

(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
22. Mai 2020 (22.05.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/099460 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/50 (2010.01) C09K 11/55 (2006.01)
C09K 11/02 (2006.01) C09K 11/64 (2006.01)
C09K 11/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/081124

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. November 2019 (13.11.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 128 536.1
14. November 2018 (14.11.2018) DE

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

(72) Erfinder: **FRISCHEISEN, Jörg**; Singoldstr. 29, 86830 Schwabmünchen (DE). **GUELDAL, Nusret Sena**; Hermann-Köhl-Str. 6d, 93049 Regensburg (DE). **EBERHARDT, Angela**; Metzstr. 46, 86157 Augsburg (DE). **MUELLER, Vesna**; Luitpoldring 36d, 85591 Vaterstetten (DE). **PESKOLLER, Florian**; Am Oberen Anger 26,

85051 Ingolstadt (DE). **RABENBAUER, Pascal**; Tübinger Str. 5, 86399 Bobingen (DE). **HUCKENBECK, Thomas**; Max-Gutmann-Str. 6d, 86159 Augsburg (DE). **BAUER, Jürgen**; Tassilostr. 6, 82407 Wielenbach (DE).

(74) Anwalt: **ZINNER, Sandra**; Patentanwälte Isenbruck Bösl Hörschler PartG mbB, Prinzregentenstr. 68, 81675 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,

(54) Title: CONVERSION ELEMENTS COMPRISING AN INFILTRATION MATRIX

(54) Bezeichnung: KONVERSIONSELEMENTE UMFASSEND EINE INFILTRATIONSMATRIX

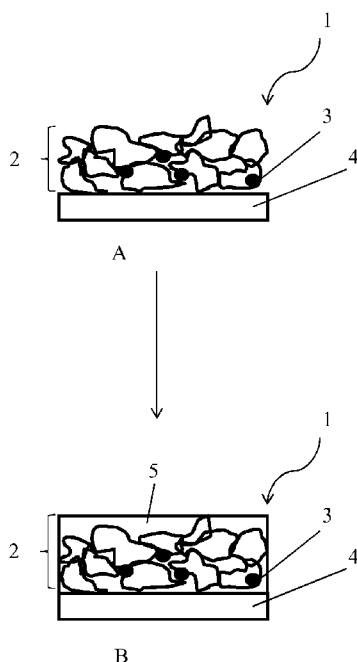


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention provides a conversion element comprising: - at least one matrix comprising at least one infiltration matrix, - 10% to 50% by volume of at least one luminophore, - optionally at least one additive, wherein the conversion element has a porosity of 0% to 20% by volume. The present invention further provides a process for producing a conversion element, and an optoelectronic semiconductor component comprising at least one conversion element of the invention.

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Konversionselement umfassend: - mindestens eine Matrix umfassend mindestens eine Infiltrationsmatrix, - 10 bis 50 Vol.% mindestens eines Leuchtstoffs, - optional mindestens einen Zusatzstoff, wobei das Konversionselement eine Porosität von 0 bis 20 Vol.% aufweist. Ferner ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Konversionselements, sowie ein optoelektronisches Halbleiterbauelement umfassend mindestens ein erfindungsgemäßes Konversionselement.

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)

KONVERSIONSELEMENTE UMFASSEND EINE INFILTRATIONSMATRIX

BESCHREIBUNG

- 5 Viele LEDs basieren auf der Kombination von einem Chip als Lichtquelle und einem Konversionselement, mit dem zumindest ein Teil der Strahlung der Lichtquelle (meist blaues Licht) in Licht mit einer anderen Wellenlänge durch die Verwendung von z.B. Leuchtstoffen umgewandelt wird. Das Konversionselement ist in der Regel plättchenförmig, entspricht meist in etwa der Größe des Chips und wird auf diesen
10 aufgebracht. Die Wärmeleitfähigkeit des Konversionselementes ist hierbei ein entscheidender Faktor für den möglichen Einsatz der LED.

- Für LED-Anwendungen, bei denen hohe Leuchtdichten benötigt werden, wie z.B. Stagelighting (Bühnenbeleuchtung) oder Frontscheinwerfer, ist es deshalb essentiell,
15 dass das Konversionselement eine hohe Wärmeleitfähigkeit besitzt. Das gilt insbesondere für warmweiße Anwendungen (z.B. 3200 K) und kaltweiße Anwendungen (z.B. 5700 K oder 6500 K) bei denen auch ein hoher Farbwiedergabeindex (z.B. CRI 80 oder sogar CRI 90) gefordert ist (d.h. ein vergleichsweise hoher Rotanteil im Spektrum, wobei typische rote Leuchtstoffe besonders kritisch sind für hohe Betriebsströme und
20 Betriebstemperaturen) und die bei hohen Stromdichten ($>1 \text{ A / mm}^2$) betrieben werden.

- Es sind auch anorganische Konversionselemente bekannt, die einen hohen Füllgrad an Leuchtstoff besitzen und beispielsweise in eine Matrix aus Wasserglas oder kondensiertem Monoaluminiumphosphat eingebettet sind, wodurch sich eine gute
25 Wärmeleitfähigkeit ergibt, die durch den hohen Volumenschwund des Matrixmaterials noch erhöht werden kann. Allerdings entstehen in der anorganischen Matrix bedingt durch den Volumenschwund an Wasser, das in diesem Fall sowohl als Lösemittel fungiert als auch als Kondensationsprodukt entsteht, während dem Trocknen als auch bei dem thermischen Kondensationsprozess (Härten), miteinander verbundene
30 Mikrokanäle, wodurch das Konversionselement eine gewisse Porosität aufweist. Dadurch verringert sich entsprechend die Wärmeleitfähigkeit des Konversionselements

und zudem erhöht sich die Streuung, was sich in der Regel negativ auf die Effizienz auswirkt.

5 Insbesondere für Anwendungen mit hohem CRI wird typischerweise Silikon als Matrix für den Leuchtstoff verwendet. Das Silikon besitzt aber eine geringe Wärmeleitfähigkeit und eine relativ geringe thermische Stabilität, so dass die LED-Anwendungen meist auf Stromdichten $< 1 \text{ A/mm}^2$ beschränkt sind.

10 Bei Anwendungen, bei denen höhere Leistungen gefordert sind, kommen deshalb meist Konversionselemente aus Keramiken zum Einsatz, die mittels Silikon auf den Chip geklebt werden. Diese besitzen zwar eine gute Wärmeleitfähigkeit, aber CRI und Farbtort sind aufgrund des Herstellprozesses sehr begrenzt.

15 Ein Konversionselement bei dem der Leuchtstoff in Glas eingebettet ist, leitet die Wärme zwar besser als Silikon, aber auch hier ist ein CRI > 80 eine Herausforderung, da feuchtestabile Gläser meist eine Verarbeitung bei Temperaturen oberhalb 500°C erfordern wodurch z. B eine rote Leuchtstoffkomponente wie CaAlSiN geschädigt wird.

20 Die drei o.g. Konversionselemente sind oftmals dicker als $100 \mu\text{m}$, was nachteilig für eine gute Wärmeableitung ist und damit die möglichen Anwendungen begrenzt. Neben einer großen Farbtortflexibilität und einem CRI > 80 , sind deshalb möglichst dünne und hochgefüllte Konversionselemente von großem Interesse.

25 Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es also, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein neues Konversionselement, ein neues Verfahren zur Herstellung eines Konversionselements und ein neues optoelektronisches Halbleiterbauelement zur Verfügung zu stellen.

30 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird gelöst durch ein Konversionselement nach Anspruch 1, ein Verfahren zur Herstellung eines Konversionselements nach Anspruch 6 sowie ein optoelektronisches Halbleiterbauelement nach Anspruch 14.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Konversionselement umfassend:

- 5
 - mindestens eine Matrix umfassend mindestens eine Infiltrationsmatrix,
 - 10 bis 50 Vol.% mindestens eines Leuchtstoffs,
 - optional mindestens einen Zusatzstoff,wobei das Konversionselement eine Porosität von 0 bis 20 Vol-% aufweist.
- 10 Bei einem Konversionselement handelt es sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung um ein optoelektronisches Bauteil, mithilfe dessen Licht einer bestimmten ersten Wellenlänge (Primärstrahlung) ganz oder teilweise in Licht mindestens einer zweiten Wellenlänge (Sekundärstrahlung) umgewandelt werden kann.
- 15 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann es sich bei der Primärstrahlung um Anregungswellenlängen im Bereich von 250 nm bis 700 nm handeln. In einer Ausführungsform liegt die Primärstrahlung im Bereich von 300 nm bis 570 nm, bevorzugt im Bereich von 350 nm bis 500 nm, weiter bevorzugt im Bereich von 400 nm bis 490nm (blau). In einer alternativen Ausführungsform liegt die Primärstrahlung im
- 20 Bereich von 490nm bis 575nm (grün), In einer weiteren Ausführungsform liegt die Primärstrahlung im Bereich von 250 nm bis 380nm (UV). In einer weiteren Ausführungsform liegt die Primärstrahlung im Bereich von 575 nm bis 700nm.
- 25 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann es sich bei der Sekundärstrahlung um Emissionswellenlängen im Bereich von 300 nm bis 1600 nm handeln. In einer Ausführungsform handelt es sich bei der Sekundärstrahlung um weißes Licht vorzugsweise im Wellenlängenbereich von 380 bis 780 nm (sichtbares Licht). In einer alternativen Ausführungsform handelt es sich bei der Sekundärstrahlung um farbiges Licht beispielsweise im Bereich von 490 nm bis 575 nm (grünes Licht), 575nm bis 585
- 30 nm (gelbes Licht), 585 nm bis 650 nm (oranges Licht), 650 nm bis 780nm (rotes Licht) und von 780nm bis 1600 nm (NIR).

Bei der Umwandlung von Primärstrahlung in Sekundärstrahlung kann es sich um eine sogenannte Vollkonversion oder eine Teilkonversion handeln. Unter einer Vollkonversion versteht man die vollständige Umwandlung der Primärstrahlung in eine definierte Sekundärstrahlung. Unter einer Teilkonversion versteht man die teilweise Umwandlung der Primärstrahlung in eine Sekundärstrahlung. Bei der Teilkonversion setzt sich also das emittierte Licht aus Licht der Primärstrahlung und der Sekundärstrahlung zusammen.

- 5 In einer Ausführungsform emittiert das Konversionselement Strahlung mit einer Farbtemperatur zwischen 2500 K bis 4500 K. Der Farbwiedergabeindex CRI kann zwischen 70 und 100 sein.

- 10 In einer Ausführungsform emittiert das Konversionselement Strahlung mit einer Farbtemperatur zwischen 4500 K bis 8000 K. Der Farbwiedergabeindex CRI kann zwischen 70 und 100 sein.

Beispielsweise kann Licht einer bestimmten ersten Wellenlänge (Primärstrahlung) von einem InGaN- oder GaN-Chip ausgesendet werden.

- 20 Ein erfindungsgemäßes Konversionselement weist eine Schichtdicke im Bereich von 5 μm bis 150 μm auf. Für Teilkonversion weist ein erfindungsgemäßes Konversionselement bevorzugt eine Schichtdicke im Bereich von 5 μm bis 120 μm auf und besonders bevorzugt von 5 μm bis 80 μm . Das ggf. vorhandene Substrat ist bei der Bestimmung der Schichtdicke nicht berücksichtigt.

Für eine Farbtemperatur zwischen 2500 K bis 4500 K (bei Anregung mit blauer LED) liegt die Schichtdicke eines erfindungsgemäßen Konversionselements bevorzugt im Bereich von 20 μm bis 120 μm , besonders bevorzugt im Bereich von 25 μm bis 80 μm .

Für eine Farbtemperatur zwischen 4500 K bis 8000 K (bei Anregung mit blauer LED) liegt die Schichtdicke eines erfindungsgemäßen Konversionselements bevorzugt im Bereich von 5 µm bis 100 µm, besonders bevorzugt im Bereich von 5 µm bis 60 µm.

- 5 Besonders vorteilhaft umfasst die mindestens eine Matrix ein Material, das einen hohen Volumenschwund aufweist, da sich damit die dünnsten und somit hochgefülltesten Konversionselemente herstellen lassen (typische Schichtdicken sind z.B. < 65 µm, im Vergleich zu bestehenden Technologien mit z.B. ≥100 µm).
- 10 In einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Material der Matrix um ein anorganisches Material. Bevorzugt handelt es sich bei dem anorganischen Material um ein Wasserglas, wie Lithiumwasserglas, Natriumwasserglas, Kaliumwasserglas oder eine Mischung daraus. In einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Wasserglas um ein kondensiertes Wasserglas. In einer Ausführungsform handelt es sich um ein
- 15 chemisch (beispielsweise durch Ionenaustausch mit Aluminiumphosphat) gehärtetes Wasserglas.

Als Wasserglas werden ganz allgemein aus Schmelze erstarrte, glasartige, also amorphe, wasserlösliche Natrium-, Kalium- und/oder Lithiumsilikate oder ihre wässrigen

20 Lösungen bezeichnet. Kondensiertes bzw. ausgehärtetes Wasserglas unterscheidet sich von einem herkömmlichen Glas unter anderem durch seine Eigenschaften, wie die Porosität.

Die Matrix kann auch ausgewählt sein aus Materialien der Gruppe bestehend aus

25 kondensiertem Monoaluminiumphosphat, ein modifiziertes kondensiertes Monoaluminiumphosphat, ein kondensiertes Aluminiumphosphat, ein kondensiertes Metallphosphat.

Bei der Matrix kann es sich auch um Sole wie Alkoxytetramethoxysilan, Alkoxysilan,

30 Tetramethoxysilan, Tetraethylorthosilikat, Methyltrimethoxysilan, Methyltriethoxysilan,

Titanalkoxid, Metallalkoxid, Metalloxan, Metallalkoxan und Mischungen daraus in kondensierter Form handeln.

5 Ferner kann die Matrix auch weitere anorganische Materialien umfassen. Bei den anorganischen Materialien kann es sich um Nebenprodukte aus dem Herstellungsverfahren handeln, beispielsweise wird bei der Herstellung der Matrix aus Wasserglas ein chemischer Härter (z.B. Aluminiumphosphat) eingesetzt, so kann ein Reaktionsprodukt des Aushärtungsverfahrens (z.B. entsteht Alkaliphosphat, wenn das Alkali im Wasserglas durch den Ionenaustausch mit Aluminium im Silikatgerüst ersetzt
10 wird) vorhanden sein. Nebenprodukte durch Reaktion mit der Umgebungsluft sind ebenfalls möglich (z.B. Alkalicarbonat).

Die Matrix kann in dem Konversionselement in einer Menge im Bereich von 5 Vol.-% bis 30 Vol.-%, bevorzugt im Bereich von 7 Vol.-% bis 25 Vol.-%, besonders bevorzugt im
15 Bereich von 10 Vol.-% bis 20 Vol.-%, bezogen auf das Gesamtvolumen des Konversionselements vorliegen.

Die mindestens eine Matrix des erfindungsgemäßen Konversionselements umfasst mindestens eine Infiltrationsmatrix.

20 Im Rahmen der Erfindung wird unter einer Infiltrationsmatrix eine Matrix verstanden, die in die Poren der Matrix infiltriert und in den Poren der Matrix eine eigene Matrix ausbildet. In einer bevorzugten Ausführungsform werden so durch die Infiltrationsmatrix die Poren der Matrix geschlossen.

25 Im Rahmen der Erfindung wird unter einer Pore ein Netzwerk aus Hohlräumen verstanden, das zumindest eine Öffnung zur äußeren Oberfläche der Matrix hat.

Besonders vorteilhaft weist das Material der Infiltrationsmatrix einen geringen
30 Volumenschwund auf. In einer alternativen Ausführungsform weist das Material der Infiltrationsmatrix einen hohen Volumenschwund auf.

Prinzipiell können für die Infiltrationsmatrix auch gleichen Materialien wie für die Matrix eingesetzt werden. Dies sind wie vorstehend beschrieben neben Wasserglas und Metallphosphaten beispielsweise auch Sole wie Alkoxysilan, Tetramethoxysilan, 5 Tetraethylorthosilikat, Methyltrimethoxysilan, Methyltriethoxysilan, Titanalkoxid, Metallalkoxid, Metalloxan, Metallalkoxan und Mischungen daraus in kondensierter Form.

Bei der Infiltrationsmatrix handelt es sich bevorzugt um ein anorganisches Material, 10 insbesondere um ein Metalloxid, Siliziumdioxid oder ein Silikat.

In einer Ausführungsform handelt es sich bei der Infiltrationsmatrix um ein kondensiertes anorganisches Sol-Gel-Material.

15 In einer Ausführungsform handelt es sich bei der Infiltrationsmatrix um ein kondensiertes silikatbasiertes Material. Silikatbasierte Materialien können bei sehr niedrigen Temperaturen verarbeitet werden, haben eine geringe Viskosität, sind chemisch und thermisch stabil, sowie optisch transparent.

20 Sol-Gel-Materialien sind Materialien, die mittels eines Sol-Gel-Verfahrens hergestellt sind.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung versteht man unter einem Sol eine Dispersion einer „polymerartigen“ festen Phase in einer flüssigen Phase.

25

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung versteht man unter einem Gel eine viskose Masse, die entsteht, wenn die Teilchen eines Sols weiter polymerisiert sind.

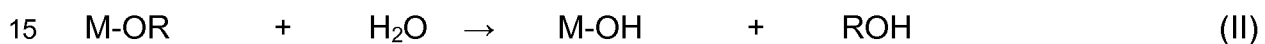
Unter einem Sol-Gel gemäß der vorliegenden Erfindung versteht man eine Mischung 30 zwischen den beiden Phasenzuständen des Sols und des Gels, wobei alle erdenklichen prozentualen Anteile der beiden Phasenzustände denkbar sind. Vorliegend wird z.B.

auch von einem Sol-Gel gesprochen, wenn der Anteil des Sols 100% ist und der Anteil des Gels 0%, sowie wenn der Anteil des Sols 0% ist und der Anteil des Gels 100%.

Ganz allgemein wird bei einer Sol-Gel-Reaktion ein Metallpräkursor durch ein

- 5 Lösungsmittel hydrolysiert und der hydrolysierte Metallpräkursor kondensiert unter Wasserabspaltung mit weiteren hydrolysierten Metallpräkursor-Molekülen. Durch diese Polykondensationsreaktion mehrerer Metallpräkursor-Moleküle kommt es zur Bildung von Metalloxiden und zu einem Anstieg der Viskosität der Mischung.

- 10 Vereinfacht dargestellt kann die Reaktion folgendermaßen ablaufen, wobei die Stöchiometrie nur beispielhaft dargestellt ist:

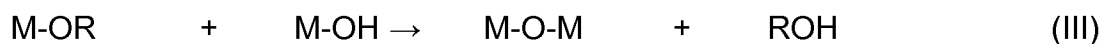


Unter MX wird ein Metallhalogenid verstanden. ROH stellt einen Alkohol dar. M-OH stellt den hydrolysierten Metallpräkursor dar.

- 20 Wird als Metallpräkursor ein Metallalkoxid eingesetzt, ist häufig bei der Hydrolyse des Metallpräkursors auch ein Katalysator anwesend. Bei dem Katalysator kann es sich um eine Säure handeln.

Vereinfacht dargestellt läuft die Reaktion zur Bildung des Sol-Gels in einer

- 25 Ausführungsform folgendermaßen ab, wobei die Stöchiometrien lediglich beispielhaft sind:



Bei der allgemeinen Formel M-OR handelt es sich um ein Metallalkoxid, bei M-OH um einen hydrolysierten Metallpräkursor und M-O-M stellt die Grundstruktur des Sol-Gels dar.

- 5 Ganz allgemein kann es sich bei dem Metallpräkursor um ein Metallhalogenid oder Metallalkoxid handeln.

Die Metalle des Metallpräkursors sind vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe der Erdalkali, Übergangsmetalle, Halbmetalle oder Borgruppe. Insbesondere kann das
10 Metall des Metallpräkursors ausgewählt sein aus der 2., 4., 5., 12., 13. oder 14. Gruppe des Periodensystems der Elemente.

Bei den Metallhalogeniden kann es sich um Chloride, Bromide oder Iodide der Metalle handeln.

15 In einer Ausführungsform ist das Metallsalz ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Metallhalogeniden, Metallacetaten und Metalloxalaten.

In einer Ausführungsform ist das Metallalkoxid ausgewählt aus der Gruppe bestehend
20 aus Metallalkoxiden, Alkylmetallalkoxide und Arylmetallalkoxide.

Bei einem Alkoxid handelt es sich um eine Verbindung der allgemeinen Formel $M(RO)_n$, wobei M = Metallion, R = Alkyl, Aryl und n = Wertigkeit des Metallions sind.

25 Bei den Metallalkoxiden kann es sich um Methoxide, Ethoxide, Butoxide, Propoxide, Isopropoxide, etc. der Metalle handeln.

Bei den Metallalkoxiden kann es sich auch um teilweise alkylierte Metallalkoxide handeln. Hierbei ist mindestens eine Alkoxid-Gruppe durch eine Alkylgruppe ersetzt.
30 Das Vorhandensein mindestens einer Alkylgruppe kann zu einer Stabilisierung des hydrolysierten Metallpräkursors und zu einer Stabilisierung des Sol-Gels führen.

Beispiele für Metallpräkursoren sind Tetraethylorthosilicat (TEOS), Tetramethylorthosilicat (TMOS), Triethoxymethylsilan (MeTEOS) und Trimethoxymethylsilan (MeTMOS).

5

Weitere Beispiele für Metallpräkursoren im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind InCl_3 , SnCl_4 , SbCl_5 , $\text{Zn}(\text{OAc})_2$, ZnCl_2 , ZnBr_2 , Zinkmethoxid, $\text{Sb}(\text{OAc})_3$, $\text{In}(\text{OAc})_3$, $\text{Sn}(\text{OAc})_4$, AlCl_3 , Al-isopropoxid, TiCl_4 , Titan(IV)-Ethoxid, NbCl_5 , Niob-Ethoxid, BaCl_2 , Bariumisopropoxid.

10

In einer Ausführungsform ist mindestens ein Metallpräkursor ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Metallhalogeniden, Metallacetaten, Metalloxalaten, Metallalkoxiden, Alkylmetallalkoxide und Arylmetallalkoxide.

15 In einer Ausführungsform umfasst das Sol-Gel verschiedene Metallpräkursoren.

In einer Ausführungsform umfasst das Sol-Gel eine Verbindung als Metallpräkursor.

20 In einer Ausführungsform umfasst das silikatbasierte Sol-Gel TEOS, MeTEOS, Wasser, Silika-Nanopartikel und/oder eine Silika-Nanopartikel-Dispersion und eine Säure (z.B. HCl) als Katalysator.

25 Durch die Auswahl geeigneter Metallpräkursoren kann der Brechungsindex der aus dem Sol-Gel entstehenden Infiltrationsmatrix eingestellt werden. Ein höherer Brechungsindex als der z.B. von Silikon würde die Lichtauskopplung aus der lichtemittierenden Schicht (bzw. dem Chip) erhöhen.

30 In einer Ausführungsform ist die Infiltrationsmatrix ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus ZrO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , ITO (Indiumzinnoxid), SiO_2 , Y_2O_3 , HfO_2 und Kombinationen davon.

Besonders bevorzugt ist die Infiltrationsmatrix SiO_2 für eine normalbrechende Infiltrationsmatrix und TiO_2 für eine hochbrechende Infiltrationsmatrix.

Die Infiltrationsmatrix kann in dem Konversionselement in einer Menge im Bereich von 5 Vol.-% bis 85 Vol.-%, bevorzugt im Bereich von 10 Vol.-% bis 80 Vol.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 15 Vol.-% bis 75 Vol.-%, bezogen auf das Gesamtvolumen des Konversionselements vorliegen.

Wie bereits oben beschrieben, infiltriert die Infiltrationsmatrix die Poren der Matrix des erfindungsgemäßen Konversionselements. Durch die Infiltration weist das erfindungsgemäße Konversionselement eine besonders niedrige Porosität auf.

Im Rahmen der Erfindung kann die Porosität durch Analyse von Schliffbildern im REM, oder durch Gassorption gemessen werden. Alternativ kann die Porosität mittels Röntgen-Aufnahmen, 2D und/oder 3D-Tomographieaufnahmen gemessen werden. Beide Methoden ermöglichen die genaue Bestimmung der Porosität des Konversionselements. Mittels der Röntgenaufnahme können die Poren beispielsweise mittels Graustufen im Röntgen-Bild charakterisiert werden. Alternativ ist zur Bestimmung der Porosität auch Element-Mapping möglich, wenn die Poren z.B. mit Epoxy (Einbettmaterial) gefüllt werden. Auch die Bestimmung mittels BET bei offener Oberfläche ist denkbar.

Ein erfindungsgemäßes Konversionselement weist eine Porosität im Bereich von 0 bis 20 Vol.-% auf, bezogen auf das Gesamtvolumen des Konversionselements.

In einer Ausführungsform weist das Konversionselement eine Porosität im Bereich von 1 bis 10 Vol.-%, bevorzugt im Bereich von 3 bis 7 Vol.-%, besonders bevorzugt im Bereich von ca. 5 Vol.-% auf, bezogen auf das Gesamtvolumen des Konversionselements.

Das Konversionselement umfasst ferner 10 bis 50 Vol.-% mindestens eines Leuchtstoffes, bezogen auf das Gesamtvolumen des Konversionselements.

In einer Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Konversionselement 15 bis 45 Vol.-% mindestens eines Leuchtstoffes, bevorzugt 20 bis 40 Vol.-% mindestens eines Leuchtstoffes, besonders bevorzugt 25 bis 35 Vol.-% mindestens eines Leuchtstoffes, bezogen auf das Gesamtvolumen des Konversionselements.

Durch das Vorhandensein der Matrix umfassend mindestens eine Infiltrationsmatrix, kann die Menge des Leuchtstoffes besonders niedrig gewählt werden.

Ganz allgemein wird unter einem Leuchtstoff ein Stoff verstanden, der elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs in elektromagnetische Strahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs umwandelt.

15

Die Leuchtstoffe können ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus Granaten (Grundgerüst aus AlO_4 - bzw. $(\text{AlGa})\text{O}_4$ -Einheiten), Nitridosilikaten (Grundgerüst aus SiN_n -Einheiten), Oxynitridosilikaten (Grundgerüst aus $\text{Si}(\text{N},\text{O})_n$ -Einheiten), Alumonitridosilikaten (Grundgerüst aus $(\text{Al},\text{Si})\text{N}_n$ -Einheiten), Alumooxynitridosilikaten (Grundgerüst aus $(\text{Al},\text{Si})(\text{O},\text{N})_n$ -Einheiten), SCASN $((\text{Ca},\text{Sr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+})$, Oxysilikaten (Grundgerüst aus SiO_n -Einheiten), Perowskiten und Quantenpunkten. Die Quantenpunkte können mit oder ohne organische Liganden oder mit oder ohne anorganischer Beschichtung, wie z.B. SiO_2 -Beschichtung, verwendet werden.

25 Beispielhafte Leuchtstoffe sind $(\text{Y},\text{Gd},\text{Tb},\text{Lu})_3(\text{Al},\text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, $(\text{Sr},\text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Sr},\text{Ba},\text{Ca},\text{Mg})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ca},\text{Sr},\text{Ba})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\alpha\text{-SiAlON}:\text{Eu}^{2+}$, $\beta\text{-SiAlON}:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Sr},\text{Ca})\text{S}:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Sr},\text{Ba},\text{Ca})_2(\text{Si},\text{Al})_5(\text{N},\text{O})_8:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ca},\text{Sr})_8\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Sr},\text{Ba})\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$.

30 Quantenpunkte können zum Beispiel CdSe, InP oder ZnSe sein.

In einer Ausführungsform sind mindestens zwei Leuchtstoffe in einem erfindungsgemäßen Konversionselement vorhanden.

Optional kann das erfindungsgemäße Konversionselement ferner mindestens einen
5 Zusatzstoff aufweisen. Bei dem Zusatzstoff kann es sich um mindestens einen Stoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Nanopartikel, Nanodrähte, Nanoplättchen, Streupartikel, Härter, Katalysatoren und Füllpartikel handeln.

In einer Ausführungsform kann der mindestens eine Zusatzstoff ein Oxid sein,
10 insbesondere in der Form von Nanopartikeln, Nanodrähten, Nanoplättchen und Mischungen davon.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung haben Nanopartikel eine Größe von ca. 2 bis ca. 200 nm. In einer Ausführungsform haben die Nanopartikel eine Größe von ca. 2 nm bis
15 ca. 100 nm. In einer weiteren Ausführungsform haben die Nanopartikel eine Größe von ca. 2 nm bis ca. 50 nm. In einer weiteren Ausführungsform haben die Nanopartikel eine Größe von ca. 3 nm bis ca. 20 nm.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung haben Nanodrähte eine Länge von ca. 150 nm bis
20 ca. 1 µm. In einer Ausführungsform haben die Nanodrähte eine Länge von ca. 300 nm bis ca. 800 nm. In einer weiteren Ausführungsform haben die Nanodrähte eine Länge von ca. 500 nm bis ca. 700 nm.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung haben Nanodrähte einen Durchmesser von ca. 3
25 nm bis ca. 50 nm. In einer Ausführungsform haben die Nanodrähte einen Durchmesser von ca. 5 nm bis ca. 40 nm. In einer weiteren Ausführungsform haben die Nanodrähte einen Durchmesser von ca. 10 nm bis ca. 20 nm.

In einer Ausführungsform können die jeweiligen genannten Längen der Nanodrähte mit
30 den jeweiligen Durchmessern kombiniert werden. So kann ein Nanodraht eine Länge

von ca. 150 nm bis ca. 1 μm haben und einen Durchmesser von ca. 3 nm bis ca. 50 nm haben.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung haben Nanoplättchen eine Kantenlänge von ca. 150 nm bis ca. 1 μm . In einer Ausführungsform haben die Nanoplättchen eine Kantenlänge von ca. 200 nm bis ca. 800 nm. In einer weiteren Ausführungsform haben die Nanoplättchen eine Kantenlänge von ca. 400 nm bis ca. 600 nm.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung haben Nanoplättchen eine Dicke von ca. 3 nm bis ca. 50 nm. In einer Ausführungsform haben die Nanoplättchen eine Dicke von ca. 5 nm bis ca. 40 nm. In einer weiteren Ausführungsform haben die Nanoplättchen eine Dicke von ca. 10 nm bis ca. 20 nm.

In einer Ausführungsform können die jeweiligen genannten Kantenlängen der Nanoplättchen mit den jeweiligen Dicken kombiniert werden. So kann ein Nanoplättchen eine Kantenlänge von ca. 150 nm bis ca. 1 μm haben und eine Dicke von ca. 3 nm bis ca. 50 nm haben.

Beispielweise kann der Brechungsindex durch ein Nanomaterial als Zusatzstoff erhöht werden. Geeignete Nanomaterialien können Nanopartikel, Nanostäbchen, Nanodrähte oder Nanoschichten sein. Diese können aus TiO_2 , ZrO_2 , BaTiO_3 , SrTiO_3 , Al_2O_3 , Nb_2O_5 , HfO_2 , ZnO , und dergleichen gebildet sein.

Es können auch oxidische Nanopartikel als Zusatzstoff vorhanden sein. Beispiele hierfür sind Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , ZnO , etc. Derartige Oxide können zur Stabilisierung des Konversionselements beitragen und die Verarbeitungstemperatur senken.

Um die thermische Leitfähigkeit zu verbessern, können Partikel und Drähte als Zusatzstoffe in dem Konversionselement zugegeben werden. Beispielhafte Materialien sind Diamant ($\sim 2200\text{-}3320 \text{ W/m}\cdot\text{K}$), SiC ($\sim 270\text{-}490 \text{ W/m}\cdot\text{K}$), GaP ($\sim 100\text{-}110 \text{ W/m}\cdot\text{K}$),

AlN (~ 170-285 W/m·K). Es können aber auch andere Materialien mit ähnlichen Leitfähigkeitswerten, wie die genannten, eingesetzt werden.

Als Zusatzstoff können auch Streupartikel in dem Konversionselement vorhanden sein.

- 5 Beispielhafte Streupartikel sind Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , ZnO , die abhängig vom Brechungsindex der Matrix und Infiltrationsmatrix eingesetzt werden. Der Brechungsindex der Matrix oder der Infiltrationsmatrix unterscheidet sich in einer Ausführungsform von dem der Streupartikel um mindestens 0,1.
- 10 Weiterhin können in dem Konversionselement auch Härter, insbesondere chemische Härter vorhanden sein. Durch die Zugabe eines Härters, insbesondere zur Matrix, kann erreicht werden, dass das Konversionselement besonders stabil gegenüber Feuchtigkeit ist. Durch die Zugabe eines Härters kann in manchen Beispielen auch die Temperatur des Aushärtens (z.B. auf 80 °C) gesenkt werden. Die chemische Härtung
- 15 erfolgt vorzugsweise durch Ionenaustausch. Beispielhafte Härter sind Aluminiumphosphate, wodurch sich als Nebenprodukt Alkaliphosphat bildet und Aluminium in das silikatische Netzwerk der Matrix eingebaut wird. Alternativ könnten auch halogenhaltige Verbindungen, beispielsweise Silikofluoride als Härter eingesetzt werden.
- 20 Von den Zusatzstoffen kann jeweils nur ein Stoff vorhanden sein, oder eine Kombination aus mehreren Zusatzstoffen. Die Zusatzstoffe werden dabei so gewählt, dass die gewünschten Eigenschaften besonders vorteilhaft eingestellt werden können.
- 25 Die Zusatzstoffe können in dem Konversionselement in einer Menge im Bereich von 0 Vol.-% bis 15 Vol.-%, bevorzugt im Bereich von 0 Vol.-% bis 10 Vol.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 0 Vol.-% bis 7 Vol.-%, bezogen auf das Gesamtvolumen des Konversionselements vorliegen.
- 30 Das Konversionselement kann in jeglicher geometrischer Form vorliegen. Das Konversionselement kann beispielsweise als Schicht, als Linse, als partielle Füllung

einer Linse, als zylindrische oder kegelförmige Füllung in einem hochreflektiven Material vorliegen.

Ferner ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines

5 Konversionselements umfassend die Schritte:

- Bereitstellen mindestens eines Matrixmaterials,
- Zugeben von mindestens einem Leuchtstoff zu dem Matrixmaterial,
- optional Zugeben mindestens eines Härters zu der Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung,
- 10 - Aufbringen der Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung und des optional vorhandenen Härters auf ein Substrat,
- Aufbringen mindestens eines Infiltrationsmaterials auf die Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung und des optional vorhandenen Härters zur Ausbildung eines Prä-Konversionselements,
- 15 - Erwärmen und/oder Trocknen des Prä-Konversionselements, optional schleifen des Prä-Konversionselements.

In einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Matrixmaterial um ein anorganisches Material. Bevorzugt handelt es sich bei dem anorganischen Material um ein

20 Wasserglas, wie Lithiumwasserglas, Natriumwasserglas, Kaliumwasserglas oder eine Mischung daraus, das in flüssiger Form vorliegt. In einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Wasserglas um ein in Wasser gelöstes Wasserglas.

Wassergläser können ein Modul von 1,5 bis 5 besitzen, bevorzugt ein Modul von 2,5 bis
25 4,5. der Begriff Modul ist dem Fachmann bekannt und bezeichnet das molare Verhältnis von SiO_2 zu Alkalioxid.

In einer Ausführungsform wird das Matrixmaterial in einer Menge im Bereich von 40 bis 85 Vol.-%, bevorzugt im Bereich von 55 Vol.-% bis 83 Vol.-%, besonders bevorzugt im
30 Bereich von 60 Vol.-% bis 80 Vol.-%, bezogen auf das Gesamtvolumen der Leuchtstoff-

Matrixmaterial-Mischung zugegeben. Optional kann das Matrixmaterial zur Anpassung der Viskosität auch mit Wasser verdünnt worden sein.

5 Gemäß des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zu dem Matrixmaterial mindestens ein Leuchtstoff zugegeben. Bei den Leuchtstoffen kann es sich um Leuchtstoffe, wie sie oben beschrieben wurden, handeln.

10 In einer Ausführungsform wird der Leuchtstoff in einer Menge im Bereich von 15 bis 45 Vol.-%, bevorzugt im Bereich von 20 Vol.-% bis 40 Vol.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 25 Vol.-% bis 35 Vol.-%, bezogen auf das Gesamtvolumen der Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung zugegeben.

15 Ferner kann optional mindestens ein Härter, insbesondere ein chemischer Härter, zu der Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung zugegeben werden. Durch die Zugabe eines Härters kann eine Feuchtestabilität des Konversionselements erreicht werden. Die chemische Härtung erfolgt vorzugsweise durch Ionenaustausch.

20 Beispielhafte Härter sind Aluminiumphosphate, wodurch sich als Nebenprodukt Alkaliphosphat bildet und Aluminium in das silikatische Netzwerk der Matrix eingebaut wird. Alternativ könnten auch halogenhaltige Verbindungen, beispielsweise Silikofluoride als Härter eingesetzt werden.

25 In einer Ausführungsform ist das Matrixmaterial Kaliumwasserglas, das mit Aluminiumphosphat als Härter chemisch durch Ionenaustausch gehärtet wird. In diesem Fall werden die Kaliumionen durch die Aluminiumionen ausgetauscht und somit die Aluminiumionen in die Silikatmatrix des Wasserglases eingebaut werden, was die Feuchtestabilität erhöht. Als Nebenprodukt entsteht bei dieser Reaktion Kaliumphosphat.

30 In einer Ausführungsform wird der Härter in einer Menge im Bereich von 1 bis 15 Vol.-%, bevorzugt im Bereich von 2 Vol.-% bis 10 Vol.-%, besonders bevorzugt im Bereich

von 3 Vol.-% bis 7 Vol.-%, bezogen auf das Gesamtvolumen der Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung zugegeben.

Das Verhältnis (Masse) zwischen Matrixmaterial und Härter ist in einer

- 5 Ausführungsform 7,2:1, vorzugsweise 7,1:1 und besonders bevorzugt 6,9:1.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird die Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung und des optional vorhandenen Härters auf ein Substrat aufgebracht.

- 10 Bei dem Substrat kann es sich um ein permanentes, oder temporäres Substrat handeln. Unter einem permanenten Substrat wird ein Substrat verstanden, das im Konversionselement verbleibt bzw. auf dem das Konversionselement verbleibt. Unter einem temporären Substrat wird ein Substrat verstanden, das vor Fertigstellung des Konversionselements wieder entfernt wird. Sowohl das permanente als auch das
- 15 temporäre Substrat sind bei den Mengenangaben des Konversionselementes ausgenommen.

Das permanente Substrat sollte eine gute Beständigkeit gegenüber Feuchte, Strahlung und Temperatur besitzen.

20

- Das permanente Substrat kann ein Glas, z.B. Borosilikatglas (wie D263 oder D263T, oder D263Teco von Schott oder AF32 von Schott), glasartige Materialien, Glaskeramiken, Keramiken, z.B. Aluminiumoxid, Saphir, polykristallines Aluminiumoxid, Aluminiumnitrid, Siliciumcarbid, oder andere transparente oder transluzente Materialien
- 25 sein. Als temporäres Substrat kann neben den oben genannten Materialien auch eine Folie dienen, beispielsweise aus Polyester wie die silikonbeschichtete Polyethylenterephthalatfolie (Mylar).

- Ebenso sind nicht-transparente oder nicht-transluzente Substrate denkbar,
- 30 insbesondere reflektive Substrate, wie z.B. Aluminium, Silber, Kupfer oder andere Metalle, Keramiken, oder Metalloxide. Dies ist insbesondere für eine reflektive „remote

Phosphor“ (z.B. laser activated remote phosphor, LARP) Anwendung interessant, bei der das Konversionselement in einem gewissen Abstand von der Lichtquelle angeordnet ist.

- 5 In einer Ausführungsform ist das Substrat eine Oberfläche einer Lichtquelle, insbesondere die Oberfläche eines Chips, auf die das Konversionselement direkt aufgebracht wird, d.h. kleberfrei. In einer derartigen Ausführungsform dient das Matrixmaterial gleichzeitig als Kleber für die Verbindung des Konversionselements mit der Oberfläche der Lichtquelle, z.B. dem Chip. Die Chipoberfläche kann eine
- 10 Passivierung besitzen oder frei von einer Passivierung sein. Bei dem Chip kann es sich um einen Flipchip handeln oder um einen Chip mit Bondpad und Bonddraht.

- In einer weiteren Ausführungsform ist das Substrat ein Formteil, beispielsweise eine Linse, auf dessen Oberfläche das Konversionselement direkt aufgebracht wird, d.h.
- 15 kleberfrei. Dabei können alle oder nur bestimmte Oberflächen, komplett als auch teilweise beschichtet sein. In einer besonderen Ausgestaltung hat die Linse einen Hohlraum oder eine Vertiefung, die mit dem Konversionselement gefüllt ist.

- In einer weiteren Ausführung ist das Substrat ein hochreflektives Keramikbauteil, in
- 20 welchem sich eine zylindrische oder kegelförmige Bohrung befindet, in die das Konversionselement eingebracht wird. In einer besonderen Ausführung ist eine Seite des Konversionselements mit einem dichroitischen Schichtstapel beschichtet.

- In einer weiteren Ausführungsform handelt es sich bei dem Substrat ganz allgemein um
- 25 einen Chip-Wafer, der optional strukturiert, sein kann.

- Das Aufbringen der Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung und des optional vorhandenen Härters auf ein Substrat und eine eventuelle Formgebung kann beispielsweise durch Aufrakeln (Doctor Blading), Sieb- oder Schablonendruck, Dispensen, Sprühen, Spin-
- 30 Coating, Tauchbeschichtung (Dip Coating), Vorhangbeschichtung (Curtain Coating), Schlitzdüsenbeschichtung (Slot-die Coating), Inkjet-Drucken (Inkjet Printing) auch in

Kombination oder durch andere dem Fachmann bekannten Beschichtungs- und Formgebungsverfahren erfolgen.

Optional kann vor Aufbringen des Infiltrationsmaterials ein vollständiges oder teilweises Aushärten erfolgen. Das Aushärten kann dabei durch Erwärmen und/oder Trocknen erfolgen. Das Aushärten erfolgt bei Temperaturen, bei denen weder der eingebettete Leuchtstoff noch das Substrat (sofern vorhanden) geschädigt werden. Typische Temperaturen können dabei zwischen Raumtemperatur (25 °C) und 1000 °C liegen. In einer Ausführungsform, in der beispielsweise Leuchtstoffe mit einem hohen CRI vorliegen und/oder ein Chip als Substrat eingesetzt wird, liegen die Temperaturen zum Aushärten in einem Bereich zwischen 30°C und 600°C, bevorzugt zwischen 50°C und 500°C, idealerweise zwischen 80 °C und 350 °C (Grenzen jeweils miteingeschlossen).

Vor dem Infiltrieren können optional in einem Zwischenschritt eventuell entstandene Nebenprodukte aus dem Matrixmaterial entfernt werden.

Nach dem Aushärten kann ein weiteres Aufbringen von der Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung und des optional vorhandenen Härters erfolgen.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird mindestens ein Infiltrationsmaterial auf die Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung und des optional vorhandenen Härters zur Ausbildung eines Prä-Konversionselements aufgebracht.

Vorzugsweise handelt es sich bei dem Infiltrationsmaterial um ein Material, welches eine geringe Aushärtungstemperatur aufweist. Durch eine geringe Aushärtungstemperatur kann insbesondere eine Beschädigung der weiteren Komponenten des Konversionselements vermieden werden, wie z.B. des Substrats, der Lichtquelle (z.B. des Chips), des Wafers, der Leuchtstoffe, etc.

In einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Infiltrationsmaterial um ein anorganisches Sol-Gel-Material. Geeignete Sol-Gel-Materialien sind bereits oben beschrieben.

- 5 In einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Infiltrationsmaterial um ein oder mehrere flüssige Präkursor-Materialien, die mit einem geringen Volumenschwund zu Materialien wie z.B. Polysilazan, Silikon oder Polysiloxan vernetzen.
Der Volumenschwund ist hier beispielsweise <50 Vol-% oder maximal 35 Vol-% oder maximal 30 Vol-% oder maximal 25 Vol-% oder maximal 20 Vol-% oder maximal 15
10 Vol-% oder maximal 10 Vol-%.

In dem Infiltrationsmaterial können auch Partikel enthalten sein, beispielsweise Nanopartikel um ggf. die Materialeigenschaften wie Fließverhalten, Schrumpf oder optische Eigenschaften anzupassen.

15

In einer weiteren Ausführungsform handelt es sich bei dem Infiltrationsmaterial um ein Material mit einem hohen Volumenschwund, wie z.B. Wasserglas oder Monoaluminiumphosphat.

- 20 Der Volumenschwund ist in diesem Fall beispielsweise min. 30 Vol-% oder min. 35 Vol-% oder min. 40 Vol-% oder mindestens 45 Vol-% oder mindestens 50 Vol-% oder mindestens 60 Vol-% oder mindestens 65 Vol-%.

- In einer Ausführungsform wird das Infiltrationsmaterial in der Menge zugegeben, so
25 dass sich im Prä-Konversionselement nach dem Aushärten zusammen mit der Porosität 100 Vol-% ergeben.

In einer Ausführungsform wird das gleiche Infiltrationsmaterial wie das Matrixmaterial eingesetzt.

30

In einer weiteren Ausführungsform wird ein zum Matrixmaterial unterschiedliches Infiltrationsmaterial eingesetzt.

In einer weiteren Ausführungsform wird eine Mischung verschiedener

5 Infiltrationsmaterialien eingesetzt.

In einem weiteren Verfahrensschritt zur Herstellung eines Konversionselements erfolgt das Erwärmen und/oder Trocknen des Prä-Konversionselements. Typische Temperaturen können dabei zwischen Raumtemperatur (25 °C) und 1000 °C liegen. In
10 einer Ausführungsform, in der beispielsweise Leuchtstoffe mit einem hohen CRI vorliegen und/oder ein Chip als Substrat eingesetzt wird, liegen die Temperaturen zum Aushärten in einem Bereich zwischen 30°C und 600°C, bevorzugt zwischen 50°C und 500°C, idealerweise zwischen 80 °C und 350 °C (Grenzen jeweils miteingeschlossen).

15 Optional kann nach Erwärmen und/oder Trocknen des Prä-Konversionselements erneut Infiltrationsmaterial auf das Prä-Konversionselement aufgebracht werden. Bei dem Infiltrationsmaterial kann es sich um das gleiche Infiltrationsmaterial handeln, das bereits aufgebracht wurde, oder um ein anderes Infiltrationsmaterial.

20 In einer weiteren Ausführungsform wird zu dem Matrixmaterial, dem Leuchtstoff, der Matrixmaterial-Leuchtstoff-Mischung und/oder dem Infiltrationsmaterial mindestens ein Zusatzstoff zugegeben.

Der Zusatzstoff kann dabei ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus

25 Nanopartikel, Katalysatoren, sowie die oben genannten Zusatzstoffe.

In einer Ausführungsform wird der mindestens eine Zusatzstoff in einer Menge im Bereich von 0,5 bis 15 Vol.-%, bevorzugt im Bereich von 1 Vol.-% bis 10 Vol.-%, besonders bevorzugt im Bereich von 2 Vol.-% bis 7 Vol.-%, bezogen auf das

30 Gesamtvolumen des Konversionselements zugegeben.

Da die Konversionselemente oftmals auf den Chip aufgeklebt werden, in der Regel mittels Silikon, das die Wärme schlecht leitet, empfiehlt es sich die Kleberdicke möglichst gering zu halten. Dafür ist es hilfreich, wenn das Konversionselement möglichst glatt und eben ist, was optional beispielsweise durch Schleifen und Polieren
5 erfolgen kann. Dieser Vorgang kann auch bereits vor dem Infiltrieren mit dem Infiltrationsmatrixmaterial erfolgen, um damit z.B. gleichzeitig den Konversionsgrad bzw. den Farbort des Konversionselementes einzustellen. Alternativ oder zusätzlich kann das Schleifen oder Polieren nach dem Infiltrieren erfolgen.

10 Sofern erforderlich, kann das Konversionselement beispielsweise durch Sägen auf die gewünschte Größe gebracht bzw. vereinzelt werden und im Anschluss auf die Chipoberfläche aufgeklebt und ggf. mit gefülltem (z.B. TiO_2) Silikon vergossen werden.

Im Falle eines Konversionselementes mit Substrat ist das Substrat vorzugsweise von
15 der Chipoberfläche abgewandt wodurch der Leuchtstoff chipnah positioniert ist. Bei einer gezielt inhomogenen Leuchtstoffverteilung, beispielsweise durch Sedimentation, wird die leuchtstoffreiche Seite ebenfalls bevorzugt chipnah aufgeklebt. Infiltrieren mit einem Infiltrationsmatrixmaterial ist alternativ oder zusätzlich auch nach dem Sägen möglich.

20

Die hier beschriebenen porenfreien Konversionselemente können nicht nur als CLC (Chip Layer Conversion) eingesetzt werden, sondern sind auch für Remote-Anwendungen beispielsweise mit Laser oder Laserdioden geeignet. Teil- und Vollkonversion ist ebenfalls mit den erfindungsgemäßen Konversionselementen
25 möglich.

Ferner ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein optoelektronisches Halbleiterbauelement umfassend mindestens ein erfindungsgemäßes Konversionselement. Bei einem optoelektronischen Halbleiterbauelement kann es sich
30 um eine Light Emitting Diode (LED), als auch um eine Laserdiode handeln.

Besonders vorteilhaft ist ein erfindungsgemäßes Konversionselement in die Hauptstrahlungsaustrittsfläche einer Lichtquelle in einem optoelektronischen Halbleiterbauelement, wie einer LED, angeordnet.

- 5 Erfindungsgemäße Konversionselemente können auch in einem Wafer-Verbund eingebracht werden. Dadurch muss nicht jedes Konversionselement einzeln auf eine Lichtquelle, wie eine lichtemittierende Schicht, aufgebracht werden, sondern kann im Verbund aufgebracht werden, was eine kostengünstigere Produktion ermöglicht.
- 10 Erfindungsgemäße optoelektronische Halbleiterbauelemente können als Frontscheinwerfer, in Projektoren oder als Bühnenbeleuchtung (Stagelighting) eingesetzt werden. Prinzipiell eignen sie sich für alle Anwendungen, bei denen hohe Leuchtdichten gefordert sind und die bei hohen Stromdichten ($>1 \text{ A} / \text{mm}^2$) betrieben werden und deshalb ein Konversionselement mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit
- 15 erfordern wie eingangs beschrieben.

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

20

Figuren

- Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren
- 25 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.

- Fig. 1 zeigt ein Konversionselement A ohne Infiltrationsmatrix und ein
- 30 erfindungsgemäßes Konversionselement B mit Infiltrationsmatrix

Fig. 2 zeigt eine REM-Aufnahme einer porösen Silikat-Matrix

Fig. 3 zeigt eine REM-Aufnahme eines erfindungsgemäßen Konversionselementes mit
5 Infiltrationsmatrix

Fig. 4 zeigt Mikroskopbilder von Konversionselementen nach dem Sägen im Vergleich.
Links ein Konversionselement ohne Infiltrationsmatrix und rechts ein
erfindungsgemäßes Konversionselement mit Infiltrationsmatrix.

10 Fig. 5a, 5b zeigen REM-Aufnahmen (Schliff) von einer porösen Matrix nach dem
Aufkleben auf einen Chip und dem Verguss mit TiO_2 gefülltem Silikon.

15 Fig. 6a, 6b zeigen eine REM-Aufnahme (Schliff) (Fig. 6a) sowie einen Ausschnitt daraus
(Fig. 6b) von einem erfindungsgemäßen Konversionselement mit
Infiltrationsmatrix und Substrat nach dem Aufkleben auf einen Chip und dem
Verguss mit TiO_2 gefülltem Silikon

20 Fig. 7 zeigt eine REM-Aufnahme einer porösen Matrix nach einem Feuchtetest im
„Pressure Cooker“

Fig. 8 zeigt eine REM-Aufnahme eines erfindungsgemäßen Konversionselementes mit
Infiltrationsmatrix vor dem Feuchtetest im „Pressure Cooker“

25 Fig. 9 zeigt eine REM-Aufnahme eines erfindungsgemäßen Konversionselementes mit
Infiltrationsmatrix nach dem Feuchtetest im „Pressure Cooker“

Fig. 10 zeigt einen Ausschnitt der Figur 9 in höherer Vergrößerung

30 Fig. 11 zeigt eine REM-Aufnahme der porösen Matrix im Querschnitt

Fig. 12 zeigt eine REM-Aufnahme eines erfindungsgemäßen Konversionselementes mit Infiltrationsmatrix im Querschnitt

Fig. 13 zeigt das Verhalten von einer porösen Matrix nach dem Aufkleben auf einen Chip und dem Verguss mit TiO_2 gefülltem Silikon im Alterungstest.

Fig. 14 zeigt das Verhalten von dem erfindungsgemäßen Konversionselement mit Infiltrationsmatrix nach dem Aufkleben auf einen Chip und dem Verguss mit TiO_2 gefülltem Silikon im Alterungstest.

Fig. 1 zeigt in Bild A ein Konversionselement 1. Das Konversionselement 1 umfasst eine Matrix 2, Leuchtstoffe 3 und ein Substrat 4. Bild B zeigt ein erfindungsgemäßes Konversionselement 1 umfassend eine Matrix 2, Leuchtstoffe 3, ein Substrat 4 sowie eine Infiltrationsmatrix 5. Die Infiltrationsmatrix 5 dringt in die Poren der Matrix 2 ein und füllt diese. Das Substrat 4 kann optional vorhanden sein.

Fig. 2 zeigt eine REM Aufnahme einer Matrix 2 nach dem Schleifen. Die Zusammensetzung und Herstellung des Konversionselementes KE1 ist in den nachfolgenden Beispielen beschrieben.

Fig. 3 zeigt eine REM Aufnahme einer Matrix 2 mit einer Infiltrationsmatrix 5. Die Zusammensetzung und Herstellung des Konversionselementes KE3 ist in den nachfolgenden Beispielen beschrieben.

Fig. 4 zeigt Mikroskopbilder von Konversionselementen 1 nach dem Sägen im Vergleich. Links ein Konversionselement mit poröser Matrix 2 und rechts ein erfindungsgemäßes Konversionselement mit Infiltrationsmatrix 5. Hier ist erkennbar, dass das erfindungsgemäße Konversionselement 1 mit Infiltrationsmatrix 5 sich vorteilhafter beim Sägen verhält und weniger zu Ausbrüchen (Chipping) an den Kanten neigt. Eine intakte Kante ist sowohl für eine gute Abstrahlcharakteristik als auch für den

Verguss mit TiO_2 gefülltem Silikon von Bedeutung. Die Größe der gezeigten Konversionselemente ist ca. 1 mm x 1 mm.

Fig. 5a und 5b zeigen REM-Aufnahmen (Querschliff) von einer porösen Matrix 2 (mit Substrat 4 (Glassubstrat ist auf dem Bild nicht zu sehen)) nach dem Aufkleben auf einen Chip 9 und dem Verguss 6 mit TiO_2 gefülltem Silikon. Aufgrund der Porosität und dadurch auch unebeneren Oberfläche wird viel Kleber 7 (hier Silikon) zum Aufkleben auf den Chip 9 benötigt, wodurch die Kleberschicht sehr dick wird. Dadurch vergrößert sich entsprechend der Abstand vom Konversionselement 1 zur Chipoberfläche und es kommt zum sogenannten TiO_2 Underflow 8 wie in Fig. 5a zu erkennen ist. In Fig. 5b sind starke Konverterausbrüche erkennbar, die von einer geringeren mechanischen Stabilität herrühren, die durch die Poren verursacht ist. Die Zusammensetzung und Herstellung des Konversionselementes KE1 ist in den nachfolgenden Beispielen beschrieben.

Fig. 6a und 6b zeigen eine REM-Aufnahme (Querschliff) (Fig. 6a) sowie einen Ausschnitt (Fig. 6b) daraus von dem erfindungsgemäßen Konversionselement 1 mit Infiltrationsmatrix 5 und Substrat 4 nach dem Aufkleben auf einen Chip 9 und dem Verguss 6 mit TiO_2 gefülltem Silikon. Die Zusammensetzung und Herstellung des Konversionselementes KE3 ist in den nachfolgenden Beispielen beschrieben. Am Querschliff ist erkennbar, dass im Konversionselement 1 nahezu keine Porosität mehr vorhanden ist und die Infiltrationsmatrix 5 gut benetzt und angebunden hat. Durch die geringere Porosität wird beim Vergießen mit TiO_2 gefülltem Silikon vermieden, dass sich dieses über die Poren in das Konversionselement 1 als auch in die Kleberschicht 7 zieht (sog. TiO_2 Underflow 8).

Fig. 7 zeigt eine REM-Aufnahme einer porösen Matrix 2 nach einem Feuchtetest im „Pressure Cooker“. Hierbei wurde das Konversionselement 1 in einem geschlossenen System bei 121°C und 100% rel. Feuchte für 288h gealtert. Das starke Kristallwachstum deutet auf eine gewisse Korrosion hin. Die Zusammensetzung und

Herstellung des Konversionselementes KE1 ist in den nachfolgenden Beispielen beschrieben.

Fig. 8 zeigt eine REM-Aufnahme eines erfindungsgemäßen Konversionselementes 1 mit Infiltrationsmatrix 5 vor dem Feuchtetest im „Pressure Cooker“ als Vergleich zu Figur 9. Die Zusammensetzung und Herstellung des Konversionselementes KE3 ist in den nachfolgenden Beispielen beschrieben.

Fig. 9 zeigt eine REM-Aufnahme eines erfindungsgemäßen Konversionselementes 1 mit Infiltrationsmatrix 5 (Fig. 8) nach dem Feuchtetest im „Pressure Cooker“ bei 121°C und 100% rel. Feuchte für 288h. Hier ist im Vergleich zur Figur 7 quasi kein Unterschied erkennbar, was auf eine gute Feuchtebeständigkeit hindeutet.

Fig. 10 zeigt einen Ausschnitt der Figur 9 in 30x höherer Vergrößerung. Auf der Oberfläche ist maximal ein schwaches Kristallwachstum erkennbar, obwohl die Vergrößerung 3x so hoch ist wie die der Figur 7. Dies belegt die verbesserte Feuchtebeständigkeit des erfindungsgemäßen Konversionselementes 1 mit Infiltrationsmatrix 5.

Fig. 11 zeigt eine REM-Aufnahme der porösen Matrix 2 (mit Substrat 4) im Querschnitt (der Probe aus Figur 7). Die Dicke d des Konversionselements 1 liegt bei ca. 40 µm. Die Zusammensetzung und Herstellung des Konversionselementes KE1 ist in den nachfolgenden Beispielen beschrieben.

Fig. 12 zeigt eine REM-Aufnahme eines erfindungsgemäßen Konversionselementes 1 mit Infiltrationsmatrix 5 und Glassubstrat 4 im Querschnitt (der Probe aus Figur 8). Die Dicke d des Konversionselements 1 liegt bei ca. 40 µm. Hier zeigt sich im Vergleich zur Figur 11, dass die Porosität durch die Infiltrationsmatrix 5 auch im Volumen (nicht nur an der Oberfläche) deutlich reduziert wurde. Die Zusammensetzung und Herstellung des Konversionselementes KE3 ist in den nachfolgenden Beispielen beschrieben.

Fig. 13 zeigt das Verhalten von einer porösen Matrix 2 (mit Substrat 4) nach dem Aufkleben auf einen Chip 9 und dem Verguss 6 mit TiO_2 gefülltem Silikon im Alterungstest. Hierbei wurden die LEDs in einer Umgebung von 85°C und 85% rel. Feuchte bei 1,5 A betrieben. Zusätzlich wurden die LEDs in einem definierten Intervall wiederkehrend ein- und ausgeschaltet. Gezeigt ist hier der Verlauf der Cy-Koordinate des Farbortes über eine Testdauer von 1200h. Im Graphen entspricht eine Linie einer LED. Nach 1000h ist bereits bei den meisten LEDs eine Änderung des Cy-Wertes um mehr als 10 Punkte zu beobachten, was auf Änderungen im Konversionselement 1 hindeutet.

Fig. 14 zeigt das Verhalten eines erfindungsgemäßen Konversionselements 1 mit Infiltrationsmatrix 5 (und Substrat 4) nach dem Aufkleben auf einen Chip 9 und dem Verguss 6 mit TiO_2 gefülltem Silikon im Alterungstest. Die Testkonditionen sind vergleichbar mit denen der Figur 13. Hier ist gut erkennbar, dass der Cy-Wert deutlich stabiler über die Zeit verläuft und sich auch nach 2000h deutlich weniger als 10 Punkte geändert hat, was auf eine bessere Stabilität des erfindungsgemäßen Konversionselementes 1 (im Vergleich zu der porösen Matrix 2) hindeutet.

Die Tabelle 1 zeigt die gemessene Wärmeleitfähigkeit von zwei in den nachfolgenden Beispielen beschriebenen Konversionselementen KE1 und KE2. Die beiden Konversionselemente sind vergleichbar hinsichtlich der „Grundzusammensetzung“ und ähnlich dick, unterscheiden sich aber in der Porosität, welche bei dem Konversionselement KE2 durch eine Infiltrationsmatrix reduziert wurde. Durch die höhere Wärmeleitfähigkeit der Infiltrationsmatrix gegenüber den gasgefüllten Poren, erhöht sich demzufolge auch die Wärmeleitfähigkeit des gesamten Konversionselementes.

Tabelle 1: Thermische Leifähigkeit mit und ohne Infiltrationsmatrix

Konversionselement	Wärmeleitfähigkeit [$\lambda / \text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	Infiltrationsmatrix
KE1	0,876	ohne

KE2	1,202	mit
-----	-------	-----

BEISPIELE

5 Herstellen eines Konversionselements

Warm- und Kaltweiß-Leuchtstoffmischung für hoch CRI und R9 Anwendungen:

- Granatleuchtstoff (z.B. $(\text{Lu}, \text{Y}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Ce})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$, vor allem $(\text{Y}, \text{Lu}, \text{Ce})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$, insbesondere $(\text{Lu}, \text{Ce})_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}$ mit einem Ga Gehalt von $0\% \leq x \leq 60\%$) mit mindestens einem
- "258": $\text{M}_2(\text{Al}, \text{Si})_5(\text{N}, \text{O})_8$ -artigem Leuchtstoff dotiert mit Eu ($\text{M} = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Mg}$) oder davon abgeleiteten Leuchtstoff und/oder
- "(S)CASN": Leuchtstoff wie in EP1696016 A1 oder WO 2005052087 A1 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird, beispielsweise $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSi}(\text{N}, \text{O})_3:\text{Eu}$ und/oder
- ein "226" Leuchtstoff mit einem Aktivatorgehalt von $\geq 0.5\%$, vor allem $\geq 2\%$, insbesondere $\geq 3\%$ mit zweiwertigen Metallen wie insbesondere Sr und/oder Ca, beispielsweise $\text{Sr}(\text{Sr}, \text{Ca})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6:\text{Eu}$

Granatleuchtstoff als Kaltweiß-Leuchtstoffmischung mit geringerem CRI:

Granatleuchtstoff (z.B. $(\text{Lu}, \text{Y}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Ce})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$, vor allem $(\text{Y}, \text{Lu}, \text{Ce})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$, insbesondere $(\text{Lu}, \text{Ce})_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}$ mit einem Ga Gehalt von $0\% \leq x \leq 60\%$), besonders bevorzugt $(\text{Y}, \text{Ce})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$

Beispiel 1: Wasserglas als Matrix für einen Warmweißkonverter (3200 K) mit hohem CRI und R9

(Konversionselement KE1)

Es wird eine Suspension aus Wasserglas und ggf. Aluminiumphosphat als chemischer Härter mit einer warmweißen Leuchtstoffmischung (siehe oben) hergestellt. Optional kann die Suspension mit destilliertem Wasser verdünnt werden, um die Viskosität anzupassen. Das fest zu flüssig Massenverhältnis sollte zwischen 1:2 und 1:0,3
5 insbesondere zwischen 1:1,6 und 1:0,4 betragen. Die Suspension wird beispielsweise mittels Rakel auf einem Substrat aufgetragen. Der Rakelspalt kann zwischen 10 – 200 µm, im speziellen zwischen 30 – 100 µm und im Idealfall zwischen 40 – 80 µm sein. Die Auftragungsgeschwindigkeit wird typischerweise zwischen 1 – 99 mm/sek. eingestellt. Optional kann die Konversionsschicht mehrfach aufgebracht werden. Nach dem
10 Beschichtungsprozess wird das frisch beschichtete Substrat an normaler Luft, in einem Reinraum oder einem Trockenschrank vorgetrocknet. Die Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit kann zwischen 18 – 50 °C und 0 – 80 g/m³, im speziellen zwischen 18 – 30 °C und 0 – 50 g/m³ und im Idealfall zwischen 19 – 23 °C und 0 – 30 g/m³ konstant gehalten werden. Nach dem Vortrocknen wird das Substrat typischerweise mit einem
15 Diamantschneider geritzt, zur Weiterverarbeitung in kleinere Teile gebrochen und bei Temperaturen zwischen RT – 450 °C für 10 bis 120 min eingebrannt.

Nach dem Härten können optional in einem Zwischenschritt evtl. entstandene Nebenprodukte aus dem Konversionselement entfernt werden.

20

Eine Herstellung mit einer Matrix aus kondensiertem Monoaluminiumphosphat ist ebenfalls möglich.

Infiltration mit Silazan

25

Beispiel 2: **Infiltrierte mit Silazan 1** (Konversionselement KE2)

Eine Probe wird gemäß Beispiel 1 hergestellt und nach dem Härten geschliffen um den Farbort anzupassen. Nach dem Schleifen wird die Probe mittels Silazan (Merck KGaA
30 Durazene® 1500 Slow cure) betropft, der Überstand wird mittels Glasrakel entfernt. Das Aushärten erfolgt in zwei Stufen:

1. Vortrocknen bei RT bei 40 – 50% Feuchte und
2. Aushärten bei < 350 °C für 4 h.

Beispiel 3: **Infiltriert mit Silazan 2** (Konversionselement KE3)

5

Eine Probe wird gemäß Beispiel 1 hergestellt und nach dem Härten Richtung Farbart geschliffen. Nach dem Schleifen wurde die Probe mittels Silazan 2 (Typ: Merck KGaA Durazene® 1500 Rapid Cure durch Rakeln infiltriert. Das Aushärten erfolgt in zwei Stufen:

- 10
1. Vortrocknen bei RT bei 40 – 50% Feuchte und
 2. Aushärten bei < 350 °C für 4 h.

Optional kann mehrfach infiltriert werden, um die Mikrostruktur vollständig aufzufüllen.

Infiltriert mit Silikon

15

Beispiel 4: **Infiltriert mit Silikon 1** (Typ: Shin-Etsu Co., Ltd. KJR9022-E-2-2L-2C) (Konversionselement KE4)

Analog Beispiel 3, jedoch mit Silikon infiltriert.

- 20
- Optional kann mehrfach infiltriert und die Viskosität mittels Lösemittel angepasst werden, um die Mikrostruktur vollständig aufzufüllen.

Beispiel 5: **Infiltriert mit Silikon 2** (Typ: Shin-Etsu Co., Ltd. LPS3412) (Konversionselement KE5)

25

Analog Beispiel 3, jedoch mit einer Kaltweißmischung (6500 K) (siehe oben) und mit Silikon infiltriert.

- 30
- Optional kann mehrfach infiltriert und die Viskosität mittels Lösemittel angepasst werden, um die Mikrostruktur vollständig aufzufüllen.

Beispiel 6: **Infiltriert mit Silikon 2** (Typ: Shin-Etsu Co., Ltd. LPS3412)
(Konversionselement KE6)

5 Analog Beispiel 5, jedoch mit einer Warmweißmischung (3200 K) (siehe oben) und mit Silikon infiltriert.

Optional kann mehrfach infiltriert und die Viskosität mittels Lösemittel angepasst werden, um die Mikrostruktur vollständig aufzufüllen.

10 Beispiel 7: **Infiltriert mit Silikon 3** (Typ: Shin-Etsu Co., Ltd. LPS5400)
(Konversionselement KE7)

Analog Beispiel 3, jedoch mit einer Kaltweißmischung (6500 K) (siehe oben) und mit Silikon infiltriert.

15

Optional kann mehrfach infiltriert und die Viskosität mittels Lösemittel angepasst werden, um die Mikrostruktur vollständig aufzufüllen.

Infiltrieren mit Polysiloxan ist ebenfalls möglich.

20

Mit Wasserglas oder Monoaluminiumphosphat oder einem anderen Aluminiumphosphat kann ebenfalls infiltriert werden.

Beispiel 8: Wasserglasmatrix infiltriert mit Silikatbasierter Sol-Gel-Lösung
25 (Konversionselement KE8)

Ein Gemisch wird aus Kalium-Wasserglas (Lösung), Aluminiumphosphat als chemischer Härter und Granatleuchtstoffpartikel (YAG:Ce) hergestellt. Optional wird das Gemisch mit Wasser verdünnt. Das Masseverhältnis von Feststoffkomponenten zu Flüssigkomponenten in dem Gemisch ist zwischen 1 : 2 und 1 : 0,3. Das Gemisch wird
30 auf Flipchip Wafer Segmenten durch Rakeln aufgetragen mit einer Dicke zwischen 10

µm und 150 µm, bevorzugt zwischen 15 µm und 100 µm, besonders bevorzugt zwischen 20 µm und 90 µm. Danach wird das beschichtete Flipchip Wafer Segment getrocknet und bei 150 °C für 2 h ausgehärtet.

- 5 Die Konversionsschicht wird anschließend mit Silikat basierend auf einer Sol-Gel-Lösung beschichtet, damit die poröse Struktur der Wasserglas-Matrix mit dem Silikat-basiertem Sol infiltriert wird. Nach dem Trocknen kann ein weiterer Infiltrationsschritt, oder ein Aushärtungsschritt bei 150 °C folgen. Nach dem Aushärten werden die Poren mit SiO₂ gefüllt sein, das einen ähnlichen Brechungsindex wie Wasserglas hat.

10

Bei dem silikatbasierten Sol-Gel für die Infiltrationsmatrix kann es sich sowohl um eine Mischung verschiedener Metallpräkursoren handeln als auch um einen einzelnen Metallpräkursor, beides ggf. mit Zusätzen. Die Hydrolyse kann sauer oder basisch katalysiert sein.

15

Beispiel 9: Wasserglasmatrix infiltriert mit Silikatbasierter Sol-Gel-Lösung
(Konversionselement KE9)

20

Analog Beispiel 8, jedoch mit warmweißer Leuchtstoffmischung (z.B. LuAG und CaAlSiN).

Beispiel 10: Wasserglasmatrix infiltriert mit Titanbasierter Sol-Gel-Lösung
(Konversionselement KE10)

- 25 Ein Gemisch wird aus Kalium-Wasserglas (Lösung), Aluminiumphosphat als chemischer Härter und Granatleuchtstoffpartikel (YAG:Ce) hergestellt. Optional wird das Gemisch mit Wasser verdünnt. Das Masseverhältnis von Feststoffkomponenten zu Flüssigkomponenten in dem Gemisch ist zwischen 1 : 2 und 1 : 0,3. Das Gemisch wird auf einen 6“ UX:3 Chip Wafer z.B. durch Rakeln aufgetragen mit einer Dicke der
30 flüssigen Komponenten zwischen 10 µm und 150 µm, bevorzugt zwischen 15 µm und 100 µm, besonders bevorzugt zwischen 20 µm und 90 µm. Danach wird der

beschichtete UX:3 Chip Wafer getrocknet und bei Temperaturen zwischen 70 °C und 350 °C ausgehärtet.

Die Konversionsschicht wird anschließend erneut mit Titan-basierter Sol-Gel-Lösung beschichtet, damit die poröse Struktur der Wasserglas-Matrix mit dem Titan-basierten Sol infiltriert wird. Nach dem Trocknen kann ein weiterer Infiltrationsschritt, oder ein Aushärtungsschritt bei 300 °C für 1 h folgen. Nach dem Aushärten werden die Poren mit TiO₂ gefüllt sein, das einen wesentlich höheren Brechungsindex als Wasserglas hat.

10 Beispiel 11: Mischwasserglasmatrix infiltriert mit Zirkonium-basierter Sol-Gel-Lösung (Konversionselement K11)

Analog Beispiel 10, jedoch mit warmweißer Leuchtstoffmischung (z.B. LuAG und CaAlSiN) und einer Matrix aus einer Mischung aus 50 Vol.% Kalium-Wasserglas und 50 Vol.% Lithiumwasserglas. Nach der Abscheidung und dem Aushärten der auf Wasserglas-basierten Konversionsschicht, werden die Poren/Kanäle mit Zirkonium-Sol infiltriert und bei einer Temperatur von 350 °C ausgehärtet.

Beispiel 12: Leuchtstoff-in-Glas

Eine Konversionslösung basierend auf einem flüssigen anorganischen glasartigen Binder kann mittels Rakeln oder Spin Coaten auf einem transparenten Substrat aufgebracht werden. Das Substrat kann Glas oder Saphir sein. Leuchtstoffe können sauerstoffbasierte Leuchtstoffe (z.B. YAG, LuAG) oder Nitrid- und Oxynitrid-basierte Leuchtstoffe (α -SiAlON, β -SiAlON, SCASN, CASN) oder Kombinationen davon sein. Anorganische glasartige Binder können Phosphat- oder Silikat-basiert sein, wie Aluminiumphosphat, Kaliumsilikat, Natriumsilikat, Lithiumsilikat, oder Kombinationen davon. Während des Sinterns bilden die genannten glasartigen Binder zwischenverzweigte Poren. Die Sinterbedingungen für die erste Beschichtung des Konversionsmaterials, das auf anorganischem Glasbinder basiert ist in der Regel > 300 °C aufgrund der benötigten Stabilität. Derartige Temperaturen führen zu bestimmten

porösen Strukturen, während die Heizrate den Grad der Porenbildung beeinflusst. Nach dem Sintern kann die Konversionsschicht auf dem transparenten Substrat mit einer Sol-Gel-Lösung durch Rakeln oder Spin Coating zum Befüllen der Poren beschichtet werden. Das Trocknungsverhalten der Sol-Gel-Lösung kann durch Ändern des Basis-

5 Lösungsmittels eingestellt werden, da die Sol-Lösung alle Poren füllen sollte, bevor sie trocknet und in ein Gel umgewandelt wird. In diesem Beispiel wird ein anorganischer Glasbinder als ein Silikatglas, wie Kalium-Silikatglas, während als Silikat-basierte Sol-Gel-Lösung eine TEOS-basierte Sol-Gel-Lösung mit Ethanol/Wasser als Lösungsmittel verwendet wird. Die Leuchtstoffe sind eine Mischung aus YAG und CASN. Die

10 Beschichtung aus einem anorganischen Glasbinder wird durch Rakeln auf einem Glassubstrat durchgeführt. Das Sintern wird bei $> 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ durchgeführt, was zu einer porösen Struktur führt. Im Anschluss wird die Konversionsschicht mit Silikat-basierter Sol-Gel-Lösung bei Raumtemperatur beschichtet. Das Trocknen wird bei $> 60^{\circ}\text{C}$ durchgeführt, während das Sintern bei einer Temperatur von $> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, aber unterhalb

15 von $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ durchgeführt wird. Die infiltrierte Konversionsschicht kann dann in die gewünschte Plättchengröße vereinzelt werden.

Beispiel 13: Leuchtstoff-in-Glas

20 Eine ähnliche Konversionslösung basierend auf flüssigem anorganischen glasartigen Binder kann auf einem nicht-transparenten Substrat, wie Teflon oder Silikon, beschichtet werden. Unabhängig von dem verwendeten Leuchtstoff kann die leichte Hydrophobizität der Oberfläche des nicht-transparenten Substrats induziert ein Ablösen der Leuchtstoffschicht nach dem Sintern. In diesem Beispiel wird eine

25 Konversionslösung von Alkali-enthaltendem Kalium-Silikat, gemischt mit YAG und CASN wird auf einem leicht hydrophobem Silikonwafer durch Rakeln, Spin Coating, Slot die coating oder Wire Coating, aufgebracht. Die leichte Hydrophobizität wird durch Reinigen des Silikonwafers mit Aceton oder Toluol induziert. Die beschichtete Konversionsschicht wird bei Temperaturen zwischen 150 und $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ gesintert, was die

30 Bildung von zwischenverbundenen Poren induziert. Zusätzlich kann der Sinterprozess die Delaminierung der Konversionsschicht von dem Substrat induzieren, was zu einer

selbstständigen Leuchtstoff-in-Glas-Schicht mit einer Dicke von ca. 150 bis 200 μm führt. Die Poren der Schicht sind mit TEOS-basierter Sol-Gel-Lösung durch Rakeln oder Spin Coating gefüllt. Das Trocknen und das Sintern des Sol-Gel-Materials wird bei Temperaturen von $> 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ bzw. $> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, aber niedriger als $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ durchgeführt. Die
5 infiltrierte Konversionsschicht kann in die gewünschte Plättchengröße vereinzelt werden.

Erfindungsgemäße Konversionselemente können hoch mit Leuchtstoff gefüllt sein, wobei der Leuchtstoff in einer anorganischen Matrix eingebettet ist, die zunächst eine
10 Porosität in Form von zusammenhängenden Kanälen aufweist, welche dann durch Infiltration mit einem Infiltrationsmaterial gefüllt werden, wodurch ein kompaktes Konversionselement mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit entsteht.

Die vorliegende Erfindung ist sowohl für Anwendungen mit hohen Stromdichten (> 1
15 A/mm^2) als auch für kaltweiße und warmweiße Anwendungen mit hohem CRI geeignet ($\text{CRI} \geq 80$).

Durch das Infiltrieren, das mit dem gleichen oder einem anderen Matrix-bildenden Infiltrationsmatrixmaterial erfolgen kann, werden die bei der Härtung/ dem Trocknen
20 entstandenen Poren/Kanäle größtenteils aufgefüllt, wodurch sich ein kompaktes Konversionselement mit einem oder mehreren der folgenden Vorteile ergeben kann. Beispielsweise kann durch die geringe Porosität des Konversionsmaterials die Streuung reduziert werden, wodurch eine höhere Effizienz des optoelektronischen Halbleiterbauelements möglich ist. Die Menge des Klebers (z.B. des Silikonklebers), der
25 zwischen der Lichtquelle und dem Konversionselement bisher angebracht werden muss, kann deutlich reduziert werden bzw. kann der Kleber ganz vermieden werden. Es kann somit ein Aufsaugen des Klebers vermieden werden und zudem eine bessere thermische Anbindung an die Lichtquelle (z.B. den lichtemittierenden Chip) ermöglicht werden. Durch die Verringerung bzw. Vermeidung des Klebers kann die Bauteilgröße
30 auch verringert werden.

Bei einem anschließenden Verguss mit z.B. Silikon und/oder mit TiO_2 gefülltem Silikon kann ausgeschlossen werden, dass das Vergussmaterial in die Matrix eindringt, da die Poren bereits zumindest zum Großteil mit der Infiltrationsmatrix gefüllt sind. In einer besonderen Ausgestaltung können die mit der Infiltrationsmatrix gefüllten Poren auch
5 nur an der Oberflächen des Konversionselementes vorliegen.

Die Folgeprozessierung kann ebenfalls sehr vorteilhaft sein. Da die Matrix in der Regel weniger elastisch ist als z.B. eine Silikonmatrix in Konversionselementen aus dem Stand der Technik, kann das Konversionselement gut gesägt werden. Durch das
10 Auffüllen der Poren mit der Infiltrationsmatrix stützt diese die Matrix und es treten beim Sägen der Konversionselemente weniger bzw. keine Ausbrüche (Chipping) auf. Ferner dringen beim Sägen aufgrund der vorhandenen Infiltrationsmatrix in der Regel keine Verunreinigungen in die Matrix ein.

15 Zudem können erfindungsgemäße Konversionselemente eine gute Schleifbarkeit, eine verbesserte Feuchtestabilität sowie eine verbesserte Stabilität bei hohen Betriebsströmen aufweisen.

Durch die Wahl der geeigneten Infiltrationsmatrix mit einem bestimmten
20 Brechungsindex, können die Streueigenschaften des Konversionselements verbessert werden.

Es können somit optoelektronische Halbleiterbauelemente, wie z.B. LEDs, mit einer höheren Effizienz hergestellt werden.

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

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 102018128536.1, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bezugszeichenliste

- | | | |
|----|---|----------------------------|
| | 1 | Konversionselement |
| | 2 | Matrix |
| 5 | 3 | Leuchtstoff |
| | 4 | Substrat |
| | 5 | Infiltrationsmatrix |
| | 6 | Verguss |
| | 7 | Kleber, Klebeschicht |
| 10 | 8 | TiO ₂ Underflow |
| | 9 | Chip |

Ansprüche

1. Konversionselement (1) umfassend:
 - mindestens eine Matrix (2) umfassend mindestens eine Infiltrationsmatrix (5),
 - 10 bis 50 Vol.% mindestens eines Leuchtstoffs (3),
 - optional mindestens einen Zusatzstoff,
 wobei das Konversionselement (1) eine Porosität von 0 bis 20 Vol-% aufweist.
2. Konversionselement (1) nach Anspruch 1, wobei die mindestens eine Matrix (2) ausgewählt ist aus kondensiertem Wasserglas, kondensiertem Monoaluminiumphosphat, kondensiertem Metallphosphat und Kombinationen davon.
3. Konversionselement (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die mindestens eine Infiltrationsmatrix (5) ausgewählt ist aus ZrO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , Y_2O_3 , HfO_2 und Kombinationen davon.
4. Konversionselement (1) nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine Leuchtstoff (3) ausgewählt ist aus $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Lu})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca}, \text{Mg})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\alpha\text{-SiAlON}:\text{Eu}^{2+}$, $\beta\text{-SiAlON}:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{S}:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca})_2(\text{Si}, \text{Al})_5(\text{N}, \text{O})_8:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ca}, \text{Sr})_8\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Sr}, \text{Ba})\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$, Perowskiten, CdSe, InP und ZnSe.
5. Konversionselement (1) nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine Zusatzstoff ausgewählt ist aus Nanopartikel, Streupartikel, Nanoplättchen, Härter, Füllpartikel und Katalysatoren.
6. Verfahren zur Herstellung eines Konversionselements (1) umfassend die Schritte:

- Bereitstellen mindestens eines Matrixmaterials,
 - Zugabe von mindestens einem Leuchtstoff (3) zu dem Matrixmaterial,
 - optional Zugabe mindestens eines Härters zu der Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung,
 - 5 - Aufbringen der Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung und des optional vorhandenen Härters auf ein Substrat (4),
 - Aufbringen mindestens eines Infiltrationsmaterials auf die Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung und des optional vorhandenen Härters zur Ausbildung eines Prä-Konversionselements,
 - 10 - Erwärmen und/oder Trocknen des Prä-Konversionselements.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das mindestens eine Matrixmaterial ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Lösungen mit Wasserglas, Monoaluminiumphosphat, Metallphosphat und Mischungen davon, die in einem
- 15 späteren Schritt kondensiert werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei das mindestens eine Infiltrationsmaterial ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Lösungen mit Tetraethylorthosilikat (TEOS), Tetramethylorthosilikat (TMOS),
- 20 Triethoxymethylsilan (MeTEOS), Trimethoxymethylsilan (MeTMOS), Polysilazan, Silikon, Polysiloxan sowie Präkursoren davon, Wasserglas, Monoaluminiumphosphat, Metallphosphat und Mischungen davon, die in einem späteren Schritt vernetzt werden.
- 25 9. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 6 bis 8, wobei der mindestens eine Leuchtstoff (3) ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus $(Y, Gd, Tb, Lu)_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce^{3+}$, $(Sr, Ca)AlSiN_3:Eu^{2+}$, $(Sr, Ba, Ca, Mg)_2Si_5N_8:Eu^{2+}$, $(Ca, Sr, Ba)_2SiO_4:Eu^{2+}$, $\alpha-SiAlON:Eu^{2+}$, $\beta-SiAlON:Eu^{2+}$, $(Sr, Ca)S:Eu^{2+}$, $(Sr, Ba, Ca)_2(Si, Al)_5(N, O)_8:Eu^{2+}$, $(Ca, Sr)_8Mg(SiO_4)_4Cl_2:Eu^{2+}$, $(Sr, Ba)Si_2N_2O_2:Eu^{2+}$,
- 30 Perowskiten, CdSe, InP und ZnSe.

10. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 6 bis 9, ferner umfassend den Schritt:
 - Zugabe von mindestens einem Zusatzstoff zu der Leuchtstoff-Matrixmaterial-Mischung.
- 5 11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der mindestens eine Zusatzstoff ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Nanopartikeln, Katalysatoren, Streupartikel, Nanoplättchen, Härter und Füllpartikel.
- 10 12. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 6 bis 11, wobei das Erwärmen auf eine Temperatur im Bereich von 50 °C bis 500 °C erfolgt.
13. Konversionselement (1) hergestellt nach irgendeinem der Ansprüche 6 bis 12.
- 15 14. Optoelektronisches Halbleiterbauelement umfassend mindestens ein Konversionselement (1) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6 oder 13.

1/14

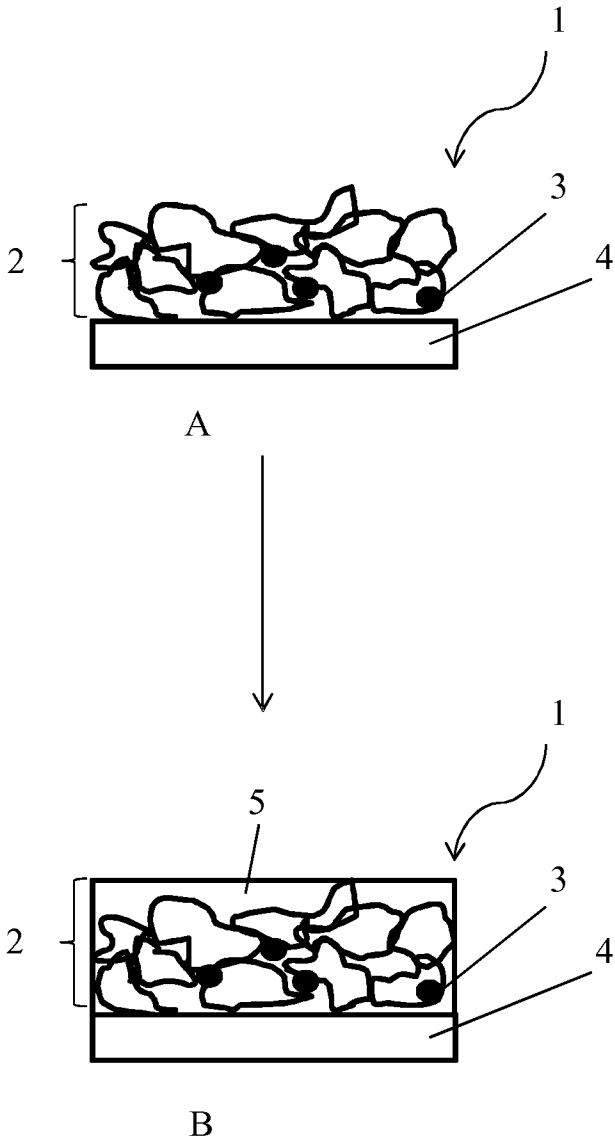


Fig. 1

2/14

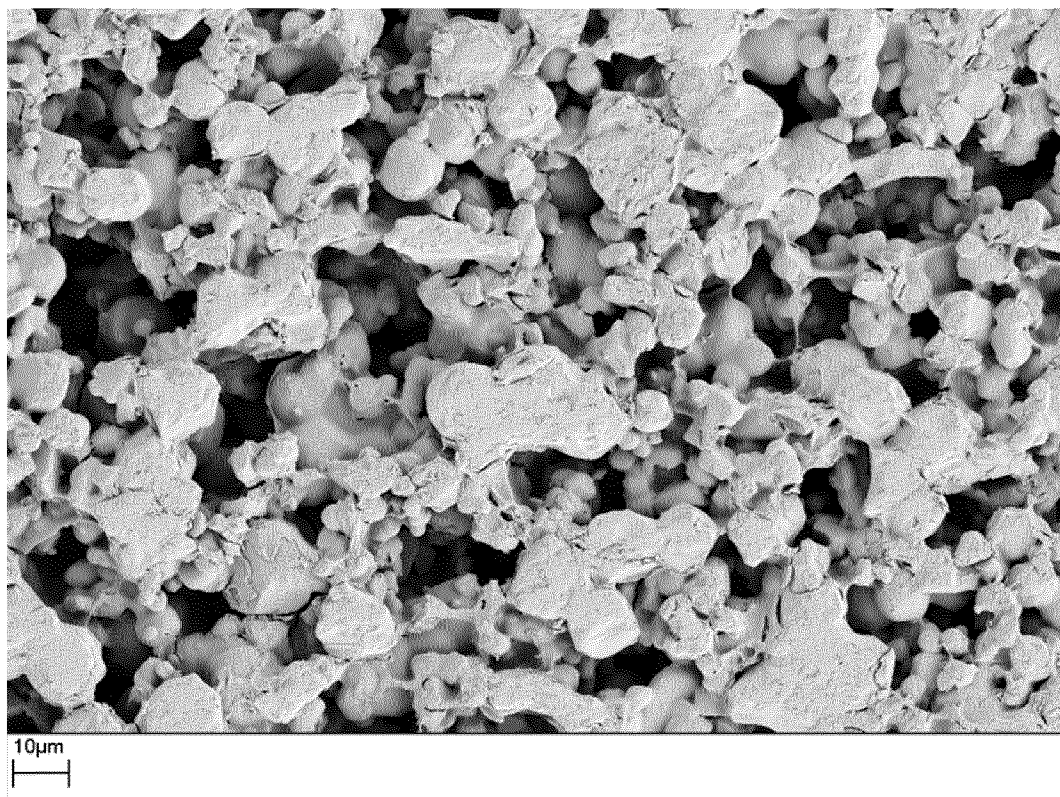


Fig. 2

3/14



Fig. 3

4/14

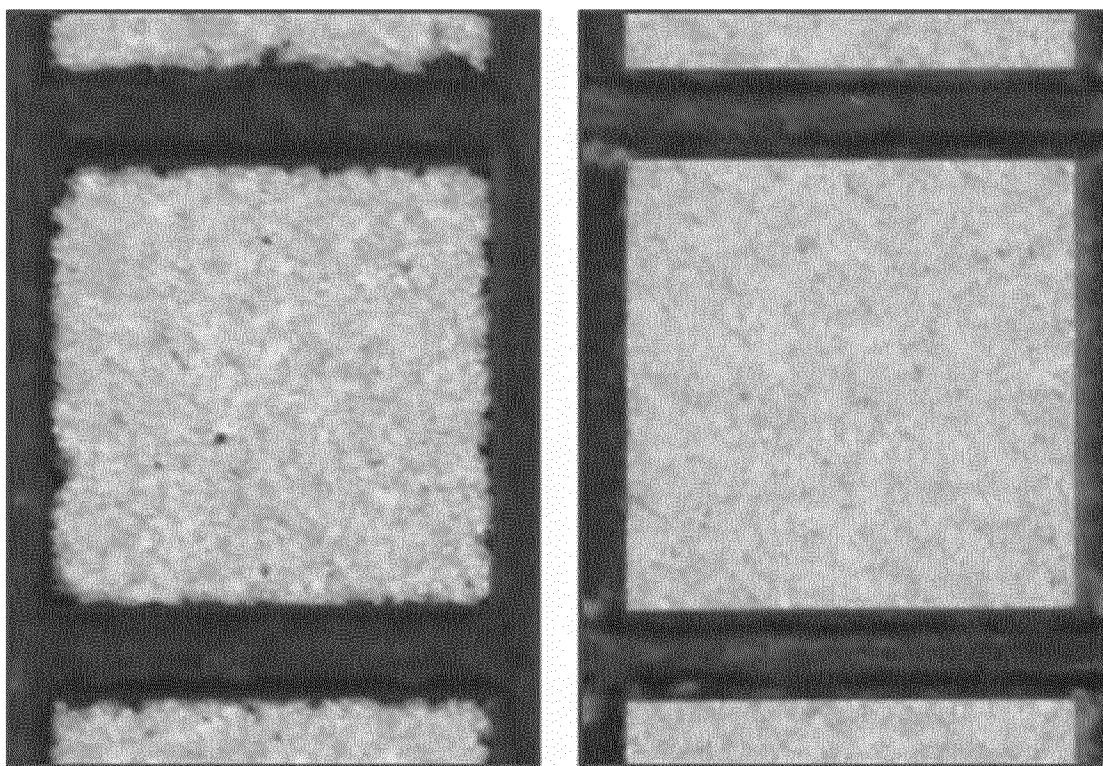


Fig. 4

5/14

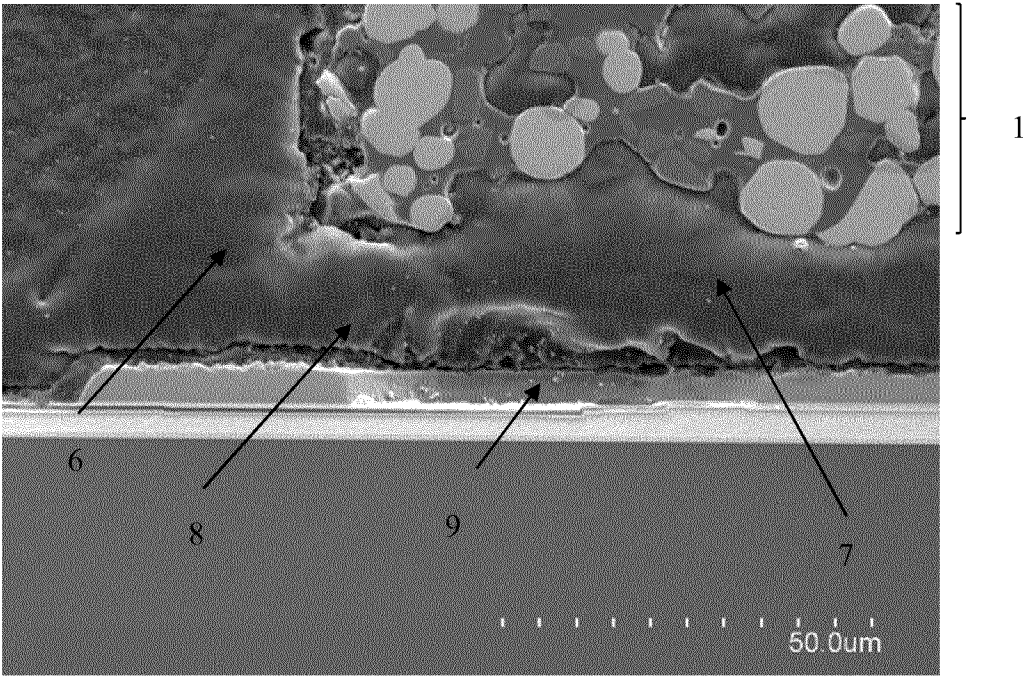


Fig. 5a

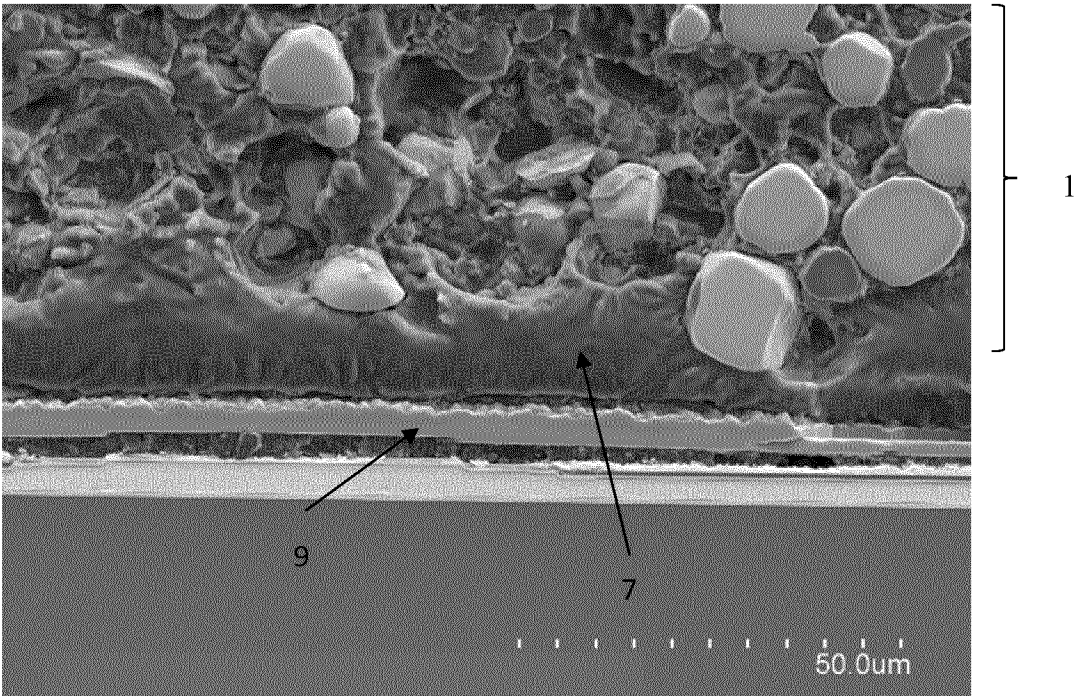


Fig. 5b

6/14

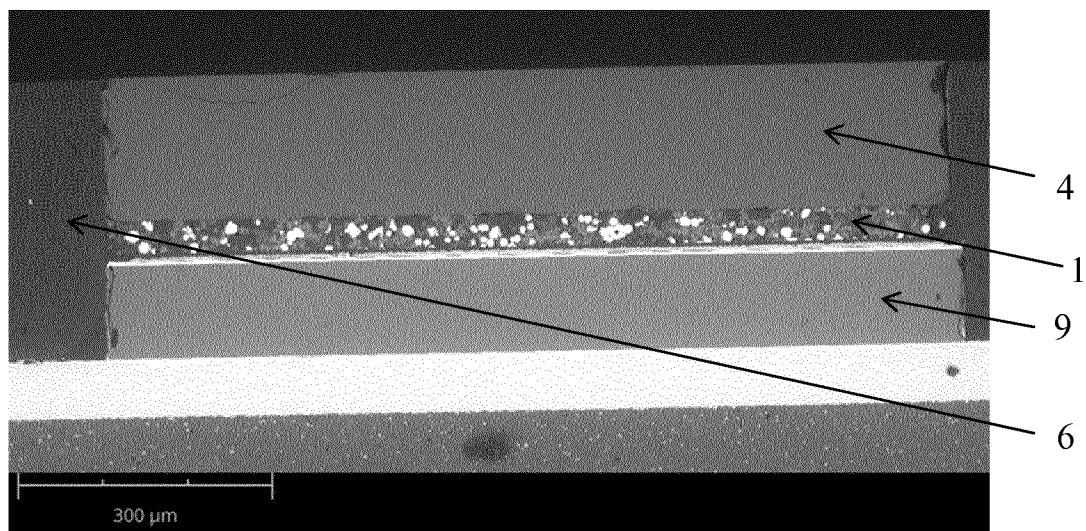
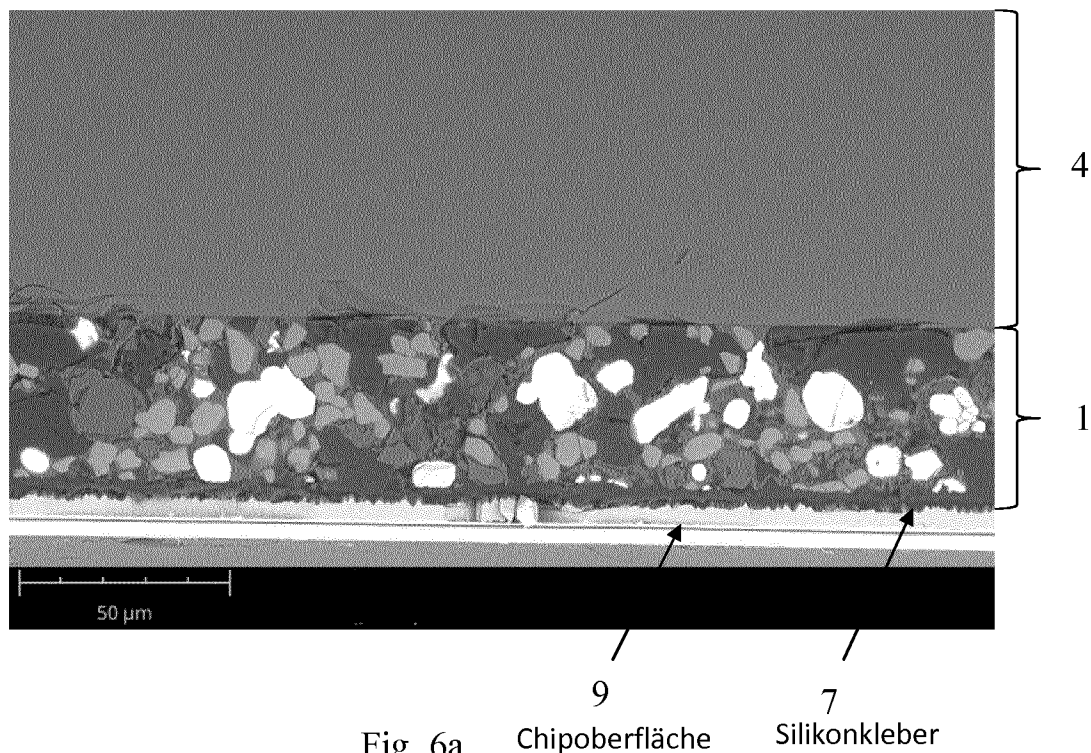


Fig. 6a



7/14

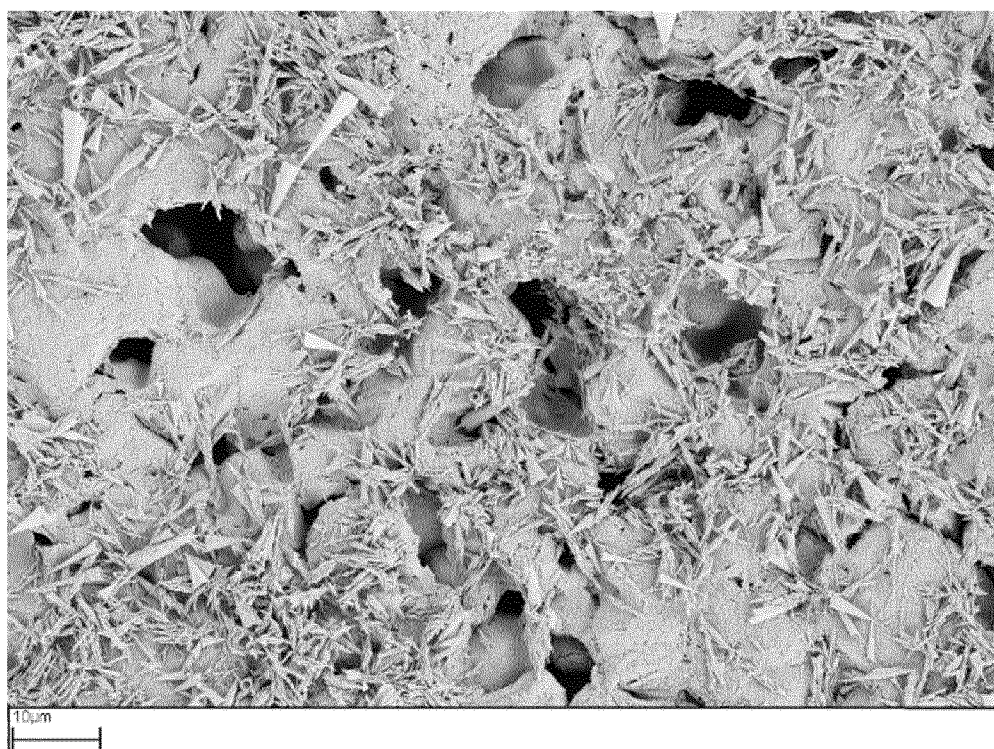


Fig. 7

8/14

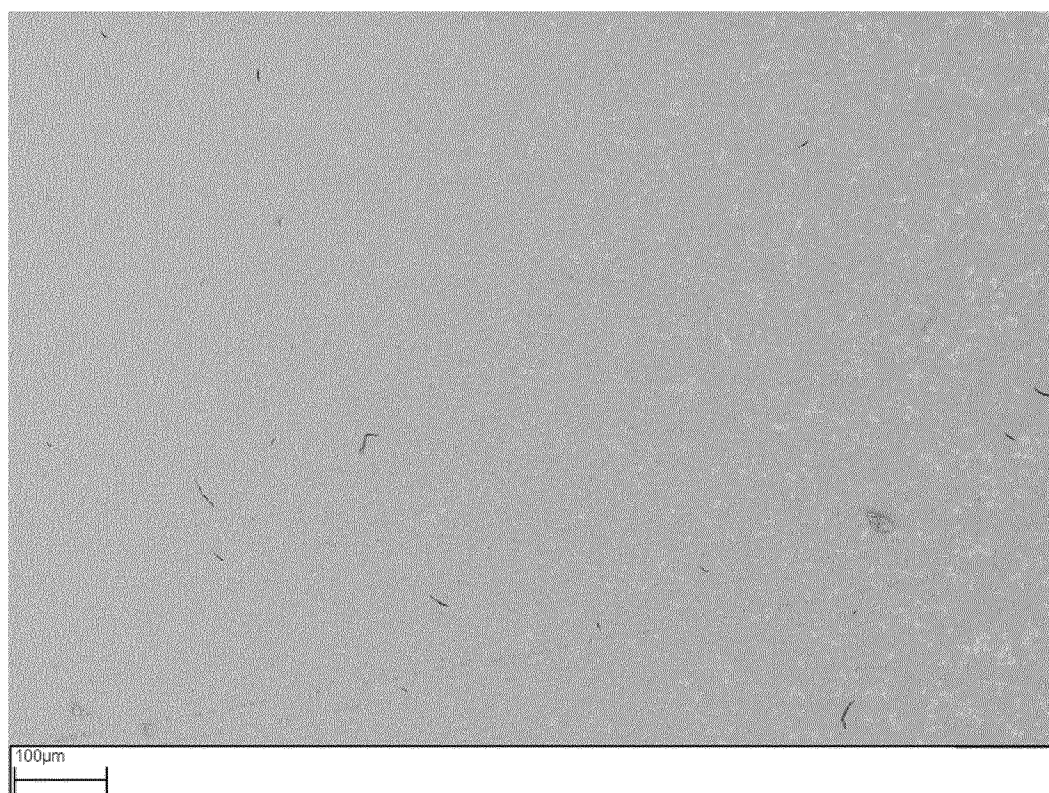


Fig. 8

9/14

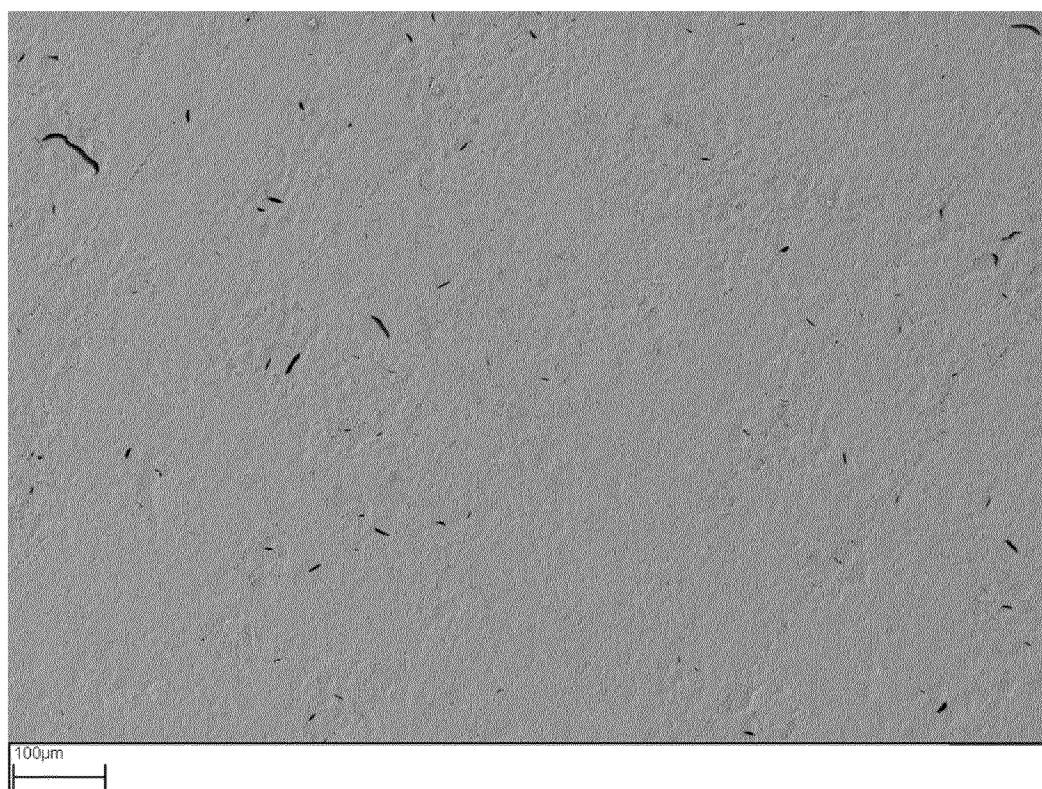


Fig. 9

10/14

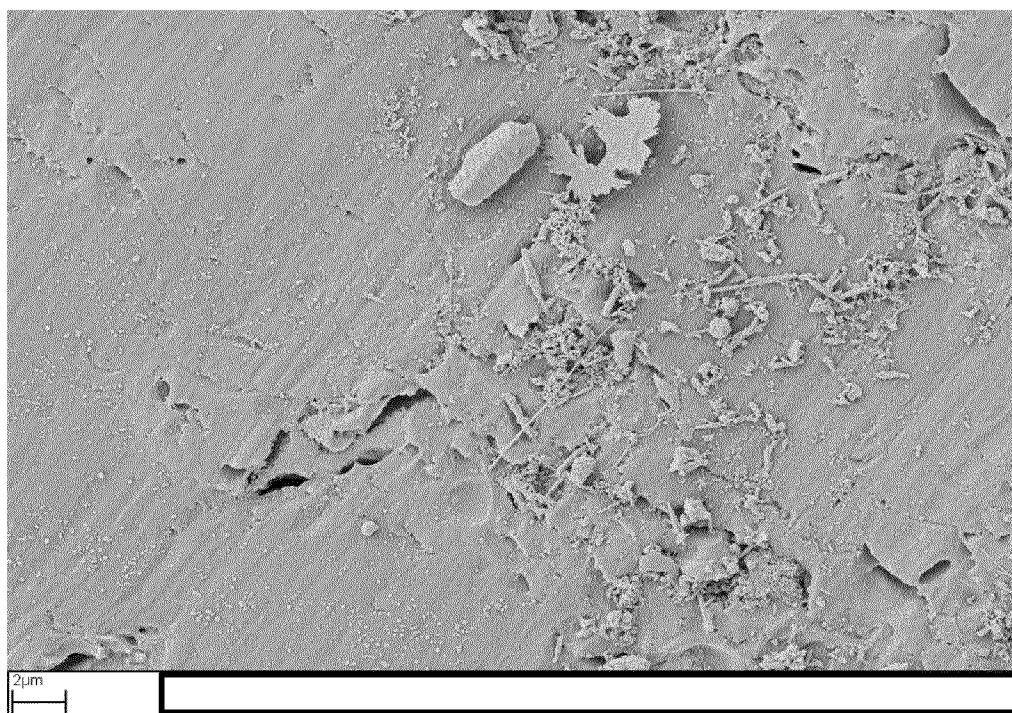


Fig. 10

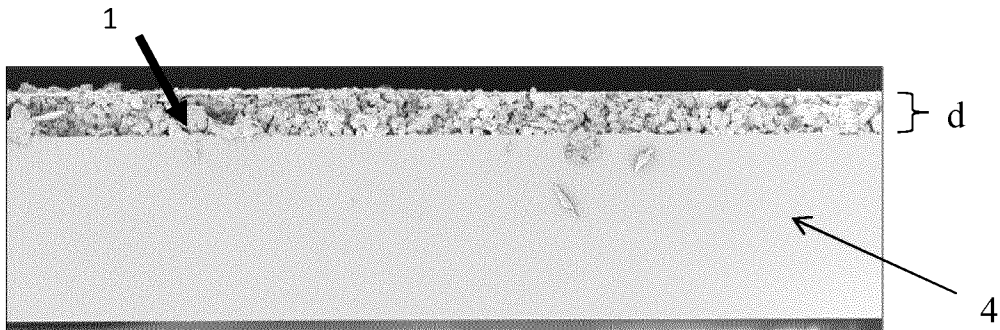


Fig. 11

12/14

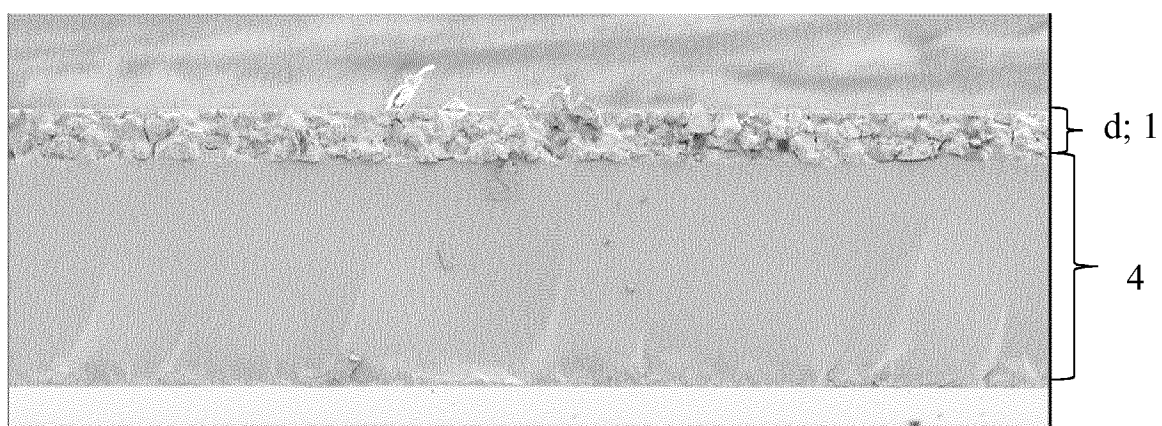


Fig. 12

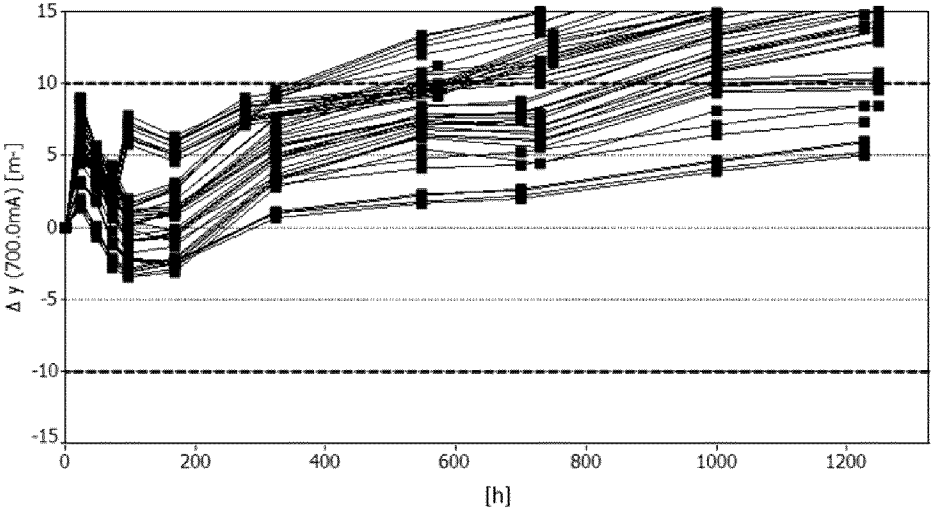


Fig. 13

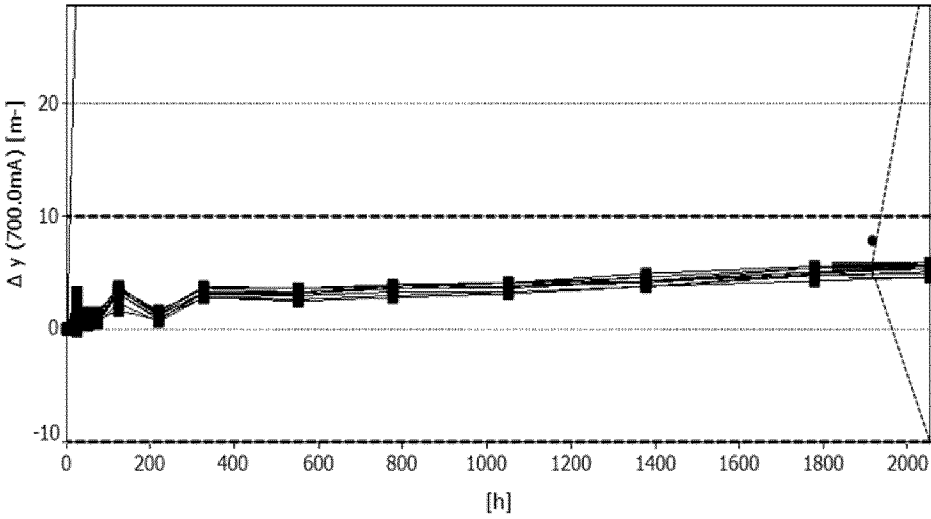


Fig. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/081124**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 33/50**(2010.01)i; **C09K 11/02**(2006.01)i; **C09K 11/08**(2006.01)i; **C09K 11/55**(2006.01)i; **C09K 11/64**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L; G02F; C09K; H05B

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016233392 A1 (DEEBEN JOSEPHUS PAULUS AUGUSTINUS [NL] ET AL) 11 August 2016 (2016-08-11)	6-14
Y	paragraphs [0041] - [0049]; figures 5-7	1-5
Y	WO 2018158090 A1 (OSRAM GMBH [DE]) 07 September 2018 (2018-09-07) pages 11,12	1-5



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

13 February 2020

Date of mailing of the international search report

20 February 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

Chin, Patrick

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/081124

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2016233392	A1	11 August 2016	US	2015069439	A1	12 March 2015
				US	2016233392	A1	11 August 2016
				WO	2013144919	A1	03 October 2013
WO	2018158090	A1	07 September 2018	DE	102017104128	A1	30 August 2018
				WO	2018158090	A1	07 September 2018

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/081124

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L33/50 C09K11/02 C09K11/08 C09K11/55 C09K11/64 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01L G02F C09K H05B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2016/233392 A1 (DEEBEN JOSEPHUS PAULUS AUGUSTINUS [NL] ET AL) 11. August 2016 (2016-08-11)	6-14
Y	Absätze [0041] - [0049]; Abbildungen 5-7 -----	1-5
Y	WO 2018/158090 A1 (OSRAM GMBH [DE]) 7. September 2018 (2018-09-07) Seiten 11,12 -----	1-5
☐ 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 13. Februar 2020		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 20/02/2020
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 Chin, Patrick

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/081124

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2016233392	A1	11-08-2016	US	2015069439 A1	12-03-2015
			US	2016233392 A1	11-08-2016
			WO	2013144919 A1	03-10-2013

WO 2018158090	A1	07-09-2018	DE	102017104128 A1	30-08-2018
			WO	2018158090 A1	07-09-2018
