

(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
2. Juni 2016 (02.06.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/083448 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/077637

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. November 2015 (25.11.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102014117448.8
27. November 2014 (27.11.2014) DE

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

(72) Erfinder: **WINDISCH, Reiner**; Alte Str. 37, 93186
Pettendorf (DE). **SORG, Jörg Erich**; Gozratstr. 12, 93053
Regensburg (DE). **WIRTH, Ralph**; Am Schlag 33, 93138
Lappersdorf (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, 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, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

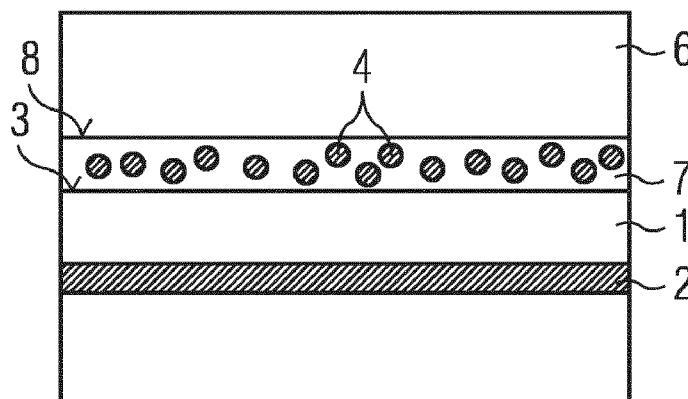
(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR CHIP, METHOD FOR FABRICATING AN OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR CHIP, CONVERSION ELEMENT AND LUMINESCENT MATERIAL FOR A CONVERSION ELEMENT

(54) **Bezeichnung** : OPTOELEKTRONISCHER HALBLEITERCHIP, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERCHIPS, KONVERSIONSELEMENT UND LEUCHTSTOFF FÜR EIN KONVERSIONSELEMENT

FIG 3



(57) **Abstract:** An optoelectronic semiconductor chip having a semiconductor body (1) that is suitable for emitting electromagnetic radiation in a first wavelength range from a radiation exit face (3) is specified. Furthermore, the semiconductor chip comprises a ceramic or monocrystalline conversion platelet (6) that is suitable for converting electromagnetic radiation in the first wavelength range into electromagnetic radiation in a second wavelength range, which is different from the first wavelength range, and a wavelength-converting joining layer (7) that connects the conversion platelet (6) to the radiation exit face (3), wherein the wavelength-converting joining layer (7) has luminescent material particles (4) that are suitable for converting radiation in the first wavelength range into radiation in a third wavelength range, which is different from the first wavelength range and the second wavelength range. The wavelength-converting joining layer (7) furthermore has a thickness of no more than 30 micrometres. A method for fabricating an optoelectronic semiconductor chip, a further semiconductor chip, conversion element and luminescent material are specified.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/083448 A1



KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Es wird ein optoelektronischer Halbleiterchip mit einem Halbleiterkörper (1), der dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs von einer Strahlungsausstrittsfläche (3) auszusenden, angegeben. Außerdem umfasst der Halbleiterchip ein keramisches oder einkristallines Konversionsplättchen (6), das dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in elektromagnetische Strahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs umzuwandeln, der von dem ersten Wellenlängenbereich verschieden ist, und eine wellenlängenkonvertierende Fügeschicht (7), die das Konversionsplättchen (6) mit der Strahlungsausstrittsfläche (3) verbindet, wobei die wellenlängenkonvertierende Fügeschicht (7) Leuchtstoffpartikel (4) aufweist, die dazu geeignet sind, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines dritten Wellenlängenbereichs umzuwandeln, der von dem ersten Wellenlängenbereich und dem zweiten Wellenlängenbereich verschieden ist. Die wellenlängenkonvertierende Fügeschicht (7) weist darüber hinaus eine Dicke von maximal 30 Mikrometer auf. Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips, ein weiterer Halbleiterchip, Konversionselement und Leuchtstoff angegeben.

Beschreibung

Optoelektronischer Halbleiterchip, Verfahren zur Herstellung
eines optoelektronischen Halbleiterchips, Konversionselement
5 und Leuchtstoff für ein Konversionselement

Es werden ein optoelektronischer Halbleiterchip sowie ein
Verfahren zu seiner Herstellung angegeben. Weiterhin werden
ein Konversionselement und ein optoelektronischer
10 Halbleiterchip mit einem Konversionselement angegeben. Es
wird ein Leuchtstoff angegeben.

Ein optoelektronischer Halbleiterchip ist beispielsweise in
der Druckschrift US 2012/0098017 A1 angegeben.

15

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen möglichst
effizienten optoelektronischen Halbleiterchip mit einem
Halbleiterkörper und einem Konversionselement anzugeben.
Weiterhin soll ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen
20 optoelektronischen Halbleiterchips angegeben werden.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Anmeldung ist es, ein
besonders effizientes Konversionselement zur Erzeugung von
warmweißem Licht anzugeben. Bevorzugt soll das
25 Konversionselement dazu geeignet sein, warmweißes Licht mit
Farbtemperaturen zwischen einschließlich 2000 K und
einschließlich 4500 K, besonders bevorzugt zwischen
einschließlich 2500 K und einschließlich 3500 K, zu erzeugen.
Weiterhin soll ein Leuchtstoff angegeben werden, der
30 insbesondere zur Verwendung bei dem Konversionselement
geeignet ist.

Diese Aufgaben werden durch einen optoelektronischen Halbleiterchip mit den Merkmalen des Patentanspruches 1, durch einen optoelektronischen Halbleiterchip mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13, durch ein Verfahren mit den Schritten des Patentanspruches 8 und durch ein Konversionselement mit den Merkmalen des Patentanspruches 11 gelöst.

Vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der optoelektronischen Halbleiterchips, des Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips und des Konversionselementes sind jeweils in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ein optoelektronischer Halbleiterchip umfasst insbesondere einen Halbleiterkörper, der dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs von einer Strahlungsausstrittsfläche auszusenden. Weiterhin umfasst der optoelektronische Halbleiterchip ein keramisches oder ein einkristallines Konversionsplättchen, das dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung des ersten Wellenlängenbereiches in elektromagnetische Strahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs umzuwandeln, der von dem ersten Wellenlängenbereich verschieden ist. Beispielsweise umfasst das keramische Konversionsplättchen eine Keramik oder ist aus einer Keramik gebildet. Beispielsweise ist das einkristalline Konversionsplättchen aus einem einkristallinen Material gebildet oder umfasst ein einkristallines Material. Bevorzugt ist das keramische oder das einkristalline Konversionsplättchen frei von einem Matrixmaterial, wie einem Silikon oder einem Epoxid.

Gemäß einer Ausführungsform des Halbleiterchips ist das Konversionsplättchen mit einer wellenlängenkonvertierenden Fügenschicht mit der Strahlungsaustrittsfläche des Halbleiterkörpers verbunden. Insbesondere erzielt die
5 wellenlängenkonvertierende Fügenschicht eine mechanisch stabile Verbindung zwischen dem Halbleiterkörper und dem Konversionsplättchen. Besonders bevorzugt weist die wellenlängenkonvertierende Fügenschicht einen Klebstoff als Fügematerial auf. Als Fügematerial kann ein Harz verwendet
10 werden, beispielsweise ein Silikon oder Epoxid oder eine Mischung dieser Materialien.

Mit dem Begriff "wellenlängenkonvertierend" ist vorliegend insbesondere gemeint, dass eingestrahlte elektromagnetische
15 Strahlung eines bestimmten Wellenlängenbereichs in elektromagnetische Strahlung eines anderen, bevorzugt längerwelligen, Wellenlängenbereichs umgewandelt wird. In der Regel absorbiert ein wellenlängenkonvertierendes Element elektromagnetische Strahlung eines eingestrahlten
20 Wellenlängenbereiches, wandelt diese durch elektronische Vorgänge auf atomarer und/oder molekularer Ebene in elektromagnetische Strahlung eines anderen Wellenlängenbereiches um und sendet die umgewandelte elektromagnetische Strahlung wieder aus.

25

Gemäß einer Ausführungsform des Halbleiterchips weist die wellenlängenkonvertierende Fügenschicht Leuchtstoffpartikel auf, die dazu geeignet sind, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines dritten
30 Wellenlängenbereichs umzuwandeln, der von dem ersten Wellenlängenbereich und dem zweiten Wellenlängenbereich verschieden ist. Mit anderen Worten verleihen die Leuchtstoffpartikel der wellenlängenkonvertierenden

Fügeschicht die wellenlängenkonvertierenden Eigenschaften. Besonders bevorzugt sind die Leuchtstoffpartikel in das Fügematerial eingebracht.

- 5 Die wellenlängenkonvertierende Fügeschicht weist bevorzugt eine Dicke von maximal 30 Mikrometer auf. Aufgrund der geringen Dicke der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht ist eine besonders effiziente Abführung der Wärme, die bei der Umwandlung der primären Strahlung des ersten
- 10 Wellenlängenbereichs in Strahlung des dritten Wellenlängenbereiches innerhalb der Leuchtstoffpartikel entsteht, möglich. Auf diese Art und Weise ist ein besonders effizienter Betrieb des Halbleiterchips möglich.
- 15 Besonders bevorzugt weist die wellenlängenkonvertierende Fügeschicht eine Dicke auf, die maximal 20 Mikrometer, maximal 15 Mikrometer oder maximal 10 Mikrometer aufweist. Die Dicke der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht kann hierbei herstellungsbedingt über ihre gesamte Fläche
- 20 schwanken. Wird vorliegend von einer "Dicke" der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht gesprochen, so ist hiermit der arithmetische Mittelwert gemeint. Bevorzugt weichen einzelne Messwerte der Dicke nicht mehr als 50 %, besonders bevorzugt nicht mehr als 30 %, von dem
- 25 arithmetischen Mittel ab.

Je dünner die wellenlängenkonvertierende Fügeschicht ausgebildet ist, umso besser kann die im Betrieb entstehende Wärme aus der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht in den Halbleiterkörper abgeleitet werden. Weiterhin wird nicht nur

30 die im Betrieb entstehende Wärme aus der Fügeschicht selber mit Vorteil besonders effizient in den Halbleiterkörper abgeführt. Vielmehr wird auch die im Betrieb in dem

Konversionsplättchen entstehende Wärme über eine möglichst dünne Fügenschicht besonders effizient in den Halbleiterkörper abgeleitet. Allerdings kann die wellenlängenkonvertierende Fügenschicht nicht beliebig dünn ausgeführt werden, da zur

5 Erzielung eines bestimmten Farborts, beispielsweise im warmweißen Bereich der CIE-Normfarbtafel, ein gewisser Anteil an primärer Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs durch die Leuchtstoffpartikel in der wellenlängenkonvertierenden Fügenschicht in Strahlung des zweiten Wellenlängenbereichs

10 umgewandelt werden muss. Da der Anteil der Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs, die von den Leuchtstoffpartikeln in Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs umgewandelt werden, mit der Dicke der wellenlängenkonvertierenden Fügenschicht sinkt, kann die wellenlängenkonvertierende

15 Fügenschicht nicht beliebig dünn ausgestaltet werden, wenn ein bestimmter Farbort im warmweißen Bereich erzielt werden soll.

Bevorzugt liegt eine Untergrenze für die Dicke der wellenlängenkonvertierenden Fügenschicht bei 5 Mikrometer,

20 besonders bevorzugt bei 8 Mikrometer.

Gemäß einer Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterchips ist die Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs blaues Licht, die Strahlung des zweiten

25 Wellenlängenbereichs grünes oder grün-gelbes Licht und die Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs rotes Licht. Mit anderen Worten emittiert der Halbleiterkörper bevorzugt blaues Licht, das von dem Konversionsplättchen teilweise in grünes oder grün-gelbes Licht und von den

30 Leuchtstoffpartikeln teilweise in rotes Licht umgewandelt wird. Besonders bevorzugt emittiert der Halbleiterchip bei dieser Ausführungsform mischfarbiges Licht aus blauem Licht des ersten Wellenlängenbereichs, grünem oder grün-gelbem

Licht des zweiten Wellenlängenbereichs und rotem Licht des dritten Wellenlängenbereichs. Der Farbort des mischfarbigen Lichts liegt hierbei bevorzugt im warmweißen Bereich der CIE-Normfarbtafel. Zur Erzielung eines warmweißen Farborts ist
5 insbesondere ein roter Anteil in der mischfarbigen Strahlung notwendig.

Bevorzugt weist das warmweiße Licht Farbtemperaturen zwischen einschließlich 2000 K und einschließlich 4500 K,
10 besonders bevorzugt zwischen einschließlich 2500 K und einschließlich 3500 K, auf.

Besonders bevorzugt weist das warmweiße Licht einen Farbort auf, der nicht mehr als 10 McAdams-Ellipsen von den Farborten
15 auf der Planckkurve mit einer Farbtemperatur zwischen einschließlich 2000 K und einschließlich 4500 K abweicht. Mit anderen Worten liegt der Farbort des mischfarbigen Lichts bevorzugt in einem Bereich von +/- 10 McAdams-Ellipsen um die Planckkurve bei Farbtemperaturen zwischen einschließlich 2000
20 K und einschließlich 4500 K.

Besonders bevorzugt weist das warmweiße Licht einen Farbort auf, der nicht mehr als 10 McAdams-Ellipsen von den Farborten auf der Planckkurve mit einer Farbtemperatur zwischen
25 einschließlich 2500 K und einschließlich 3500 K abweicht. Mit anderen Worten liegt der Farbort des mischfarbigen Lichts bevorzugt in einem Bereich von +/- 10 McAdams-Ellipsen um die Planckkurve bei Farbtemperaturen zwischen einschließlich 2500 K und einschließlich 3500 K.

30

Die blaue Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs weist bevorzugt eine Dominantwellenlängen zwischen einschließlich 400 Nanometer und einschließlich 480 Nanometer, besonders

bevorzugt zwischen einschließlich 440 Nanometer und einschließlich 460 Nanometer, auf.

Die grüne oder grün-gelbe Strahlung des zweiten

5 Wellenlängenbereichs weist bevorzugt eine Dominantwellenlängen zwischen einschließlich 520 Nanometer und einschließlich 580 Nanometer, besonders bevorzugt zwischen einschließlich 550 Nanometer und einschließlich 570 Nanometer, auf.

10

Die rote Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs weist bevorzugt eine Dominantwellenlängen zwischen einschließlich 590 Nanometer und einschließlich 650 Nanometer, besonders bevorzugt zwischen einschließlich 600 Nanometer und

15 einschließlich 620 Nanometer, auf.

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

25

Bei der Konversion von elektromagnetischer Strahlung in längerwellige elektromagnetische Strahlung entsteht Wärme, die von dem Ort der Konversion abgeleitet werden muss. Wird die Wärme schlecht abgeleitet, so verringert sich die

30 Effizienz der Konversion. Zur Erhöhung der Effizienz ist daher eine besonders gute Wärmeabfuhr vom Ort der Konversion notwendig. Eine Möglichkeit, um eine gute Wärmeabfuhr von dem Ort der Konversion zu erzielen, ist die Verwendung von

keramischen oder einkristallinen Konversionsplättchen, die eine bessere Wärmeabfuhr ermöglichen als beispielsweise harzbasierte Konversionselemente, bei denen Leuchtstoffpartikel in ein Harz eingebracht sind. Aus diesem Grund wird zur Erzeugung von Strahlung des zweiten, beispielsweise grün oder grün-gelben, Wellenlängenbereichs vorliegend auch ein keramisches oder einkristallines Konversionsplättchen vorgeschlagen.

Grundsätzlich wäre die Verwendung eines weiteren Konversionsplättchen denkbar, das Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs zumindest teilweise in Strahlung des dritten, beispielsweise roten, Wellenlängenbereichs umwandelt. Hierdurch ist zwar eine bessere Entwärmung möglich, allerdings erhöht sich der Montageaufwand der Konversionsplättchen deutlich, da beide exakt positioniert werden müssen. Weiterhin wird bei der Stapelung zweier unterschiedlicher Konversionsplättchen eine zusätzliche Klebstoffschicht notwendig, um die beiden Konversionsplättchen aneinander zu befestigen. Diese zusätzliche Klebstoffschicht verringert wiederum die Wärmeleitfähigkeit der gestapelten Konversionsplättchen. Zudem weist die Kombination einer wellenlängenkonvertierenden Fügenschicht mit einem keramischen oder einkristallinen Konversionsplättchen zur Erzeugung von warmweißem Licht gegenüber gestapelten Konversionsplättchen den Vorteil auf, dass ein großer Teil der bei der Konversion entstehenden Wärme in der wellenlängenkonvertierenden Fügenschicht entsteht und daher nur einen geringeren Weg durch die Fügenschicht hindurch zurücklegen muss. Aus diesem Grund kann die hier vorgeschlagene Konfiguration aus wellenlängenkonvertierender Fügenschicht und Konversionsplättchen einer gestapelten Anordnung zweier Konversionsplättchen überlegen sein. Das

Gleiche gilt für eine Anordnung eines warmweißen keramischen Konversionsplättchen, das mit einer transparenten Fügeschicht auf einem Halbleiterkörper befestigt ist.

- 5 Die vorliegende Anmeldung macht sich unter anderem die Idee zu eigen, zur Konversion primärer Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs ein Konversionsplättchen zu verwenden, das eine verbesserte Wärmeabfuhr aufweist und die
- 10 Fügeschicht, die das Konversionsplättchen mit der Strahlungsaustrittsfläche des Halbleiterkörpers mechanisch verbindet, wellenlängenkonvertierend auszubilden. Um die Fügeschicht wellenlängenkonvertierend auszubilden, werden in das Fügematerial der Fügeschicht Leuchtstoffpartikel
- 15 eingebracht, die primäre Strahlung des Halbleiterkörpers in elektromagnetische Strahlung eines dritten Wellenlängenbereichs umwandeln. Vorliegend erfüllt die Fügeschicht somit neben der Aufgabe, Halbleiterkörper und Konversionsplättchen mechanisch miteinander zu verbinden,
- 20 auch noch die Aufgabe, Strahlung des Halbleiterkörpers zu konvertieren.

- Die wellenlängenkonvertierende Fügeschicht, bei der Leuchtstoffpartikel in ein Fügematerial wie einem Silikon
- 25 eingebracht sind, weist gegenüber einer transparenten Fügeschicht, die nur aus dem Fügematerial wie einem Silikon gebildet ist und bevorzugt frei ist von Leuchtstoffpartikeln eine erhöhte spezifische Wärmeleitfähigkeit auf. Die erhöhte spezifische Wärmeleitfähigkeit ergibt sich aus der höheren
- 30 spezifischen Wärmeleitfähigkeit der Leuchtstoffpartikel gegenüber der spezifischen Wärmeleitfähigkeit des Fügematerials. Vorliegend werden besonders bevorzugt hohe Konzentrationen an Leuchtstoffpartikeln, etwa zwischen

einschließlich 50 Gew% und einschließlich 70 Gew%, in das Fügematerial eingebracht. Derart hohe Konzentrationen an Leuchtstoffpartikeln führen in der Regel zu einer Erhöhung der spezifischen thermischen Wärmeleitfähigkeit der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht gegenüber einer transparenten Fügeschicht ohne Leuchtstoffpartikeln um 50% bis 100%. Hierdurch unterscheidet sich beispielsweise die thermische Leitfähigkeit einer wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht mit einer Dicke von zirka 10 Mikrometer von der thermischen Leitfähigkeit einer transparenten Fügeschicht mit einer Dicke von etwa 5 Mikrometer nur noch geringfügig.

Weiterhin ist es vorliegend vorgesehen, die Wärmeabfuhr von der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht zu verbessern, indem deren Dicke 30 Mikrometer nicht übersteigt.

Aufgrund der großen Stokes-Verschiebung entsteht bei der Konversion von blauem Licht in rotes Licht besonders viel Wärme, die von den Leuchtstoffpartikeln abgeleitet werden muss. Daher ist insbesondere bei der Konversion von blauem Licht des Halbleiterkörpers in rotes Licht durch die Leuchtstoffpartikel in der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht eine geringe Dicke der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht zur Verbesserung der Wärmeabfuhr besonders sinnvoll.

Besonders bevorzugt weisen die Leuchtstoffpartikel einen Leuchtstoff auf oder sind aus einem Leuchtstoff gebildet, der mit Europium als Aktivator dotiert ist, wobei die Konzentration des Europiums bevorzugt mindestens 1 mol%, bevorzugt mindestens 1,5 mol%, bevorzugt mindestens 2 mol% und besonders bevorzugt mindestens 3 mol% beträgt. Der Aktivator eines Leuchtstoffs ist in der Regel ein Fremdion,

das in ein Wirtsgitter eingebracht ist und dort einen Gitterplatz besetzt. Die Aktivatorionen bilden den aktiven Teil des Leuchtstoffs. Sie werden durch die eingestrahlte elektromagnetische Strahlung, auch primäre Strahlung genannt, in einen angeregten elektronischen Zustand gebracht. Durch Abgabe elektromagnetischer Strahlung geht das Aktivatorion wieder in seinen Grundzustand über. Die abgegebene Strahlung ist die konvertierte Strahlung des zweiten Wellenlängenbereichs. Sie weist in der Regel größere Wellenlängen auf als die eingestrahlte Strahlung.

Der von einem Leuchtstoffpartikel absorbierte Anteil an primärer, beispielsweise blauer, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs ist näherungsweise proportional zur Konzentration an Aktivatorionen wie etwa Europiumionen, da diese den optisch aktiven Teil des Leuchtstoffs bilden. Je größer die Konzentration an Aktivatorionen in dem Leuchtstoff ist, desto weniger Menge an Leuchtstoff ist für den gewünschten Konversionsgrad erforderlich. Daher kann mit einer erhöhten Dotierung an Aktivatorionen mit Vorteil eine dünnere wellenlängenkonvertierende Fügenschicht realisiert werden, die eine bessere thermische Anbindung des Konversionsplättchens an den Halbleiterkörper gewährleistet als eine dickere wellenlängenkonvertierende Fügenschicht.

Als Leuchtstoff ist beispielsweise ein (Sr,Ca)AlSiN₃-Leuchtstoff oder ein 226-Leuchtstoff geeignet. Diese Leuchtstoffe sind besonders bevorzugt dazu geeignet, blaues Licht in rotes Licht umzuwandeln.

Bei einem 226-Leuchtstoff handelt es sich beispielsweise um einen Leuchtstoff, der eine anorganische Substanz beinhaltet, die in ihrer Zusammensetzung zumindest das Element D, das

Element Al, das Element AX, das Element SX und das Element NX beinhaltet, wobei D eines, zwei oder mehrere Elemente aus der Gruppe Mn, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Er, Tm

Alkalimetalle (Li, Na, K, Rb, Cs) und Yb darstellt, Al eines,

5 zwei oder mehrere Elemente aus der Gruppe der divalenten Metalle darstellt, die nicht in D beinhaltet sind, SX eines, zwei oder mehrere Elemente aus der Gruppe der tetravalenten Metalle darstellt, AX eines, zwei oder mehrere Elemente aus der Gruppe der trivalenten Metalle darstellt, und NX eines,
10 zwei oder mehrere Elemente aus der Gruppe O, N, S, C, Cl, F darstellt). Die 226-Leuchtstoffe weisen hierbei dieselbe Kristallstruktur auf, wie $\text{Sr}(\text{Sr}_a\text{Ca}_{1-a})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6$.

Im Folgenden wird ein 226-Leuchtstoff, der „dieselbe

15 Kristallstruktur aufweist, wie $\text{Sr}(\text{Sr}_a\text{Ca}_{1-a})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6$ “ als ein 226-Leuchtstoff definiert, der neben der Raumgruppe $P2_1$ weiterhin auch in einer der Raumgruppen 1 bis 3 gemäß der International Tables Crystallography A, also in folgenden Raumgruppen beschrieben werden kann: $P1$, $P2$, $P\bar{1}$ und dessen
20 Länge der chemischen Bindungen zwischen den Elementen Al-N und Si-N berechnet aus den Gitterkonstanten und Atomkoordinaten gemäß einer Rietveld-Analyse innerhalb eines Wertes von $\pm 15\%$ der in Figur 7 beschriebenen Werte liegt.

25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Raumgruppe des 226-Leuchtstoffs monoklin $P2_1$.

Besonders bevorzugt weist die Kristallstruktur des 226-

30 Leuchtstoff gegenüber der Kristallstruktur eines $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3$ -Leuchtstoffs eine doppelte so große Einheitszelle auf.

Aufgrund seiner kristallographischen Struktur ist ein 226-Leuchtstoff insbesondere dazu geeignet, mit einer vergleichsweise hohen Europiumdotierung versehen zu werden. Bevorzugt ist der 226-Leuchtstoff mit mindestens 1 mol%,
5 bevorzugt mit mindestens 1,5 mol%, bevorzugt mit mindestens 2 mol% und besonders bevorzugt mit mindestens 3 mol% dotiert. Beispielsweise im Unterschied zu einem (Sr,Ca)AlSiN₃-Leuchtstoff ist es bei einem 226-Leuchtstoff möglich diesen mit den genannten hohen Europiumdotierungen zu versehen, da
10 bei einem 226-Leuchtstoff im Unterschied zu einem (Sr,Ca)AlSiN₃-Leuchtstoff keine Abnahme der Effizienz mit Europiumdotierungen über 1 mol% erfolgt. Grund hierfür ist die veränderte Kristallstruktur des 226-Leuchtstoffs, die dem Aktivatoratom ein größeres Platzangebot zur Verfügung stellt.

15 Weiterhin kann ein 226-Leuchtstoff auch der allgemeinen Formel $\text{Sr}(\text{Sr}_a\text{M}_{1-a})\text{Si}_2\text{Al}_2(\text{N},\text{X})_6:\text{D},\text{A},\text{B},\text{E},\text{G},\text{L}$ entsprechen, wobei M ausgewählt ist aus Ca, Ba, Mg allein oder in Kombination und A ausgewählt ist aus zweiwertigen zu M und D
20 unterschiedlichen Metallen. B entspricht hierbei dreiwertigen Metallen, E entspricht hierbei einwertigen Metallen, G entspricht hierbei vierwertigen Elementen und L entspricht hierbei dreiwertigen Elementen. Der Begriff „226-Leuchtstoff“ ergibt sich hierbei aus den Anteilen an Silizium, Aluminium
25 und Nitrid entsprechend der genannten stöchiometrischen Formel.

Ein 226-Leuchtstoff weist besonders bevorzugt die allgemeine Summenformel $\text{Sr}(\text{Sr}_a\text{M}_{1-a})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6:\text{D}$ auf, wobei M ausgewählt ist
30 aus der Gruppe Ca, Ba, Zn, Mg und/oder Li. D ist bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe Mn, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Er, Tm und Yb. Besonders bevorzugt ist D = Ce und Eu.

Ein 226-Leuchtstoff zur Emission von rotem Licht weist beispielsweise die allgemeine Summenformel $\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x}\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$ auf, wobei $0,8 < x \leq 1$, wobei zwischen einschließlich 0,1 % und 5 % der Sr-, Ca- und/oder Sr/Ca-Gitterplätze durch Eu
 5 ersetzt sind, und wobei in der Röntgenstrukturanalyse der Leuchtstoff in orthorhombischer Beschreibung einen Reflex mit den Miller'schen Indizes $1\bar{2}1$ aufzeigt.

Die Zusammensetzung eines 226-Leuchtstoffs kann gemäß einer
 10 Ausführungsform mit der Summenformel $\text{Sr}(\text{Sr}_a\text{Ca}_{1-a})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6:\text{Eu}$ beschrieben werden. Dies entspricht der nominellen Zusammensetzung des Leuchtstoffs gemäß der Zusammensetzung der Einwaage. Das tatsächlich vorliegende Si:Al-Verhältnis kann jedoch auch von 2:2 abweichen, was durch einen Parameter
 15 d ausgedrückt werden kann. Ein möglicher Wert von d liegt beispielsweise zwischen 0 und 0.1, Randwerte einschließlich. Eine röntgenographische Unterscheidung von Si und Al ist nicht möglich.

20 Ebenso ist es möglich, dass der fertige Leuchtstoff andere weitere Elemente enthält, die beispielsweise über Verunreinigungen oder Flussmittel in der Ansatzmischung oder während der Synthese eingebracht werden, insbesondere (aber nicht ausschließlich) Bor und/oder Kohlenstoff und/oder
 25 Sauerstoff und/oder Halogene wie zum Beispiel Fluor oder Chlor. Durch eventuelle Abdampfungen einzelner Komponenten kann es auch zu statistischen Unterbesetzungen einzelner Lagen kommen. Auch dieser Effekt ist mit röntgenographischer Analyse nicht beziehungsweise nur sehr schwer detektierbar.
 30 Deshalb ist kann auch eine Summenformel des Typs $\text{Sr}_{1-e}(\text{Sr}_a\text{Ca}_{1-a})_{1-g}(\text{Si},\text{C})_{2+d}(\text{Al},\text{B})_{2-d}(\text{N},\text{O},\text{F},\text{Cl},\text{C})_6:\text{Eu}$ eine mögliche Beschreibung eines tatsächlich vorliegenden 226-Leuchtstoffs sein.

226-Leuchtstoffe sind in der Druckschrift PCT/EP2014/071544 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt hiermit explizit durch Rückbezug in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

5 Insbesondere werden die Teile der Druckschrift PCT/EP2014/071544 explizit durch Rückbezug in die vorliegende Anmeldung aufgenommen, die sich auf die oben genannten Leuchtstoffe, ihre Eigenschaften sowie die Verfahren zu ihrer Herstellung beziehen.

10

Besonders bevorzugt sind die Leuchtstoffpartikel aus einem 226-Leuchtstoff gebildet. 226-Leuchtstoffe weisen mit Vorteil ein besonders schmalbandiges Emissionsspektrum auf, das im Vergleich zu herkömmlichen roten Leuchtstoffen einen besseren
15 Überlapp mit der spektralen Empfindlichkeit des menschlichen Auges aufweist. Aus diesem Grund sind 226-Leuchtstoffe dazu geeignet, zusammen mit einem grün oder grün-gelb emittierenden Leuchtstoff und einer primären blauen Anregungsstrahlung effizient warmweißes Licht zu erzeugen.

20

Daher kann mit Leuchtstoffpartikeln aus einem 226-Leuchtstoff mit Vorteil eine besonders dünne wellenlängenkonvertierende Fügenschicht ausgebildet werden, die trotzdem genügend Strahlung des Halbleiterkörpers aus dem ersten, bevorzugt
25 blauen, Wellenlängenbereich in Strahlung des dritten, bevorzugt roten, Wellenlängenbereichs umwandelt, um einen gewünschten Farbort, beispielsweise im warmweißen Bereich, zu erzielen.

30

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterchips weisen die Leuchtstoffpartikel einen 226-Leuchtstoff auf oder sind aus einem 226-Leuchtstoff gebildet und die

wellenlängenkonvertierende Fügeschicht weist eine Dicke von maximal 15 Mikrometern, bevorzugt von maximal 10 Mikrometern auf.

5 Besonders bevorzugt weisen die Leuchtstoffpartikel in der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht eine vergleichsweise hohe Konzentration auf. Besonders bevorzugt liegt die Konzentration der Leuchtstoffpartikel in der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht zwischen
10 einschließlich 50 Gew% und einschließlich 70 Gew%. Eine hohe Konzentration an Leuchtstoffpartikeln führt mit Vorteil zu einer verbesserten Wärmeabfuhr aus der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht.

15 Besonders bevorzugt weisen die Leuchtstoffpartikel einen Durchmesser auf, der die Dicke der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht nicht übersteigt.

Zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips wird
20 ein Fügematerial bereitgestellt, in das Leuchtstoffpartikel eingebracht sind. Beispielsweise werden zunächst Leuchtstoffpartikel in ein Fügematerial, wie ein Harz, eingebracht. Alternativ kann als Fügematerial auch eine Konversionsfolie bereitgestellt werden. Eine
25 Konversionsfolie, die geeignet ist als Fügematerial verwendet zu werden, umfasst beispielsweise ein vorvernetztes Harz, etwa ein Silikon, in das Leuchtstoffpartikel eingebracht sind. Die Konversionsfolie ist besonders bevorzugt zwar vorvernetzt aber noch nicht vollständig ausgehärtet. Eine
30 derartige Konversionsfolie mit einem vorvernetztem Harz ist mit Vorteil haftfähig und kann daher als Fügematerial verwendet werden.

Die Verwendung einer Konversionsfolie als Fügematerial bietet den Vorteil, die in die wellenlängenkonvertierende Fügeschicht eingebrachte Menge an Leuchtstoffpartikeln gut kontrollieren zu können. Dies ermöglicht die Herstellung von
5 Halbleiterchips, bei denen der Farbort der ausgesandten Strahlung besonders genau eingestellt werden kann.

In einem nächsten Schritt wird das Fügematerial mit den Leuchtstoffpartikeln auf eine Strahlungsausstrittsfläche eines
10 Halbleiterkörpers aufgebracht. Alternativ kann das Fügematerial auch auf eine Hauptfläche des Konversionsplättchens aufgebracht werden.

Schließlich wird ein keramisches oder ein einkristallines
15 Konversionsplättchen oder ein Halbleiterkörper auf das Fügematerial aufgesetzt und das Fügematerial ausgehärtet. So entsteht eine wellenlängenkonvertierende Fügenschicht, die das Konversionsplättchen mit der Strahlungsausstrittsfläche des Halbleiterkörpers verbindet.

20 Das Fügematerial mit den Leuchtstoffpartikeln kann beispielsweise auf die Strahlungsausstrittsfläche des Halbleiterkörpers mittels eines Sprühverfahrens oder mittels Drucken aufgebracht werden. Auch mittels Drucken des
25 Fügematerials können Halbleiterchips erzeugt werden, bei denen der Farbort der ausgesandten Strahlung besonders genau eingestellt werden kann.

Dem Fügematerial mit den Leuchtstoffpartikeln kann ein
30 Lösungsmittel, wie beispielsweise Toluol, beigefügt werden, um die Viskosität der Mischung entsprechend anzupassen.

Gemäß einer Ausführungsform weist das keramische oder einkristalline Konversionsplättchen einen der folgenden Leuchtstoffe auf oder ist aus einem der folgenden Leuchtstoffe gebildet: YAG, LuYAG oder LuAG. Bevorzugt weist
5 das Konversionsplättchen einen Leuchtstoff mit der chemischen Formel $(\text{Lu}, \text{Y})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ auf oder ist aus einem derartigen Leuchtstoff gebildet. Besonders bevorzugt weist das keramische oder einkristalline Konversionsplättchen einen der folgenden Leuchtstoffe auf oder ist aus einem der
10 folgenden Leuchtstoffe gebildet: $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, $(\text{Lu}, \text{Y})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Y}(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, $(\text{Lu}, \text{Y})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$.

Diese Leuchtstoffe sind insbesondere dazu geeignet, primäre Strahlung aus dem blauen Wellenlängenbereich in grüne oder
15 grüne-gelbe Strahlung eines zweiten Wellenlängenbereiches umzuwandeln.

Weiterhin ist es auch möglich, auf Basis eines keramischen oder einkristallinen Konversionsplättchens, das dazu geeignet
20 ist, elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs in elektromagnetische Strahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs umzuwandeln, der vom ersten Wellenlängenbereich verschieden ist, ein Konversionselement anzugeben. Das Konversionselement umfasst neben dem
25 Konversionsplättchen eine Konversionsschicht, die aus einem Harz gebildet ist, in das Leuchtstoffpartikel eingebracht sind. Die Konversionsschicht ist hierbei auf eine Hauptfläche des Konversionsplättchens aufgebracht. Die Konversionsschicht steht bevorzugt in direktem Kontakt mit dem
30 Konversionsplättchen. Besonders bevorzugt weist die Konversionsschicht eine Dicke auf, die nicht größer ist als 30 Mikrometer. Das Konversionselement kann vorliegend

räumlich getrennt von dem Halbleiterkörper hergestellt werden.

Das Konversionselement macht sich die Idee zu eigen, eine
5 sehr dünne Konversionsschicht zur Umwandlung primärer
Strahlung eines ersten, bevorzugt blauen Wellenlängenbereichs
in einen dritten, bevorzugt roten Wellenlängenbereich auf das
keramische Konversionsplättchen aufzubringen. Mit anderen
Worten wird eine mit Leuchtstoffpartikeln gefüllte
10 Harzschicht, wie sie oben als wellenlängenkonvertierende
Fügeschicht bereits beschrieben wurde, auf das
Konversionsplättchen aufgebracht. Im Unterschied zu dem oben
beschriebenen Halbleiterchip, bei dem die mit
Leuchtstoffpartikeln gefüllte Harzschicht zur
15 Wellenlängenkonversion und zur Fixierung des
Konversionsplättchens gleichzeitig dient, ist die
Konversionsschicht bei dem Konversionselement nur zur
Wellenlängenkonversion vorgesehen. Ansonsten können die
weiter oben in Zusammenhang mit der
20 wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht beschriebenen
Merkmale ebenso bei der Konversionsschicht ausgebildet sein.

Besonders bevorzugt ist das Konversionselement aus dem
Konversionsplättchen und der Konversionsschicht gebildet.

25 Insbesondere ist das Konversionselement bevorzugt dazu
geeignet, mit einem Halbleiterkörper zusammen, der blaues
Licht als elektromagnetische Strahlung des ersten
Wellenlängenbereichs aussendet, mischfarbige Strahlung aus
30 dem warmweißen Bereich der CIE-Normfarbtafel auszusenden.

Das Konversionselement weist den Vorteil auf, dass dessen
wellenlängenkonvertierenden Eigenschaften vor dem Aufbringen

auf einen Halbleiterkörper charakterisiert werden können. So können mehrere Konversionselemente nach erzielten Farborten sortiert werden.

- 5 Ein optoelektronischer Halbleiterchip weist beispielsweise einen Halbleiterkörper auf, der dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung eines ersten, bevorzugt blauen, Wellenlängenbereichs von seiner Strahlungsausstrittsfläche auszusenden.

10

Weiterhin weist der optoelektronische Halbleiterchip bevorzugt ein Konversionselement auf. Das Konversionselement ist dem Halbleiterkörper bevorzugt in dessen Hauptabstrahlrichtung nachgeordnet. Besonders bevorzugt ist
15 das Konversionselement auf die Strahlungsausstrittsfläche des Halbleiterkörpers aufgebracht. Das Konversionselement ist hierbei besonders bevorzugt derart angeordnet, dass die Konversionsschicht der Strahlungsausstrittsfläche des Halbleiterkörpers zugewandt ist.

20

Besonders bevorzugt ist das Konversionselement mit einer transparenten Fügenschicht auf der Strahlungsausstrittsfläche des Halbleiterkörpers befestigt. Die transparente Fügenschicht steht hierbei bevorzugt in direktem Kontakt mit der
25 Strahlungsausstrittsfläche des Halbleiterkörpers und der Konversionsschicht des Konversionselementes. Die transparente Fügenschicht ist besonders bevorzugt durchlässig für sichtbares Licht und insbesondere frei von wellenlängenkonvertierenden Eigenschaften. Beispielsweise ist
30 die transparente Fügenschicht aus Silikon gebildet oder weist ein Silikon auf. Die transparente Fügenschicht ist besonders bevorzugt nicht dicker als 5 Mikrometer.

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

5 Anhand der schematischen Schnittdarstellungen der Figuren 1 bis 3 wird ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips gemäß einem Ausführungsbeispiel erläutert, wobei Figur 3 eine
10 schematische Schnittdarstellung eines fertigen optoelektronischen Halbleiterchips gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel zeigt.

Figur 4 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips gemäß einem
15 weiteren Ausführungsbeispiel.

Figur 5 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines Konversionselements gemäß einem
20 Ausführungsbeispiel.

Figur 6 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

25 Anhand der Figuren 7 bis 10 werden Leuchtstoffe näher erläutert, wie sie vorliegend eingesetzt werden können.

30 Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente, insbesondere

Schichtdicken, zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

Bei dem Verfahren gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figuren 1 bis 3 wird zunächst ein Halbleiterkörper 1 bereitgestellt. Der Halbleiterkörper 1 weist eine aktive Zone 2 auf, die dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereiches von einer Strahlungsausstrittsfläche 3 des Halbleiterkörpers 1 auszusenden (Figur 1). Der Halbleiterkörper 1 emittiert vorliegend blaues Licht mit einer Dominantwellenlänge von 450 Nanometer. Der Halbleiterkörper 1 basiert vorliegend auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial. Nitrid-Verbindungshalbleitermaterialien sind Verbindungshalbleitermaterialien, die Stickstoff enthalten, wie die Materialien aus dem System $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ mit $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x+y \leq 1$.

In einem nächsten Schritt werden Leuchtstoffpartikel 4 in ein Fügmaterial, etwa ein Silikon, eingebracht (nicht dargestellt). Die Leuchtstoffpartikel 4 weisen vorliegend einen CaAlSiN-Leuchtstoff auf oder sind aus einem CaAlSiN-Leuchtstoff gebildet. Der CaAlSiN-Leuchtstoff entspricht beispielsweise der Formel $(\text{Sr},\text{Ca})\text{AlSiN}_3$ und ist dazu geeignet, blaues Licht, das von dem Halbleiterkörper 1 ausgesandt wird, in rotes Licht mit einer Dominantwellenlänge von 603 Nanometer umzuwandeln. Der Durchmesser der Leuchtstoffpartikel 4 übersteigt 20 Mikrometern nicht.

Das Fügmaterial mit den Leuchtstoffpartikeln 4 wird als Schicht 5 auf die Strahlungsausstrittsfläche 3 des Halbleiterkörpers 1 aufgebracht, beispielsweise durch Sprühen (Figur 2).

Anschließend wird ein keramisches oder einkristallines Konversionsplättchen 6 auf die Schicht 5 aus dem Fügematerial mit den Leuchtstoffpartikeln 4 aufgesetzt. Das

5 Konversionsplättchen 6 ist dazu geeignet, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs, also vorliegend blaues Licht des Halbleiterkörpers 1, in grüne oder grün-gelbe Strahlung umzuwandeln.

10 Schließlich wird das Fügematerial ausgehärtet und es entsteht eine wellenlängenkonvertierende Fügeschicht 7, die den Halbleiterkörper 1 mechanisch stabil mit dem Konversionsplättchen 6 verbindet (Figur 3). Die wellenlängenkonvertierende Fügeschicht 7 weist eine Dicke von
15 zirka 20 Mikrometer auf. Die Konzentration der Leuchtstoffpartikel 4 innerhalb der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht 7 beträgt vorliegend zirka 54 Gew%.

20 Das Konversionsplättchen 6 ist aus einem Leuchtstoff mit der folgenden Formel gebildet oder weist einen Leuchtstoff mit der folgenden Formel auf: $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, wobei der Cer-Gehalt 1 mol-% beträgt.

25 Der optoelektronische Halbleiterchip gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 3 sendet im Betrieb mischfarbige Strahlung aus, die aus primärem blauem Licht des Halbleiterkörpers 1, durch die Leuchtstoffpartikel 4 konvertiertem rotem Licht sowie durch das
30 Konversionsplättchen 6 konvertiertem grünem/grün-gelbem Licht besteht. Der CRI-Wert ("*Color Rendering Index*" für Farbwiedergabewert) dieses Lichtes beträgt in etwa 92. Besonders bevorzugt weist das mischfarbige Licht einen

Farbort im warmweißen Bereich der CIE-Normfarbtafel von beispielsweise 2700 K auf.

Eine Simulation der Temperatur an einer Hauptfläche 8 der wellenlängenkonvertierenden Fügenschicht 7 unter Annahme einer Umgebungstemperatur von 80 °C und einer Stromdichte innerhalb des Halbleiterkörpers 1 von 2 A/mm² ergibt einen Wert von zirka 155 °C. Diese Simulation beruht auf den Konversionsverlusten innerhalb der

wellenlängenkonvertierenden Fügenschicht 7, die in Wärme umgewandelt werden. Eine Temperatur von 155 °C liegt zwar nahe der maximal zulässigen Dauerbetriebstemperatur von Silikon von 160 °C, jedoch noch nicht darüber. Zudem lässt sich der Halbleiterchip mit höheren Stromdichten

beaufschlagen als Halbleiterchips mit rein harzbasierten, dicken Konversionsschichten, die typischerweise maximale Stromdichten von 1 A/mm² bis 1,5 A/mm² aufweisen. Daher ist der optoelektronische Halbleiterchip gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 3 nicht nur dazu geeignet, warmweißes Licht effizient mit einem hohen Farbwiedergabeindex und hoher Leuchtdichte auszusenden, sondern weist darüber hinaus auch eine hohe Lebensdauer auf.

Der optoelektronische Halbleiterchip gemäß dem

Ausführungsbeispiel der Figur 4 weist im Unterschied zu dem optoelektronischen Halbleiterchip gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 3 Leuchtstoffpartikel 4 in der wellenlängenkonvertierenden Fügenschicht 7 auf, die einen 226-Leuchtstoff aufweisen oder aus einem 226-Leuchtstoff gebildet sind. Der 226-Leuchtstoff sendet bei Anregung mit blauem Licht des Halbleiterkörpers 1 rotes Licht mit einer Dominantwellenlänge von 601 Nanometer aus. Der Durchmesser der Leuchtstoffpartikel 4 übersteigt vorliegend 10 Mikrometer

nicht. Entsprechend ist auch die Dicke der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht 7 nicht größer als 10 Mikrometer. Eine derartige Reduktion der Dicke der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht 7 wäre bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 3 nicht möglich, da der Konversionsgrad des dort verwendeten CaAlSiN-Leuchtstoffes nicht ausreicht. Die Konzentration der Leuchtstoffpartikel 4 in der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht 7 weist vorliegend einen Wert von zirka 59 Gew% auf. Das mischfarbige Licht bestehend aus blauem Licht des Halbleiterkörpers 1, grünen/grün-gelbem Licht des Konversionsplättchens 6 und rotem Licht der Leuchtstoffpartikel 4, das von dem Halbleiterchip gemäß der Figur 4 ausgesandt wird, weist einen CRI-Wert von zirka 93 auf.

Eine Simulation der Temperatur einer Hauptfläche 8 der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht 7 des Halbleiterchips gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 4, liefert als höchsten Wert 146 °C. Dies bedeutet, dass der optoelektronische Halbleiterchip bei einer um 10 °C höheren Umgebungstemperatur betrieben werden könnte als der Halbleiterchip gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 3. Alternativ könnte die Stromdichte, mit dem der Halbleiterchip beaufschlagt wird, um 10 % auf 2,2 A/mm² erhöht werden. Mit derart geänderten Werten ergibt sich jeweils eine simulierte Temperatur von 155 °C als maximale Temperatur der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht 7.

Das Konversionselement 9 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 5 weist ein keramisches oder einkristallines Konversionsplättchen 6 auf, das dazu geeignet ist, Strahlung eines ersten Wellenlängenbereiches, bevorzugt blaues Licht, in Strahlung eines zweiten Wellenlängenbereiches, bevorzugt

grünes/grün-gelbes Licht umzuwandeln. Auf eine Hauptfläche 10 des Konversionsplättchens 6 ist eine Konversionsschicht 11 aufgebracht. Die Konversionsschicht 11 ist aus einem Harz gebildet, in das Leuchtstoffpartikel 4 eingebracht sind. Die 5 Leuchtstoffpartikel 4 sind dazu geeignet, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines dritten Wellenlängenbereiches, vorzugsweise rotes Licht, umzuwandeln, Die Dicke der Konversionsschicht 11 weist vorliegend besonders bevorzugt einen Wert auf, der nicht größer als 30 10 Mikrometer und besonders bevorzugt nicht größer als 20 Mikrometer ist.

Der optoelektronische Halbleiterchip gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 6 weist einen Halbleiterkörper 15 1 auf, wie er bereits anhand Figur 1 beschrieben wurde. Auf die Strahlungsausstrittsfläche 3 des Halbleiterkörpers 1 ist ein Konversionselement 9 aufgebracht, wie es anhand der Figur 5 bereits beschrieben wurde. Das Konversionselement 9 ist mit einer transparenten Fügenschicht 12, beispielsweise aus 20 Silikon, auf der Strahlungsausstrittsfläche 3 des Halbleiterkörpers 1 befestigt. Die transparente Fügenschicht 12 steht hierbei sowohl in direktem Kontakt mit der Strahlungsausstrittsfläche 3 des Halbleiterkörpers als auch mit der Konversionsschicht 11 des Konversionselementes 9. Die 25 Dicke der transparenten Fügenschicht 12 ist besonders bevorzugt nicht größer als 5 Mikrometer.

In Figur 7 sind wichtige Atomabstände eines 226-Leuchtstoffs $\text{Sr}(\text{Sr}_a\text{Ca}_{1-a})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6$ im Detail dargestellt. Im direkten 30 Vergleich mit Nitriden ähnlicher Zusammensetzung, z.B. SrAlSiN_3 (ICSD 419410), CaAlSiN_3 (ICSD 161796) oder $(\text{Sr},\text{Ca})\text{AlSiN}_3$ (ICSD 163203) ist anzumerken, dass es eine etwas größere und eine etwas kleinere Umgebung um die

Erdalkaliatome Sr und Ca gibt. In SrAlSiN_3 , CaAlSiN_3 und $(\text{Sr,Ca})\text{AlSiN}_3$ gibt es für die Erdalkaliatome nur eine 5-fach koordinierte Lage mit einem mittleren Sr-N-Abstand von 267 pm. In der Struktur eines 226-Leuchtstoffs $\text{Sr}(\text{Sr}_a\text{Ca}_{1-a})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6$ bildet Sr1 eine 6-fach koordinierte Umgebung mit 272 pm mittlerem Sr1-N-Abstand, Sr2/Ca2 bildet eine 5-fach Koordination mit 264 pm mittlerem Sr2/Ca2-N-Abstand aus.

Anhand der Figuren 8 und 9 wird die Struktur eines 226-Leuchtstofftyps $\text{Sr}(\text{Sr}_a\text{Ca}_{1-a})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6$ näher erläutert. Figur 8 zeigt einen Blick auf die Schichten von $\text{Sr}(\text{Sr}_a\text{Ca}_{1-a})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6$. Die Schichten sind von AlN abgeleitet. Die Tetraeder symbolisieren hierbei $(\text{Si/Al})\text{N}_4$ -Gruppen. Verglichen mit AlN fehlen einzelne Tetraeder, die durch ein Erdalkaliumion (weiße Kreise für Sr alleine und schwarze Kreise für Sr/Ca gemischt) ersetzt sind. Die Tetraeder sind gegenüber AlN deutlich verzerrt. Alle Bindungslängen und Winkel sind jedoch ähnlich wie bei anderen Nitridosilikaten.

Figur 9 zeigt einen 226-Leuchtstoff $\text{Sr}(\text{Sr}_a\text{Ca}_{1-a})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6$ aus Richtung [010]. Das 3D-Raumnetz der $(\text{Si/Al})\text{N}_4$ -Tetraeder ist deutlich erkennbar. In der a-c-Ebene verlaufen Schichten, die in b-Richtung (nicht dargestellt) zu einem Raumnetz verknüpft sind. Dazwischen eingelagert befindet sich jeweils schichtweise die reine Sr-Lage (als weiße Kreise dargestellt) bzw. die Sr/Ca mischbesetzte Lage (als schwarze Kreise dargestellt).

Figur 10 zeigt zum Vergleich die literaturbekannte Struktur von $(\text{Sr}_{0.846}\text{Ca}_{0.211})\text{AlSiN}_3$ (ICSD 163203) aus Richtung [010]. Hier sind sämtliche Sr/Ca-Lagen (schwarz) mischbesetzt. Es gibt keine reinen Sr-Lagen.

Diese Ausordnung in eine mit Sr/Ca mischbesetzte und eine allein mit Sr vollbesetzte Lage bei dem 226-Leuchtstoff $\text{Sr}(\text{Sr}_a\text{Ca}_{1-a})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6:\text{Eu}$ ist vorteilhaft z. B. gegenüber der Struktur von $(\text{Sr},\text{Ca})\text{AlSiN}_3$ (vgl. Figur 10), bei dem für die

5 Aktivatoratome (Dotierung) nur eine mischbesetzte Lage zur Verfügung steht, was zur Verbreiterung von Emission, die ja auf der Wechselwirkung zwischen dem Aktivator und dem umgebenden Wirtsgitter basiert, und zu stärkeren Quenchingeigenschaften führt. Die Struktur eines 226-

10 Leuchtstoffs $\text{Sr}(\text{Sr}_a\text{Ca}_{1-a})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6:\text{Eu}$ bietet dem Aktivator, hier bevorzugt Eu, dagegen eine ausgeordnete Sr-Lage an, ohne Unordnung und ohne die damit verbundenen Nachteile. Die verbesserten Eigenschaften der Lumineszenz lassen sich mit dieser Struktur zwanglos erklären. Das Eu besetzt gemäß

15 dieser Modellvorstellung überwiegend nur die reine Sr-Ebene, aber eher weniger die Mischebene.

Ausgehend von Figur 9 lässt sich auch ein Leuchtstoff mit der niedrigeren Symmetrie entsprechend der Raumgruppen 1 bis 3

20 der International Tables Cryst. A, also den Raumgruppen $P1$, $P\bar{1}$, $P2$ darstellen, indem zum Beispiel die Mischschicht in Ebenen mit unterschiedlicher Besetzung (teilweise) durch reines Sr nebst Mischbesetzung aufgespalten ist.

25 Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Anmeldung DE 10 2014 117 448.8, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

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.

Patentansprüche

1. Optoelektronischer Halbleiterchip mit:

- einem Halbleiterkörper (1), der dazu geeignet ist,

5 elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs von einer Strahlungsausstrittsfläche (3) auszusenden,

- einem keramischen oder einkristallinen Konversionsplättchen (6), das dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung des
10 ersten Wellenlängenbereichs in elektromagnetische Strahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs umzuwandeln, der von dem ersten Wellenlängenbereich verschieden ist,

- einer wellenlängenkonvertierenden Fügenschicht (7), die das Konversionsplättchen (6) mit der Strahlungsausstrittsfläche
15 (3) verbindet, wobei

- die wellenlängenkonvertierende Fügenschicht (7) Leuchtstoffpartikel (4) aufweist, die dazu geeignet sind, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines
20 dritten Wellenlängenbereichs umzuwandeln, der von dem ersten Wellenlängenbereich und dem zweiten Wellenlängenbereich verschieden ist, und

- die wellenlängenkonvertierende Fügenschicht (7) eine Dicke von maximal 30 Mikrometer aufweist.

25 2. Optoelektronischer Halbleiterchip nach dem vorherigen Anspruch,

bei dem die wellenlängenkonvertierende Fügenschicht (7) eine Dicke von maximal 10 Mikrometer aufweist.

30 3. Optoelektronischer Halbleiterchip nach dem vorherigen Anspruch,

bei dem die Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs blaues Licht, die Strahlung des zweiten Wellenlängenbereichs grünes

oder grün-gelbes Licht und die Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs rotes Licht ist.

4. Optoelektronischer Halbleiterchip nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem die Leuchtstoffpartikel (4) mit Europium als Aktivator dotiert sind, wobei die Konzentration des Europiums mindestens 1 mol% ist.

5. Optoelektronischer Halbleiterchip nach einem der obigen Ansprüche,

- bei dem Leuchtstoffpartikel (4) mit Europium als Aktivator dotiert sind, wobei die Konzentration des Europiums mindestens 1 mol% ist,

- und die wellenlängenkonvertierende Fügeschicht (7) eine Dicke von maximal 15 Mikrometer aufweist.

6. Optoelektronischer Halbleiterchip nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem die Leuchtstoffpartikel (4) in der wellenlängenkonvertierenden Fügeschicht (7) eine Konzentration zwischen einschließlich 50 Gew% und einschließlich 70 Gew% aufweist.

7. Optoelektronischer Halbleiterchip nach einem der obigen Ansprüche,

der mischfarbige Strahlung aus Strahlung des ersten, des zweiten und des dritten Wellenlängenbereich aussendet, wobei die mischfarbige Strahlung einen Farbort im warmweißen Bereich liegt.

8. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips nach einem der obigen Ansprüche mit den folgenden Schritten:

- Bereitstellen eines Fügematerials, in das
5 Leuchtstoffpartikel (4) eingebracht sind,
- Aufbringen des Fügematerials mit den Leuchtstoffpartikeln (4) auf eine Strahlungsausstrittsfläche (3) eines Halbleiterkörpers (1) oder auf eine Hauptfläche des keramischen oder einkristallinen Konversionsplättchens (6),
10 - Aufsetzen eines keramischen oder einkristallinen Konversionsplättchens (6) oder des Halbleiterkörpers (1) auf das Fügematerial, und
- Aushärten des Fügematerials.

- 15 9. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, bei dem das Fügematerial mit den Leuchtstoffpartikeln (4) aufgesprüht oder aufgedruckt wird.

- 20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 9, bei dem als Fügematerial eine vorvernetzte Konversionsfolie verwendet wird.

11. Konversionselement (9) mit:
- einem keramischen oder einkristallinen Konversionsplättchen
25 (6), das dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs in elektromagnetische Strahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs umzuwandeln, der von dem ersten Wellenlängenbereich verschieden ist, und
- einer Konversionsschicht (11), die aus einem Harz gebildet
30 ist, in das Leuchtstoffpartikel (4) eingebracht sind, wobei
- die Konversionsschicht (11) auf eine Hauptfläche (10) des Konversionsplättchens (7) aufgebracht ist,

- die Leuchtstoffpartikel (4) dazu geeignet sind, Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines vom ersten und zweiten Wellenlängenbereich verschiedenen, dritten Wellenlängenbereichs umzuwandeln, und

5 die Konversionsschicht (11) eine Dicke aufweist, die nicht größer ist als 30 Mikrometer.

12. Konversionselement (9) nach dem vorherigen Anspruch, bei dem die Leuchtstoffpartikel (4) mit Europium als

10 Aktivator dotiert sind, wobei die Konzentration des Europiums mindestens 1 mol% ist.

13. Optoelektronischer Halbleiterchip mit:

- einem Halbleiterkörper (1), der dazu geeignet ist,

15 elektromagnetische Strahlung eines ersten

Wellenlängenbereichs von einer Strahlungsausstrittsfläche (3) auszusenden,

- einem Konversionselement (9) nach einem der Ansprüche 10 bis 11, das mit einer transparenten Fügenschicht (12) auf die

20 Strahlungsausstrittsfläche (3) des Halbleiterkörpers (1) aufgebracht ist.

14. Optoelektronischer Halbleiterchip nach dem vorherigen Anspruch,

25 bei dem die transparente Fügenschicht (12) nicht dicker ist als 5 Mikrometer.

15. Optoelektronischer Halbleiterchip nach einem der Ansprüche 13 bis 14,

30 bei dem das Konversionselement (9) derart angeordnet ist, dass die Konversionsschicht (11) der Strahlungsausstrittsfläche (3) des Halbleiterkörpers (1) zugewandt ist.

FIG 1

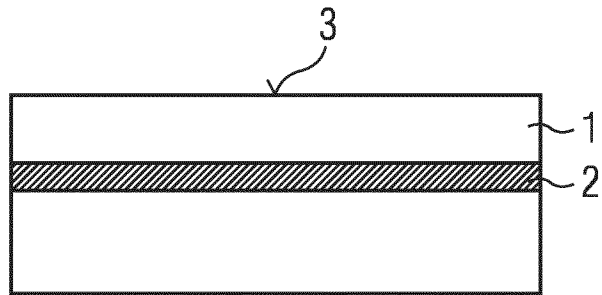


FIG 2

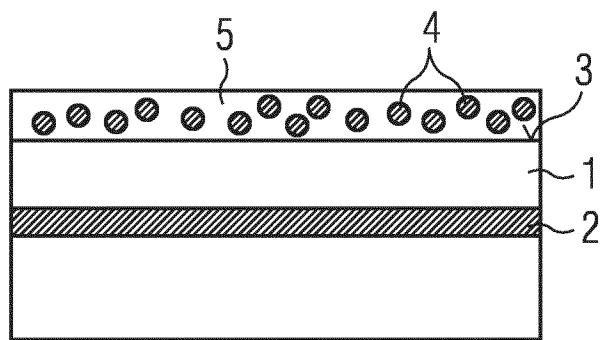


FIG 3

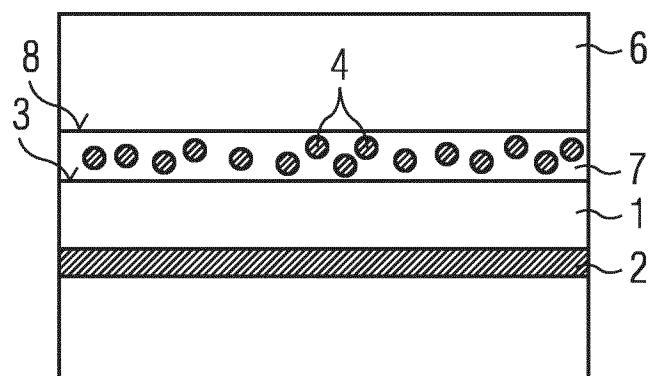


FIG 4

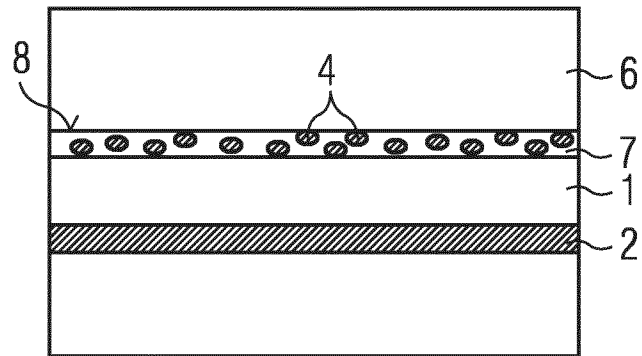


FIG 5

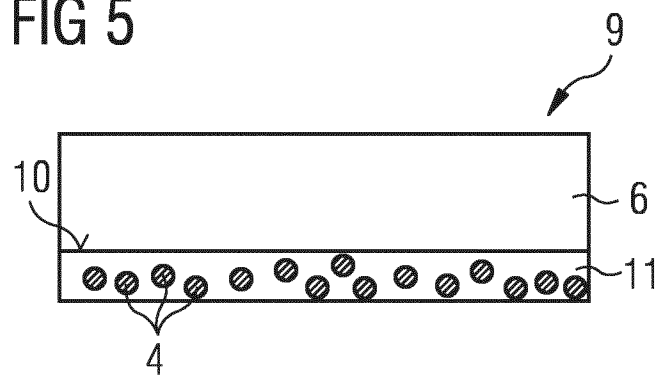


FIG 6

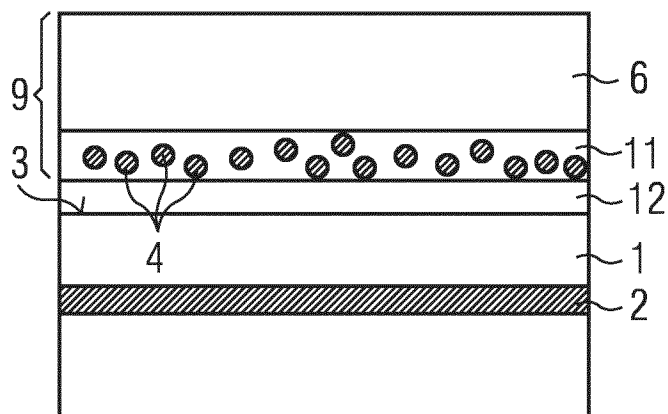


FIG 7

Si1/Al1-	N1	175 prn	Si2/Al2-	N1	202 prn	Si3/Al3-	N1	169 prn
	N2	181 prn		N2	176 prn		N3	194 prn
	N3	188 prn		N4	178 prn		N4	183 prn
	N5	182 prn		N6	171 prn		N5	167 prn
Si4/Al4-	N2	187 prn	Sr1	N1	259 prn	Sr2/Ca2	N2	250 prn
	N3	159 prn		N3	263 prn		N4	281 prn
	N4	202 prn		N5_1	264 prn		N6_1	253 prn
	N6	192 prn		N5_2	270 prn		N6_2	272 prn
				N5_3	277 prn		N6_3	263 prn
				N5_4	297 prn			

FIG 8

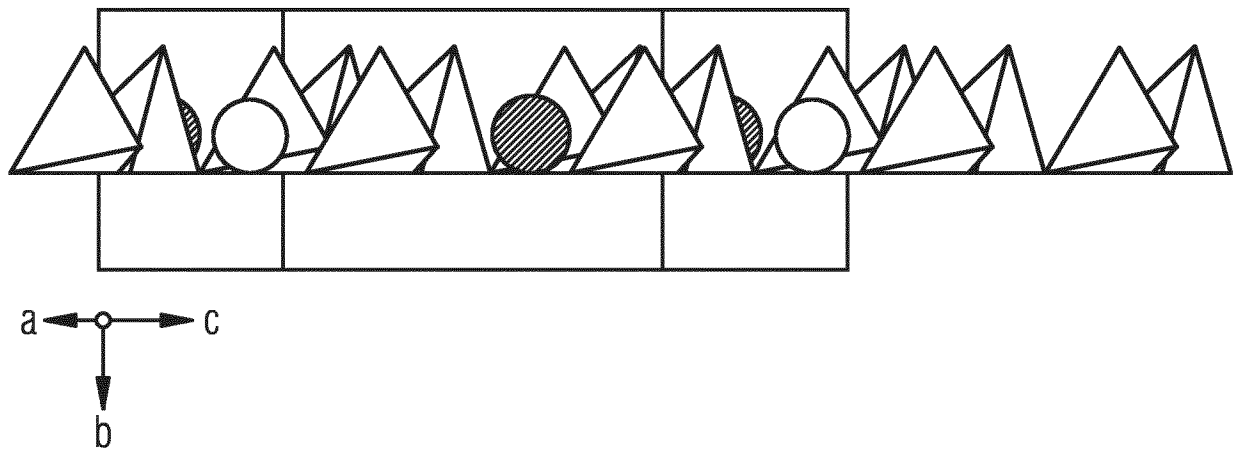


FIG 9

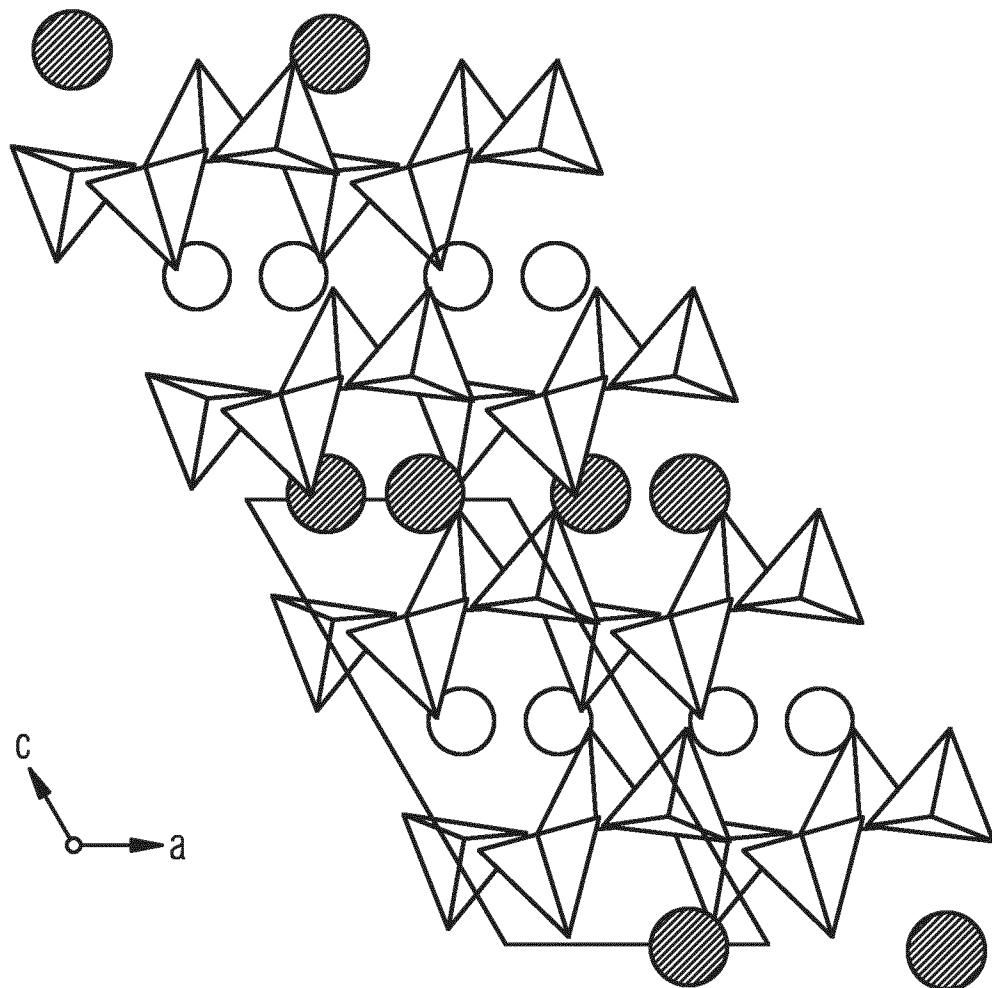
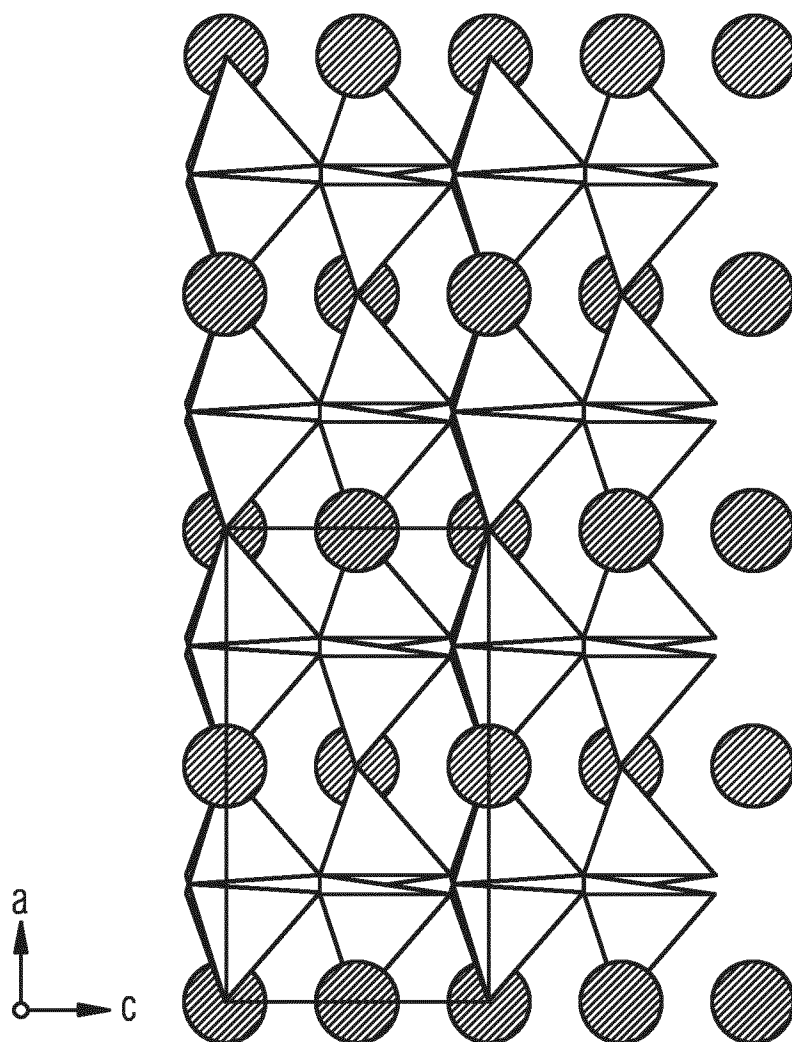


FIG 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/077637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L33/50

ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011/133631 A1 (BERBEN DIRK [DE] ET AL) 9 June 2011 (2011-06-09) paragraphs [0012] - [0017], [0025] - [0027]; figures 1,2 -----	1-15
A	US 2014/008683 A1 (PETERSEN KIRSTIN [DE] ET AL) 9 January 2014 (2014-01-09) paragraphs [0045], [0102] - [0104] -----	1,8,9
A	WO 2014/013406 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 23 January 2014 (2014-01-23) figures 4a-4d -----	11



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

14 January 2016

Date of mailing of the international search report

22/01/2016

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Chin, Patrick

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/077637

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2011133631	A1	09-06-2011	CN	102119450 A		06-07-2011
			EP	2311104 A1		20-04-2011
			JP	5335081 B2		06-11-2013
			JP	2011530817 A		22-12-2011
			US	2011133631 A1		09-06-2011
			WO	2010017831 A1		18-02-2010

US 2014008683	A1	09-01-2014	CN	103238224 A		07-08-2013
			DE	102010053362 A1		06-06-2012
			EP	2647062 A1		09-10-2013
			KR	20130081321 A		16-07-2013
			TW	201230386 A		16-07-2012
			US	2014008683 A1		09-01-2014
			WO	2012072471 A1		07-06-2012

WO 2014013406	A1	23-01-2014	CN	104471730 A		25-03-2015
			EP	2875532 A1		27-05-2015
			JP	2015522954 A		06-08-2015
			KR	20150038136 A		08-04-2015
			US	2015188001 A1		02-07-2015
			WO	2014013406 A1		23-01-2014

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 2011/133631 A1 (BERBEN DIRK [DE] ET AL) 9. Juni 2011 (2011-06-09) Absätze [0012] - [0017], [0025] - [0027]; Abbildungen 1,2	1-15
A	US 2014/008683 A1 (PETERSEN KIRSTIN [DE] ET AL) 9. Januar 2014 (2014-01-09) Absätze [0045], [0102] - [0104]	1,8,9
A	WO 2014/013406 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 23. Januar 2014 (2014-01-23) Abbildungen 4a-4d	11



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

14. Januar 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/01/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Chin, Patrick

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/077637

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2011133631	A1	09-06-2011	CN	102119450 A		06-07-2011
			EP	2311104 A1		20-04-2011
			JP	5335081 B2		06-11-2013
			JP	2011530817 A		22-12-2011
			US	2011133631 A1		09-06-2011
			WO	2010017831 A1		18-02-2010

US 2014008683	A1	09-01-2014	CN	103238224 A		07-08-2013
			DE	102010053362 A1		06-06-2012
			EP	2647062 A1		09-10-2013
			KR	20130081321 A		16-07-2013
			TW	201230386 A		16-07-2012
			US	2014008683 A1		09-01-2014
			WO	2012072471 A1		07-06-2012

WO 2014013406	A1	23-01-2014	CN	104471730 A		25-03-2015
			EP	2875532 A1		27-05-2015
			JP	2015522954 A		06-08-2015
			KR	20150038136 A		08-04-2015
			US	2015188001 A1		02-07-2015
			WO	2014013406 A1		23-01-2014
