

(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
07. September 2018 (07.09.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/158161 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/50 (2010.01) H01L 33/00 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/054549

(22) Internationales Anmeldedatum:

23. Februar 2018 (23.02.2018)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2017 104 127.3

28. Februar 2017 (28.02.2017) DE

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

(72) Erfinder: O'BRIEN, David; Weidenweg 2, 93077 Bad Abbach (DE). VON MALM, Norwin; Stockloher Str. 8, 93152 Nittendorf (DE). FRISCHEISEN, Jörg; Singoldstr. 29, 86830 Schwabmünchen (DE). EBERHARDT, Angela; Metzstr. 46, 86157 Augsburg (DE). PESKOLLER, Florian; Am Oberen Anger 26, 85051 Ingolstadt (DE).

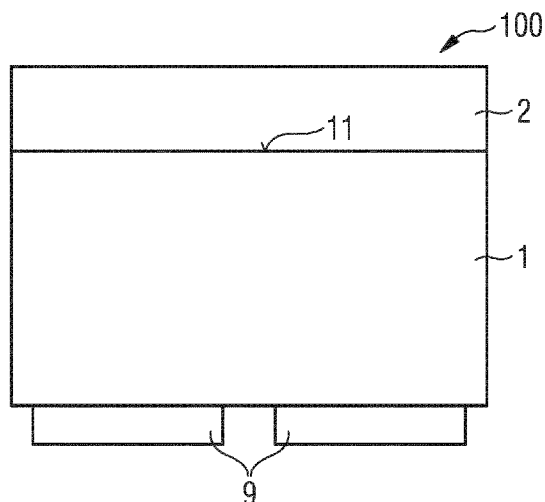
(74) Anwalt: ZUSAMMENSCHLUSS NR. 175 - EPPING
HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESEL-
LSCHAFT MBH; Schloßschmidstr. 5, 80639 München (DE).

(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,

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

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

FIG 1E



(57) Abstract: The invention relates to an optoelectronic component (100), comprising: a semiconductor layer sequence (1), which has an active region, which emits radiation at least via a main radiation exit surface (11) during operation; a conversion element (2), which is arranged directly after the main radiation exit surface (11), the conversion element (2) being substrate-free and having a first layer (22), the first layer (22) having at least one conversion material (222), which is embedded in a matrix material (221), the matrix material (221) having at least one condensed inorganic sol-gel material selected from the following group: water glass, metal phosphate, aluminum phosphate, monoaluminum phosphate, alkoxytetramethoxysilane, tetraethyl orthosilicate, methyltrimethoxysilane, methyltriethoxysilane, titanium alkoxide, silica sol, metal alkoxide, metal oxane, metal alkoxane, metal oxide, metal silicates, metal sulfates, tungstates, the condensed sol-gel material having a proportion of between 10 and 70 vol% in the first layer.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement (100) aufweisend eine Halbleiterschichtenfolge (1) mit einem aktiven Bereich, der zumindest über eine Hauptstrahlungsausstrittsfläche (11) in Betrieb Strahlung emittiert, ein Konversionselement (2), das der Hauptstrahlungsausstrittsfläche (11) direkt nachgeordnet ist, wobei das Konversionselement (2) substratfrei ist und eine erste Schicht (22) aufweist, wobei die erste Schicht (22) zumindest ein Konversionsmaterial (222) aufweist, das in einem Matrixmaterial (221) eingebettet ist, wobei das Matrixmaterial (221) zumindest ein kondensiertes anorganisches Sol-Gel Material aufweist, das aus folgender Gruppe ausgewählt ist: Wasserglas, Metallphosphat, Aluminiumphosphat, Monoaluminiumphosphat, Alkoxytetramethoxysilan, Tetraethylorthosilikat,

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)

Beschreibung

OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG
EINES OPTOELEKTRONISCHEN BAUELEMENTS

5

Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement.
Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung
eines optoelektronischen Bauelements.

- 10 Optoelektronische Bauelemente, wie beispielsweise
Leuchtdioden (LEDs), weisen in der Regel ein
Konversionselement auf, um die von einer
Halbleiterschichtenfolge des Bauelements emittierte Strahlung
vorzugsweise aus dem blauen Spektralbereich in weißes
15 Mischlicht zu verwandeln. Diese Konverterelemente weisen
typisch Silikon- und mindestens ein Konversionsmaterial auf.
Das Silikon wird als Matrixmaterial verwendet. Silikon zeigt
allerdings den Nachteil, dass es bei Einstrahlung der
Strahlung aus dem blauen Spektralbereich vergilben kann.
20 Zudem weist es geringe thermische mechanische Eigenschaften
auf, die zur Degradation des Matrixmaterials führen können.
Das Silikon als Matrixmaterial ist daher der limitierende
Faktor für den Betrieb eines optoelektronischen Bauelements,
insbesondere für dessen Lebensdauer.

25

- Andere anorganische Konverter, wie zum Beispiel ein
Keramikkonverter oder ein Leuchtstoff-in-Glas-Konverter,
werden in der Regel mittels eines Klebers auf der
Halbleiterschichtenfolge befestigt. Vorzugsweise wird Silikon
30 als Kleber verwendet, das aber auch in dieser Funktion die
beschriebenen lebensdauerbegrenzenden Nachteile aufweist. Die
geringe thermische Leitfähigkeit und hohe Permeabilität des
Silikons begrenzen ferner die Betriebsparameter eines

optoelektronischen Bauelements. Die Haftung von Silikon auf den verschiedenen zu verbindenden Materialien kann schlecht sein und so zur Delamination des Konverterelements während der Herstellung führen.

5

Eine Aufgabe der Erfindung ist es, die oben beschriebenen Nachteile zu überwinden und ein verbessertes optoelektronisches Bauelement anzugeben. Insbesondere soll das optoelektronische Bauelement stabil gegenüber hohen

10

Temperaturen, Feuchtigkeit und Strahlung sein. Das optoelektronische Bauelement soll bei höheren Leistungen betreibbar sein und in einer ähnlichen Farbortvielfalt und einem hohen Farbwiedergabeindex (CRI) wie mit einer Silikonmatrix herstellbar sein. Ferner ist Aufgabe der

15

Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements bereitzustellen, das ein optoelektronisches Bauelement mit verbesserten Eigenschaften herstellt.

20

Diese Aufgaben werden durch ein optoelektronisches Bauelement gemäß dem unabhängigen Anspruch gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltung und/oder Weiterbildung der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Ferner werden diese Aufgaben durch ein Verfahren zur Herstellung eines

25

optoelektronischen Bauelements gemäß dem Anspruch 17 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltung und Weiterbildung der Erfindung sind Gegenstand des abhängigen Anspruchs 18.

30

In zumindest einer Ausführungsform weist das optoelektronische Bauelement eine Halbleiterschichtenfolge auf. Die Halbleiterschichtenfolge weist einen aktiven Bereich auf. Der aktive Bereich ist zumindest über eine Hauptstrahlungsausstrittsfläche dazu eingerichtet, in Betrieb

Strahlung zu emittieren. Das Bauelement weist ein Konversionselement auf, das die emittierte Primärstrahlung zumindest teilweise in eine Sekundärstrahlung umwandelt. Das Konversionselement ist direkt und insbesondere ohne

5 zusätzliche Kleberschicht auf der Hauptstrahlungsaustrittsfläche angeordnet, also der Hauptstrahlungsaustrittsfläche direkt nachgeordnet. Das Konversionselement ist substratfrei. Das Konversionselement weist eine erste Schicht auf. Die erste Schicht weist ein

10 Konversionsmaterial auf, das in einem Matrixmaterial eingebettet ist. Das Matrixmaterial weist zumindest ein kondensiertes anorganisches Sol-Gel Material auf. Das Sol-Gel Material ist aus folgender Gruppe ausgewählt: Wasserglas, Metallphosphat, Aluminiumphosphat, Monoaluminiumphosphat,

15 modifiziertes Monoaluminiumphosphat, Alkoxytetramethoxysilan, Tetraethylorthosilikat, Methyltrimethoxysilan, Methyltriethoxysilan, Titanalkoxid, Kieselsol, Metallalkoxid, Metalloxan, Metallalkoxan, Metalloxid, Metallsilikate, Metallsulphate, Wolframate. Insbesondere ist das Sol-Gel-

20 Material: Wasserglas, Metallphosphat, Aluminiumphosphat, modifiziertes Monoaluminiumphosphat und/oder Monoaluminiumphosphat. Das kondensierte Sol-Gel Material weist einen Anteil zwischen 10 Vol% und 70 Vol% in der ersten Schicht auf. Der Anteil des kondensierten Sol-Gel Materials

25 ist auf das Gesamtvolumen aus Sol-Gel-Material und Konversionsmaterial und gegebenenfalls Härter, Füller, oder andere feste Zusätze, aber ohne gegebenenfalls entstehende Poren, bezogen.

30 Sol-Gel-Materialien werden hier und im Folgenden als diejenigen Materialien bezeichnet, die mittels eines Sol-Gel-Prozesses hergestellt sind. Der Sol-Gel-Prozess ist ein Verfahren zur Herstellung von anorganischen oder

hybridpolymeren Materialien aus Kolloidaldispersionen, den so genannten Solen. Die Ausgangsmaterialien werden auch als Precursormaterialien bezeichnet. Aus ihnen entstehen in Lösung in einer ersten Grundreaktion feinste Teilchen. Durch
5 die spezielle Weiterverarbeitung der Sole lassen sich Pulver, Fasern, Schichten oder Aerogele erzeugen. Dabei ist der wesentliche Grundprozess des Sol-Gel-Prozesses die Hydrolyse der Precursormaterialien und die Kondensation zwischen den dabei entstehenden reaktiven Spezies. Der Sol-Gel-Prozess ist
10 dem Fachmann hinreichend bekannt und wird an dieser Stelle nicht näher erläutert.

Als Sol-Gel Material ist im Prinzip jedes Metalloxid denkbar, bevorzugt jedoch Zink-, Zinn-, Aluminium-, Titan-, Hafnium-,
15 Zirkonium-, Gallium-, Yttrium- und/oder Siliziumoxid denkbar, das über den Sol-Gel-Prozess hergestellt werden kann. Am bekanntesten ist die Erzeugung von Siliziumdioxid beispielsweise als Schicht über den Sol-Gel-Prozess. Das Sol kann in einem Lösungsmittel, wie Wasser, einem primären oder
20 sekundären Alkohol, wie Ethanol oder Isopropanol, oder anderen polaren organischen Lösungsmitteln eingebettet sein. Es kann auch eine Mischung der hier beschriebenen Sol-Gel Materialien verwendet werden. Vorzugsweise wird das Sol-Gel Material bei einer Temperatur von kleiner oder gleich 350 °C,
25 insbesondere kleiner oder gleich 300 °C oder vorzugsweise kleiner oder gleich 150 °C ausgeheizt, um zum Beispiel die Halbleiterschichtenfolge bei der Aushärtung des Sol-Gel Materials thermisch nicht zu schädigen.

30 Beispielsweise können anorganische Sol-Gel Materialien wie bestimmte Aluminiumphosphate, modifiziertes Monoaluminiumphosphat (MALP) oder Monoaluminiumphosphat bei einer Temperatur von kleiner oder gleich 350 °C, insbesondere

kleiner 350 °C, vorzugsweise kleiner oder gleich 300 °C oder Kalium-Wasserglas (KWG) bei kleiner oder gleich 350 °C, insbesondere kleiner oder gleich 300 °C, insbesondere kleiner oder gleich 150 °C oder vorzugsweise kleiner 150 °C

5 ausgehärtet werden. Natrium- (NaWG) oder Lithium-Wasserglas (LiWG) oder eine Mischung aus mehreren Wassergläsern können ebenfalls bei diesen Temperaturen ausgehärtet werden. Um eine gute chemische Resistenz, wie eine gute Feuchtestabilität bei Temperaturen von beispielsweise 85 °C, 85 Prozent relativer
10 Luftfeuchtigkeit und 1000 Stunden zu erreichen, sollten diese oben beschriebenen Materialien bei derartigen Temperaturen ausgehärtet werden. Optional können den Matrixmaterialien, insbesondere den Wassergläsern, auch chemische Härter zugesetzt sein, um die Feuchtestabilität zu erhöhen.

15

Die Erfinder haben erkannt, dass gerade die Verwendung des oben beschriebenen Konversionselements mit dem anorganischen Matrixmaterial, das aus einem anorganischen Sol-Gel hergestellt wurde, zu Bauelementen mit vorteilhaften
20 Eigenschaften führt. Eine Matrix aus organikhaltigen Sol-Gelen ist zwar auch denkbar, jedoch nicht bevorzugt, da diese normalerweise höhere Härtungstemperaturen benötigen, in der Regel >400 °C, um vollständig abzureagieren und dadurch chemisch stabil zu werden. Da bei diesen Temperaturen
25 beispielsweise die Halbleiterschichtenfolge thermisch schon geschädigt werden kann, wird das Sol-Gel vorzugsweise bei niedrigeren Härtungstemperaturen gehärtet, jedoch sind die Matrizen aus organikhaltigen Sol-Gelen dann chemisch nicht stabil genug.

30

Ein besonderer Vorteil der anorganischen Matrix ist, dass die Bauelemente in einem Verbund auf einem Epitaxiesubstrat (Wafer) erzeugt und anschließend vereinzelt werden können.

Dies ist dadurch gegeben, dass die Konversionsschicht zum Einen direkt auf dem Wafer appliziert und gehärtet werden kann und zum Anderen, dass durch die anorganische Matrix ein Vereinzeln durch beispielsweise Sägen mit guter

5 Schnittkantenqualität möglich ist. Letzteres ist mit Silikon nicht möglich, da dieses zu weich ist, wodurch sich für die anorganische Matrix der weitere Vorteil eines kostengünstigeren Herstellprozesses ergibt.

10 Bisher sind zudem nur anorganische Konverter, wie Keramikkonverter oder substrathaltige anorganische Konverterelemente bekannt. Diese herkömmlichen Konversionselemente werden während der Herstellung einzeln auf die jeweilige Halbleiterschichtenfolge des Bauelements
15 mittels eines Klebers aufgebracht. Als Kleber ist beispielsweise Silikon notwendig, was zu den oben beschriebenen Nachteilen führt. Die Erfinder sind der Auffassung, dass gegenwärtig keine Bauelemente bekannt sind, die ausschließlich aus anorganischen Materialien bestehen und
20 damit eine gute thermomechanische Stabilität aufweisen. Gleichzeitig kann das Bauelement kostengünstiger auf Waferlevel hergestellt werden und es kann bei höheren Leistungen betrieben werden verglichen mit einem Bauelement mit Silikonmatrix, wobei eine ähnliche Farbortvielfalt und
25 ein hoher Farbwiedergabeindex (CRI) wie mit einer Silikonmatrix möglich ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Konversionselement auf der Hauptstrahlungsausstrittsfläche
30 ohne einen Kleber direkt angeordnet. Mit anderen Worten haftet das Konversionselement ohne einen Kleber auf der Hauptstrahlungsausstrittsfläche.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Konversionselement frei von einem organischen Material. Vorzugsweise ist das optoelektronische Bauelement frei von einem organischen Material zumindest in Abstrahlrichtung, d.h. es befindet sich kein organisches Material über der Hauptstrahlungsaustrittsfläche. Es kann allerdings organisches Material als Gehäusematerial und/oder als Vergussmaterial, beispielsweise gefüllt mit TiO_2 , um die Halbleiterschichtenfolge bzw. um die Kanten des Konversionselements verwendet werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das optoelektronische Bauelement frei von einem organischen Kleber wie beispielsweise Silikon oder Epoxy.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Halbleiterschichtenfolge Teil eines Flip Chips. Flip Chip meint hier, dass das Bauelement unmittelbar auf einem Träger oder der Leiterplatte bondiert wird. Dies ist dem Fachmann beispielsweise aus der DE 10 2015 101 143 A1 bekannt, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Flip Chip einen Saphir-Träger auf. Alternativ ist der Flip Chip Teil eines Chip Scale Packages (CSP).

Gemäß zumindest einer Ausführungsform basiert die Halbleiterschichtenfolge bevorzugt auf einem III-V-Verbindungshalbleitermaterial. Bei dem Halbleitermaterial handelt es sich zum Beispiel um ein Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$ oder um ein Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{P}$

oder auch um ein Arsenid-Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{As}$, wobei jeweils $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und $n + m \leq 1$ ist. Dabei kann die Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Der Einfachheit halber sind jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters der Halbleiterschichtenfolge, also Al, As, Ga, In, N oder P, angegeben, auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt und/oder ergänzt sein können.

Die Halbleiterschichtenfolge umfasst eine oder mehrere aktive Schichten. Die mindestens eine aktive Schicht ist zur Erzeugung einer elektromagnetischen Strahlung eingerichtet. Beispielsweise beinhaltet die aktive Schicht wenigstens einen pn-Übergang oder mindestens eine Quantentopfstruktur. Insbesondere wird in der aktiven Schicht ultraviolette, sichtbare und/oder nahinfrarote Strahlung im Betrieb des Halbleiterbauteils erzeugt. Die in der aktiven Schicht erzeugte Strahlung weist eine Hauptwellenlänge auf. Die Hauptwellenlänge, englisch Peak wavelength, ist diejenige Wellenlänge, bei der im bestimmungsgemäßen Betrieb die größte Strahlungsintensität erzeugt wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform basiert die Halbleiterschichtenfolge auf Galliumnitrid und weist zumindest eine n-dotierte Halbleiterschicht, zumindest eine p-dotierte Halbleiterschicht und eine aktive Schicht auf. Vorzugsweise erstreckt sich zumindest eine Durchkontaktierung zumindest bereichsweise über die n-dotierte Halbleiterschicht, die p-dotierte Halbleiterschicht und die aktive Schicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Halbleiterschichtenfolge eine anorganische Schicht auf. Die anorganische Schicht weist Siliziumdioxid, Siliziumnitrid, ITO (Indiumzinnoxid) oder Aluminiumoxid auf. Die anorganische
5 Schicht bildet zumindest teilweise die Hauptstrahlungsausstrittsfläche.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Matrixmaterial ein kondensiertes Monoaluminiumphosphat oder ein
10 kondensiertes modifiziertes Monoaluminiumphosphat oder ein kondensiertes Aluminiumphosphat.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Matrixmaterial ein kondensiertes Wasserglas. Als Wasserglas werden aus einer
15 Schmelze erstarrte, glasartige, also amorphe, wasserlösliche Natrium-, Kalium- und/oder Lithiumsilikate oder ihre wässrigen Lösungen bezeichnet. Damit unterscheidet sich Wasserglas von einem herkömmlichen Glas insbesondere durch seine Eigenschaften, wie die Porosität.

20
Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Matrixmaterial zumindest Lithiumwasserglas, Natriumwasserglas, Kaliumwasserglas oder eine Mischung daraus, wobei das Konversionselement einen chemischen Härter aufweist. Durch
25 Zugabe eines chemischen Härters und Aushärten des Matrixmaterials, beispielsweise zwischen einer Temperatur von 150 bis 350 °C für Wasserglas, ist es möglich, ein Konversionselement zu erzeugen, das sehr stabil gegen Feuchtigkeit ist. Insbesondere zeigt dieses
30 Konversionselement eine hohe Stabilität bei 85 °C, 85 % relativer Luftfeuchtigkeit und 1000 Stunden für die Testdauer, was mittels eines Feuchtetests bestimmt wurde. Durch Zugabe des Härters bildet sich neben ggf. entstehendem

Alkalicarbonat ein weiteres Nebenprodukt. Im Falle eines Phosphathärterers wäre dies ein Alkaliphosphat.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird bei

- 5 Aluminiumphosphat, Monoaluminiumphosphat oder modifiziertem Monoaluminiumphosphat kein chemischer Härter zugesetzt. Alternativ kann auch hier ein geeigneter chemischer Härter zugegeben werden. Das hier beschriebene Aluminiumphosphat, Monoaluminiumphosphat oder modifizierte Monoaluminiumphosphat
- 10 besitzt vorzugsweise ein molares Verhältnis von Al zu P von 1:3 bis 1:1,5 und härtet insbesondere bei Temperaturen zwischen 300 °C und 350 °C. In den Lösungen können weitere Elemente oder Verbindungen enthalten sein, jedoch vorzugsweise max. 1 Mol% an Alkali- und Halogenverbindungen.

15

- Das für das Matrixmaterial eingesetzte Wasserglas kann zumindest aus Lithiumwasserglas, Natriumwasserglas, Kaliumwasserglas oder einer Mischung daraus bestehen oder diese Alkaliwassergläser aufweisen. Die Erfinder haben
- 20 erkannt, dass insbesondere eine Kombination von Lithiumwasserglas und Kaliumwasserglas hervorragende Eigenschaften für das Matrixmaterial aufweist. Vorzugsweise ist das Verhältnis zwischen Lithiumwasserglas und Kaliumwasserglas zwischen 1:3 bis 3:1. Insbesondere ist das
- 25 Verhältnis zwischen Lithiumwasserglas und Kaliumwasserglas 1:3, 1:1 oder 3:1, vorzugsweise 1:1. Die Alkaliwassergläser können beispielsweise ein Modul von 1,5 bis 5 besitzen, vorzugsweise ein Modul von 2,5 bis 4,5. Der Begriff Modul ist dem Fachmann bekannt und bezeichnet das
- 30 molare Verhältnis von SiO₂ zu Alkalioxid. Vorzugsweise wird bei Wasserglas, wie beispielsweise dem Kalium-Wasserglas, ein chemischer Härter zugesetzt. Beispielsweise kann Aluminiumphosphat für Kalium-Wasserglas

als chemischer Härter zugesetzt werden. Die chemische Härtung erfolgt durch einen Ionenaustausch, in diesem Fall Kaliumionen durch Aluminiumionen. Das bedeutet, dass Aluminiumionen in das silikatische Netzwerk eingebaut werden, 5 wodurch sich die Feuchtebeständigkeit erhöht. Als Nebenprodukt entsteht Kaliumphosphat.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Konversionselement eine Schichtdicke von 20 μm bis 70 μm für 10 Teilkonversion oder 40 μm bis 150 μm für Vollkonversion auf. Insbesondere weist das Konversionselement eine maximale Schichtdicke von 70 μm , besser maximal 60 μm , vorzugsweise maximal 50 μm oder maximal 45 μm oder maximal 40 μm oder maximal 35 μm oder maximal 30 μm oder maximal 25 μm oder 15 maximal 20 μm bei Teilkonversion. Insbesondere weist das Konversionselement für Vollkonversion eine maximale Schichtdicke von 150 μm , besser maximal 130 μm , vorzugsweise maximal 110 μm oder maximal 90 μm oder maximal 80 μm oder maximal 70 μm oder maximal 60 μm oder maximal 50 μm oder 20 maximal 40 μm . Vollkonversion meint hier, dass die Strahlung der Halbleiterschichtenfolge gar nicht oder zu weniger als 5 % an der resultierenden Gesamtstrahlung beiträgt. Die Strahlung der Halbleiterschichtenfolge kann alternativ teilweise absorbiert werden, sodass die aus dem 25 Konversionselement austretende Gesamtstrahlung sich aus der Strahlung der Halbleiterschichtenfolge und der konvertierten Strahlung zusammensetzt. Dies kann auch als Teilkonversion bezeichnet werden. Die Gesamtstrahlung kann weißes Mischlicht sein. Das Mischlicht kann beispielsweise warmweiß oder 30 kaltweiß sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Konversionsmaterial aus folgender Gruppe ausgewählt:

$(Y, Gd, Tb, Lu)_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce^{3+}$, $(Sr, Ca)AlSiN_3:Eu^{2+}$,
 $(Sr, Ba, Ca, Mg)_2Si_5N_8:Eu^{2+}$, $(Ca, Sr, Ba)_2SiO_4:Eu^{2+}$, α -SiAlON:Eu²⁺,
 β -SiAlON:Eu²⁺, $(Sr, Ca)S:Eu^{2+}$, $(Sr, Ba, Ca)_2(Si, Al)_5(N, O)_8:Eu^{2+}$,
 $(Ca, Sr)_8Mg(SiO_4)_4Cl_2:Eu^{2+}$, $(Sr, Ba)Si_2N_2O_2:Eu^{2+}$.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Konversionsmaterial Quantenpunkte auf, wie beispielsweise CdSe, InP oder ZnSe.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Konversionselement eine Schichtdicke von 1 µm bis 150 µm auf. Das Konversionsmaterial kann insbesondere Quantenpunkte umfassen oder daraus bestehen.

15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind mindestens zwei verschiedene Konversionsmaterialien in dem Matrixmaterial eingebettet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform emittiert das Bauelement im Betrieb Strahlung mit einer Farbtemperatur zwischen 2500 K bis 4500 K. Zusätzlich kann der Farbwiedergabeindex CRI zwischen 70 und 100 sein.

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform emittiert das Bauelement im Betrieb Strahlung mit einer Farbtemperatur zwischen 4500 K und 8000 K. Zusätzlich kann der Farbwiedergabeindex CRI zwischen 70 und 100 sein.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform emittiert das Bauelement kein weißes Licht sondern beispielsweise türkises, grünes, gelbes, oranges, rotes oder tiefrotes Licht.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das kondensierte Sol-Gel Material einen Anteil zwischen 10 Vol% und 70 Vol% auf. Vorzugsweise weist das Sol-Gel Material einen Anteil zwischen 20 Vol% und 40 Vol%, insbesondere wenn das

5 optoelektronische Bauelement warm-weißes Mischlicht emittiert, auf. Der Anteil des Matrixmaterials in dem Konversionselement beträgt beispielsweise max. 70 Vol%, besser max. 65 Vol%, vorzugsweise max. 60 Vol% oder max. 55 Vol% oder max. 50 Vol% oder max. 45 Vol% oder max. 40 Vol%

10 oder max. 35 Vol% oder max. 30 Vol% oder max. 25 Vol% oder max. 20 Vol% oder max. 15 Vol% oder max. 10 Vol% oder max. 5 Vol%. Dies entspricht beispielsweise einem Gewichtsanteil von max. 60 Gew%, besser max. 55 Gew%, vorzugsweise max. 50 Gew% oder max. 45 Gew% oder max. 40 Gew% oder max. 35 Gew% oder

15 max. 30 Gew% oder max. 25 Gew% oder max. 20 Gew% oder max. 15 Gew% oder max. 10 Gew% oder max. 5 Gew% an Matrixmaterial im Konversionselement. Beispielsweise liegt der Volumenanteil der Matrix zwischen 10 Vol% und 65 Vol% und der Masseanteil zwischen 5 Gew% und 40 Gew%. Das Konversionsmaterial weist

20 beispielsweise in dem Konversionselement einen Anteil von mehr als 50 Gew%, besser mehr als 60 Gew%, vorzugsweise mehr als 65 Gew% oder mehr als 70 Gew% oder mehr als 75 Gew% oder mehr als 80 Gew% oder mehr als 85 Gew% oder mehr als 90 Gew% oder mehr als 95 Gew% auf. Das Konversionsmaterial kann einen

25 Volumenanteil beispielsweise von mehr als 10 Vol% oder 20 Vol%, besser mehr als 30 Vol%, vorzugsweise mehr als 35 Vol% oder mehr als 40 Vol% oder mehr als 45 Vol% oder mehr als 50 Vol% oder mehr als 55 Vol% oder mehr als 60 Vol% oder mehr als 65 Vol% oder mehr als 70 Vol% oder mehr als 75 Vol% in

30 dem Konversionselement aufweisen. Beispielsweise ist der Volumenanteil zwischen 40 Vol% und 85 Vol% und der Masseanteil zwischen 60 Gew% und 90 Gew%. Dadurch kann ein Konversionselement bereitgestellt werden, das sehr dünn

ausgeformt ist und eine hohe Konzentration des Konversionsmaterials aufweist.

Es wird weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements angegeben. Vorzugsweise wird mit dem Verfahren das hier beschriebene optoelektronische Bauelement hergestellt. Dabei gelten alle Definitionen und Ausführungen für das optoelektronische Bauelement auch für das Verfahren und umgekehrt.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren die Schritte auf:

A) Bereitstellen einer Halbleiterschichtenfolge mit einem aktiven Bereich, der zumindest über eine Hauptstrahlungsausstrittsfläche in Betrieb Strahlung emittiert,

B) Direktes Aufbringen eines Konversionselements auf die Hauptstrahlungsausstrittsfläche, wobei das Matrixmaterial aus zumindest einer Lösung eines Sol-Gel Materials besteht, in der das mindestens eine Konversionsmaterial dispergiert ist,

C) Aushärten der unter Schritt B) erzeugten Anordnung, ggf. Modifikation oder Bearbeitung, beispielsweise Glättung, einer der Hauptstrahlungsausstrittsfläche gegenüberliegenden Oberfläche,

D) Vereinzeln der unter Schritt C) erzeugten Anordnung zur Erzeugung des optoelektronischen Bauelements.

30

Durch den Schritt D kann eine scharfe Schnittkante an den einzelnen optoelektronischen Bauelementen erzeugt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt das Aufbringen in Schritt B mittels einer der folgenden Methoden: Siebdruck, Schablonendruck, Dispensen, Spin coating, Elektrophoretische Beschichtung (EPD), Rakeln, Aufsprühen, Tauchbeschichtung.

- 5 Optional kann vor oder nach dem Vereinzeln noch eine oder mehrere weitere Beschichtungen auf die Oberfläche und/oder die Kanten der Konversionsschicht (ggf. auch auf die Kanten der Halbleiterschichtenfolge), beispielsweise eine Antireflexbeschichtung oder eine dichroitische Beschichtung
10 oder eine Passivierungsschicht oder eine Verkapselungsschicht, aufgebracht werden.

- Die Erfinder haben erkannt, dass durch die Verwendung eines hier beschriebenen Konversionselements in einem hier
15 beschriebenen anorganischen optoelektronischen Bauelement folgende vorteilhafte Eigenschaften erzeugt werden können:

- Das Konversionselement, das vorzugsweise keine organischen Komponenten aufweist und direkt mit der Halbleiteroberfläche
20 verbunden ist, ist stabil gegenüber der von der Halbleiterschichtenfolge emittierte Strahlung, insbesondere aus einem blauen Spektralbereich. Zudem weist das Konversionselement eine hohe thermische Stabilität auf. Das Bauelement kann daher bei höheren Betriebsströmen betrieben
25 werden. Eine höhere Helligkeit pro Halbleiterfläche, also eine höhere Leuchtdichte, ist beobachtbar, da das Konversionselement eine bessere Wärmeleitfähigkeit aufweist als Konversionselemente mit Silikonmatrix, wodurch eine höhere Stromdichte ermöglicht wird. Dadurch kann die Stokes-
30 Wärme, die in dem Konversionsmaterial erzeugt wird, leichter abgeführt werden. Die Halbleiterschichtenfolge dient hier als sogenannte Wärmesenke. Es können demzufolge temperatursensitive Konversionsmaterialien verwendet werden.

Zudem erfolgt eine geringere Degradation, ein geringeres Temperaturquenchen, und eine Wellenlängenverschiebung wird vermieden, was sich positiv auf die Effizienz, Lebensdauer und/oder Farbortstabilität (bei Temperaturänderung) auswirkt.

5 Das Konversionselement kann direkt auf die Halbleiterschichtenfolge appliziert werden.

Die Halbleiterschichtenfolge kann auch Teil eines Wafer-Verbundes sein. Mit anderen Worten kann das

10 Konversionselement auch im Wafer-Maßstab, also in einem Verbund von optoelektronischen Bauelementen, aufgebracht werden. Dies ist kostengünstiger als die Aufbringung jedes einzelnen Konversionselements auf jedes einzelne optoelektronische Bauelement oder auf jede einzelne
15 Halbleiterschichtenfolge. Es können daher mehrere Konversionselemente und optoelektronische Bauelemente gleichzeitig hergestellt werden.

Die Verwendung eines Flip Chips zeigt den Vorteil, dass sich
20 beide elektrischen Kontaktierungen auf der dem Konversionselement gegenüberliegenden Seite der Halbleiterschichtenfolge befinden und die Kontaktierung dort erfolgt. Daher muss das Konversionselement keine Bereiche aufweisen, an die beispielsweise eine Kontaktierung, wie ein
25 Bondpad bzw. Bonddraht, angebracht werden muss.

Das Matrixmaterial zeigt eine sehr gute Adhäsionskraft und ist deutlich weniger elastisch als Silikon. Dies ermöglicht ein Schneiden des Verbundes mit guter Kantenqualität.

30

Ein organisches Matrixmaterial wird hier durch ein anorganisches kondensiertes Sol-Gel Material ersetzt. In diesem anorganischen kondensierten Sol-Gel Material kann

zumindest ein oder mehrere Konversionsmaterialien eingebettet sein. Als Konversionsmaterialien eignen sich herkömmliche Konversionsmaterialien wie Leuchtstoffe auf Basis von Oxiden oder Nitriden. Alternativ können auch Quantendots mit oder
5 ohne organischen Liganden oder mit oder ohne anorganischer Beschichtung, wie beispielsweise aus Siliziumdioxid, verwendet werden. Mit Quantendots sind auch deutlich geringere Schichtdicken von beispielsweise kleiner 50 µm oder kleiner 40 µm oder kleiner 30 µm oder kleiner 25 µm oder
10 kleiner 20 µm oder kleiner 15 µm oder kleiner 10 µm oder kleiner 5 µm oder kleiner 2 µm denkbar.

Konversionsmaterialien, wie organische fluoreszierende oder phosphoreszierende Materialien oder Perowskite oder polymere
15 Perowskite, fluoreszierende Proteine, sind ebenfalls als Konversionsmaterial denkbar. Als Konversionsmaterialien können auch organische Farbstoffe verwendet werden.

Die Sol-Gel Lösung, Paste oder Suspension, die aus aus dem
20 Sol-Gel und dem mindestens einen Konversionsmaterial besteht, kann direkt auf die Hauptstrahlungsausstrittsfläche der Halbleiterschichtenfolge, beispielsweise eines Flip Chips, im Wafer-Level-Maßstab aufgebracht werden. Alternativ kann es auch auf einzelne Chips aufgebracht haben, die sich
25 beispielsweise bereits in einem Gehäuse (Package) befinden.

Das Sol-Gel Material weist eine geringe Viskosität auf und kann deshalb mit einem hohen Füllgrad an Konversionsmaterialpartikeln gefüllt werden. Nach dem
30 Trocknen und Aushärten resultiert ein Konversionselement, das komplett anorganisch ist und eine hohe thermische Leitfähigkeit aufweist verglichen mit Konversionsmaterialien in Silikon als Matrixmaterial. Durch den hohen Füllgrad kann

das Konversionselement für den gleichen Konversionsgrad dünner ausgeformt werden als weniger gefüllte Konversionselemente. Da das hier beschriebene Konversionselement direkt appliziert werden kann, können die

5 Schichten auch dünner ausgeformt werden als bei freistehenden Konversionselementen, die für das nachfolgende Handling wie beispielsweise zum Aufkleben auf die Halbleiterschichtenoberfläche noch eine mechanische Stabilität benötigen. Durch den hohen Füllgrad in Verbindung

10 mit der geringen Schichtdicke und der guten Wärmeleitfähigkeit der Matrix weist das Konversionselement eine sehr gute Wärmeableitung auf. Ein weiterer thermischer Vorteil ergibt sich aus der nicht benötigten Klebeschicht und damit einer guten Wärmeableitung zur

15 Halbleiterschichtenfolge. Eine Kleberschicht basiert häufig auf Klebmaterialien wie Silikon die eine vergleichsweise geringe thermische Leitfähigkeit aufweisen, d.h. eine thermische Barriere darstellen.

20 Anorganische Matrixmaterialien weisen eine bessere Stabilität auf gegenüber die von der Halbleiterschichtenfolge emittierte Strahlung und gegenüber hohen Temperaturen sowie eine bessere Wärmeleitfähigkeit, verglichen mit organischen Matrixmaterialien, wie Silikon. Daraus resultiert, dass die

25 hier beschriebenen Konversionselemente bei höheren Anregungsleistungen und höheren Temperaturen betrieben werden können. Wird Wasserglas, bestimmte Aluminiumphosphate, Monoaluminiumphosphat oder modifiziertes Monoaluminiumphosphat als Ausgangsmaterial für das

30 anorganische kondensierte Sol-Gel Material verwendet, kann ein komplett anorganisches Konversionselement bei niedrigen Herstellungstemperaturen erzeugt werden. Das Konversionselement kann auch organische oder zum Teil

organische Sol-Gel Materialien, wie beispielsweise Alkoxysilane, wie TMOS, TEOS, Alkoxyde oder Alkoxane, aufweisen. Die Verwendung von organischen oder teilweise organisch funktionalisierten Sol-Gel Materialien ist möglich, 5 aber nicht bevorzugt, weil eine vollständige Kondensation des Sol-Gel Materials bei tiefen Temperaturen nicht erfolgt und damit eine Gefahr in Bezug auf die Stabilität des Bauelements während der Lebensdauer erzeugt wird.

10 Das Matrixmaterial, insbesondere das Sol-Gel Material, wird bei derartigen Temperaturen hergestellt, um die Halbleiterschichtenfolge nicht zu schädigen oder um sensitive Konversionsmaterialien, wie beispielsweise nitridische Leuchtstoffe, nicht zu schädigen oder zu zerstören. Wenn ein 15 chemischer Härter dazugesetzt ist, kann bei Verwendung von Wasserglas als Matrixmaterial eine gute Stabilität gegenüber Feuchtigkeit bei 85 °C, 85 Prozent relativer Feuchtigkeit über 1000 Stunden, bereits bei relativ niedrigen Temperaturen, beispielsweise kleiner oder gleich 150 °C 20 erzeugt werden. Nach der Herstellung des Bauelements bei niedrigen Temperaturen kann der Wafer vollständig aus anorganischen Materialien bestehen und weist eine gute chemische Resistenz auf.

25 Die Hauptstrahlungsaustrittsfläche kann modifiziert werden, um die Auskopplung und die Adhäsion zwischen dem Matrixmaterial, also dem Konversionselement und der Halbleiterschichtenfolge zu erhöhen. Beispielsweise kann die Hauptstrahlungsaustrittsfläche mittels Plasma behandelt 30 werden oder mit einer anorganischen Schicht, wie Siliziumdioxid, Siliziumnitrid, ITO oder Aluminiumoxid oder einer Kombination mehrerer Schichten behandelt werden.

Die Halbleiterschichtenfolge kann von Streupartikeln umgeben sein, die ebenfalls in einem Matrixmaterial eingebettet sind. Dabei kann die über die Seitenflächen der Halbleiterschichtenfolge emittierte Strahlung verringert werden. Als Streupartikel können beispielsweise Titandioxid-Partikel in einem Matrixmaterial verwendet werden. Als Matrixmaterial kann das hier beschriebene Matrixmaterial oder auch ein organisches Matrixmaterial, wie Silikon, verwendet werden.

10

Das optoelektronische Bauelement kann Beschichtungen aufweisen. Die Beschichtungen können beispielsweise eine Streuschicht umfassen. Damit kann die winkelabhängige Abstrahlcharakteristik verbessert werden. Beispielsweise kann bei Teilkonversion die Mischung des von der Halbleiterschichtenfolge emittierten blauen Lichts und des konvertierten Lichts besser erfolgen.

15

Dem Konversionselement kann eine Beschichtung oder eine Verkapselung nachgeordnet sein. Dadurch kann die Stabilität gegen Feuchtigkeit erhöht werden. Die Schutzschicht kann auch nach einem Vereinzelnungsprozess, beispielsweise durch Sägen, aufgebracht werden, um auch die Kanten des Konversionselements zu schützen. Als Schutzschicht eignen sich beispielsweise aufgedampfte Schichten aus z.B. SiO_2 und/oder Al_2O_3 , insbesondere auch Schichten die mittels Atomlagenabscheidung (ALD, atomic layer deposition) aufgebracht werden, oder auch polymere oder hybridpolymere Schichten beispielsweise aus Ormocer, Polysilazan, Polysiloxan, Silikon, und/oder Parylene.

20

25

30

Das optoelektronische Bauelement kann funktionale Beschichtungen, wie Antireflexbeschichtung oder Filter, aufweisen. Dadurch können beispielsweise die Lichtauskopplung

erhöht oder Reflexionsverluste minimiert werden. Es können auch dielektrische Filter verwendet werden, die wellenlängenselektiv reflektieren, beispielsweise bevorzugt einen Teil der blauen Primärstrahlung während die

5 Sekundärstrahlung kaum reflektiert wird, um einen homogenen Farbort unter verschiedenen Winkeln zu erzeugen.

Die hier beschriebenen Beschichtungen können einzeln in dem optoelektronischen Bauelement oder auch in Kombination

10 verwendet werden.

Das Konversionsmaterial kann einzeln oder als Mischung mit mehreren Konversionsmaterialien in dem Matrixmaterial eingebettet sein. Damit kann der Farbort und der

15 Farbwiedergabeindex eingestellt werden. Durch Kombination eines grün emittierenden und rot emittierenden Konversionsmaterial kann warm-weißes Mischlicht erzeugt werden.

20 Das Konversionsmaterial kann als Partikel ausgeführt werden. Vorzugsweise weisen die Partikel einen durchschnittlichen Durchmesser zwischen 1 und 35 μm , insbesondere zwischen 2 und 20 μm , vorzugsweise zwischen 3 und 15 μm auf. Dadurch können sehr dünne Konversionselemente erzeugt werden und die

25 Wärmeabfuhr und die Effizienz verbessert werden. Bei Verwendung von sehr kleinen Partikelgrößen, beispielsweise zwischen 0,5 μm und 5 μm oder im Falle von Quantendots von nur einigen Nanometern, können äußerst dünne Schichten erzeugt werden in denen sich das Licht seitlich kaum

30 ausbreitet. Damit kann beispielsweise bei Multi-Pixel-LEDs mit mehreren benachbarten Hauptstrahlungsausstrittsflächen ein Übersprechen von einem Pixel auf den anderen weitestgehend

vermieden werden, d.h. wenn nur ein Pixel betrieben wird dann bleiben die Nachbarpixel relativ dunkel.

Das Konversionselement kann einen Dotierstoff oder Aktivator
5 aufweisen. Die Aktivatorkonzentration kann zur Einstellung des gewünschten Farbortes dienen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform kann zumindest ein Konversionselement unterschiedliche Konversionsmaterialien
10 mit unterschiedlichen Partikelgrößen aufweisen. Es können Konversionsmaterialien, die größere Partikel und kleinere Partikel aufweisen, zusammengemischt werden und damit eine möglichst dichte Packung und damit ein dünnes Konversionselement erzeugt werden. Alternativ kann das
15 Konversionsmaterial auch einen Konzentrationsgradienten in dem Matrixmaterial aufweisen. Beispielsweise können größere Partikel nahe zur Hauptstrahlungsausstrittsfläche angeordnet sein, während kleinere Partikel der Hauptstrahlungsausstrittsfläche gegenüber liegen.

20
Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Konversionselement Streupartikel oder Füllstoffe auf. Die Streupartikel oder Füllstoffe können beispielsweise Aluminiumoxid, Aluminiumnitrid, Titandioxid, Siliziumdioxid,
25 Zinkoxid, Zirkoniumdioxid, andere keramische als auch glasartige Partikel, Metalloxide oder andere anorganische Partikel sein. Die Streupartikel oder die Füllstoffe können eine unterschiedliche Form aufweisen, beispielsweise kugelförmig, stäbchenförmig oder scheibenförmig, wobei die
30 Partikelgröße zwischen einigen Nanometer bis zu einigen zehn Mikrometer sein kann. Kleinere Partikel können genutzt werden, um die Viskosität der Suspension einzustellen. Größere Partikel können zur Herstellung eines kompakten

Konversionselements und/oder zur verbesserten Wärmeabführung, Feuchteresistenz, oder Dickenhomogenität beitragen. Die Streuung kann verändert und/oder die mechanische Stabilität kann verbessert werden.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Konversionselement Additive auf. Ein Additiv kann Aerosil oder Kieselerde, wie beispielsweise Sipernat, sein. Damit kann die Viskosität der Suspension modifiziert werden und der Anteil zwischen der flüssigen und der festen Komponente eingestellt werden.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die erste Schicht mehrere Teilschichten auf. Mit anderen Worten kann die erste Schicht derart ausgeformt sein, dass die erste Schicht mehrere Konversionsmaterialien aufweist, die in unterschiedlichen Teilschichten angeordnet sind. Die Konversionsmaterialien können in gleiche oder unterschiedliche Matrixmaterialien eingebettet sein. Die Teilschichten können sich in Dicke, Kompaktheit, Matrixmaterial, Konversionsmaterial, Korndurchmesser, Streuer und/oder Füllstoffe unterscheiden.

15

20

Um ein kompaktes Konversionselement zu erzeugen, kann es von Vorteil sein, das Konversionselement in mehr als einem Schritt zu erzeugen. Beispielsweise kann die erste Schicht mehrere Teilschichten aufweisen, die nacheinander erzeugt werden und damit eine geringere Schichtdicke aufweisen und kompakter hergestellt werden können als eine einzelne erste Schicht.

25

30

Das Trocknen und Aushärten kann zwischen den einzelnen Herstellungsschritten des Aufbringens der Teilschichten

erfolgen. Da das Konversionselement eine gewisse Porosität hat, können in alle Poren ein Material, beispielsweise ein Polymer, wie Silikon oder Polysilazan, oder generell ein Material, das eine geringe Lichtabsorption im

5 Wellenlängenbereich der Anregungswellenlänge oder des konvertierten Lichts aufweist, eingebracht werden.

Das Sol-Gel Material kann eine verschiedene oder eine unterschiedliche chemische Zusammensetzung aufweisen. Im

10 Vergleich zum organischen Matrixmaterial kann das Sol-Gel Material keine organischen Anteile und keine flüchtigen organischen Moleküle nach dem Ausheizen aufweisen.

Dies bietet eine Menge Vorteile: Das ausgehärtete Sol-Gel Material kann ein glasartiges- oder polykristallines Oxid

15 bilden, wenn das Lösungsmittel entfernt ist. Die Oberflächenchemie von einer goldbeschichteten Fläche des Wafers, die Siliziumdioxid-passivierten lichtemittierenden Bereiche oder die Chemie von Sol-Gel Materialien können so eingestellt werden, dass in einer Sol-Gelflüssigen Phase eine
20 gute Anhaftung des Konversionselements auf einer siliziumdioxid-passivierten Hauptstrahlungsausstrittsfläche erfolgt und dadurch eine geringe Anhaftung an den elektrischen Kontakten aus Gold während der Herstellung, also vor dem Ausheizen erfolgt. Dies ist vorteilhaft, wenn nur
25 bestimmte Bereiche beschichtet werden sollen.

Das Konversionselement kann ganzflächig auf die

Hauptstrahlungsausstrittsfläche aufgebracht werden,

anschließend können lithografische Strukturierungen erfolgen,

30 indem ein Teilbereich des Konversionselements wieder entfernt wird, beispielsweise der für die elektrische Kontaktierung oder der für die Bauelementevereinzelung verwendet werden kann. Das Strukturieren kann nasschemisch, beispielsweise mit

Säuren oder Laugen oder mittels Plasma, beispielsweise mit Chlor oder Fluor oder Alkali als reaktive Spezies erfolgen.

Das Konversionselement kann ganzflächig auf vorstrukturierte
5 Wafer aufgebracht werden. Das Vorstrukturieren kann beispielsweise dazu dienen, die Bondpads abzudecken. Das Vorstrukturieren kann beispielsweise lithografisch erfolgen. Nach dem Aufbringen und gegebenenfalls Aushärten des Konversionselements kann die Strukturierung entfernt werden,
10 so dass sich Bereiche auf dem Wafer ergeben auf denen kein Konversionselement aufgebracht ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird das Konversionselement derart auf die
15 Hauptstrahlungsaustrittsfläche aufgebracht, dass die elektrischen Kontaktierungen und/oder die metallischen Bereiche frei von dem Konversionselement sind. Dies kann durch sogenanntes Self Assembling des Konversionselements erzeugt werden. Mit anderen Worten wird hier die Polarität,
20 das heißt hydrophile und hydrophobe Bereiche der Materialien genutzt, um damit die Abscheidung des Konversionselements zu beeinflussen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die
25 Hauptstrahlungsaustrittsfläche und/oder die elektrischen Kontaktierungen aus Materialien erzeugt, die eine unterschiedliche Polarität aufweisen. Aufgrund der Polarität (je nach Hydrophilie oder Hydrophobie) der Materialien haftet das Matrixmaterial unterschiedlich an den jeweiligen
30 Bereichen. Die hydrophilen/hydrophoben Eigenschaften können durch Plasmaaktivierung eingestellt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform kann das nasschemische Verhalten des Sols des Matrixmaterials modifiziert werden und somit sogenannte Self Assembly Monolayers (SAM) erzeugt werden. Diese Materialien bestehen typischerweise aus bi-funktionalen Molekülen, die eine chemische reaktive Ankergruppe haben. Diese chemisch reaktive Ankergruppe reagiert selektiv entweder mit der Hauptstrahlungsaustrittsfläche oder mit den elektrischen Kontaktierungen. Das bi-funktionale Molekül kann eine Schwanzgruppe aufweisen, die eine zweite reaktive Gruppe aufweist, die sich an das Sol-Gel Material lagert. Beispielsweise sind reaktive Gruppen R-SH, R-SeH, R-TeH, R-OH, R-COOH, R-NH₂, wobei R Alkane oder Aromaten darstellen. Beispiele für die zweite reaktive Gruppe der Schwanzgruppe sind R-SiCl₃, R-SiH_xCl_y, R-Si(OH)₃.

Die Hauptstrahlungsaustrittsfläche kann Siliziumdioxid aufweisen. Die elektrische Kontaktierung kann aus Gold sein. Das Sol kann eine wässrige Lösung aus Kalium-Wasserglas sein. Die Assembly Monolayers können HS-C₆H₁₃ aufweisen. Die Thiol-Gruppe bindet dabei selektiv an die Goldoberfläche. Nach der Waschung kann die Schwanzgruppe, die Alkane aufweisen kann, eine Anhaftung des Sol-Gel Materials auf der Goldoberfläche erzeugen.

Das Sol-Gel Material kann mit ein oder mehreren Metallionen dotiert sein. Damit kann die elektrische Leitfähigkeit des Konversionselements verbessert werden. Ferner kann dadurch eine bessere Stromaufweitung und/oder ein elektrischer Kontakt auf der Hauptstrahlungsaustrittsfläche erzeugt werden. Als Halbleiterschichtenfolge kann InGaN verwendet werden.

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

5

Es zeigen:

Figuren 1A bis 1F jeweils eine schematische Seitenansicht
eines optoelektronischen Bauelements
gemäß einer Ausführungsform und

10

Figuren 2A bis 2E ein Verfahren zur Herstellung eines
optoelektronischen Bauelements gemäß
einer Ausführungsform.

15

In den Ausführungsbeispielen und Figuren können gleiche,
gleichartige oder gleichwirkende Elemente jeweils mit
denselben Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten
Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind
nicht als maßstabsgerecht anzusehen. Vielmehr können einzelne
Elemente wie z. B. Schichten, Bauteile, Bauelemente und
Bereiche zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren
Verständnis übertrieben groß dargestellt werden.

20

Die Figuren 1A bis 1E zeigen jeweils ein optoelektronisches
Bauelement gemäß einer Ausführungsform.

25

Die Figur 1A zeigt eine Halbleiterschichtenfolge 1 mit einem
aktiven Bereich, der zumindest über einer
Hauptstrahlungsausstrittsfläche 11 im Betrieb Strahlung
emittiert. Vorzugsweise emittiert die
Halbleiterschichtenfolge 1 Strahlung aus dem blauen
Spektralbereich. Die Halbleiterschichtenfolge 1 kann

30

beispielsweise aus InAlGa_N sein. Direkt auf der Hauptstrahlungsaustrittsfläche 11 ist das Konversionselement 2 angeordnet. Direkt meint hier, dass das Konversionselement 2 unmittelbar, das heißt ohne weitere Schichten oder

5 Elemente, wie beispielsweise eine Kleberschicht, auf der Hauptstrahlungsaustrittsfläche angeordnet ist. Das Konversionselement 2 ist substratfrei und weist eine erste Schicht 22 (hier nicht gezeigt) auf.

10 Die erste Schicht 22, wie in Figur 1B gezeigt, weist ein Matrixmaterial 221 auf, in dem zumindest ein Konversionsmaterial 222 eingebettet ist. Das Matrixmaterial 221 weist zumindest ein kondensiertes anorganisches Sol-Gel Material auf oder besteht daraus. Das Sol-Gel Material kann

15 beispielsweise Wasserglas, Metallphosphat, Aluminiumphosphat, Monoaluminiumphosphat oder modifiziertes Monoaluminiumphosphat sein. Das Sol-Gel Material weist einen Anteil zwischen 10 Vol% und 70 Vol% in der ersten Schicht 22 auf.

20 Alternativ kann das Konversionselement 2, wie in Figur 1C gezeigt, auch mehr als ein Konversionsmaterial aufweisen. In der Ausführungsform der Figur 1C sind zwei Konversionsmaterialien 222, 224 in dem Matrixmaterial 221

25 eingebettet. Es können auch mehr als zwei Konversionsmaterialien, beispielsweise drei, vier oder fünf Konversionsmaterialien in dem Matrixmaterial 221 eingebettet sein.

30 Alternativ kann die erste Schicht 22 auch aus mehreren Teilschichten, hier in Figur 1D am Beispiel von zwei Teilschichten 4 und 5 dargestellt, aufweisen. Die Teilschicht 4 weist ein Matrixmaterial 221 und das Konversionsmaterial

222 auf. Als Konversionsmaterial 222 können herkömmliche Konversionsmaterialien verwendet werden. Die Teilschicht 5 weist das Matrixmaterial 223 und das Konversionsmaterial 224 auf. Die Konversionsmaterialien 222, 224 sind jeweils in dem Matrixmaterial eingebettet. Die Matrixmaterialien 221, 223 können gleich oder unterschiedlich sein. Die Konversionsmaterialien 222, 224 können gleich oder unterschiedlich sein.

10 Die Figur 1E zeigt ein optoelektronisches Bauelement 100 gemäß einer Ausführungsform, das als so genannter Flip-Chip ausgeformt ist. Der Flip-Chip weist eine Halbleiterschichtenfolge 1 auf. Über der Halbleiterschichtenfolge 1 ist das Konversionselement 2
15 angeordnet. Der Hauptstrahlungsaustrittsfläche 11 gegenüber liegenden Seite sind Kontaktierungen 9 angeordnet, die zur elektrischen Kontaktierung der Halbleiterschichtenfolge 1 dienen. In dem Fall sind zwei Kontaktierungen angeordnet, die beide auf der der Hauptstrahlungsaustrittsfläche 11
20 abgewandten Seite angeordnet sind.

Alternativ kann die Halbleiterschichtenfolge 1 auch Teil eines Halbleiterchips sein, der Durchkontaktierungen 9 aufweist und auf einem Träger 21 angeordnet ist. Insbesondere
25 erstrecken sich die Kontaktierungen über eine p-dotierte Halbleiterschicht 114, n-dotierte Halbleiterschicht 113 und der aktiven Schicht 112 (Figur 1F).

Die Figuren 2A bis 2E zeigen ein Verfahren zur Herstellung
30 eines optoelektronischen Bauelements. Insbesondere wird das optoelektronische Bauelement 100 in einem Verbund, also eine Mehrzahl von optoelektronischen Bauelementen 100, hergestellt.

Die Figur 2A zeigt die Bereitstellung eines Hilfsträgers 10. Der Hilfsträger weist beispielsweise eine Metallplatte auf, die auf eine doppelseitig klebende Folie laminiert ist. Auf der doppelseitig klebenden Folie kann die

5 Halbleiterschichtenfolge 1 oder Halbleiterchips fixiert werden. Der Hilfsträger 10 kann beispielsweise ein Siliziumwafer oder allgemein ein Wafer sein.

Auf den Hilfsträger 10 kann, wie in Figur 2B gezeigt, die
10 Halbleiterschichtenfolge 1 epitaktisch aufgebracht werden. Die Aufbringung kann ganzflächig erfolgen.

Nach der Aufbringung der Halbleiterschichtenfolge 1 kann, wie in Figur 2C gezeigt, das Konversionselement 2 ganzflächig auf
15 die Halbleiterschichtenfolge 1 aufgebracht werden.

Anschließend kann der Hilfsträger 10 wieder entfernt werden.

In Figur 2D ist die Vereinzelung 110 gezeigt, so dass eine
20 Vielzahl von optoelektronischen Bauelementen 100 gleichzeitig erzeugt werden. Die Materialien für die Halbleiterschichtenfolge 1 und das Konversionselement 2 können die hier vorstehend beschriebenen Materialien aufweisen.

25

Die Figur 2E zeigt die Draufsicht eines Verbunds von optoelektronischen Bauelementen 100, die matrixförmig angeordnet sind.

30 Ausführungsbeispiel 1: Wasserglas als Matrixmaterial

Aus einer Kaliumwasserglaslösung, Aluminiumphosphatpulver als chemischen Härter und einem Granatleuchtstoffpulver (YAG:Ce)

wird eine Suspension hergestellt, die optional noch mit Wasser verdünnt werden kann. Das Massenverhältnis von Fest- zu Flüssigkomponenten bewegt sich zwischen 1 zu 2 und 1 zu 0,3. Die Strahlungsaustrittsfläche eines Flip-Chip
5 Wafersegments wird direkt mit der Suspension beschichtet, beispielsweise mittels Doctor-Blade-Verfahren. Die Nassschichtdicke liegt hierbei zwischen 15 µm und 150 µm, besser zwischen 20 µm und 100 µm, bevorzugt zwischen 25 µm und 90 µm. Im Anschluss werden die Schichten getrocknet und
10 bei 150 °C für 2h gehärtet. In diesem Fall entsteht Kaliumphosphat als Nebenprodukt. Alternativ zum Wafersegment kann auch ein kompletter Wafer, beispielsweise 4 oder 6 Zoll, beschichtet werden.

15 Ausführungsbeispiel 2: Mischwasserglas als Matrixmaterial

Aus einer Kaliumwasserglaslösung (KWG), einer Lithiumwasserglaslösung (LiWG) und einem Granatleuchtstoffpulver (YAG:Ce) wird eine Suspension
20 hergestellt, die optional noch mit Wasser verdünnt werden kann. Das Massenverhältnis der beiden Wasserglaslösungen liegt zwischen 1 bis 99 Gew% LiWG und 99 bis 1 Gew% KWG, besser zwischen 10 bis 90 Gew% LiWG und 90 bis 10 Gew% KWG, insbesondere zwischen 25 bis 75 Gew% LiWG und 75 bis 25 Gew%
25 KWG, idealerweise zwischen 40 - 60 Gew% LiWG und 60 - 40 Gew% KWG. Das Massenverhältnis von Fest- zu Flüssigkomponenten liegt in einem ähnlichen Bereich wie im Ausführungsbeispiel 1. Die Herstellung, d.h. die Beschichtung und Temperaturbehandlung ist ebenfalls vergleichbar mit dem
30 Ausführungsbeispiel 1.

Ausführungsbeispiel 3: Wasserglas als Matrixmaterial

Das Ausführungsbeispiel 3 entspricht dem Ausführungsbeispiel 1, jedoch wurde eine warmweiße Leuchtstoffmischung (zum
5 Beispiel LuAG:Ce and CaAlSiN:Eu) eingesetzt.

Ausführungsbeispiel 4: Mischwasserglas als Matrixmaterial

Das Ausführungsbeispiel 4 entspricht dem Ausführungsbeispiel
10 2, jedoch wurde eine warmweiße Leuchtstoffmischung (zum Beispiel YAG:Ce and CaAlSiN:Eu) eingesetzt.

Ausführungsbeispiel 5: Wasserglas als Matrixmaterial

15 Das Ausführungsbeispiel 5 entspricht dem Ausführungsbeispiel 1, jedoch wurde eine neutralweiße Leuchtstoffmischung (zum Beispiel YAG:Ce, LuAG:Ce and CaAlSiN:Eu) eingesetzt.

Das Wasserglas kann auch bei höheren Temperaturen gehärtet
20 werden, wenn das Substrat (Halbleiter) oder der eingebettete Leuchtstoff dadurch nicht geschädigt werden.

Ausführungsbeispiel 6: Aluminiumphosphat als Matrixmaterial

25 Aus einer modifizierten Monoaluminiumphosphatlösung und einem Granatleuchtstoffpulver (LuAG:Ce) wird eine Suspension hergestellt, die optional noch mit Wasser verdünnt werden kann.

Das Massenverhältnis von Fest- zu Flüssigkomponenten bewegt
30 sich zwischen 1 zu 2 und 1 zu 0,3. Die Strahlungsausstrittsfläche eines Flip-Chip Wafersegments wird direkt mit der Suspension beschichtet, beispielsweise mittels Doctor-Blade-Verfahren. Die Nassschichtdicke liegt hierbei

zwischen 15 µm und 150 µm, besser zwischen 20 µm und 100 µm, bevorzugt zwischen 25 µm und 90 µm. Im Anschluss werden die Schichten getrocknet und bei 300 °C oder 350 °C für 2h gehärtet. Alternativ zum Wafersegment kann auch ein
5 kompletter Wafer, beispielsweise 4 oder 6 Zoll, beschichtet werden oder ein anderer Chiptyp beschichtet werden.

Die in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele und deren Merkmale können gemäß weiterer
10 Ausführungsbeispiele auch miteinander kombiniert werden, auch wenn solche Kombinationen nicht explizit in den Figuren gezeigt sind. Weiterhin können die in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele zusätzliche oder alternative Merkmale gemäß der Beschreibung im allgemeinen
15 Teil aufweisen.

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

25 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2017 104 127.3, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bezugszeichenliste

	100	optoelektronisches Bauelement
	1	Halbleiterschichtenfolge
5	11	Hauptstrahlungsaustrittsfläche
	2	Konversionselement
	21	Träger
	22	erste Schicht
	221	Matrixmaterial
10	222	Konversionsmaterial
	223	Matrixmaterial
	224	Konversionsmaterial
	4	Teilschicht der ersten Schicht
	5	Teilschicht der ersten Schicht
15	6	Verguss
	7	Gehäuse
	8	Oberfläche der ersten Schicht
	9	Kontaktierungen oder Durchkontaktierungen
	10	Hilfsträger
20	112	aktive Schicht
	114	p-dotierte Halbleiterschicht
	113	n-dotierte Halbleiterschicht
	110	Vereinzeln

Patentansprüche

1. Optoelektronisches Bauelement (100) aufweisend

- eine Halbleiterschichtenfolge (1) mit einem aktiven
5 Bereich, der zumindest über eine
Hauptstrahlungsaustrittsfläche (11) in Betrieb Strahlung
emittiert,
- ein Konversionselement (2), das der
10 Hauptstrahlungsaustrittsfläche (11) direkt nachgeordnet
ist,
- wobei das Konversionselement (2) substratfrei ist und
eine erste Schicht (22) aufweist, wobei die erste
Schicht (22) zumindest ein Konversionsmaterial (222)
aufweist, das in einem Matrixmaterial (221) eingebettet
15 ist,
- wobei das Matrixmaterial (221) zumindest ein
kondensiertes anorganisches Sol-Gel Material aufweist,
das aus folgender Gruppe ausgewählt ist: Wasserglas,
Metallphosphat, Aluminiumphosphat, modifiziertes
20 Monoaluminiumphosphat, Monoaluminiumphosphat,
Alkoxytetramethoxysilan, Tetraethylorthosilikat,
Methyltrimethoxysilan, Methyltriethoxysilan,
Titanalkoxid, Kieselöl, Metallalkoxid, Metalloxan,
Metallalkoxan, Metalloxid, Metallsilikate,
25 Metallsulphate, Wolframate,
- wobei das kondensierte Sol-Gel Material einen Anteil
zwischen 10 und 70 Vol% in der ersten Schicht aufweist.

2. Optoelektronisches Bauelement (100) nach Anspruch 1,

30 wobei das Konversionselement (2) auf der
Hauptstrahlungsaustrittsfläche (11) ohne einen Kleber haftet.

3. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
das frei von einem organischen Material ist.

5 4. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Halbleiterschichtenfolge (1) Teil eines Flip Chips ist.

10 5. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Flip Chip einen Saphirträger aufweist oder Teil eines Chip Scale Packages (CSP) ist.

15 6. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Halbleiterschichtenfolge (1) eine anorganische Schicht aus SiO₂, Siliziumnitrid, ITO oder Aluminiumoxid aufweist, wobei die anorganische Schicht zumindest teilweise
20 die Hauptstrahlungsausstrittsfläche (11) bildet.

7. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Matrixmaterial (221) kondensiertes
25 Monoaluminiumphosphat, kondensiertes modifiziertes Monoaluminiumphosphat oder kondensiertes Aluminiumphosphat ist.

8. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem
30 der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6,
wobei das Matrixmaterial (221) kondensiertes Wasserglas ist.

9. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6 und 8, wobei das Matrixmaterial (221) zumindest Lithiumwasserglas, Natriumwasserglas, Kaliumwasserglas oder eine Mischung daraus aufweist, wobei das Konversionselement (2) einen chemischen Härter aufweist.

10. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Konversionselement (2) eine Schichtdicke von 20 μm bis 70 μm für Teilkonversion und 40 μm bis 150 μm für Vollkonversion aufweist.

11. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9, wobei das Konversionselement (2) eine Schichtdicke von 1 μm bis 150 μm aufweist und das Konversionsmaterial Quantenpunkte aufweist.

12. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zumindest eine Konversionsmaterial (222) aus folgender Gruppe ausgewählt ist:
(Y,Gd,Tb,Lu)₃(Al,Ga)₅O₁₂:Ce³⁺, (Sr,Ca)AlSiN₃:Eu²⁺,
(Sr,Ba,Ca,Mg)₂Si₅N₈:Eu²⁺, (Ca,Sr,Ba)₂SiO₄:Eu²⁺, α -SiAlON:Eu²⁺,
 β -SiAlON:Eu²⁺, (Sr,Ca)S:Eu²⁺, (Sr,Ba,Ca)₂(Si,Al)₅(N,O)₈:Eu²⁺,
(Ca,Sr)₈Mg(SiO₄)₄Cl₂:Eu²⁺, (Sr,Ba)Si₂N₂O₂:Eu²⁺, CdSe, InP, ZnSe.

13. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens zwei verschiedene Konversionsmaterialien (222, 224) in dem Matrixmaterial (221) eingebettet sind.

14. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
das im Betrieb Strahlung mit einer Farbtemperatur zwischen 2500K bis 4500K emittiert.

5

15. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 13,
das im Betrieb Strahlung mit einer Farbtemperatur zwischen 4500K bis 8000K emittiert.

10

16. Optoelektronisches Bauelement (100) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das kondensierte Sol-Gel Material einen Anteil zwischen 20 und 50 Vol% aufweist.

15

17. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements (100) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 16 mit den Schritten:

A) Bereitstellen einer Halbleiterschichtenfolge (1) mit einem aktiven Bereich, der zumindest über eine Hauptstrahlungsausstrittsfläche in Betrieb Strahlung emittiert,

B) Direktes Aufbringen eines Konversionselements (2) auf die Hauptstrahlungsausstrittsfläche, wobei das Matrixmaterial (221) aus zumindest einer Lösung eines Sol-Gel Materials besteht, in der das Konversionsmaterial (222) dispergiert ist,

C) Aushärten der unter Schritt B) erzeugten Anordnung, ggf. Glättung einer der Hauptstrahlungsausstrittsfläche gegenüberliegenden Oberfläche (8) des Konversionselements (2),

D) Vereinzeln (110) der unter Schritt C) erzeugten Anordnung zur Erzeugung des optoelektronischen Bauelements (100).

18. Verfahren nach Anspruch 17,
wobei das Aufbringen im Schritt B) mittels einer der
folgender Methoden erfolgt: Siebdruck, Dispensen, Spin
coating, Elektrophoretische Beschichtung, Rakeln, Aufsprühen,
5 Tauchbeschichtung.

1/4

FIG 1A

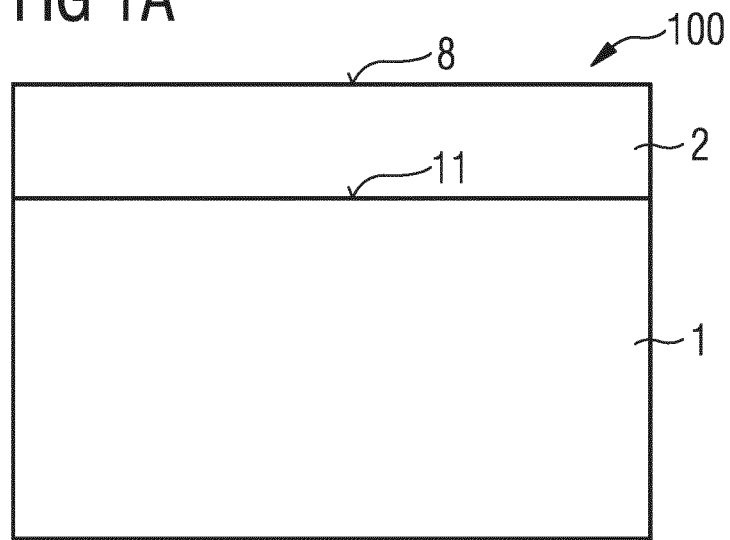


FIG 1B

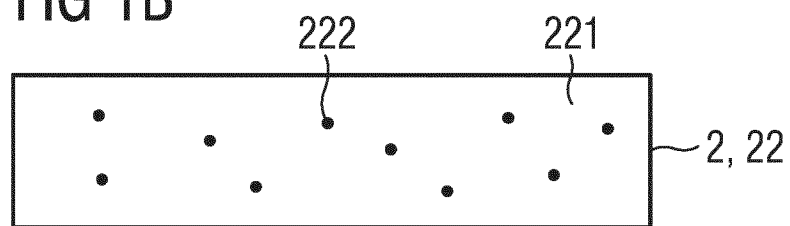


FIG 1C

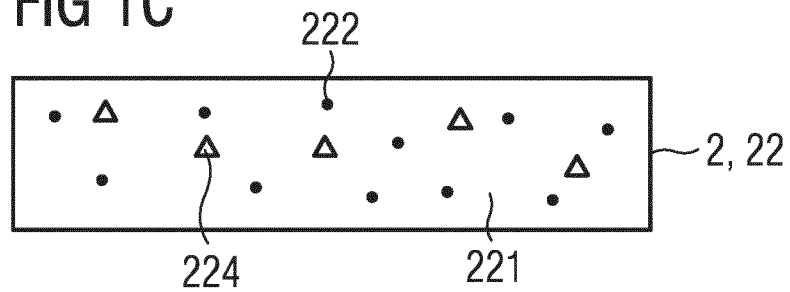


FIG 1D

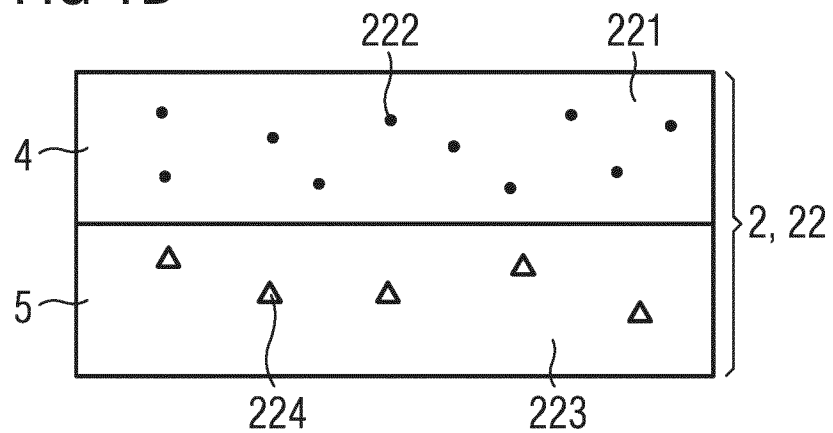


FIG 1E

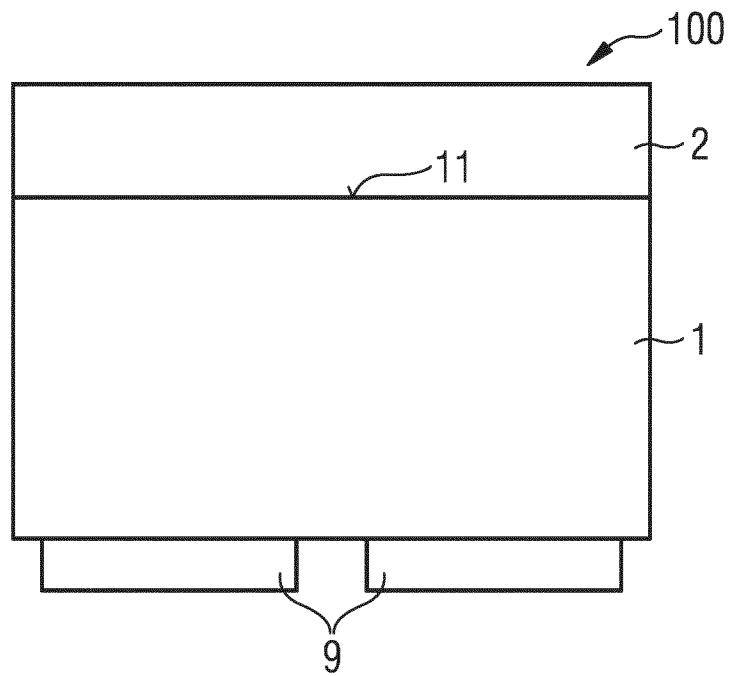


FIG 1F

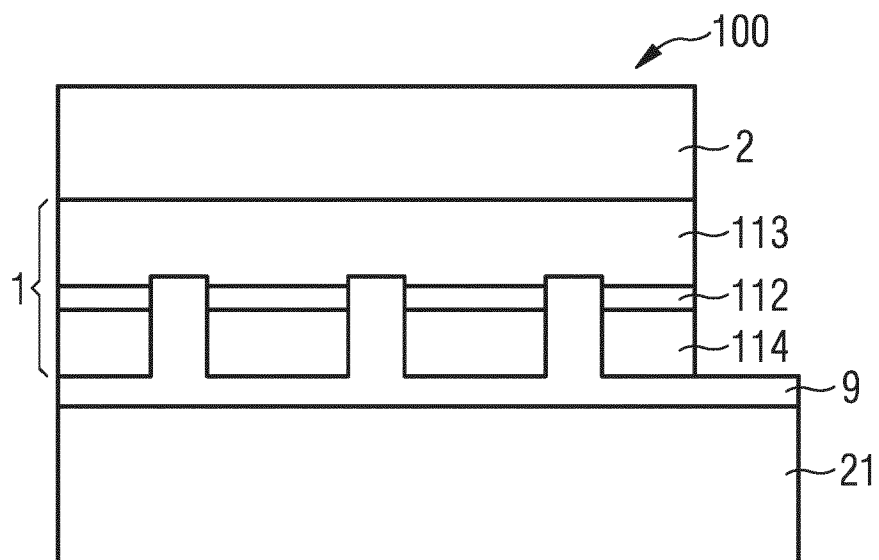


FIG 2A



FIG 2B

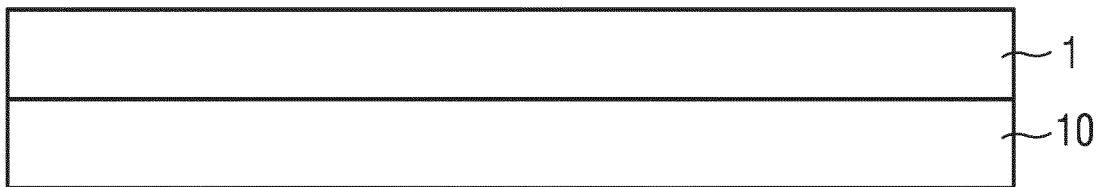


FIG 2C



FIG 2D

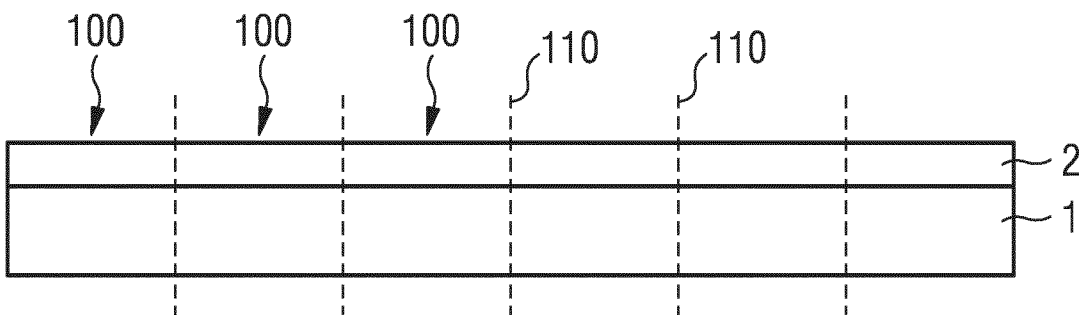
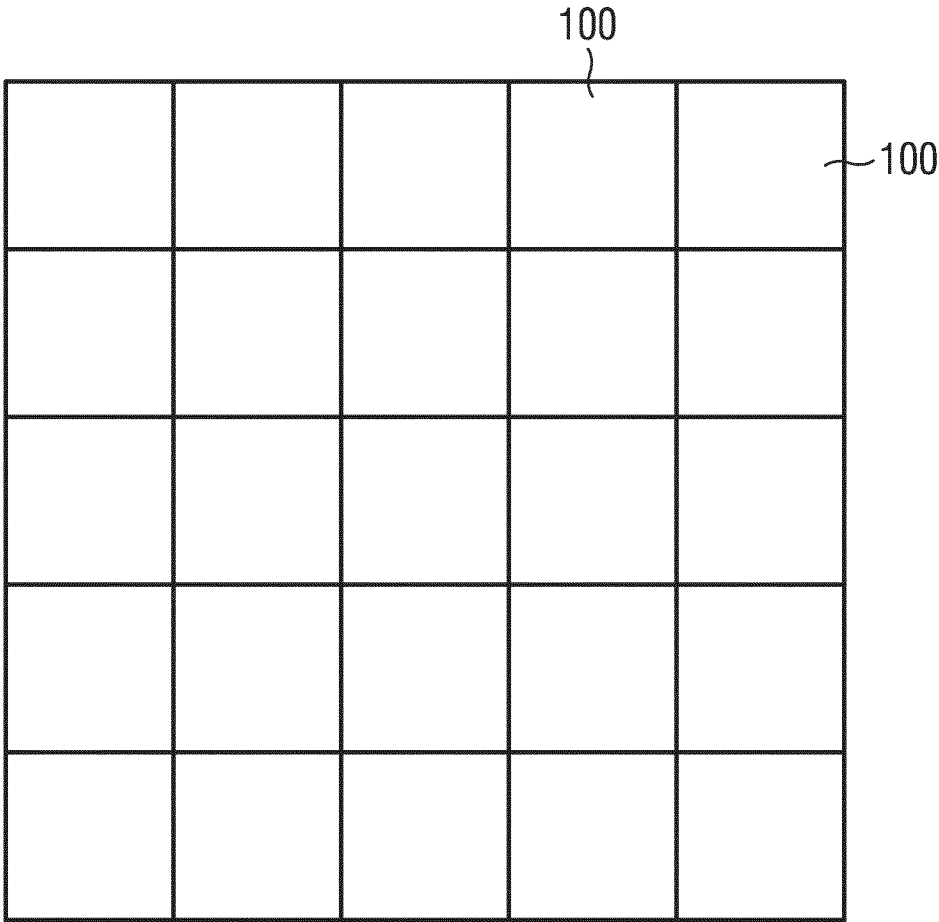


FIG 2E



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/054549

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L33/50

ADD. H01L33/00

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2007 057812 A1 (SCHOTT AG [DE]) 25 June 2009 (2009-06-25) paragraph [0006] - paragraph [0033] -----	1-18
X	DE 10 2012 210083 A1 (OSRAM GMBH [DE]) 19 December 2013 (2013-12-19) paragraphs [0008] - [0013], [0021] - [0074]; figures 1-5 -----	1-18
A	EP 2 302 708 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 30 March 2011 (2011-03-30) paragraphs [0006] - [0062]; figures 1-9B -----	17,18
A	DE 101 62 223 A1 (LUMILEDS LIGHTING US [US]) 1 August 2002 (2002-08-01) paragraphs [0029] - [0051]; figures 1-6 ----- -/-	1-18



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

30 April 2018

Date of mailing of the international search report

09/05/2018

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

Albrecht, Claus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/054549

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2015 113052 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 9 February 2017 (2017-02-09) paragraphs [0017] - [0081]; figures 1-2 -----	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/054549

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102007057812 A1	25-06-2009	NONE	
DE 102012210083 A1	19-12-2013	CN 104365181 A	18-02-2015
		DE 102012210083 A1	19-12-2013
		DE 112013002930 A5	23-04-2015
		JP 6178413 B2	09-08-2017
		JP 2015521791 A	30-07-2015
		US 2015123156 A1	07-05-2015
		WO 2013186365 A1	19-12-2013
EP 2302708 A2	30-03-2011	EP 2302708 A2	30-03-2011
		JP 2011071272 A	07-04-2011
		TW 201112455 A	01-04-2011
		US 2011073889 A1	31-03-2011
		US 2013092970 A1	18-04-2013
		US 2014252397 A1	11-09-2014
		US 2015295136 A1	15-10-2015
DE 10162223 A1	01-08-2002	DE 10162223 A1	01-08-2002
		TW 508848 B	01-11-2002
DE 102015113052 A1	09-02-2017	DE 102015113052 A1	09-02-2017
		DE 112016003602 A5	26-04-2018
		WO 2017025437 A1	16-02-2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L33/50

ADD. H01L33/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2007 057812 A1 (SCHOTT AG [DE]) 25. Juni 2009 (2009-06-25) Absatz [0006] - Absatz [0033] -----	1-18
X	DE 10 2012 210083 A1 (OSRAM GMBH [DE]) 19. Dezember 2013 (2013-12-19) Absätze [0008] - [0013], [0021] - [0074]; Abbildungen 1-5 -----	1-18
A	EP 2 302 708 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 30. März 2011 (2011-03-30) Absätze [0006] - [0062]; Abbildungen 1-9B -----	17,18
A	DE 101 62 223 A1 (LUMILEDS LIGHTING US [US]) 1. August 2002 (2002-08-01) Absätze [0029] - [0051]; Abbildungen 1-6 ----- -/-	1-18



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

30. April 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/05/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Albrecht, Claus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2015 113052 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 9. Februar 2017 (2017-02-09) Absätze [0017] - [0081]; Abbildungen 1-2 -----	1-18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/054549

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007057812 A1	25-06-2009	KEINE	
DE 102012210083 A1	19-12-2013	CN 104365181 A	18-02-2015
		DE 102012210083 A1	19-12-2013
		DE 112013002930 A5	23-04-2015
		JP 6178413 B2	09-08-2017
		JP 2015521791 A	30-07-2015
		US 2015123156 A1	07-05-2015
		WO 2013186365 A1	19-12-2013
EP 2302708 A2	30-03-2011	EP 2302708 A2	30-03-2011
		JP 2011071272 A	07-04-2011
		TW 201112455 A	01-04-2011
		US 2011073889 A1	31-03-2011
		US 2013092970 A1	18-04-2013
		US 2014252397 A1	11-09-2014
		US 2015295136 A1	15-10-2015
DE 10162223 A1	01-08-2002	DE 10162223 A1	01-08-2002
		TW 508848 B	01-11-2002
DE 102015113052 A1	09-02-2017	DE 102015113052 A1	09-02-2017
		DE 112016003602 A5	26-04-2018
		WO 2017025437 A1	16-02-2017