

(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
25. Juni 2020 (25.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/127033 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/64 (2010.01) H01L 33/60 (2010.01)
H01L 33/30 (2010.01) H01L 33/62 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/085330

(22) Internationales Anmeldedatum:

16. Dezember 2019 (16.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2018 132 955.5

19. Dezember 2018 (19.12.2018) DE

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

(72) Erfinder: **VON MALM, Norwin**; Stockloher Str. 8, 93152
Nittendorf (DE). **STREITEL, Reinhard**; Markusweg 19,
93164 Laaber (DE). **SCHMIDTKE, Kathy**; Espertstr. 7,
84048 Mainburg (DE).

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

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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.

(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).

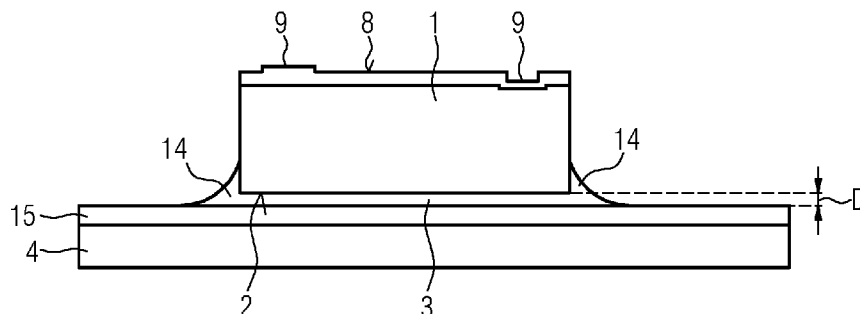
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: RADIATION-EMITTING COMPONENT

(54) Bezeichnung: STRAHLUNGSEMITTIERENDES BAUELEMENT

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a radiation-emitting component having the following features: a radiation-emitting semi-conductor chip (1) and a transparent joining layer (3) which connects the radiation-emitting semi-conductor layer (1) in mechanically stable manner to a support (4). The transparent joining layer (3) comprises a matrix material (10) in which a plurality of nanoparticles (11) are embedded.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein strahlungsemittierendes Bauelement mit den folgenden Merkmalen angegeben: einem strahlungsemittierenden Halbleiterchip (1) und einer transparenten Fügenschicht (3), die den strahlungsemittierenden Halbleiterchip (1) mit einem Träger (4) mechanisch stabil verbindet, wobei die transparente Fügenschicht (3) ein Matrixmaterial (10) aufweist, in das eine Vielzahl an Nanopartikeln (11) eingebracht ist.



WO 2020/127033 A1

Beschreibung

STRAHLUNGSEMITTIERENDES BAUELEMENT

5 Es wird ein strahlungsemittierendes Bauelement angegeben.

Ein strahlungsemittierendes Bauelement ist beispielsweise in der Druckschrift US 9,722,159 B2 angegeben.

10 Es soll ein strahlungsemittierendes Bauelement mit einem verbesserten Wärmemanagement angegeben werden.

Diese Aufgabe wird durch ein strahlungsemittierendes Bauelement mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

15

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen des strahlungsemittierenden Bauelements sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

20 Gemäß einer Ausführungsform umfasst das strahlungsemittierende Bauelement einen strahlungsemittierenden Halbleiterchip. Der strahlungsemittierende Halbleiterchip sendet im Betrieb elektromagnetische Strahlung von einer

25 Strahlungsaustrittsfläche aus. Beispielsweise sendet der strahlungsemittierende Halbleiterchip im Betrieb ultraviolettes Licht, sichtbares Licht und/oder infrarotes Licht aus.

30 Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das strahlungsemittierende Bauelement eine transparente Fügenschicht. Die transparente Fügenschicht verbindet den strahlungsemittierenden Halbleiterchip mechanisch stabil mit

einem Träger. Mit dem Begriff "transparent" wird hier und im Folgenden besonders bevorzugt ein Element bezeichnet, das mindestens 85 %, bevorzugt mindestens 90 %, der elektromagnetischen Strahlung des strahlungsemittierenden Halbleiterchips transmittiert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des strahlungsemittierenden Bauelements verbindet die transparente Fügeschicht den strahlungsemittierenden Halbleiterchip mechanisch stabil mit dem Träger. Besonders bevorzugt verbindet die transparente Fügeschicht den strahlungsemittierenden Halbleiterchip stoffschlüssig mit dem Träger. Bevorzugt steht die transparente Fügeschicht vollflächig in direktem Kontakt mit einer Montagefläche des Halbleiterchips, die zur Montage des Halbleiterchips auf den Träger vorgesehen ist.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des strahlungsemittierenden Bauelements weist die transparente Fügeschicht ein Matrixmaterial auf, in das eine Vielzahl an Nanopartikeln eingebracht ist. Mit anderen Worten umfasst die transparente Fügeschicht das Matrixmaterial und die Vielzahl an Nanopartikeln oder ist aus dem Matrixmaterial und der Vielzahl an Nanopartikeln gebildet. Mit Vorteil ist es mit Hilfe der Nanopartikel möglich, die thermische Leitfähigkeit der Fügeschicht gegenüber einer herkömmlichen Fügeschicht ohne Nanopartikel deutlich zu erhöhen. Dies führt zu einer besonders guten thermischen Anbindung des strahlungsemittierenden Halbleiterchips an den Träger. Darüber hinaus beeinträchtigen die Nanopartikel die optische Transparenz der Fügeschicht nicht oder nur wenig, so dass die transparente Fügeschicht umfassend das Matrixmaterial und die Nanopartikel mindestens 85%, bevorzugt 90% der elektromagnetischen Strahlung des strahlungsemittierenden Halbleiterchips transmittiert.

Eine Konzentration der Nanopartikel in dem Matrixmaterial wird bevorzugt so eingestellt, dass die thermische Leitfähigkeit der Fügeschicht möglichst hoch ist, aber die
5 notwendige Adhäsion zwischen der Montagefläche des Halbleiterchips und dem Träger noch gegeben ist. Beispielsweise weist die Konzentration der Nanopartikel in dem Matrixmaterial einen Wert zwischen einschließlich 35 Gew% und einschließlich 85 Gew% auf, bevorzugt zwischen
10 einschließlich 35 Gew% und einschließlich 65 Gew% auf.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des strahlungsemittierenden Bauelements weisen die Nanopartikel einen Durchmesser zwischen einschließlich 1 Nanometer und
15 einschließlich 100 Nanometer auf. Besonders bevorzugt weisen die Nanopartikel einen Durchmesser zwischen einschließlich 2 Nanometer und einschließlich 30 Nanometer auf. Derart kleine Nanopartikel weisen gegenüber Partikeln mit Durchmessern im Mikrometerbereich den Vorteil auf, die Transparenz der
20 Fügeschicht zumindest für elektromagnetische Strahlung des strahlungsemittierenden Halbleiterchips nicht oder nur sehr geringfügig zu beeinträchtigen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des
25 strahlungsemittierenden Bauelements ist eine Dicke der Fügeschicht nicht größer als 2 Mikrometer. Bevorzugt ist die Dicke der Fügeschicht nicht größer als 1 Mikrometer und besonders bevorzugt nicht größer als 300 Nanometer. Die Fügeschicht weist zudem besonders bevorzugt eine
30 vergleichsweise homogene Dicke auf, die nicht mehr als 5 % von dem angegebenen bevorzugten Wert abweicht. Insbesondere ist es durch den Zusatz der Nanopartikel zu dem Matrixmaterial im Vergleich zu dem Zusatz von Partikeln mit

Durchmessern im Mikrometerbereich mit Vorteil möglich, eine sehr dünne Fügeschicht auszubilden, da die Abmessungen der Nanopartikel die minimal erreichbare Dicke der Fügeschicht limitieren.

5

Mit einer vergleichsweise geringfügigen Dicke der Fügeschicht kann mit Vorteil eine besonders gute thermische Anbindung des strahlungsemittierenden Halbleiterchips an den Träger ermöglicht werden. Auf diese Art und Weise wird Wärme, die im Betrieb in dem strahlungsemittierenden Halbleiterchip erzeugt wird, besonders gut über die Fügeschicht zu dem Träger abtransportiert.

Bevorzugt beträgt eine thermische Leitfähigkeit der Fügeschicht mindestens 1 W/mK. Besonders bevorzugt weist die Fügeschicht eine thermische Leitfähigkeit von mindestens 3 W/mK auf. Gemäß einer weiteren Ausführungsform des strahlungsemittierenden Bauelements weist die Fügeschicht eine thermische Leitfähigkeit zwischen einschließlich 1 W/mK und einschließlich 3 W/mK auf.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des strahlungsemittierenden Bauelements weisen die Nanopartikel eine Beschichtung auf. Bevorzugt ist die Beschichtung auf einen Kern jedes Nanopartikels aufgebracht. Besonders bevorzugt ist jedes Nanopartikel aus einem Kern und einer Beschichtung gebildet, die auf den Kern aufgebracht ist, bevorzugt vollflächig. Die Beschichtung ist besonders bevorzugt dazu geeignet, eine Agglomeration der Nanopartikel in dem Matrixmaterial zumindest zu vermindern. Aufgrund der geringen Größe haben bei den Nanopartikeln Oberflächeneffekte einen größeren Einfluss als dies bei größeren Partikeln der Fall ist. Daher agglomerieren Nanopartikel besonders leicht

in einem umgebenden Medium, wie beispielsweise dem Matrixmaterial, falls ihre Oberflächeneigenschaften nur eine vergleichsweise schlechte Benetzung mit dem umgebenden Medium zulassen. Bevorzugt verändert die Beschichtung die Benetzungsfähigkeit der Nanopartikel mit dem Matrixmaterial, indem die Oberflächeneigenschaften der Nanopartikel an die Oberflächeneigenschaften der Matrix angeglichen werden. Mit anderen Worten werden die Nanopartikel durch die Beschichtung bevorzugt so funktionalisiert, dass sie sich besonders gut in dem Matrixmaterial der Fügenschicht verteilen.

Die Beschichtung kann hierbei einen anorganischen oder organischen Charakter haben. Beispielsweise weist die Beschichtung ein Silanol, ein Acrylat oder SiO_2 auf oder besteht aus einem dieser Materialien.

Besonders bevorzugt weisen die Kerne der Nanopartikel ein Material mit einer besonders hohen thermischen Leitfähigkeit auf. Bevorzugt handelt es sich bei dem Material der Kerne der Nanopartikel um ein anorganisches Material. Beispielsweise weisen die Nanopartikel und/oder deren Kerne ein Material auf, das aus der folgenden Gruppe gewählt ist: Diamant, Si_3N_4 , AlN , Al_2O_3 , SiC , ZrO_2 , BN , HfO_2 , ZnO , GaP , MgF_2 .

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des strahlungsemittierenden Bauelements weist das Matrixmaterial ein Polymer auf oder ist aus einem Polymer gebildet. Beispielsweise weist das Matrixmaterial eines der folgenden Materialien auf oder ist aus einem der folgenden Materialien gebildet: Polysiloxan, Epoxid, Acrylat. Weiterhin ist es auch möglich, dass das Matrixmaterial eine Mischung von zumindest zwei dieser Materialien aufweist oder aus einer Mischung von zumindest zwei dieser Materialien besteht.

Beispielsweise weist das Matrixmaterial ein Polysiloxan auf, das mittels Hydrosilylierung ausgehärtet wird. Die Hydrosilylierung kann hierbei thermisch oder optisch
5 aktiviert werden.

Das Material der Nanopartikel kann derart gewählt sein, dass deren Brechungsindex im Wesentlichen dem Brechungsindex des Matrixmaterials entspricht. Auf diese Art und Weise werden
10 interne Reflexionen innerhalb der Fügenschicht zumindest vermindert.

Weiterhin ist es auch möglich, dass der Brechungsindex der Nanopartikel gezielt größer oder kleiner als der des
15 Matrixmaterials ausgewählt wird, um der Fügenschicht zumindest teilweise diffus reflektierende Eigenschaften zu verleihen.

Weisen die Nanopartikel eine Beschichtung auf, so können ein Material der Kerne der Nanopartikel und ein Material der
20 Beschichtung derart gewählt sein, dass deren Gesamtbrechungsindex, also der Brechungsindex des Nanopartikels, umfassend den Kern und die Beschichtung im Wesentlichen dem Brechungsindex des Matrixmaterials entspricht. In diesem Fall ist es auch möglich, dass der
25 Gesamtbrechungsindex der Nanopartikel gezielt größer oder kleiner als der des Matrixmaterials eingestellt wird, um der Fügenschicht zumindest teilweise diffus reflektierende Eigenschaften zu verleihen.

30 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des strahlungsemittierenden Bauelements weist der strahlungsemittierende Halbleiterchip eine epitaktische Halbleiterschichtenfolge mit einer aktiven Zone auf. Die

aktive Zone ist dazu geeignet, im Betrieb die elektromagnetische Strahlung zu erzeugen, die von der Strahlungsaustrittsfläche des Halbleiterchips ausgesandt wird.

5

Die aktive Zone umfasst bevorzugt einen pn-Übergang, eine Doppelheterostruktur, einen Einfach-Quantentopf- oder besonders bevorzugt eine Mehrfach-Quantentopfstruktur (MQW) zur Strahlungserzeugung. Die Bezeichnung Quantentopfstruktur
10 beinhaltet hierbei keine Angabe über die Dimensionalität der Quantisierung. Sie umfasst somit unter anderem Quantentröge, Quantendrähte und Quantenpunkte und jede Kombination dieser Strukturen.

15 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des strahlungsemittierenden Bauelements basiert die epitaktische Halbleiterschichtenfolge auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial oder ist aus einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial gebildet. Nitrid-
20 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 $x+y \leq 1$. Die aktive Zone einer epitaktischen Halbleiterschichtenfolge, die auf einem Nitrid-
25 Verbindungshalbleitermaterial basiert oder aus einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial gebildet ist, erzeugt in der Regel ultraviolette bis blaues Licht.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des
30 strahlungsemittierenden Bauelements basiert die epitaktische Halbleiterschichtenfolge auf einem Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial oder ist aus einem Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial gebildet. Phosphid-

Verbindungshalbleitermaterialien sind
Verbindungshalbleitermaterialien, die Phosphor enthalten, wie
die Materialien aus dem System $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ mit $0 \leq x \leq 1$, 0
 $\leq y \leq 1$ und $x+y \leq 1$. Die aktive Zone einer epitaktischen
5 Halbleiterschichtenfolge, die auf einem Nitrid-
Verbindungshalbleitermaterial basiert oder aus einem Nitrid-
Verbindungshalbleitermaterial gebildet ist, erzeugt in der
Regel Licht aus dem grünen bis roten Spektralbereich.

10 Weiterhin ist es auch möglich, dass die epitaktische
Halbleiterschichtenfolge auf einem Arsenid-
Verbindungshalbleitermaterial basiert oder aus einem Arsenid-
Verbindungshalbleitermaterial gebildet ist. Arsenid-
Verbindungshalbleitermaterialien sind
15 Verbindungshalbleitermaterialien, die Arsen enthalten, wie
die Materialien aus dem System $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{As}$ mit $0 \leq x \leq 1$, 0
 $\leq y \leq 1$ und $x+y \leq 1$. Die aktive Zone einer epitaktischen
Halbleiterschichtenfolge, die auf einem Arsenid-
Verbindungshalbleitermaterial basiert oder aus einem Arsenid-
20 Verbindungshalbleitermaterial gebildet ist, erzeugt in der
Regel Licht aus dem roten bis infraroten Spektralbereich.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des
strahlungsemittierenden Bauelements ist die epitaktische
25 Halbleiterschichtenfolge auf einem Trägerelement angeordnet.
Das Trägerelement ist bevorzugt transparent für
elektromagnetische Strahlung der aktiven Zone, insbesondere
für elektromagnetische Strahlung des ersten
Wellenlängenbereichs.

30

Die epitaktische Halbleiterschichtenfolge kann epitaktisch
auf dem Trägerelement aufgewachsen sein. Mit anderen Worten
kann es sich bei dem Trägerelement um ein Wachstumssubstrat

für die epitaktische Halbleiterschichtenfolge handeln.

Weiterhin ist es auch möglich, dass die epitaktische Halbleiterschichtenfolge separat von dem Trägerelement auf einem Wachstumssubstrat epitaktisch gewachsen und dann auf das Trägerelement übertragen ist. Derartige Halbleiterchips werden auch als Dünnschicht-Halbleiterchips bezeichnet.

Dünnschicht-Halbleiterchips senden elektromagnetische Strahlung, die in der aktiven Zone erzeugt wird, in der Regel zum überwiegenden Teil über eine der Montagefläche

gegenüberliegende Hauptfläche aus. Mit anderen Worten ist die Strahlungsausstrittsfläche von Dünnschicht-Halbleiterchips in der Regel im Wesentlichen durch die der Montagefläche gegenüberliegende Hauptfläche gebildet.

Dünnschicht-Halbleiterchips weisen in der Regel eine überwiegend Lambert'sche Abstrahlcharakteristik auf.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des strahlungsemitierenden Bauelements ist zwischen der epitaktischen Halbleiterschichtenfolge und dem Trägerelement eine spiegelnde Schicht angeordnet. Bei der spiegelnden Schicht kann es sich beispielsweise um einen „Distributed Bragg Reflektor“ (DBR) oder eine Metallschicht handeln. Die spiegelnde Schicht richtet besonders bevorzugt

elektromagnetische Strahlung, die in der aktiven Zone der

epitaktischen Halbleiterschichtenfolge erzeugt und zu einer Montagefläche des Halbleiterchips ausgesandt wird, zur

Strahlungsausstrittsfläche. Auf diese Art und Weise kann die Lichtauskopplung aus dem strahlungsemitierenden Bauelement

erhöht werden. Bei dieser Ausführungsform handelt es sich bei

dem Trägerelement in der Regel nicht um ein Wachstumssubstrat für die epitaktische Halbleiterschichtenfolge. Vielmehr ist die epitaktische Halbleiterschichtenfolge in der Regel auf

einem separaten Wachstumssubstrat epitaktisch abgeschieden und dann auf das Trägerelement übertragen.

Besonders bevorzugt handelt es sich bei dem
5 strahlungsemittierenden Halbleiterchip um einen
volumenemittierenden Halbleiterchip.

Ein volumenemittierender Halbleiterchip weist ein
Trägerelement auf, auf dem die Halbleiterschichtenfolge
10 epitaktisch gewachsen wurde oder auf das die epitaktische
Halbleiterschichtenfolge übertragen wurde. Das Trägerelement
ist besonders bevorzugt transparent für elektromagnetische
Strahlung, die in der aktiven Zone erzeugt wird.
Beispielsweise weist das Trägerelement eines der folgenden
15 Materialien auf oder besteht aus einem der folgenden
Materialien: Saphir, Siliziumcarbid oder Glas. Saphir und
Siliziumcarbid sind hierbei in der Regel als
Wachstumssubstrat für epitaktische Halbleiterschichtenfolgen
basierend auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial
20 geeignet.

Volumenemittierende Halbleiterchip senden die in der aktiven
Zone erzeugte elektromagnetische Strahlung in der Regel nicht
nur über die der Montagefläche gegenüberliegende Hauptfläche
25 aus, sondern auch über Seitenflächen, die zwischen der
Montagefläche und der Hauptfläche angeordnet sind. Die
Seitenflächen des strahlungsemittierenden Halbleiterchips
sind hierbei in der Regel im Wesentlichen durch Seitenflächen
des Trägerelements gebildet. Mit anderen Worten umfasst die
30 Strahlungsausstrittsfläche eines volumenemittierenden
Halbleiterchips neben der der Montagefläche
gegenüberliegenden Hauptfläche zumindest auch einen Teil der
Seitenflächen.

Besonders bevorzugt weist der volumenemittierende Halbleiterchip zwei elektrische Kontakte auf der Hauptfläche auf, die der Montagefläche gegenüberliegt. Die elektrischen Kontakte dienen der elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips in dem strahlungsemitierenden Bauelement. Beispielsweise werden die elektrischen Kontakte mit Bonddrähten elektrisch leitend mit elektrischen Anschlussstellen verbunden, die von dem Träger umfasst sind.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des strahlungsemitierenden Bauelements weist die epitaktische Halbleiterschichtenfolge ein Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial auf oder ist aus einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial gebildet, während das Trägerelement Saphir aufweist oder aus Saphir gebildet ist. Besonders bevorzugt ist die epitaktische Halbleiterschichtenfolge bei dieser Ausführungsform epitaktisch auf dem Trägerelement gewachsen. In der Regel handelt es sich bei einem derartigen Halbleiterchip um einen volumenemittierenden Halbleiterchip, der Licht aus dem blauen bis ultravioletten Spektralbereich aussendet.

Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des strahlungsemitierenden Bauelements basiert die epitaktische Halbleiterschichtenfolge auf einem Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial oder auf einem Arsenid-Verbindungshalbleitermaterial oder besteht aus einem dieser beiden Materialien. Bei dieser Ausführungsform weist das Trägerelement besonders bevorzugt Glas auf oder besteht aus Glas. In der Regel handelt es sich bei einem derartigen Halbleiterchip um einen volumenemittierenden Halbleiterchip, der Licht aus dem grünen bis roten Spektralbereich aussendet.

Gemäß einer Ausführungsform des strahlungsemittierenden Bauelements handelt es sich bei dem Träger um einen Leiterraahmen. Der Leiterraahmen weist bevorzugt eine

5 Oberfläche auf, die zumindest teilweise durch eine metallische Schicht gebildet ist. Die metallische Schicht weist bevorzugt Silber, Gold, Legierungen mit Silber oder Legierungen mit Gold auf oder besteht aus einem dieser Materialien. Die hier beschriebene Fügeschicht ist
10 insbesondere dazu geeignet, eine besonders gute Haftung zwischen der Montagefläche des strahlungsemittierenden Halbleiterchips und einer silberhaltigen oder goldhaltigen Oberfläche zu vermitteln, auch bei einer vergleichsweise geringen Dicke der Fügeschicht.

15

Ein Kernelement des Leiterraahmens, auf den die Beschichtung aufgebracht ist, kann beispielsweise aus Kupfer gebildet sein oder Kupfer aufweisen. Es ist möglich, dass der Leiterraahmen von einem Gehäusekörper umspritzt ist. In diesem Fall bildet
20 der Leiterraahmen einen Teil eines Gehäuses.

Das strahlungsemittierende Bauelement beruht unter anderem auf der Idee, in die Fügeschicht Nanopartikel einzubringen, die bevorzugt ein anorganisches hoch thermisch leitfähiges
25 Material aufweisen. Aufgrund ihrer geringen Größe ist es mit Vorteil möglich, die Fügeschicht vergleichsweise dünn auszubilden, so dass insgesamt eine gute thermische Anbindung des Halbleiterchips an den Träger erzielt wird.

30 Außerdem beeinträchtigen Nanopartikel aufgrund ihrer geringen Größe die optische Transparenz der Fügeschicht im Vergleich zu größeren Partikeln in der Regel nicht oder nur wenig. Insbesondere in Verbindung mit volumenemittierenden

Halbleiterchips ist eine transparente Fügeschicht von großem Vorteil, da bei volumenemittierenden Halbleiterchips elektromagnetische Strahlung der aktiven Zone durch das Trägerelement und die Montagefläche des Halbleiterchips zu der Fügeschicht gelangt. Weist die Fügeschicht eine hohe Durchlässigkeit für elektromagnetische Strahlung der aktiven Zone auf, so kann durch die Fügeschicht hindurchtretende elektromagnetische Strahlung mit Vorteil von der metallischen Schicht des Leiterrahmens reflektiert werden.

10

Weiterhin wird vorliegend mit Vorteil vorgeschlagen, die Nanopartikel mit einer Beschichtung zu funktionalisieren, die eine Agglomeration der Nanopartikel in dem Matrixmaterial besonders bevorzugt zumindest vermindert. Bevorzugt sind nicht mehr als 10 % und besonders bevorzugt nicht mehr als 5 % der Nanopartikel in dem Matrixmaterial zu größeren Partikeln agglomeriert. Dies trägt weiter zur optischen Transparenz der Fügeschicht bei.

15

20

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

25

Figur 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines strahlungsemittierenden Bauelements gemäß einem Ausführungsbeispiel.

30

Die Figuren 2 und 3 zeigen jeweils eine Ausführungsform des in Figur 1 markierten kreisförmigen Ausschnitts.

Figur 4 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines strahlungsemittierenden Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

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.

10 Das strahlungsemittierende Bauelement gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 weist einen strahlungsemittierenden Halbleiterchip 1 auf. Der strahlungsemittierende Halbleiterchip 1 ist über eine Montagefläche 2 mit einer transparenten Fügeschicht 3
15 mechanisch stabil und stoffschlüssig auf einen Träger 4 aufgebracht.

Der strahlungsemittierende Halbleiterchip 1 weist eine epitaktische Halbleiterschichtenfolge 5 mit einer aktiven
20 Zone 6 auf. Die epitaktische Halbleiterschichtenfolge 5 ist vorliegend aus einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial gebildet. Die aktive Zone 6 ist dazu geeignet, sichtbares blaues Licht zu erzeugen.

25 Der strahlungsemittierende Halbleiterchip 1 weist vorliegend weiterhin ein Trägerelement 7 auf, das transparent ist für die elektromagnetische Strahlung, die in der aktiven Zone 6 der epitaktischen Halbleiterschichtenfolge 5 erzeugt wird.

30 Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das Trägerelement 7 aus Saphir gebildet. Die epitaktische Halbleiterschichtenfolge 5 ist vorliegend auf dem Trägerelement 7 epitaktisch aufgewachsen.

- Alternativ ist es auch möglich, dass die epitaktische Halbleiterschichtenfolge 5 auf einem Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial oder einem Arsenid-Verbindungshalbleitermaterial basiert oder aus einem dieser Materialien gebildet ist. Die epitaktische Halbleiterschichtenfolge 5 kann hierbei auf einem Trägerelement 7 aufgebracht sein, das Glas aufweist oder aus Glas besteht. Bei dieser Ausführungsform ist die epitaktische Halbleiterschichtenfolge 5 in der Regel auf einem anderen Substrat als dem Trägerelement 7 epitaktisch gewachsen, beispielsweise auf einem Substrat, das ein Halbleitermaterial aufweist oder aus einem Halbleitermaterial besteht.
- Bei dem strahlungsemittierenden Halbleiterchip 1 handelt es sich vorliegend um einen volumenemittierenden Halbleiterchip 1, der nicht über eine Hauptfläche 8, die der Montagefläche 2 gegenüberliegt, sondern auch über Seitenflächen des Trägerelements 7 elektromagnetische Strahlung, die in der aktiven Zone 6 erzeugt wird, aussendet. Außerdem weist der strahlungsemittierende Halbleiterchip 1 zwei elektrische Kontakte 9 auf der Hauptfläche 8 auf, die der Montagefläche 2 gegenüberliegt. Die elektrischen Kontakte 9 dienen der elektrischen Kontaktierung des strahlungsemittierenden Halbleiterchips 1. Beispielsweise können die elektrischen Kontakte 9 mit Bonddrähten elektrisch leitend mit elektrischen Anschlussstellen des Trägers 4 verbunden werden (nicht dargestellt).
- Die Fügenschicht 3 weist vorliegend ein Matrixmaterial 10 auf, in das eine Vielzahl an Nanopartikeln 11 eingebracht ist. Die Nanopartikel 11 erhöhen die thermische Leitfähigkeit der Fügenschicht 3 gegenüber einer Fügenschicht aus einem reinen

Matrixmaterial 10 mit Vorteil. Das Matrixmaterial 10 weist beispielsweise ein Polymer, wie ein Polysiloxan, ein Epoxid und/oder ein Acrylat auf.

- 5 Die Nanopartikel 11 weisen in dem Matrixmaterial 10 eine Konzentration zwischen einschließlich. 35 Gew% und einschließlich 85 Gew% auf, bevorzugt zwischen einschließlich. 35 Gew% und einschließlich 65 Gew%.
- 10 Bevorzugt weisen die Nanopartikel 11 einen Kern 12 und eine Beschichtung 13 auf. Der Kern 12 der Nanopartikel 11 ist vorliegend aus einem anorganischen Material gebildet. Beispielsweise sind die Kerne 12 der Nanopartikel 11 aus einem der folgenden Materialien gebildet: Diamant, Si_3N_4 ,
15 AlN , Al_2O_3 , SiC , ZrO_2 , BN , HfO_2 , ZnO , GaP , MgF_2 . Die Beschichtung 13 ist auf die Kerne 12 aufgebracht, bevorzugt vollflächig. Bevorzugt funktionalisiert die Beschichtung 13 die Nanopartikel 11 derart, dass deren Agglomeration in dem Matrixmaterial 10 zumindest größtenteils verhindert wird. Die
20 Nanopartikel 11 weisen bevorzugt einen Durchmesser auf, der nicht größer ist als 100 Nanometer.

- Die Fügeschicht 3 weist bei dem strahlungsemittierenden Bauelement des vorliegenden Ausführungsbeispiels eine
25 vergleichsweise geringe Dicke D auf. Die Dicke D der Fügeschicht 3 übersteigt vorliegend einen Wert von 300 Nanometer nicht.

- An den Seitenflächen des strahlungsemittierenden Halbleiterchips 1 bildet das Material der Fügeschicht 3
30 vorliegend eine Kehle 14 aus. Die Kehle 14 kann hierbei den strahlungsemittierenden Halbleiterchip 1 vollständig umlaufen. Die Kehle 14 entsteht in der Regel beim Fügen des

strahlungsemitternden Halbleiterchips 1 auf den Träger 4. Beim Fügen wird der strahlungsemitternde Halbleiterchip 1 in der Regel auf einen Tropfen eines flüssigen Fügемaterials aufgedrückt, der auf dem Träger 4 angeordnet ist. Bei dem
5 Aufdrücken des strahlungsemitternden Halbleiterchips 1 auf den Träger 4 bildet sich zwischen dem strahlungsemitternden Halbleiterchip 1 und dem Träger 4 eine Schicht des flüssigen Fügемaterials aus. Außerdem ist es möglich, dass flüssiges Fügемaterial seitlich austritt und die Kehle 14 an den
10 Seitenflächen des strahlungsemitternden Halbleiterchips 1 ausbildet.

Das flüssige Fügемaterial umfasst in der Regel das Matrixmaterial 10 in flüssiger Form, in das die Nanopartikel
15 11 eingebracht sind. Aus dem flüssigen Fügемaterial wird durch Aushärten des flüssigen Matrixmaterials die Fügeschicht 3 erzeugt. Beispielsweise weist das Matrixmaterial 10 ein Polysiloxan auf, das mittels Hydrosilylierung ausgehärtet wird. Die Hydrosilylierung kann hierbei thermisch oder
20 optisch aktiviert werden.

Der Träger 4, auf den der strahlungsemitternde Halbleiterchip 1 aufgebracht ist, ist vorliegend ein Leiterrahmen. Der Leiterrahmen weist vorliegend ein
25 Kernelement auf, das Kupfer aufweist oder aus Kupfer gebildet ist. Das Kernelement ist vorliegend vollflächig mit einer metallischen Schicht 15 versehen, die eine Oberfläche des Leiterrahmens ausbildet. Die metallische Schicht 15 weist beispielsweise Gold und/oder Silber oder eine Legierung mit
30 Silber und/oder Gold auf. Weiterhin ist es auch möglich, dass die metallische Schicht 15 aus einem dieser Materialien besteht.

Der in Figur 1 mit einem Kreis gekennzeichnete Ausschnitt des strahlungsemittierenden Bauelements ist in Figur 2 näher dargestellt. Figur 2 zeigt insbesondere einen Ausschnitt der Fügeschicht 3 zwischen der Montagefläche 2 des

5 strahlungsemittierenden Halbleiterchips 1 und der metallischen Schicht 15 des Trägers 4. Die Fügeschicht 3 ist hierbei besonders bevorzugt transparent für elektromagnetische Strahlung ausgebildet, die in der aktiven Zone 6 des strahlungsemittierenden Halbleiterchips 1 erzeugt
10 wird. Die Nanopartikel 11 in dem Matrixmaterial 10 der Fügeschicht 3 erhöhen mit Vorteil die thermische Leitfähigkeit der Fügeschicht 3, aber beeinträchtigen die optische Transparenz der Fügeschicht 3 für elektromagnetische Strahlung der aktiven Zone nicht oder nur geringfügig.

15

Figur 3 zeigt eine andere Darstellung in Figur 1 mit einem Kreis gekennzeichneten Ausschnitt des strahlungsemittierenden Bauelements. Figur 3 zeigt schematisch, dass sich die Nanopartikel 11 in der Fügeschicht 3 auch nur in einer
20 Monolage anordnen können. Aufgrund des geringen Durchmessers der Nanopartikel 11 kann die Fügeschicht 3 mit Vorteil besonders dünn ausgebildet werden. Besonders bevorzugt weist die Fügeschicht 3 eine Dicke auf, die 300 Nanometer nicht überschreitet.

25

Das strahlungsemittierende Bauelement gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 4 weist einen strahlungsemittierenden Halbleiterchip 1 mit einer epitaktischen Halbleiterschichtenfolge 5 auf, die auf einem
30 Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial oder auf einem Arsenid-Halbleiterverbindungs material basiert oder aus einem dieser Materialien gebildet ist. Die aktive Zone 6 einer epitaktischen Halbleiterschichtenfolge, die auf einem

Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial basiert, erzeugt in der Regel elektromagnetische Strahlung aus dem grünen bis roten Spektralbereich, während eine epitaktische Halbleiterschichtenfolge, die auf einem Arsenid-

5 Verbindungshalbleitermaterial basiert, in der Regel elektromagnetische Strahlung aus dem roten bis infraroten Spektralbereich erzeugt.

Die epitaktische Halbleiterschichtenfolge 5 ist bei dem
10 vorliegenden Ausführungsbeispiel auf ein Trägerelement 7 aufgebracht, das aus Glas gebildet ist. Zwischen der epitaktischen Halbleiterschichtenfolge 5 und dem Trägerelement 7 ist vorliegend eine spiegelnde Schicht 16 angeordnet, die elektromagnetische Strahlung, die in der
15 aktiven Zone 6 erzeugt wird, zu einer Hauptfläche 8 des Halbleiterchips 1 lenkt, die einer Montagefläche 2 des strahlungsemittierenden Halbleiterchips 1 gegenüberliegt. Weiterhin ist die Montagefläche 2 des strahlungsemittierenden Halbleiterchips 1 mit einer Fügeschicht 3 mit einem Träger 4
20 stoffschlüssig und mechanisch stabil verbunden.

Die Fügeschicht 3 weist vorliegend ein Polymer als Matrixmaterial 10, wie ein Polysiloxan, ein Acrylat oder ein Epoxid, auf. In das Matrixmaterial 10 ist eine Vielzahl an
25 Nanopartikeln 11 eingebracht. Die Nanopartikel 11 weisen einen Kern 12 aus einem anorganischen Material auf, das eine besonders hohe thermische Leitfähigkeit hat. Geeignete Materialien für die Kerne 12 sind bereits im allgemeinen Teil der Beschreibung genannt. Die Nanopartikel 11 erhöhen die
30 thermische Leitfähigkeit der Fügeschicht 3 gegenüber einer Fügeschicht aus einem reinen Matrixmaterial 10 mit Vorteil.

Auf die Kerne 12 der Nanopartikel 11 ist vorliegend eine Beschichtung 13 aufgebracht, die die Nanopartikel 11 derart funktionalisiert, dass sie sich besonders gut in dem Matrixmaterial 10 verteilen. Durch die Beschichtung 13 wird
5 eine Agglomeration der Nanopartikel 11 in dem Matrixmaterial 10 mit Vorteil zumindest zu großen Teilen vermindert.

Die Nanopartikel 11 weisen in dem Matrixmaterial 10 eine Konzentration auf, die die thermische Leitfähigkeit der
10 Fügeschicht 3 besonders hoch einstellt, aber gleichzeitig eine gute Adhäsion zwischen der Montagefläche 2 des strahlungsemittierenden Halbleiterchips 1 und der Oberfläche des Trägers 4 ermöglicht.

15 Die Fügeschicht 3 weist bei dem strahlungsemittierenden Bauelement des vorliegenden Ausführungsbeispiels eine vergleichsweise geringe Dicke D auf. Die Dicke D der Fügeschicht 3 übersteigt vorliegend einen Wert von 1 Mikrometer nicht.

20

Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Anmeldung DE 102018132955.5, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

25 Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal
30 oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Bezugszeichenliste

	1	strahlungsemitterender Halbleiterchip
	2	Montagefläche
5	3	Fügeschicht
	4	Träger
	5	epitaktische Halbleiterschichtenfolge
	6	aktive Zone
	7	Trägerelement
10	8	Hauptfläche
	9	elektrischer Kontakt
	10	Matrixmaterial
	11	Nanopartikel
	12	Kern
15	13	Beschichtung
	14	Kehle
	15	metallische Schicht
	16	spiegelnde Schicht

Patentansprüche

1. Strahlungsemittierendes Bauelement mit:

- einem strahlungsemittierenden Halbleiterchip (1) und
- 5 - einer transparenten Fügeschicht (3), die den strahlungsemittierenden Halbleiterchip (1) mit einem Träger (4) mechanisch stabil verbindet, wobei
- die transparente Fügeschicht (3) ein Matrixmaterial (10) aufweist, in das eine Vielzahl an Nanopartikeln (11)
- 10 eingebracht ist.

2. Strahlungsemittierendes Bauelement nach dem vorherigen Anspruch,

- bei dem die Nanopartikel (11) einen Durchmesser zwischen
- 15 einschließlich 1 Nanometer und einschließlich 100 Nanometer aufweisen.

3. Strahlungsemittierendes Bauelement nach einem der obigen Ansprüche,

- 20 bei dem die Nanopartikel (11) einen Durchmesser zwischen einschließlich 2 Nanometer und einschließlich 30 Nanometer aufweisen.

4. Strahlungsemittierendes Bauelement nach einem der obigen

25 Ansprüche,

- bei dem eine Dicke (D) der Fügeschicht (3) nicht größer ist als 2 Mikrometer.

5. Strahlungsemittierendes Bauelement nach einem der obigen

30 Ansprüche,

- bei dem eine Dicke (D) der Fügeschicht (3) nicht größer ist als 1 Mikrometer.

6. Strahlungsemittierendes Bauelement nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem die Fügeschicht (3) eine thermische Leitfähigkeit von mindestens 1 W/mK aufweist.

5

7. Strahlungsemittierendes Bauelement nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem die Fügeschicht (3) eine thermische Leitfähigkeit von mindestens 3 W/mK aufweist.

10

8. Strahlungsemittierendes Bauelement nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem die Kerne (12) der Nanopartikel (11) ein Material aufweisen, das aus der folgenden Gruppe gewählt ist: Diamant,

15 Si_3N_4 , AlN, Al_2O_3 , SiC, ZrO_2 , BN, HfO_2 , ZnO, GaP, MgF_2 .

9. Strahlungsemittierendes Bauelement nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem das Matrixmaterial (10) eines der folgenden

20 Materialien aufweist: Polysiloxan, Epoxid, Acrylat.

10. Strahlungsemittierendes Bauelement nach dem vorherigen Anspruch,

bei dem das Matrixmaterial (10) ein Polysiloxan aufweist, das
25 mittels Hydrosilylierung ausgehärtet wird, die thermisch oder optisch aktiviert ist.

11. Strahlungsemittierendes Bauelement nach einem der obigen Ansprüche,

30 bei dem die Nanopartikel (11) eine Beschichtung (13) aufweisen, die eine Agglomeration der Nanopartikel (11) in dem Matrixmaterial (10) zumindest vermindert.

12. Strahlungsemittierendes Bauelement nach dem vorherigen Anspruch,
bei dem die Beschichtung (13) ein Silanol oder ein Acrylat oder SiO₂ aufweist.

5

13. Strahlungsemittierendes Bauelement nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem der strahlungsemittierende Halbleiterchip (1) eine epitaktische Halbleiterschichtenfolge (5) mit einer aktiven

10 Zone (6) aufweist, wobei

- die aktive Zone (6) im Betrieb elektromagnetische Strahlung erzeugt, die von einer Strahlungsausstrittsfläche des Halbleiterchips (1) ausgesandt wird,

15 - die epitaktische Halbleiterschichtenfolge (5) auf einem Trägerelement (7) aufgebracht ist, das transparent für elektromagnetische Strahlung der aktiven Zone (6) ist.

14. Strahlungsemittierendes Bauelement nach dem vorherigen Anspruch,

20 bei dem die epitaktische Halbleiterschichtenfolge (5) auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial basiert und das Trägerelement (7) Saphir aufweist.

15. Strahlungsemittierendes Bauelement nach Anspruch 13,

25 bei dem die epitaktische Halbleiterschichtenfolge (5) auf einem Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial oder einem Arsenid-Verbindungshalbleitermaterial basiert und das Trägerelement (7) Glas aufweist.

30 16. Strahlungsemittierendes Bauelement nach dem vorherigen Anspruch,

bei dem zwischen der epitaktischen Halbleiterschichtenfolge (5) und dem Trägerelement (7) eine spiegelnde Schicht (16) angeordnet ist.

- 5 17. Strahlungsemittierendes Bauelement nach einem der obigen Ansprüche,
bei dem der Träger (4) ein Leiterraum ist, dessen
Oberfläche zumindest teilweise durch eine metallische Schicht
(15) gebildet ist, die eines der folgenden Materialien
10 aufweist: Silber, Gold, Legierungen mit Gold, Legierungen mit Silber.

FIG 1

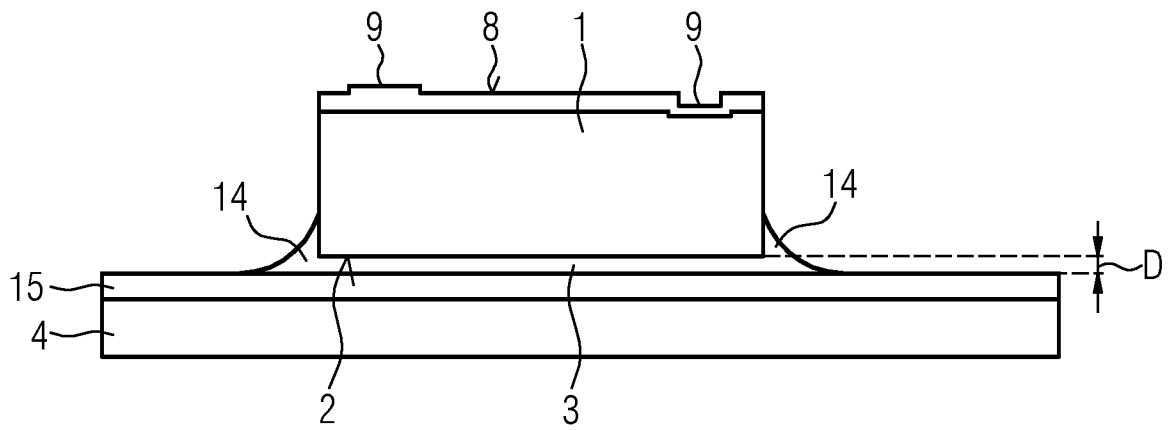


FIG 2

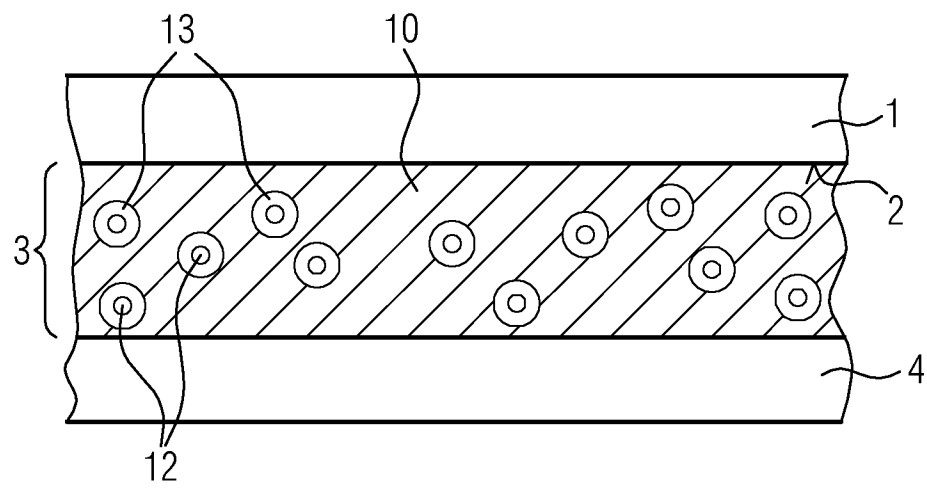


FIG 3

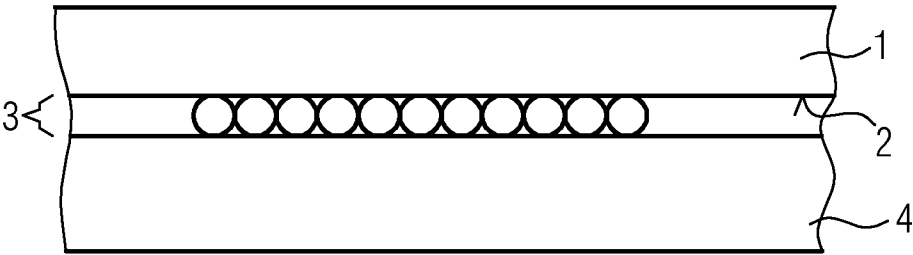
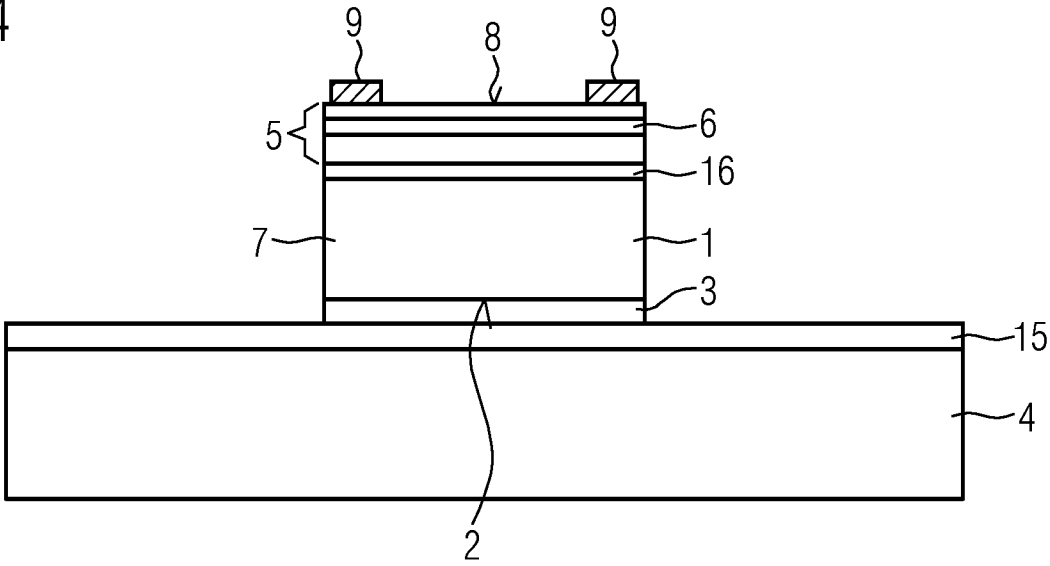


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/085330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H01L 33/64</i> (2010.01); <i>H01L 33/30</i> (2010.01)n; <i>H01L 33/60</i> (2010.01)n; <i>H01L 33/62</i> (2010.01)n 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) B82Y; C09J; 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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2018212113 A1 (RANTALA JUHA [FI] ET AL) 26 July 2018 (2018-07-26) abstract figures 1-10 paragraph [0006] - paragraph [0016] paragraph [0035] - paragraph [0165] paragraph [0181] - paragraph [0198]	1-6,8-14
X	DE 102013101529 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 27 March 2014 (2014-03-27)	1-7,9,13,14
A	abstract figures 2-3 paragraph [0005] - paragraph [0049] paragraph [0058] - paragraph [0067]	10,15,17
☒ 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 06 March 2020		Date of mailing of the international search report 16 March 2020
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 De Kroon, Arnoud Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/085330

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014353704 A1 (KAMIKAWA TAKESHI [JP]) 04 December 2014 (2014-12-04) abstract figures 1-5 paragraph [0010] - paragraph [0027] paragraph [0034] - paragraph [0086] paragraph [0124] - paragraph [0161]	1-4,13,14,17
X A	WO 2015033574 A1 (KYOCERA CHEM CORP [JP]) 12 March 2015 (2015-03-12) abstract tables 1-4 paragraph [0007] - paragraph [0068] paragraph [0080] - paragraph [0098]	1,8-11,17 2,3,13
A	DE 102016113969 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 01 February 2018 (2018-02-01) the whole document	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/085330

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2018212113	A1	26 July 2018	CN	106605309	A	26 April 2017
				EP	3158595	A1	26 April 2017
				JP	2017527126	A	14 September 2017
				KR	20170032316	A	22 March 2017
				US	2018212113	A1	26 July 2018
				WO	2015193555	A1	23 December 2015
DE	102013101529	A1	27 March 2014	CN	104641478	A	20 May 2015
				DE	102013101529	A1	27 March 2014
				DE	112013004651	A5	03 June 2015
				JP	2015530750	A	15 October 2015
				US	2015228874	A1	13 August 2015
				WO	2014044557	A1	27 March 2014
US	2014353704	A1	04 December 2014	CN	103918093	A	09 July 2014
				JP	6062431	B2	18 January 2017
				JP	WO2013190962	A1	26 May 2016
				US	2014353704	A1	04 December 2014
				WO	2013190962	A1	27 December 2013
WO	2015033574	A1	12 March 2015	TW	201520299	A	01 June 2015
				WO	2015033574	A1	12 March 2015
DE	102016113969	A1	01 February 2018	DE	102016113969	A1	01 February 2018
				DE	112017003749	A5	18 April 2019
				WO	2018019846	A1	01 February 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L33/64 ADD. H01L33/30 H01L33/60 H01L33/62		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B82Y C09J 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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2018/212113 A1 (RANTALA JUHA [FI] ET AL) 26. Juli 2018 (2018-07-26) Zusammenfassung Abbildungen 1-10 Absatz [0006] - Absatz [0016] Absatz [0035] - Absatz [0165] Absatz [0181] - Absatz [0198] -----	1-6,8-14
X	DE 10 2013 101529 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 27. März 2014 (2014-03-27) Zusammenfassung Abbildungen 2-3 Absatz [0005] - Absatz [0049] Absatz [0058] - Absatz [0067] -----	1-7,9,13,14
A	----- -/-	10,15,17
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6. März 2020		16/03/2020
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 De Kroon, Arnoud

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2014/353704 A1 (KAMIKAWA TAKESHI [JP]) 4. Dezember 2014 (2014-12-04) Zusammenfassung Abbildungen 1-5 Absatz [0010] - Absatz [0027] Absatz [0034] - Absatz [0086] Absatz [0124] - Absatz [0161] -----	1-4,13, 14,17
X A	WO 2015/033574 A1 (KYOCERA CHEM CORP [JP]) 12. März 2015 (2015-03-12) Zusammenfassung Tabellen 1-4 Absatz [0007] - Absatz [0068] Absatz [0080] - Absatz [0098] -----	1,8-11, 17 2,3,13
A	DE 10 2016 113969 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 1. Februar 2018 (2018-02-01) das ganze Dokument -----	1-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/085330

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2018212113 A1	26-07-2018	CN 106605309 A	26-04-2017
		EP 3158595 A1	26-04-2017
		JP 2017527126 A	14-09-2017
		KR 20170032316 A	22-03-2017
		US 2018212113 A1	26-07-2018
		WO 2015193555 A1	23-12-2015
DE 102013101529 A1	27-03-2014	CN 104641478 A	20-05-2015
		DE 102013101529 A1	27-03-2014
		DE 112013004651 A5	03-06-2015
		JP 2015530750 A	15-10-2015
		US 2015228874 A1	13-08-2015
		WO 2014044557 A1	27-03-2014
US 2014353704 A1	04-12-2014	CN 103918093 A	09-07-2014
		JP 6062431 B2	18-01-2017
		JP WO2013190962 A1	26-05-2016
		US 2014353704 A1	04-12-2014
		WO 2013190962 A1	27-12-2013
WO 2015033574 A1	12-03-2015	TW 201520299 A	01-06-2015
		WO 2015033574 A1	12-03-2015
DE 102016113969 A1	01-02-2018	DE 102016113969 A1	01-02-2018
		DE 112017003749 A5	18-04-2019
		WO 2018019846 A1	01-02-2018