10 als die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial 21. Das
zweite Konvertermaterial 22 basiert beispielsweise auf einem
Nitrid. Das zweite Konvertermaterial 22 ist beispielsweise
dazu eingerichtet, das blaue Licht des Halbleiterchips 1
beziehungsweise das gelbe oder grüne Licht des ersten
15 Konvertermaterials 21 teilweise in rotes und/oder oranges
Licht zu konvertieren.

Das im bestimmungsgemäßen Betrieb aus dem
Halbleiterbauelement 100 austretende Licht ist ein Mischlicht
20 aus der von dem Halbleiterchip 1 emittierten blauen
Primärstrahlung, der gelben und/oder grünen Strahlung des
ersten Konvertermaterials 21 und der roten und/oder orangen
Strahlung des zweiten Konvertermaterials 22. Diese
Mischstrahlung kann insbesondere weißes Licht mit einer
25 Farbtemperatur zwischen einschließlich 1500 K und 8000 K
sein.

In der Figur 1 sind die Partikel aus dem ersten
Konvertermaterial 21 und die Partikel aus dem zweiten
30 Konvertermaterial 22 vollständig miteinander durchmischt.
Insbesondere ist also sowohl die Verteilung der Partikel aus
dem ersten Konvertermaterial 21 als auch die Verteilung der

Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial 22 innerhalb des Konverterelements 2 homogen.

In der Figur 2 ist ein Ausführungsbeispiel eines
5 optoelektronischen Bauelements 100 gezeigt, bei dem die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial 21 und die Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial 22 nicht oder nur geringfügig miteinander durchmischt sind. Insbesondere umfasst das Konverterelement 2 eine erste Konverterschicht
10 210 und eine zweite Konverterschicht 220. Zumindest 80 % aller Partikel aus dem ersten Konvertermaterial 21 und höchstens 5 % aller Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial 22 sind in der ersten Konverterschicht 210 angeordnet. Zumindest 80 % aller Partikel aus dem zweiten
15 Konvertermaterial 22 und höchstens 5 % aller Partikel aus dem ersten Konvertermaterial 21 sind in der zweiten Konverterschicht 220 angeordnet.

Die erste Konverterschicht 210 weist beispielsweise eine
20 Dicke von zumindest 5 μm auf. Die zweite Konverterschicht 220 weist beispielsweise eine Dicke zwischen einschließlich 5 μm und 100 μm auf. Dabei ist die zweite Konverterschicht 220 zwischen der Oberseite 10 des Halbleiterchips 1 und der ersten Konverterschicht 210 angeordnet. Eine solche Anordnung
25 ist besonders vorteilhaft für eine effiziente Streuung von auf das Konverterelement 2 treffendem Umgebungslicht. Das Umgebungslicht trifft überwiegend zunächst auf die erste Konverterschicht 210 und kann aufgrund der hohen Streuung an den Partikeln aus dem ersten Konvertermaterial 21 nicht tief
30 in das Konverterelement 2 eintreten. Folglich wird auch nur wenig des Umgebungslichts von den Partikeln aus dem ersten Konvertermaterial 21 und von den Partikeln aus dem zweiten Konvertermaterial 22 absorbiert und konvertiert. Daher

erscheint das Konverterelement 2, wenn der Halbleiterchip 1 nicht im Betrieb ist, für einen Beobachter im Wesentlichen weiß.

- 5 In der Figur 3 ist das Streuvermögen von Partikeln grafisch dargestellt. Die y-Achse zeigt das Streuvermögen in freien Einheiten. Auf der x-Achse ist der Durchmesser der Partikel, beispielsweise der geometrische Äquivalentdurchmesser, dargestellt. Die durchgezogene Linie steht für das
- 10 Streuvermögen für elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge von 400 nm. Die gestrichelte Linie zeigt das Streuvermögen für elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge von 800 nm. Zu erkennen ist, dass in einem Bereich zwischen zirka 20 nm und 2,2 μm das Streuvermögen
- 15 hoch ist und für größere und kleinere Durchmesser abnimmt. Dabei hängt das Streuvermögen fast ausschließlich von der Größe der Partikel und dem Brechungsindexunterschied zwischen dem Matrixmaterial und den Partikeln ab.
- 20 In der Figur 4A ist eine erste Position in einem Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements gezeigt. Wie im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 beschrieben, ist ein Halbleiterchip 1 auf einen Träger 6 aufgebracht. Auf den Halbleiterchip 1 ist eine Mischung aus einem Matrixmaterial
- 25 23 mit darin eingebrachten Partikeln aus einem ersten Konvertermaterial 21 und einem zweiten Konvertermaterial 22 aufgebracht. Die Mischung ist in einem flüssigen oder zähflüssigen Aggregatzustand.
- 30 In der Figur 4B ist eine Position in dem Verfahren zu einem späteren Zeitpunkt als in der Figur 4A gezeigt. Die größeren Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial 22 haben sich aufgrund von Sedimentation in dem flüssigen oder zähflüssigen

Matrixmaterial 23 abgesetzt. Die kleineren Partikel aus dem ersten Konvertermaterial 21 wurden zumindest teilweise in Richtung weg von dem Träger 6 verdrängt. Dadurch haben sich eine erste Konverterschicht 210, die überwiegend die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial 21 umfasst, und eine zweite Konverterschicht 220, die überwiegend die Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial 22 umfasst, ausgebildet. Dafür wurde die Mischung der Partikel und dem Matrixmaterial 23 für beispielsweise 24 Stunden in dem flüssigen oder zähflüssigen Zustand belassen, ohne ausgehärtet zu werden. Die Figur 4B zeigt zum Beispiel das optoelektronische Bauelement 100 der Figur 2.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2017 121 185.3, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

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 diese Merkmale oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Bezugszeichenliste

	1	Halbleiterchip
	2	Konverterelement
5	6	Träger
	10	Oberseite des Halbleiterchips 1
	21	erstes Konvertermaterial
	22	zweites Konvertermaterial
	23	Matrixmaterial
10	51	Kontaktelement
	52	Kontaktelement
	100	optoelektronisches Bauelement
	210	erste Konverterschicht
	220	zweite Konverterschicht
15		

Patentansprüche

1. Optoelektronisches Bauelement (100), umfassend:

- einen optoelektronischen Halbleiterchip (1) mit einer
5 Oberseite (10), der im bestimmungsgemäßen Betrieb
Primärstrahlung emittiert,
- ein Konverterelement (2) auf der Oberseite (10) zur
Konversion der Primärstrahlung, wobei
- das Konverterelement (2) eine Vielzahl von Partikeln aus
10 einem ersten Konvertermaterial (21) umfasst,
- das erste Konvertermaterial (21) zur Konversion der
Primärstrahlung eingerichtet ist und ein erstes
Emissionsspektrum aufweist, das zumindest teilweise im
sichtbaren und/oder nahen infraroten Spektralbereich
15 liegt,
- zumindest 60 % aller Partikel aus dem ersten
Konvertermaterial (21) einen geometrischen
Äquivalentdurchmesser zwischen einschließlich 20 nm und
2,2 µm aufweisen.

2. Optoelektronisches Bauelement (100) nach Anspruch 1,
wobei zumindest 80 % aller Partikel aus dem ersten
Konvertermaterial (21) einen geometrischen
Äquivalentdurchmesser zwischen einschließlich 0,5 µm und 1 µm
25 aufweisen.

3. Optoelektronisches Bauelement (100) nach Anspruch 1 oder
2, wobei

- das Konverterelement (2) eine Vielzahl von Partikeln eines
30 zweiten Konvertermaterials (22) umfasst,
- das zweite Konvertermaterial (22) zur Konversion der
Primärstrahlung eingerichtet ist und ein zweites
Emissionsspektrum aufweist,

- zumindest 60 % aller Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial (22) einen geometrischen Äquivalentdurchmesser von zumindest 1 μm oder höchstens 50 nm aufweisen.

5

4. Optoelektronisches Bauelement (100) nach mindestens Anspruch 3, wobei

- zumindest 80 % aller Partikel aus dem ersten Konvertermaterial (21) in einer ersten Konverterschicht (210) verteilt sind,

10

- zumindest 80 % aller Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial (22) in einer zweiten Konverterschicht (220) verteilt sind,

- die zweite Konverterschicht (220) zwischen der ersten Konverterschicht (210) und dem Halbleiterchip (1) angeordnet ist.

15

5. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei zumindest 70 % des ersten Emissionsspektrums im Spektralbereich zwischen einschließlich 490 nm und 650 nm liegt.

20

6. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der

25 Ansprüche 1 bis 4,

wobei zumindest 70 % des ersten Emissionsspektrums im Spektralbereich zwischen einschließlich 800 nm und 2000 nm liegt.

25

30 7. Optoelektronisches Bauelement (100) nach mindestens Anspruch 3,

30

wobei zumindest 70 % des zweiten Emissionsspektrums im Spektralbereich zwischen einschließlich 600 nm und 780 nm liegt.

5 8. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Halbleiterchip (1) so eingerichtet ist, dass das Spektrum der Primärstrahlung zu zumindest 70 % in einem Wellenlängenbereich zwischen einschließlich 300 nm und 500 nm
10 liegt.

9. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- das Konverterelement (2) ein Matrixmaterial (23) umfasst,
15 in dem die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial (21) eingebettet und verteilt sind,
- ein Brechungsindex für sichtbares Licht des ersten Konvertermaterials (21) um zumindest 0,5 von einem Brechungsindex für sichtbares Licht des Matrixmaterials (23)
20 abweicht.

10. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Halbleiterchip (1) und das Konverterelement (2) so
25 gewählt sind, dass das Bauelement insgesamt weißes Licht mit einer Farbtemperatur zwischen einschließlich 1500 K und 8000 K emittiert.

11. Optoelektronisches Bauelement (100) nach mindestens
30 Anspruch 3,
wobei die Partikel aus dem ersten Konvertermaterial (21) und die Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial (22) in dem Konverterelement (2) miteinander durchmischt sind.

12. Optoelektronisches Bauelement (100) nach einem der
vorhergehenden Ansprüche,
wobei das erste Konvertermaterial (21) auf einem Granat
5 basiert.

13. Optoelektronisches Bauelement (100) nach mindestens
Anspruch 3,
wobei das zweite Konvertermaterial (22) auf einem Nitrid oder
10 Granat oder Halbleitermaterial basiert.

14. Blitzlicht mit einem optoelektronischen Bauelement (100)
nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

15 15. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen
Bauelements (100), umfassend die Schritte:
A) Verteilen von Partikeln aus einem ersten Konvertermaterial
(21) in einem flüssigen oder zähflüssigen Matrixmaterial
(23), wobei
20 – das erste Konvertermaterial (21) zur Konversion einer
Primärstrahlung eingerichtet ist und ein erstes
Emissionsspektrum aufweist, das zumindest teilweise im
sichtbaren Spektralbereich liegt,
– zumindest 60 % aller Partikel aus dem ersten
25 Konvertermaterial (21) einen geometrischen
Äquivalentdurchmesser zwischen einschließlich 20 nm und
2,2 µm aufweisen,
B) Aufbringen der Mischung aus dem Matrixmaterial (23) und
den darin eingebrachten Partikeln aus dem ersten
30 Konvertermaterial (21) auf eine Oberseite (10) eines
Halbleiterchips (1), wobei
– der Halbleiterchip (1) im bestimmungsgemäßen Betrieb die
Primärstrahlung erzeugt,

C) Aushärten der Mischung aus dem Matrixmaterial (23) und den darin eingebrachten Partikeln aus dem ersten Konvertermaterial (21) zu einem Konverterelement (2).

- 5 16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei
- vor dem Schritt B) in einem Schritt A1) Partikel aus einem zweiten Konvertermaterial (22) in das Matrixmaterial (23) eingebracht werden,
 - das zweite Konvertermaterial (22) zur Konversion der
 - 10 Primärstrahlung eingerichtet ist und ein zweites Emissionsspektrum aufweist, das zumindest teilweise im sichtbaren Spektralbereich liegt,
 - zumindest 60 % aller Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial (22) einen geometrischen
 - 15 Äquivalentdurchmesser von zumindest 2,2 µm aufweisen.
17. Verfahren nach Anspruch 16,
- wobei zwischen dem Schritt B) und dem Schritt C) so lange gewartet wird, bis sich aufgrund der unterschiedlichen
- 20 Sedimentationsverhalten der Partikel aus dem ersten Konvertermaterial (21) und der Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial (22) eine erste Konverterschicht (210) und eine zweite Konverterschicht (220) ausgebildet haben, derart dass nach dem Schritt C)
- 25 - zumindest 80 % aller Partikel aus dem ersten Konvertermaterial (21) in der ersten Konverterschicht (210) verteilt sind,
- zumindest 80 % aller Partikel aus dem zweiten Konvertermaterial (22) in der zweiten Konverterschicht
- 30 (220) verteilt sind, und
- die zweite Konverterschicht (220) zwischen der ersten Konverterschicht (210) und dem Halbleiterchip (1) ausgebildet ist.

FIG 1

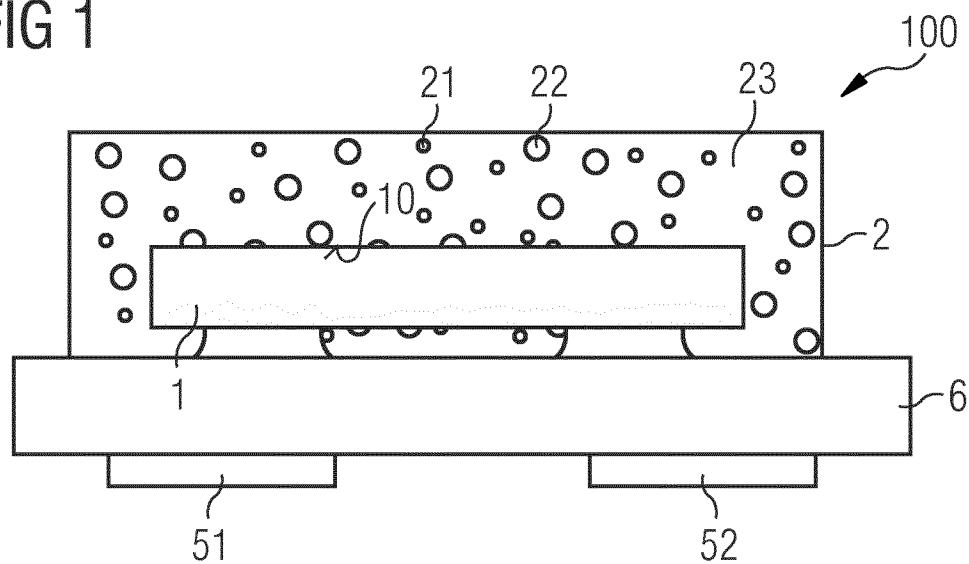


FIG 2

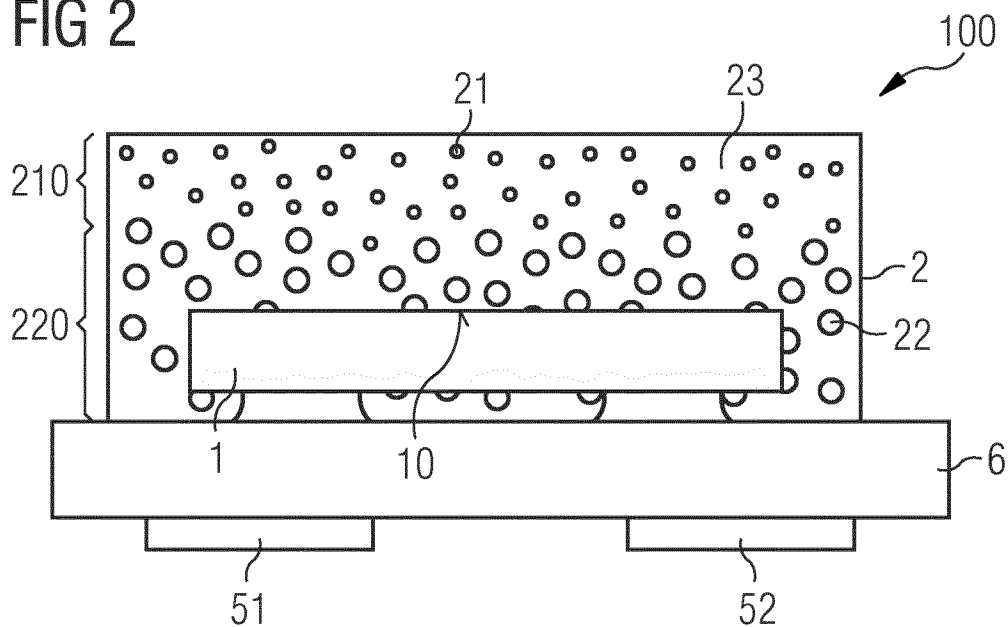


FIG 3

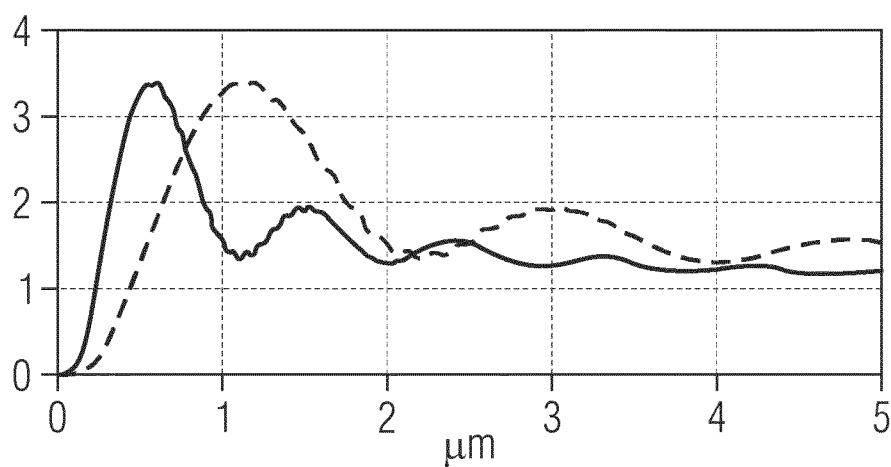


FIG 4A

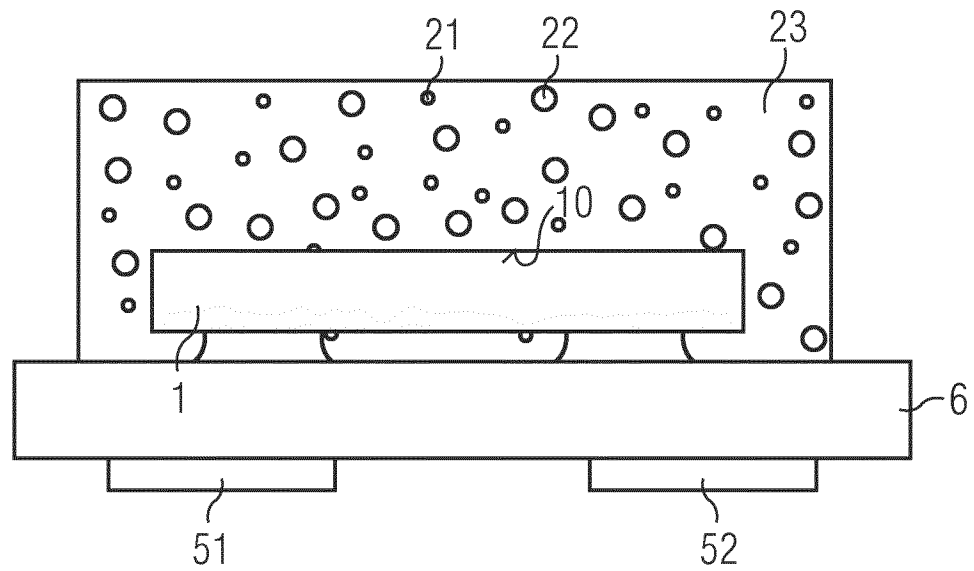
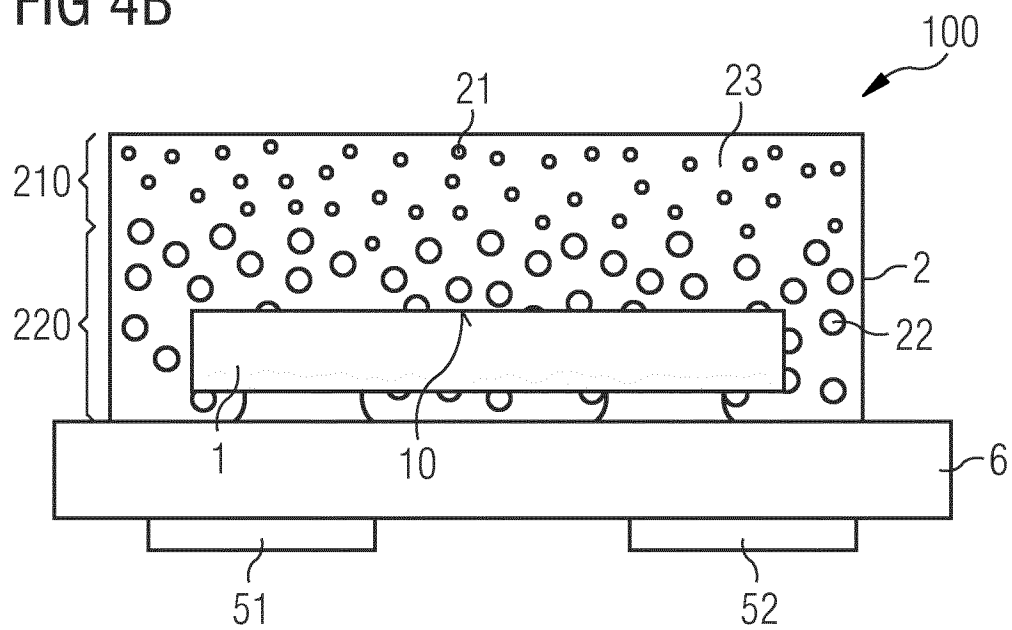


FIG 4B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/074330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 33/50**(2010.01)i

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	US 2008231170 A1 (MASATO FUKUDOME [JP] ET AL) 25 September 2008 (2008-09-25) paragraphs [0087], [0104] - [0224]; claim 1; figures 1-6; tables 1-2	1-17
X	WO 2014023617 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 13 February 2014 (2014-02-13) page 7, line 31 - page 22, line 10; claims 1-18; figures 1-8c	1-17
X	DE 202017001826 U1 (NICHIA CORP [JP]) 11 July 2017 (2017-07-11) paragraphs [0016] - [0059]; figures 1A-3	1-17
X	US 2017166807 A1 (KUZUMOTO YASUTAKA [JP] ET AL) 15 June 2017 (2017-06-15) paragraphs [0084] - [0287]; figures 1-24	1-17
A	WO 2014139834 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 18 September 2014 (2014-09-18) page 8, line 9 - page 24, line 25; figures 1-8	1-17



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

20 November 2018

Date of mailing of the international search report

26 November 2018

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Albrecht, Claus

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/074330

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
US	2008231170	A1	25 September 2008	JP	4653662	B2 16 March 2011
				JP	WO2005071039	A1 06 September 2007
				TW	200531315	A 16 September 2005
				US	2008231170	A1 25 September 2008
				WO	2005071039	A1 04 August 2005
WO	2014023617	A1	13 February 2014	CN	104521015	A 15 April 2015
				DE	102012107290	A1 13 February 2014
				DE	112013003979	A5 28 May 2015
				JP	2015524620	A 24 August 2015
				KR	20150040933	A 15 April 2015
				US	2015200339	A1 16 July 2015
				WO	2014023617	A1 13 February 2014
DE	202017001826	U1	11 July 2017	CN	107425107	A 01 December 2017
				CN	207381430	U 18 May 2018
				DE	102017205819	A1 12 October 2017
				DE	202017001826	U1 11 July 2017
				JP	2017188592	A 12 October 2017
				US	2017294561	A1 12 October 2017
US	2017166807	A1	15 June 2017	CN	106967412	A 21 July 2017
				KR	20170071432	A 23 June 2017
				US	2017166807	A1 15 June 2017
				US	2018251677	A1 06 September 2018
WO	2014139834	A1	18 September 2014	CN	105009312	A 28 October 2015
				DE	102013102482	A1 02 October 2014
				JP	2016510178	A 04 April 2016
				KR	20150127133	A 16 November 2015
				US	2016013369	A1 14 January 2016
				WO	2014139834	A1 18 September 2014

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	US 2008/231170 A1 (MASATO FUKUDOME [JP] ET AL) 25. September 2008 (2008-09-25) Absätze [0087], [0104] - [0224]; Anspruch 1; Abbildungen 1-6; Tabellen 1-2 -----	1-17
X	WO 2014/023617 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 13. Februar 2014 (2014-02-13) Seite 7, Zeile 31 - Seite 22, Zeile 10; Ansprüche 1-18; Abbildungen 1-8c -----	1-17
X	DE 20 2017 001826 U1 (NICHIA CORP [JP]) 11. Juli 2017 (2017-07-11) Absätze [0016] - [0059]; Abbildungen 1A-3 -----	1-17
X	US 2017/166807 A1 (KUZUMOTO YASUTAKA [JP] ET AL) 15. Juni 2017 (2017-06-15) Absätze [0084] - [0287]; Abbildungen 1-24 ----- -/-	1-17

☒ 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

20. November 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/11/2018

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

Albrecht, Claus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2014/139834 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 18. September 2014 (2014-09-18) Seite 8, Zeile 9 - Seite 24, Zeile 25; Abbildungen 1-8 -----	1-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/074330

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2008231170 A1	25-09-2008	JP 4653662 B2	16-03-2011
		JP WO2005071039 A1	06-09-2007
		TW 200531315 A	16-09-2005
		US 2008231170 A1	25-09-2008
		WO 2005071039 A1	04-08-2005

WO 2014023617 A1	13-02-2014	CN 104521015 A	15-04-2015
		DE 102012107290 A1	13-02-2014
		DE 112013003979 A5	28-05-2015
		JP 2015524620 A	24-08-2015
		KR 20150040933 A	15-04-2015
		US 2015200339 A1	16-07-2015
		WO 2014023617 A1	13-02-2014

DE 202017001826 U1	11-07-2017	CN 107425107 A	01-12-2017
		CN 207381430 U	18-05-2018
		DE 102017205819 A1	12-10-2017
		DE 202017001826 U1	11-07-2017
		JP 2017188592 A	12-10-2017
		US 2017294561 A1	12-10-2017

US 2017166807 A1	15-06-2017	CN 106967412 A	21-07-2017
		KR 20170071432 A	23-06-2017
		US 2017166807 A1	15-06-2017
		US 2018251677 A1	06-09-2018

WO 2014139834 A1	18-09-2014	CN 105009312 A	28-10-2015
		DE 102013102482 A1	02-10-2014
		JP 2016510178 A	04-04-2016
		KR 20150127133 A	16-11-2015
		US 2016013369 A1	14-01-2016
		WO 2014139834 A1	18-09-2014
