

(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
16. April 2020 (16.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/074328 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/56 (2010.01) H01L 33/50 (2010.01)
C09D 183/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/076631

(22) Internationales Anmeldedatum:

01. Oktober 2019 (01.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2018 125 183.1

11. Oktober 2018 (11.10.2018) DE

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

(72) Erfinder: **MÜLLER, Vesna**; Luitpoldring 36d, 85591 Vaterstetten (DE).

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

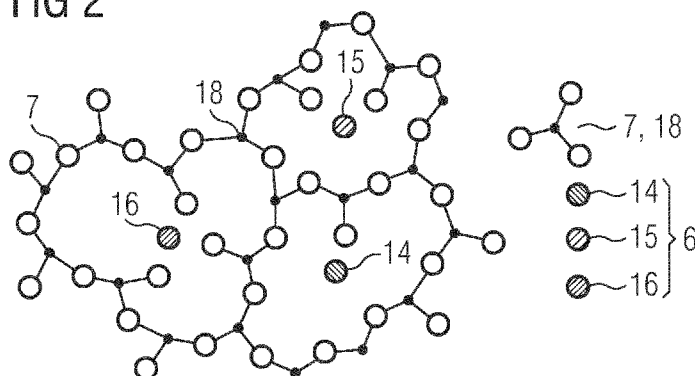
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: ENVELOPING MATERIAL, CONVERSION MATERIAL, OPTOELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING AN ENVELOPING MATERIAL

(54) Bezeichnung: UMHÜLLUNGSMATERIAL, KONVERSIONSMATERIAL, OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES UMHÜLLUNGSMATERIALS

FIG 2



(57) Abstract: An enveloping material (1) for an optoelectronic semiconductor chip (2) is specified having - a starting material (3) for forming a sol-gel material (13), and - a stabilizer material (6), configured for mechanical stabilization, wherein - the starting material (3) comprises at least one alkoxy (alkyl)silane, and - the stabilizer material (6) is selected from a group containing the following materials: salts, metal alkoxides, metal oxides. Furthermore, a conversion material and an optoelectronic component having such an enveloping material are specified. Additionally, a method for producing an enveloping material is specified.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Umhüllungsmaterial (1) für einen optoelektronischen Halbleiterchip (2) angegeben mit - einem Ausgangsmaterial (3) zur Bildung eines Sol-Gel-Materials (13), und - einem Stabilisatormaterial (6), das zur mechanischen Stabilisierung eingerichtet ist, wobei - das Ausgangsmaterial (3) zumindest ein Alkoxy (alkyl)silan umfasst, und - das Stabilisatormaterial (6) aus einer Gruppe ausgewählt ist, welche die folgenden Materialien enthält: Salze, Metallalkoxide, Metalloxe. Darüber hinaus werden ein Konversionsmaterial und ein optoelektronisches Bauelement mit einem solchen Umhüllungsmaterial angegeben. Zusätzlich wird ein Verfahren zur Herstellung eines Umhüllungsmaterials angegeben.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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

UMHÜLLUNGSMATERIAL, KONVERSIONSMATERIAL, OPTOELEKTRONISCHES
BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES
5 UMHÜLLUNGSMATERIALS

Es werden ein Umhüllungsmaterial, ein Konversionsmaterial und
ein optoelektronisches Bauelement angegeben. Darüber hinaus
wird ein Verfahren zur Herstellung eines Umhüllungsmaterials
10 angegeben.

Es wird ein Umhüllungsmaterial angegeben. Das
Umhüllungsmaterial ist zum Beispiel als Umhüllungsmaterial
für einen optoelektronischen Halbleiterchip vorgesehen. Das
15 heißt, das Umhüllungsmaterial ist dazu vorgesehen, einen
optoelektronischen Halbleiterchip zu umhüllen und ihn somit
vor äußeren mechanischen oder chemischen Einflüssen zu
schützen. Alternativ oder zusätzlich kann das
Umhüllungsmaterial als Matrixmaterial für ein
20 Leuchtstoffmaterial zur Bildung eines Konversionsmaterials
dienen. Das Umhüllungsmaterial ist bevorzugt durchlässig oder
klarsichtig transparent für elektromagnetische Strahlung,
insbesondere sichtbares Licht, ausgebildet. Die
elektromagnetische Strahlung kann zum Beispiel im Betrieb des
25 optoelektronischen Halbleiterchips von diesem emittiert oder
detektiert werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das
Umhüllungsmaterial für einen optoelektronischen
30 Halbleiterchip ein Ausgangsmaterial zur Bildung eines Sol-
Gel-Materials.

Das Ausgangsmaterial kann bei einer Herstellung des Umhüllungsmaterials in ein Lösungsmittel eingebracht werden.

Das Ausgangsmaterial ist dort bevorzugt teilweise hydrolysiert und zu einer hydrolysierten Verbindung

5 umgesetzt. Ein Sol bezeichnet das teilweise polymerisierte Ausgangsmaterial, das frei in dem Lösungsmittel vorliegt. Im Lösungsmittel polymerisiert das Ausgangsmaterial teilweise zu einer 3D-Struktur, dem sogenannten Gel, das Lösungsmittelmoleküle umfasst, die in der 3D-Struktur
10 eingebettet sind. Das heißt, das Sol-Gel-Material ist nicht über sein gesamtes Volumen polymerisiert, sondern bildet eine Flüssigkeit von - verglichen mit dem Gel - geringer Viskosität. Beispielsweise kann das Ausgangsmaterial auch ohne Lösungsmittel zu einem Gel polymerisiert werden.

15

Das Sol-Gel-Material kann beispielsweise durch zumindest teilweisen Entzug des Lösungsmittels, beispielsweise Glühprozesse bei erhöhten Temperaturen, zu dem Umhüllungsmaterial destabilisiert werden, so dass sich ein
20 fester Körper des Umhüllungsmaterials bildet.

Bevorzugt ist das Sol-Gel-Material dazu eingerichtet, auf einem optoelektronischen Halbleiterchip zu haften. Das heißt, das Sol-Gel-Material kann derart ausgebildet sein, dass nach
25 dem Beschichten sowie dem Entfernen des Lösungsmittels das Umhüllungsmaterial auf dem optoelektronischen Halbleiterchip haftet. Das Umhüllungsmaterial widersetzt sich dann einem Ablösen - beispielsweise mittels mechanischer Krafteinwirkung - zumindest in bestimmten Grenzen. Das heißt beispielsweise,
30 dass bei Weiterverarbeitung des mit dem Umhüllungsmaterial beschichteten optoelektronischen Halbleiterchips die Schicht sich nicht löst.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Umhüllungsmaterial ein Stabilisatormaterial auf. Das Stabilisatormaterial ist zur mechanischen Stabilisierung des Umhüllungsmaterials eingerichtet. Bevorzugt ist das
- 5 Stabilisatormaterial in das Sol-Gel-Material eingebettet. Es hat sich herausgestellt, dass ohne den Zusatz von Stabilisatormaterial die Polymerisation zu dem Sol-Gel-Material unkontrolliert ablaufen kann, was zu einer verkürzten Haltbarkeit des Umhüllungsmaterials führt.
- 10 Zusätzlich weisen Vergleichsumhüllungsmaterialien ohne Stabilisatormaterial in der Herstellung eine kürzere Polymerisationsdauer auf, was ebenfalls zu einer unerwünscht schnellen und/oder unkontrollierten Polymerisation führt.
- 15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Umhüllungsmaterial als Ausgangsmaterial ein Material auf, das ein Alkoxy(alkyl)silan umfasst oder ist. Als Alkoxy(alkyl)silan wird zum einen ein Alkoxyalkylsilan bezeichnet und zum anderen ein Alkoxysilan. Das
- 20 Alkoxy(alkyl)silan bezeichnet eine Gruppe, die ein Siliziumatom mit vier organischen Substituenten aufweist. Bevorzugt sind die Substituenten Alkylgruppen und/oder Alkoxygruppen.
- 25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Stabilisatormaterial aus einer Gruppe ausgewählt, welche Salze, Metallalkoxide und/oder Metalloxide enthält. Das Stabilisatormaterial kann dabei Salze, Metallalkoxide und/oder Metalloxide umfassen. Ferner kann das
- 30 Stabilisatormaterial Salze, Metallalkoxide oder Metalloxide umfassen, die als Nanopartikel vorliegen.

Salze sind chemische Verbindungen aus negativ geladenen Ionen, Anionen und positiv geladenen Ionen, Kationen.

Bevorzugt ist die chemische Bindung zwischen Kationen und Anionen eine Ionenbindung. Die Salze können bevorzugt im

5 flüssigen Medium, hier im Lösungsmittel, in ihre entsprechenden Kationen und Anionen dissoziieren. Ebenso können die Metallalkoxide und Metalloxide im flüssigen Medium dissoziieren.

10 Die Nanopartikel bezeichnen Verbünde von einigen wenigen bis einigen tausenden Atomen oder Molekülen. Der Durchmesser der Nanopartikel - zum Beispiel der mittlere Durchmesser d_{50} - beträgt beispielsweise zwischen wenigstens 1 nm und höchstens 2000 nm, insbesondere höchstens 500 nm.

15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Umhüllungsmaterial ein Ausgangsmaterial zur Bildung eines Sol-Gel-Materials und ein Stabilisatormaterial das zur mechanischen Stabilisierung eingerichtet ist. Das

20 Ausgangsmaterial umfasst zumindest ein Alkoxy(alkyl)silan und das Stabilisatormaterial ist aus einer Gruppe ausgewählt, welche Salze, Metallalkoxide und/oder Metalloxide als Materialien aufweist.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform besteht das Umhüllungsmaterial aus einem Ausgangsmaterial zur Bildung eines Sol-Gel-Materials und aus einem Stabilisatormaterial das zur mechanischen Stabilisierung eingerichtet ist.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform koordiniert ein Sauerstoffatom des Sol-Gel-Materials an das Metallion des Stabilisatormaterials. Eine koordinative Bindung ist eine schwache Bindung, bei der das bindende Elektronenpaar, das zu

einer Bindung befähigt ist, von dem Sauerstoffatom des Sol-Gel-Materials stammt. Das Stabilisatormaterial wird aus der Gruppe der Salze, Metallalkoxide und/oder Metalloxide ausgewählt, welche in einem flüssigen Medium als Ionen
5 dissoziiert und/oder hydrolysiert vorliegen. Ein Sauerstoffatom des Sol-Gel-Materials koordiniert an den positiv geladenen Ionen des Stabilisatormaterials.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das
10 Stabilisatormaterial aus einer Gruppe ausgewählt, die Phosphatsalze, Halogenidsalze, Carbonate, Nitrate, Sulfate und Kombinationen daraus aufweist. Bevorzugt kann jedes Salz als Stabilisatormaterial eingesetzt werden, das eine Wasserlöslichkeit aufweist und das von dem Sauerstoffatom des
15 Sol-Gel-Materials koordiniert werden kann. Als Phosphatsalz wird bevorzugt Ammoniumphosphat, Natriumphosphat, Natriumhydrogenphosphat, Natriumdihydrogenphosphat verwendet. Als Halogenidsalze werden beispielsweise Natriumchlorid, Kalziumchlorid und Aluminiumchlorid eingesetzt. Bei den
20 Carbonaten wird bevorzugt Natriumcarbonat verwendet. Besonders bevorzugt wird wenigstens ein Salz als Stabilisatormaterial eingebracht. Dabei ist es auch möglich, dass zwei oder mehr unterschiedliche Salze als Stabilisatormaterial eingebracht werden und/oder das
25 zumindest eines der Salze in Form von Nanopartikeln vorliegt.

Es können Salze unterschiedlicher Wertigkeit als Stabilisatormaterial verwendet werden. Die Wertigkeit eines Ions gibt an, wie viele Atome es in einer chemischen Bindung
30 an sich binden kann. Als Stabilisatormaterial dienen bevorzugt einwertige, zweiwertige, dreiwertige und vierwertige Ionen.

Der Anteil der Salze als Stabilisatormaterial in dem Umhüllungsmaterial ist abhängig von dem konkret verwendeten Salz. Beispielsweise ist der Anteil von Aluminiumchlorid als Stabilisatormaterial in dem Umhüllungsmaterial zwischen
5 wenigstens 0.1 Gew% und höchstens 50 Gew%. Der Anteil von Natriumchlorid als Stabilisatormaterial in dem Umhüllungsmaterial ist bevorzugt deutlich geringer und ist in dem Umhüllungsmaterial bei wenigstens 0.01 Gew% und höchstens 5 Gew%. Bei zu hohen Anteilen an Salz im Umhüllungsmaterial
10 kann die Haftbarkeit des Umhüllungsmaterials, an beispielsweise dem optoelektronischen Bauelement, negativ beeinträchtigt werden.

Der Vorteil durch das Einbringen des Salzes als
15 Stabilisatormaterial in das Umhüllungsmaterial ist, die Koordination des Sauerstoffatoms des Sols an die Kationen des Salzes. Dies führt zu einer verlangsamten Polymerisation durch die Koordination des Sols an die Kationen des Salzes, welches zu einer geringeren Beweglichkeit des Sols führt.
20 Somit kann eine schnelle, unkontrollierte Polymerisation zu dem Gel mit Vorteil minimiert werden. Das Einbringen von verschiedenen Salzen, die zu unterschiedlichen Koordinationseigenschaften führen, führt zu einer unterschiedlichen Haltbarkeit des Umhüllungsmaterials. Die
25 Haltbarkeit des Umhüllungsmaterials wird bevorzugt durch die Wahl des geeigneten Salzes bestimmt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Stabilisatormaterial aus einer Gruppe der Metallalkoxide
30 ausgewählt. Insbesondere kann jedes Metallalkoxid als Stabilisatormaterial eingesetzt werden, das eine Wasserlöslichkeit aufweist und das von dem Sauerstoffatom des Sol-Gel-Materials koordiniert werden kann. Die Metallalkoxide

sind aus einer Gruppe von einwertigen, zweiwertigen, dreiwertigen und vierwertigen Materialien ausgewählt. Metallalkoxide weisen die allgemeine Formel $M(OR)_n$ auf. M kann ausgewählt werden aus folgenden Metallen: Alkalimetalle, Erdalkalimetalle, aus den Metallen der Borgruppe und Nebengruppen. R bezeichnet bevorzugt Alkylsubstituenten wie beispielsweise Methyl-, Ethyl-, Propyl-, Isopropyl-, Butyl-, *tert*-Butyl-Substituenten. n ist eine natürliche Zahl die abhängig von dem Metall ist und insbesondere zwischen 1 und 4 ist. Bevorzugt sind diese Materialien: Metallethoxide, Metallmethoxide, Metallisopropoxide und Metallbutoxide. Beispielsweise kann Titan(IV)isopropoxid, Titan(IV)butoxid, Titan(IV)ethoxid, Aluminiumisopropoxid, Zirkonium(IV)ethoxide und Zirkonium(IV)isopropoxide als Stabilisatormaterial eingesetzt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Umhüllungsmaterial als Stabilisatormaterial Metalloxide auf. Es werden Metalloxide als Stabilisatormaterial eingesetzt, die von dem Sauerstoffatom in dem Sol-Gel-Material koordiniert werden können. Die Metalloxide sind aus einer Gruppe von einwertigen, zweiwertigen, dreiwertigen und vierwertigen Materialien ausgewählt. Besonders bevorzugt werden die Metalloxide aus einer Gruppe ausgewählt, die Titandioxid, Zirkonium(IV)oxid und Aluminiumoxid umfasst.

Das Metalloxid ist bevorzugt als Nanomaterial ausgebildet. Beispielsweise kann ein Brechungsindex des Umhüllungsmaterials durch den Zusatz des Nanomaterials als Stabilisatormaterial erhöht werden. Geeignete Nanomaterialien können insbesondere Nanopartikel, Nanostäbchen, Nanodrähte oder Nanoschichten sein. Diese können aus TiO_2 , ZrO_2 , $BaTiO_3$, $SrTiO_3$, TCO (Transparent leitfähige Oxide), Al_2O_3 , Nb_2O_5 , HfO_2 , ZnO , und

dergleichen gebildet sein. Metalloxide können zur Stabilisierung des Umhüllungsmaterials beitragen und die Verarbeitungstemperatur senken.

- 5 TCO sind transparente leitfähige Oxide. Insbesondere umfassen die TCO dotiertes In_2O_3 , SnO_2 , ZnO oder CdO . Vorzugsweise sind die Oxide dotiert mit Sn, Zn, Al, Ga oder In. Insbesondere sind die Oxide mit wenigstens 1 mol% bis höchstens 40 mol% dotiert wie z.B. In_2O_3 dotiert mit 3 mol% Sn oder In_2O_3 dotiert mit 10 mol% Sn. Andere Beispiele für TCO sind ITO (Indiumzinnoxid), ATO (Antimon dotiertes Zinnoxid), IZO (Indiumzinkoxid), AZO (Antimon dotiertes Zinkoxid), IMO (Indium dotiertes Molybdänoxid), IGO (Indium dotiertes Galliumoxid) und Mischungen davon. Beispiele von
- 10 Nanopartikeln, mit denen der Brechungsindex erhöht werden kann sind TiO_2 , ZrO_2 , BaTiO_3 , ITO (Indiumzinnoxid), TCO, Al_2O_3 , Nb_2O_5 , TiO_2 , ZrO_2 , BaTiO_3 , SrTiO_3 , Al_2O_3 , Nb_2O_5 , HfO_2 , ZnO , und dergleichen.
- 20 Bevorzugt weist der Durchmesser der Nanopartikel zwischen wenigstens 1 nm und höchstens 2 μm – zum Beispiel der mittlere Durchmesser d_{50} – zwischen wenigstens 1 nm und höchstens 20 nm auf. Das Einbringen von Nanopartikeln als Stabilisatormaterial in das Sol-Gel-Material hat Auswirkungen
- 25 auf den Brechungsindex des Umhüllungsmaterials und/oder auf die Stabilisierung und Haltbarkeit des Umhüllungsmaterials. Die Nanopartikel weisen bevorzugt einen größeren Brechungsindex als das Umhüllungsmaterial ohne Nanopartikel beziehungsweise herkömmliche Silikone auf. Bevorzugt hängt
- 30 der Anteil an Nanopartikeln, der in das Sol-Gel-Material eingebracht wird, von dem Brechungsindex der Nanopartikel und/oder der Stabilisierungsfähigkeiten der Nanopartikel auf das Umhüllungsmaterial ab. Je größer der Brechungsindex der

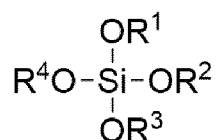
Nanopartikel ist, desto geringer ist der einzubringende Anteil der Nanopartikel in das Sol-Gel-Material.

Beispielsweise wird bei Nanopartikeln mit einem kleinen Brechungsindex ein größerer Anteil an Nanopartikeln in dem

5 Umhüllungsmaterial benötigt und eingebracht, als für Nanopartikeln mit einem größeren Brechungsindex, wenn ein bestimmter vorgegebbarer Brechungsindex eingestellt werden soll. Besonders bevorzugt ist es auch möglich, dass zwei oder mehr unterschiedliche Arten von Nanopartikel als
10 Stabilisatormaterial eingebracht werden. Zusätzlich kann als Stabilisatormaterial eine Kombination aus Metalloxiden und Salzen, oder Metalloxiden und Metallalkoxiden, Metallalkoxide und Salze oder Metalloxiden und Salzen und Metallalkoxiden eingebracht werden, um die gewünschten Materialeigenschaften
15 besser einstellen zu können.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Umhüllungsmaterials ist eine Oberfläche des Stabilisatormaterials frei von einer Modifizierung. Die Modifizierung beschreibt das Einbringen
20 von beispielsweise organischen Gruppen, welche an der Oberfläche des Stabilisatormaterials gebunden sind. Als organische Gruppen können Hydroxygruppen verwendet werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das
25 Umhüllungsmaterial ein Alkoxy(alkyl)silan, als Ausgangsmaterial, einer Struktureinheit A der folgenden allgemeinen Formel auf:



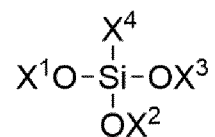
30 wobei die Substituenten R¹ bis R⁴ jeweils unabhängig voneinander aus der Gruppe der Alkyle ausgewählt sind. Die

Alkylsubstituenten weisen bevorzugt ein Kohlenwasserstoffrest C₁-C₄ auf. Besonders bevorzugt sind die Alkylsubstituenten aus der Gruppe ausgewählt:

- Methyl,
- Ethyl,
- Propyl,
- Isopropyl,
- Butyl,
- tert-Butyl.

Beispielsweise weist das Umhüllungsmaterial als Ausgangsmaterial Tetraethylorthosilikat (TEOS) und/oder Tetramethylorthosilikat (TMOS) auf. Insbesondere finden Kombinationen verschiedener Alkoxy(alkyl)silane der Struktureinheit A Einsatz als Umhüllungsmaterial.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Umhüllungsmaterial ein Alkoxy(alkyl)silan, als Ausgangsmaterial, einer Struktureinheit B der folgenden allgemeinen Formel auf:



wobei die Substituenten X¹ bis X⁴ jeweils unabhängig voneinander aus der Gruppe der Alkyle ausgewählt sind. Die Alkylsubstituenten weisen bevorzugt ein Kohlenwasserstoffrest C₁-C₄ auf. Besonders bevorzugt sind die Alkylsubstituenten aus der Gruppe ausgewählt:

- Methyl,
- Ethyl,
- Propyl,
- Isopropyl,

- 11 -

- Butyl,
- tert-Butyl.

Beispielsweise weist das Umhüllungsmaterial als

- 5 Ausgangsmaterial Trimethoxymethylsilan, Triethoxymethylsilan, Trimethoxyethylsilan, Ethyltriethoxysilan, Ethyltriisopropoxysilan und Kombinationen daraus auf.

Gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels weist das

- 10 Umhüllungsmaterial ein Ausgangsmaterial auf, das neben der Struktureinheit A eine weitere von der Struktureinheit A verschiedene Struktureinheit B aufweist. Bevorzugt weist das Umhüllungsmaterial als Ausgangsmaterial Tetraethylorthosilikat (TEOS) und/oder
- 15 Tetramethylorthosilikat (TMOS) in Kombination mit Trimethoxymethylsilan und/oder Triethoxymethylsilan und/oder weiteren Alkoxy(alkyl)silane auf oder besteht daraus. Der Anteil der Alkoxy(alkyl)silane der Struktureinheit B, beispielsweise Trimethoxymethylsilane (MTMOS) und
- 20 Triethoxymethylsilane (MTEOS), liegt in dem Umhüllungsmaterial zwischen wenigstens 0 Gew% und höchstens 100 Gew%. Hierbei liegt der Anteil der Alkoxy(alkyl)silane der Struktureinheit A bevorzugt zwischen höchstens 100 Gew% und wenigstens 0 Gew%.

25

Die Hinzugabe von dem Alkoxy(alkyl)silane der Struktureinheit B, bevorzugt MTMOS und/oder MTEOS, zu der Sol-Gel-Synthese der Struktureinheit A mit Stabilisatormaterial führt zu einer Stabilisierung der 3D-Struktur des Sol-Gel-Materials.

- 30 Insbesondere führt die Hinzugabe des Alkoxy(alkyl)silane der Struktureinheit B, bevorzugt von MTMOS und/oder MTEOS, zu der Sol-Gel-Synthese mit Stabilisatormaterial zu einer geringeren Rissbildung, die bei einer Aushärtung zum Umhüllungsmaterial,

zum Beispiel durch einen Glühprozess, hervorgerufen werden kann, im Vergleich zu reinen Silikatmaterialien basierend auf Alkoxy(alkyl)silane der Struktureinheit A, bevorzugt Tetraethylorthosilikat und/oder Tetramethylorthosilikat.

- 5 Alkoxy(alkyl)silane der Struktureinheit B, bevorzugt MTEOS- und/oder MTMOS-basierte Sol-Gel-Materialien, bilden bevorzugt ein Polysiloxan, das eine Alkylgruppe X^4 , bevorzugt Methylgruppe, am Siliziumatom aufweist. Die Alkylgruppe an den Siliziumatomen verändert die 3D-Struktur des Gels so,
10 dass bei einer Aushärtung zum Umhüllungsmaterial rissfeste Filme gebildet werden. Das heißt, dass Alkoxy(alkyl)silane der Struktureinheit B, bevorzugt MTEOS- und/oder MTMOS-basiertes Sol-Gel-Material mit Stabilisatormaterial, bevorzugt zu einem weniger anfälligen Umhüllungsmaterial in
15 Bezug auf Rissbildung führen.

- Bevorzugt weist das Alkoxy(alkyl)silan der Struktureinheit B, besonders bevorzugt MTEOS- und/oder MTMOS-basiertes Sol-Gel-Material mit Stabilisatormaterial, eine bessere Haftung des
20 Umhüllungsmaterials, auf zum Beispiel dem optoelektronischen Halbleiterchip, im Vergleich zu einem Sol-Gel-Material basierend auf Alkoxy(alkyl)silane der Struktureinheit A, bevorzugt Tetraethylorthosilikat und/oder Tetramethylorthosilikat, auf. Ein Grund für die verbesserte
25 Haftung des Umhüllungsmaterials ist die geringere Rissbildung in dem Umhüllungsmaterial.

- Es wird weiter ein Konversionsmaterial angegeben. Das Konversionsmaterial ist zum Beispiel dazu vorgesehen, eine
30 elektromagnetische Primärstrahlung eines ersten Wellenlängenbereichs in elektromagnetische Sekundärstrahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs zu konvertieren. Dazu wird beispielsweise in ein Umhüllungsmaterial, das als

Matrixmaterial dient, Leuchtstoffmaterial eingebettet, das für die Konversion elektromagnetischer Strahlung verantwortlich ist. Das Konversionsmaterial kann insbesondere als eine Konversionsschicht ausgebildet sein.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Konversionsmaterial ein hier beschriebenes Umhüllungsmaterial auf. Das heißt, sämtliche Merkmale, die für das Umhüllungsmaterial offenbart sind, sind auch für das Konversionsmaterial offenbart und umgekehrt.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Konversionsmaterial ein Leuchtstoffmaterial auf. Das Leuchtstoffmaterial ist bevorzugt als Leuchtstoffpartikel ausgebildet und ist in das Umhüllungsmaterial eingebettet. Besonders bevorzugt weisen die Leuchtstoffpartikel ein keramisches Wirtsgitter, ein organisches Konversionsmaterial oder Quantenpunkte auf. Bevorzugt weisen die Leuchtstoffpartikel einen Granat-Leuchtstoff auf. Besonders bevorzugt ist der Granat-Leuchtstoff ein YAG-Leuchtstoff mit der chemischen Formel $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$. Der Granat-Leuchtstoff konvertiert bevorzugt elektromagnetische Primärstrahlung eines ersten Wellenlängenbereichs in elektromagnetische Sekundärstrahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs. Der zweite Wellenlängenbereich liegt bevorzugt im grünen und/oder gelben Wellenlängenbereich.

15

20

25

Es wird weiter ein optoelektronisches Bauelement angegeben. Das optoelektronische Bauelement ist beispielsweise dazu vorgesehen, eine elektromagnetische Primärstrahlung eines ersten Wellenlängenbereichs in einem Halbleiterchip zu erzeugen und anschließend zu emittieren. Die emittierte elektromagnetische Primärstrahlung wird in einem

30

Konversionsmaterial, das ein Leuchtstoffmaterial und ein hier beschriebenes Umhüllungsmaterial aufweist, in elektromagnetische Sekundärstrahlung konvertiert.

5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das optoelektronische Bauelement ein hier beschriebenes Konversionsmaterial auf. Das heißt, sämtliche Merkmale, die für das Konversionsmaterial offenbart sind, sind auch für das optoelektronische Bauelement offenbart und umgekehrt.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das optoelektronische Bauelement einen Halbleiterchip, der im Betrieb elektromagnetische Primärstrahlung eines ersten Wellenlängenbereichs emittiert, auf. Bei dem Halbleiterchip
15 handelt es sich zum Beispiel um einen Leuchtdiodenchip oder einen Laserdiodenchip. Der Halbleiterchip kann im Betrieb beispielsweise elektromagnetische Primärstrahlung aus dem Wellenlängenbereich von UV-Strahlung und/oder blauem Licht emittieren.

20

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das optoelektronische Bauelement ein hier beschriebenes Konversionsmaterial auf, das zur Emission von Sekundärstrahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs
25 eingerichtet ist, der von dem ersten Wellenlängenbereich verschieden ist. Das Konversionsmaterial ist bevorzugt dem Halbleiterchip nachgeordnet. Das Konversionsmaterial ist dazu eingerichtet, eine Teilkonversion oder eine Vollkonversion zu erzeugen. Dies ist insbesondere abhängig von dem eingesetzten
30 Leuchtstoffmaterial und der Dicke des Konversionsmaterials. „Nachgeordnet“ heißt, dass zumindest 50% Prozent, insbesondere zumindest 85% der vom Halbleiterchip emittierten Strahlung in das Konversionsmaterial eintreten.

Ein höherer Brechungsindex in dem Umhüllungsmaterial des Konversionsmaterials, bevorzugt erzielt durch die Hinzugabe von Metalloxiden, beispielsweise Nanopartikeln als

5 Stabilisatormaterial in das Umhüllungsmaterial, verbessert mit Vorteil die Lichtauskopplung des optoelektronischen Halbleiterchips durch das Konversionsmaterial hindurch.

Es wird ferner ein Verfahren zur Herstellung eines

10 Umhüllungsmaterials angegeben. Vorzugsweise kann mit dem hier beschriebenen Verfahren das hier beschriebene Umhüllungsmaterial erzeugt werden. Das heißt, sämtliche Merkmale, die für das Umhüllungsmaterial offenbart sind, sind auch für das Verfahren zur Herstellung eines
15 Umhüllungsmaterials offenbart und umgekehrt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zur Herstellung eines Umhüllungsmaterials wird ein Lösungsmittel bereitgestellt. Das Lösungsmittel weist einen pH-Wert von
20 höchstens 5 auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird ein Ausgangsmaterial zur Bildung eines Sol-Gel-Materials in das Lösungsmittel eingebracht.

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird in das Umhüllungsmaterial ein Stabilisatormaterial, das zur mechanischen Stabilisierung eingerichtet ist, in das Lösungsmittel oder direkt in das Ausgangsmaterial
30 eingebracht. Das Stabilisatormaterial wird beispielsweise mit dem Ausgangsmaterial in das Lösungsmittel eingebracht. Dabei lagert sich das Stabilisatormaterial in dem Sol-Gel-Material ein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Ausgangsmaterial aus der Gruppe der Alkoxy(alkyl)silane gewählt. Das Stabilisatormaterial ist aus einer Gruppe
5 ausgewählt, die Salze, Metallalkoxide und/oder Metalloxide als Materialien enthält.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zur Herstellung eines Umhüllungsmaterials wird ein Lösungsmittel
10 mit einem pH-Wert von höchstens 5 bereitgestellt. In einem weiteren Schritt wird das Ausgangsmaterial zur Bildung des Sol-Gel-Materials in das Lösungsmittel eingebracht. Das Stabilisatormaterial, das zur mechanischen Stabilisierung eingerichtet ist, wird in das Lösungsmittel eingebracht. Das
15 Ausgangsmaterial wird aus der Gruppe der Alkoxy(alkyl)silane ausgewählt und das Stabilisatormaterial aus der Gruppe ausgewählt, die Salze, Metallalkoxide und/oder Metalloxide als Materialien enthält.

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist das Lösungsmittel aus einer Gruppe der protischen Lösungsmittel ausgewählt. Protische Lösungsmittel verfügen über eine funktionelle Gruppe, aus der Wasserstoffatome als Protonen abgespalten werden können und das Ausgangsmaterial dadurch
25 hydrolysiert werden kann. Beispielsweise werden als Lösungsmittel Wasser und Alkohole und Kombinationen daraus eingesetzt. Bevorzugt umfasst der Alkohol Methanol, Ethanol, Isopropanol und Butanol.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens liegt der pH-Wert des Lösungsmittels bei höchstens 5. Der pH-Wert wird mit Hilfe einer Säure, insbesondere mit Salzsäure, Ameisensäure oder Essigsäure eingestellt. Ein niedriger pH-

Wert ist vorteilhaft, da das Ausgangsmaterial dann besonders schnell hydrolysiert werden kann.

Das Ausgangsmaterial wird durch das Lösungsmittel
5 hydrolysiert. Die hierbei entstehende hydrolysierte
Verbindung reagiert mit einer weiteren hydrolysierten
Verbindung und/oder dem Alkoxy(alkyl)silan zu einem Dimer.
Durch anschließende Polykondensationsreaktionen polymerisiert
das Dimer zu einem Polymer. Die Polymere, in denen
10 Lösungsmittel eingebettet ist, werden als Gele bezeichnet.

Der Anteil des Lösungsmittels und der Anteil der Säure im
Lösungsmittel haben Auswirkungen auf die Geschwindigkeit der
Bildung des Gels. Bei einer kurzen Polymerisationsdauer ist
15 eine Verarbeitbarkeit des Umhüllungsmaterials eingeschränkt.
Bevorzugt wird ein geringer Anteil an Säure gewählt, der zu
einer kontrollierten Polymerisation führt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird das
20 Stabilisatormaterial vor dem Einbringen des Ausgangsmaterials
in das Lösungsmittel eingebracht. Dabei hat es sich als
besonders vorteilhaft herausgestellt, das
Stabilisatormaterial vor dem Ausgangsmaterial in das
Lösungsmittel einzubringen. Zu einem späteren Zeitpunkt kann
25 das Ausgangsmaterial bereits zu einem gewissen Teil zu dem
Sol-Gel-Material polymerisiert sein und die Koordination von
den Sauerstoffatomen des Ausgangsmaterials an das
Stabilisatormaterial ist erschwert. Das heißt, ein geringer
Anteil des Stabilisatormaterials kann in die 3D-Struktur des
30 Gels eingebettet werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt das Einbringen
des Ausgangsmaterials und das Einbringen des

Stabilisatormaterials unter einer kontinuierlichen mechanischen Durchmischung. Durch die kontinuierliche mechanische Durchmischung kann das Stabilisatormaterial mit dem Ausgangsmaterial gut homogenisiert werden und das

5 Stabilisatormaterial in die 3D-Struktur des Gels, homogen verteilt, eingebettet werden.

Eine Idee des vorliegenden Umhüllungsmaterials ist es, ein Stabilisatormaterial in ein Sol-Gel-Material einzubringen, so

10 dass die Haftung des Umhüllungsmaterials an einen optoelektronischen Halbleiterchip verbessert werden kann und die Haltbarkeit des Umhüllungsmaterials im Vergleich zu Vergleichs-Sol-Gel-Materialien ohne Stabilisatormaterialien verbessert werden kann.

15 Außerdem führt das Einbringen von Metalloxiden, insbesondere von Nanopartikeln als Stabilisatormaterial in das Sol-Gel-Material unter anderem zu einer gezielten Einstellung des Brechungsindex des Umhüllungsmaterials. Ein höherer

20 Brechungsindex verbessert die Lichtauskopplung des optoelektronischen Halbleiterchips.

Das Einbringen von zusätzlichen Alkoxy(alkyl)silanen, bevorzugt der Struktureinheit B, in das Sol-Gel-Material

25 verringert die Rissbildung des Umhüllungsmaterials, das zu einer verbesserten Haftung des Umhüllungsmaterials an den optoelektronischen Halbleiterchip führt.

Zusätzlich wird eine unerwünschte Gelbfärbung des

30 Umhüllungsmaterials infolge von UV-Strahlung durch das Einbringen von Stabilisatormaterial in das Umhüllungsmaterial verhindert oder zumindest gehemmt.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen des Umhüllungsmaterials, Konversionsmaterials und optoelektronischen Bauelements und des Verfahrens zur Herstellung eines Umhüllungsmaterials ergeben sich aus den im
5 Folgenden in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

10 Figuren 1 und 2 jeweils eine chemische Darstellung eines Umhüllungsmaterials gemäß jeweils einem Ausführungsbeispiel,

Figur 3 schematische Schnittdarstellung eines Konversionsmaterials gemäß einem Ausführungsbeispiel,

15

Figur 4 schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Bauelements gemäß einem Ausführungsbeispiel,

20 Figuren 5A, 5B, 5C, 5D, 5E und 5F schematische Schnittdarstellungen verschiedener Verfahrensstadien eines Verfahrens zur Herstellung eines Umhüllungsmaterials und Aufbringen eines Konversionsmaterials auf einen optoelektronischen Halbleiterchip gemäß einem

25 Ausführungsbeispiel,

Figur 6 rasterelektronenmikroskopische Darstellung eines Konversionsmaterials gemäß einem Ausführungsbeispiel.

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

betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente, insbesondere Schichtdicken, zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

5 Das Umhüllungsmaterial 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 weist ein Ausgangsmaterial 3 zur Bildung eines Sol-Gel-Materials 13 auf. Das verwendete Ausgangsmaterial 3 ist ein Alkoxy(alkyl)silan, hier Tetraethylorthosilikat 17. Das Ausgangsmaterial 3 wird zunächst durch die Protonen des
10 Lösungsmittels 11 hydrolysiert. Ethanol wird abgespalten und es entsteht eine hydrolysierte Verbindung 4. Die hydrolysierte Verbindung 4 reagiert mit dem Ausgangsmaterial 3, Alkoxy(alkyl)silan zu einem Dimer und Ethanol. Ebenso kann ein Dimer gebildet werden, indem zwei hydrolysierte
15 Verbindungen 4 zur Reaktion gebracht werden. Hierbei wird als zweites Produkt Wasser anstatt Ethanol gebildet. Aus wenigstens zwei Dimeren können durch eine anorganische Polykondensationsreaktion Tetramere, Oligomere und Polymere gebildet werden. Außerdem können Tetramere, Oligomere und
20 Polymere aus hydrolysierten Verbindungen 4 und/oder dem Ausgangsmaterial 3, Alkoxy(alkyl)silan erhalten werden. Es bilden sich Siliziumketten, die über Sauerstoffatome 7 miteinander verbunden sind. Ein Teil des Ausgangsmaterials liegt polymerisiert als Gel in einer 3D-Struktur vor und ein
25 weiterer Teil liegt als Sol vor, das frei in dem Lösungsmittel vorliegt.

Das in der Figur 2 dargestellte Ausführungsbeispiel weist ein Gel 5, in einer 3D-Struktur, auf. In das Gel 5 ist
30 Stabilisatormaterial 6 eingebracht. Das Stabilisatormaterial 6 ist zur mechanischen Stabilisierung eingerichtet. Das Stabilisatormaterial 6 kann als Metalloxid, Metallalkoxid und als Salz ausgebildet sein. Das Stabilisatormaterial 6 weist

beispielsweise einwertige Kationen 14, zweiwertige Kationen 15 und/oder dreiwertige Kationen 16 auf. Das Stabilisatormaterial 6 ist als Kation ausgebildet und wird von dem Sauerstoffatom 7 des Gels 5 koordiniert. Das Sauerstoffatom 7 ist von jeweils zwei Siliziumatomen 18 gebunden. Das Einbringen des Stabilisatormaterials 6 in das Gel 5 führt dazu, dass die Ringspannung in der 3D-Struktur gelockert wird. Das heißt, weniger Risse werden in dem Gel 5 gebildet.

Das Konversionsmaterial 8 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 3 zeigt ein hier beschriebenes Umhüllungsmaterial 1 und ein Leuchtstoffmaterial 9. Das Leuchtstoffmaterial 9 ist in das Umhüllungsmaterial 1 eingebettet. Das Umhüllungsmaterial 1 weist ein Sol-Gel-Material 13, in das Stabilisatormaterial 6 eingebracht ist, auf. Das Leuchtstoffmaterial 9 ist als Leuchtstoffpartikel ausgebildet und weist ein keramisches Wirtsgitter, ein organisches Konversionsmaterial 8 oder Quantenpunkte auf. Das Leuchtstoffmaterial 9 konvertiert elektromagnetische Primärstrahlung eines ersten Wellenlängenbereichs in elektromagnetische Sekundärstrahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs. Beispielsweise weist das Leuchtstoffmaterial 9 einen Granat-Leuchtstoff auf. Der zweite Wellenlängenbereich liegt zum Beispiel im grünen und/oder gelben Wellenlängenbereich. Der Granat-Leuchtstoff ist insbesondere ein YAG-Leuchtstoff mit der chemischen Formel $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$.

Das in der Figur 4 dargestellte Ausführungsbeispiel weist ein optoelektronisches Bauelement 10 auf. Das optoelektronische Bauelement 10 umfasst einen Halbleiterchip 2, der im Betrieb elektromagnetische Primärstrahlung eines ersten Wellenlängenbereichs emittiert. Das Konversionsmaterial 8

konvertiert elektromagnetische Primärstrahlung eines ersten Wellenlängenbereichs in elektromagnetische Sekundärstrahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs. Das Konversionsmaterial 8 ist dem optoelektronischen Halbleiterchip 2 nachgeordnet.

5 Beispielsweise ist das Konversionsmaterial 8 in direktem Kontakt an den optoelektronischen Halbleiterchip 2 angeordnet. Das Konversionsmaterial 8 kann abhängig von dem Leuchtstoffmaterial 9 die elektromagnetische Primärstrahlung eines ersten Wellenlängenbereichs vollständig in
10 elektromagnetische Sekundärstrahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs konvertieren oder Teile der elektromagnetischen Primärstrahlung eines ersten Wellenlängenbereichs teilweise in elektromagnetische Sekundärstrahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs
15 umwandeln.

Bei dem Verfahren zur Herstellung eines Umhüllungsmaterials 1 und anschließendem Aufbringen auf einen optoelektronischen Halbleiterchip 2 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 5
20 wird in einem ersten Schritt ein Lösungsmittel 11, mit einem pH-Wert von höchstens 5, bereitgestellt, Figur 5A. Es wird zunächst das Stabilisatormaterial 6, das zur mechanischen Stabilisierung des Sol-Gel-Materials 13 vorgesehen ist, in das Lösungsmittel 11 eingebracht. Das Stabilisatormaterial 6
25 wird aus einer Gruppe, die Salze, Metallalkoxide und/oder Metalloxide umfasst, ausgewählt. Anschließend wird ein Ausgangsmaterial 3, das zur Bildung eines Sol-Gel-Materials 13 dient, in das Lösungsmittel 11 eingebracht. Das Stabilisatormaterial 6 kann beispielsweise ein Aluminiumsalz
30 oder ein Natriumsalz umfassen. Dieses wird solange in dem Lösungsmittel 11 gerührt, bis es sich vollständig gelöst hat. Anschließend wird ein Ausgangsmaterial 3, beispielsweise TEOS, zu der Lösung hinzugegeben. Das Reaktionsgemisch wird

für einige Stunden gerührt, Figur 5B. Nach einer gewissen Zeit unter ständigem Rühren entwickelt sich Wärme und das Reaktionsgemisch wird beispielsweise transparent, das eine Konsequenz der Hydrolyse und Polykondensationsreaktion zu dem Sol-Gel-Material 13 darstellt, Figuren 5B, 5C.

Wie in Figur 5C gezeigt, ist das Sol-Gel-Material 13 mit Stabilisatormaterial 6 in einem Lösungsmittel 11 enthalten. Ein Teil des Sol-Gel-Materials 13 ist zu der 3D-Struktur des Gels 5 polymerisiert und ein weiterer Teil liegt beispielsweise als hydrolysierte Verbindung 4, Dimer, Tetramer und/oder Oligomer vor.

Wie in Figur 5D gezeigt, wird das Leuchtstoffmaterial 9 in ein Gefäß gegeben und das zuvor synthetisierte Sol-Gel-Material 13 wird zu dem Leuchtstoffmaterial 9 hinzugegeben. Das Reaktionsgemisch wird kontinuierlich mechanisch durchmischt, um eine homogene Verteilung des Leuchtstoffmaterials 9 in dem Sol-Gel-Material 13 zu gewährleisten.

In einem nächsten Schritt wird ein optoelektronischer Halbleiterchip 2 bereitgestellt, auf dem das Leuchtstoff-Sol-Gel-Material 13 aufgebracht wird, Figur 5E.

In einem letzten Schritt wird das Lösungsmittel 11 aus dem Sol-Gel-Material 13 entfernt, um ein Umhüllungsmaterial 1 zu erhalten, Figur 5F. Das Entfernen des Lösungsmittels 11 erfolgt durch anfängliches Trocknen an Luft. Anschließend wird der optoelektronische Halbleiterchip 2 mit dem aufgetragenen Leuchtstoff-Sol-Gel-Material für eine gewisse Zeit in einen 80 °C und 300 °C heißen Ofen gegeben. Das

komplette Lösungsmittel 11 wird entfernt und die Bildung eines Konversionsmaterials 8 wird erhalten.

Für das Verfahren zur Herstellung eines Umhüllungsmaterials 1 und das anschließende Aufbringen eines Konversionsmaterials 8 auf einen optoelektronischen Halbleiterchip 2 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 5 werden an im Folgenden zwei konkrete Beispiele angegeben.

10 Beispiel 1:

Es wird zunächst beispielsweise Wasser als Lösungsmittel 11 bereitgestellt. Das Lösungsmittel 11 wird auf einen pH-Wert zwischen 1 und 5 eingestellt und ein Aluminiumsalz als
15 Stabilisatormaterial 6 wird hinzugegeben. Das Reaktionsgemisch wird solange mechanisch durchmischt, bis das Aluminiumsalz gelöst ist. Zu dem Reaktionsgemisch wird TEOS als Ausgangsmaterial hinzugegeben und das Reaktionsgemisch wird 0.5-3 Stunden stark mechanisch durchmischt. Nach
20 ungefähr 0.5-2 Stunden kontinuierlichem Durchmischens entwickelt sich in dem Reaktionsgemisch Wärme und das Reaktionsgemisch wird transparent, das eine Folge der beginnenden Hydrolyse und Polykondensationsreaktion zu dem Sol-Gel-Material 13 ist. Anschließend wird die mechanische
25 Durchmischung des Reaktionsgemisches gestoppt. Innerhalb von in etwa einem Tag wird das Sol-Gel-Material 13 weiter verarbeitet. Ein Sol-Gel-Material 13 mit TEOS als Ausgangsmaterial 3 und ohne Stabilisatormaterial 6 wird im Vergleich zu einem Sol-Gel-Material 13 mit
30 Stabilisatormaterial 6 nach einigen Stunden weiterverarbeitet, da die Polykondensationsreaktion zur Bildung eines Gels 5 schneller abläuft.

In einem weiteren Schritt wird beispielsweise ein YAG-Leuchtstoffmaterial 9 in ein Glasgefäß gegeben. Es wird das Sol-Gel-Material 13 mit Stabilisatormaterial 6 hinzugegeben. Das Reaktionsgemisch wird solange mechanisch durchmischt, bis
5 eine homogene Verteilung des Leuchtstoffmaterials 9 in dem Sol-Gel-Material 13 erreicht ist. Anschließend wird das Sol-Gel-Material 13 mit Stabilisatormaterial 6 und Leuchtstoffmaterial 9 auf einen mikroskopischen Glasobjektträger oder auf Halbleiterchip-Wafer-Stücke manuell
10 beschichtet. Nach der Beschichtung des Konversionsmaterials 8 wird der beschichtete optoelektronische Halbleiterchip 2 an Luft getrocknet und anschließend in einen Ofen gegeben. Bei dem ersten Glühprozess wird der beschichtete optoelektronische Halbleiterchip 2 einige Minuten bei einer
15 Ofentemperatur zwischen 70 °C und 100 °C erhitzt und anschließend an Luft auf Raumtemperatur abgekühlt. Bei dem zweiten Glühprozess wird der beschichtete optoelektronische Halbleiterchip 2 bei einer Ofentemperatur von 300 °C erhitzt und anschließend an Luft auf Raumtemperatur abgekühlt.

20

Beispiel 2:

Zunächst wird Wasser als Lösungsmittel 11 bereitgestellt. Das Lösungsmittel 11 wird auf einen pH-Wert zwischen 1 und 5
25 eingestellt und ein Natriumsalz als Stabilisatormaterial 6 wird hinzugegeben. Das Reaktionsgemisch wird solange mechanisch durchmischt, bis das Natriumsalz gelöst ist. Zu dem Reaktionsgemisch wird TEOS als Ausgangsmaterial hinzugegeben und das Reaktionsgemisch wird 45 Minuten stark
30 mechanisch durchmischt. Anschließend wird die mechanische Durchmischung des Reaktionsgemisches gestoppt. Innerhalb von gewöhnlich zwei Wochen wird das Sol-Gel-Material 13 weiter verarbeitet. Ein Sol-Gel-Material 13 mit TEOS als

Ausgangsmaterial 3 und ohne Stabilisatormaterial 6 wird im Vergleich zu einem Sol-Gel-Material 13 mit Stabilisatormaterial 6 nach einigen Stunden weiterverarbeitet, da die Polykondensationsreaktion zur
5 Bildung eines Gels 5 schneller abläuft.

In einem weiteren Schritt wird beispielsweise ein YAG-Leuchtstoffmaterial 9 in ein Glasgefäß gegeben. Es wird das Sol-Gel-Material 13 mit Stabilisatormaterial 6 hinzugegeben.
10 Das Reaktionsgemisch wird solange mechanisch durchmischt, bis eine homogene Verteilung des Leuchtstoffmaterials 9 in dem Sol-Gel-Material 13 eintritt. Anschließend wird das Sol-Gel-Material 13 mit Stabilisatormaterial 6 und Leuchtstoffmaterial 9 auf einen mikroskopischen
15 Glasobjektträger oder auf Halbleiterchip-Wafer-Stücke manuell beschichtet. Nach der Beschichtung des Konversionsmaterials 8 wird der beschichtete optoelektronische Halbleiterchip 2 an Luft getrocknet und anschließend in einen Ofen gegeben. Bei dem ersten Glühprozess wird der beschichtete
20 optoelektronische Halbleiterchip 2 bei einer Ofentemperatur zwischen 70 °C und 100 °C erhitzt und anschließend an Luft auf Raumtemperatur abgekühlt. Bei dem zweiten Glühprozess wird der beschichtete optoelektronische Halbleiterchip 2 bei einer Ofentemperatur von 300 °C erhitzt und anschließend an
25 Luft auf Raumtemperatur abgekühlt.

Das Einbringen von Natrium- oder Aluminiumsalz als Stabilisatormaterial 6 in das Sol-Gel-Material 13 führt zu einer verlangsamten Gelierung und somit zu einer verbesserten
30 Haftung des Konversionsmaterials 8 an dem optoelektronischen Halbleiterchip 2. Zusätzlich wird die Rissbildung in dem Konversionsmaterial 8 reduziert im Vergleich zu einem Konversionsmaterial 8 ohne Stabilisatormaterial 6.

Das Produkt aus dem Verfahren zur Herstellung eines Umhüllungsmaterials 1 und anschließendem Aufbringen auf einen optoelektronischen Halbleiterchip 2, Figur 5F, entspricht zum Beispiel dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 4. In beiden Beispielen ist ein optoelektronischer Halbleiterchip 2 dargestellt, das nachgeordnet das Konversionsmaterial 8 aufweist. Das Konversionsmaterial 8 umfasst das Leuchtstoffmaterial 9 und das beschriebene Umhüllungsmaterial 1.

In Figur 6 ist eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des Konversionsmaterials 8 dargestellt. Das rechte Bild zeigt eine vergrößerte Aufnahme des linken Bildes. Das Umhüllungsmaterial 1 umfasst hierbei TEOS als Alkoxy(alkyl)silan der Struktureinheit A mit dem Natriumsalz als Stabilisatormaterial 6. In das Umhüllungsmaterial 1 ist Leuchtstoffmaterial 9 eingebracht. Das Leuchtstoffmaterial 9 ist bevorzugt als Leuchtstoffpartikel ausgebildet und ist in das Umhüllungsmaterial 1 eingebettet.

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 selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 10 2018 125 183.1, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bezugszeichenliste

- 1 Umhüllungsmaterial
- 2 optoelektronischer Halbleiterchip
- 5 3 Ausgangsmaterial
- 4 hydrolysierte Verbindung
- 5 Gel
- 6 Stabilisatormaterial
- 7 Sauerstoffatom
- 10 8 Konversionsmaterial
- 9 Leuchtstoffmaterial
- 10 optoelektronisches Bauelement
- 11 Lösungsmittel
- 13 Sol-Gel-Material
- 15 14 einwertige Kationen
- 15 zweiwertige Kationen
- 16 dreiwertige Kationen
- 17 Tetraethylorthosilikat
- 18 Siliziumatom

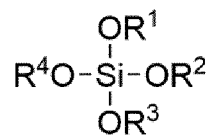
Patentansprüche

1. Umhüllungsmaterial (1) für einen optoelektronischen Halbleiterchip (2) aufweisend
 - 5 - ein Ausgangsmaterial (3) zur Bildung eines Sol-Gel-Materials (13), und
 - ein Stabilisatormaterial (6), das zur mechanischen Stabilisierung eingerichtet ist, wobei
 - das Ausgangsmaterial (3) zumindest ein
 - 10 Alkoxy(alkyl)silan umfasst, und
 - das Stabilisatormaterial (6) aus einer Gruppe ausgewählt ist, welche die folgenden Materialien enthält: Salze, Metallalkoxide, Metalloxide,
 - bei dem ein Sauerstoffatom (7) des Sol-Gel-Materials
 - 15 (13) an das Stabilisatormaterial (6) koordiniert.
2. Umhüllungsmaterial (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
bei dem das Stabilisatormaterial (6) aus einer Gruppe
20 ausgewählt ist, die Phosphatsalze, Halogenidsalze, Carbonate, Nitrate, Sulfate und Kombinationen daraus enthält.
3. Umhüllungsmaterial (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
25 bei dem das Stabilisatormaterial (6) ausschließlich aus der Gruppe der Metallalkoxide ausgewählt ist.
4. Umhüllungsmaterial (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
30 bei dem das Stabilisatormaterial (6) aus der Gruppe der Metalloxide ausgewählt ist und als Nanopartikel ausgebildet ist.

5. Umhüllungsmaterial (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
bei dem eine Oberfläche des Stabilisatormaterials (6) frei von einer Modifizierung ist.

5

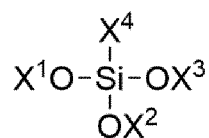
6. Umhüllungsmaterial (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
bei dem das Alkoxy(alkyl)silan eine Struktureinheit A der folgenden allgemeinen Formel umfasst:



10

wobei die Substituenten R^1 bis R^4 jeweils unabhängig voneinander aus der Gruppe der Alkyle ausgewählt sind.

15 7. Umhüllungsmaterial (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
bei dem das Alkoxy(alkyl)silan eine Struktureinheit B der folgenden allgemeinen Formel umfasst:



20

wobei die Substituenten X^1 bis X^4 jeweils unabhängig voneinander aus der Gruppe der Alkyle ausgewählt sind.

8. Umhüllungsmaterial (1) nach einem der vorherigen
25 Ansprüche,
bei dem das Ausgangsmaterial (3) neben der Struktureinheit A eine weitere von der Struktureinheit A verschiedene Struktureinheit B aufweist.

9. Konversionsmaterial (8) mit
- einem Umhüllungsmaterial (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, und

- 5 - einem Leuchtstoffmaterial (9), wobei
- das Leuchtstoffmaterial (9) im Umhüllungsmaterial (1) eingebettet ist.

10. Optoelektronisches Bauelement (10) mit

- 10 - einem Halbleiterchip, der im Betrieb elektromagnetische Primärstrahlung eines ersten Wellenlängenbereichs emittiert, und
- einem Konversionsmaterial (8) nach dem vorherigen Anspruch, das zur Emission von Sekundärstrahlung eines zweiten
15 Wellenlängenbereichs eingerichtet ist, wobei
- das Konversionsmaterial (8) dem Halbleiterchip nachgeordnet ist.

11. Verfahren zur Herstellung eines Umhüllungsmaterials (1)
20 mit den Schritten:

- Bereitstellen eines Lösungsmittels (11) mit einem pH-Wert von höchstens 5,
- Einbringen eines Ausgangsmaterials (3) zur Bildung eines Sol-Gel-Materials (13) in das Lösungsmittel (11),
25 - Einbringen eines Stabilisatormaterials (6), das zur mechanischen Stabilisierung eingerichtet ist, in das Lösungsmittel (11), wobei
- das Ausgangsmaterial (3) aus der Gruppe der Alkoxy(alkyl)silane ausgewählt ist, und
30 - das Stabilisatormaterial (6) aus einer Gruppe ausgewählt ist, welche die folgenden Materialien enthält: Salze, Metallalkoxide, Metalloxide.

12. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch,
wobei das Lösungsmittel (11) aus der Gruppe der protischen
Lösungsmittel ausgewählt ist.

5 13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei der pH-Wert des Lösungsmittels (11) bei höchstens 5
liegt.

10 14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei das Stabilisatormaterial (6) vor dem Einbringen des
Ausgangsmaterials (3) in das Lösungsmittel (11) oder in das
Ausgangsmaterial eingebracht wird.

15 15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei das Einbringen des Ausgangsmaterials (3) und/oder das
Einbringen des Stabilisatormaterials (6) unter einer
kontinuierlichen mechanischen Durchmischung erfolgt.

20 16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
bei dem ein Umhüllungsmaterial (1) nach einem der vorherigen
Ansprüche hergestellt wird.

FIG 1

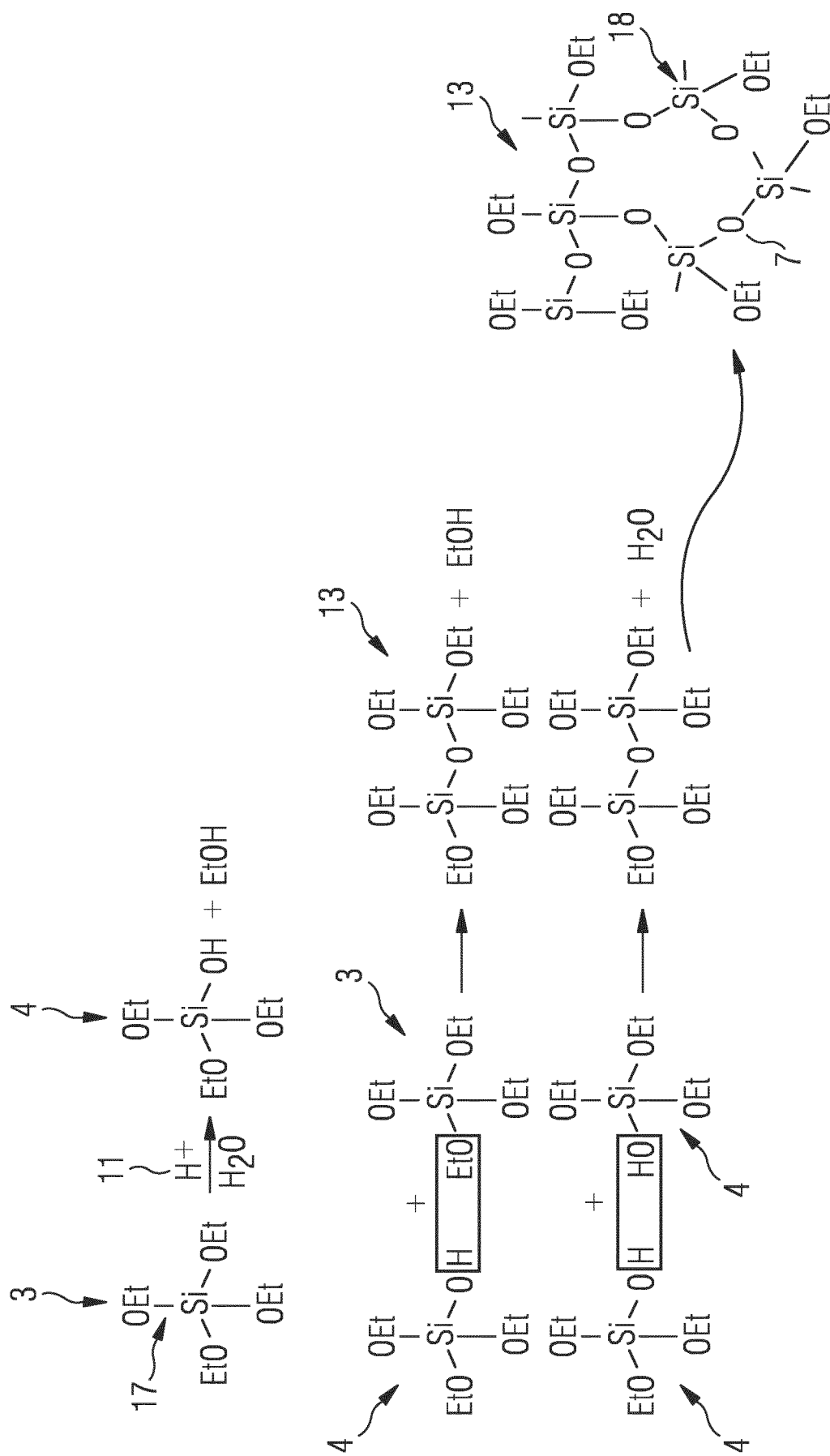


FIG 2

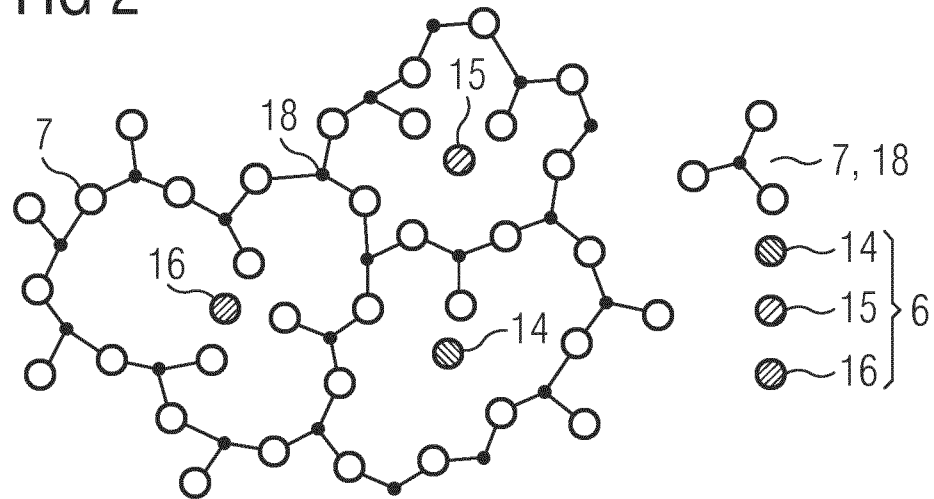


FIG 3

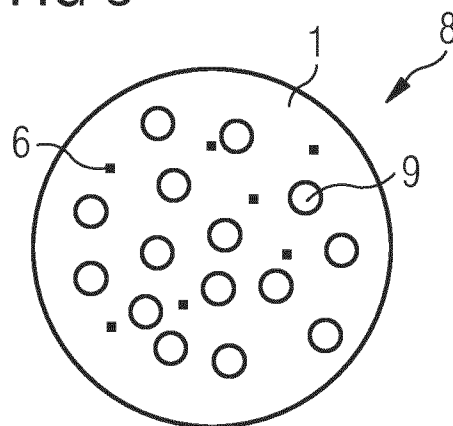


FIG 4

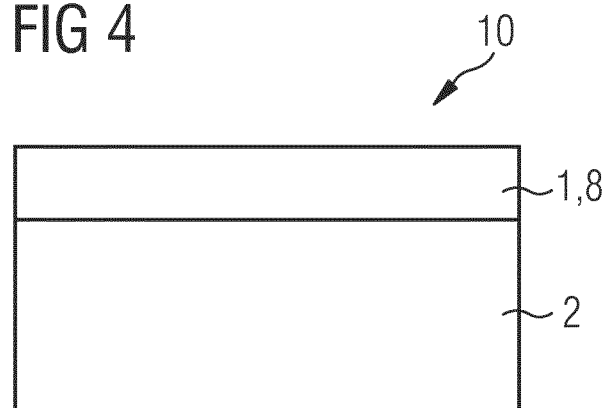


FIG 5A

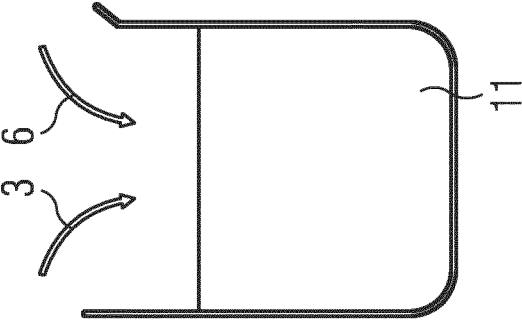


FIG 5B

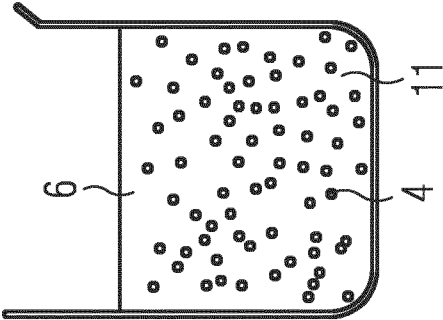


FIG 5C

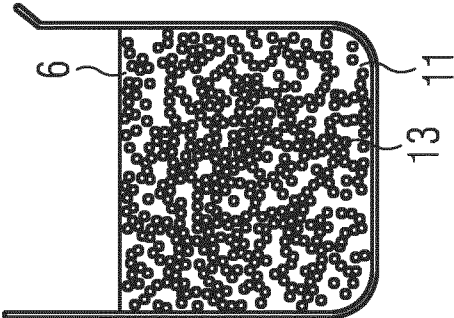


FIG 5D

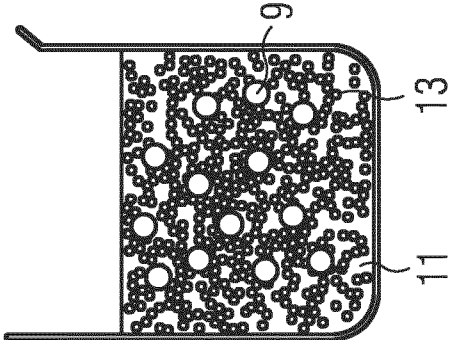


FIG 5E

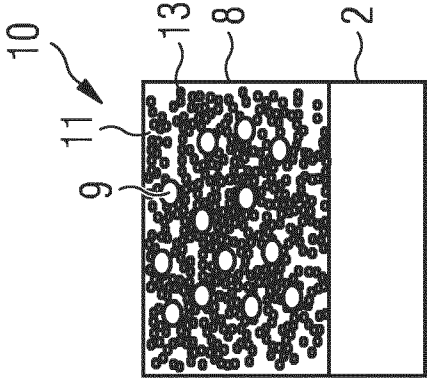


FIG 5F

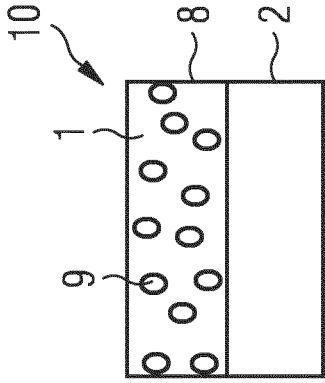
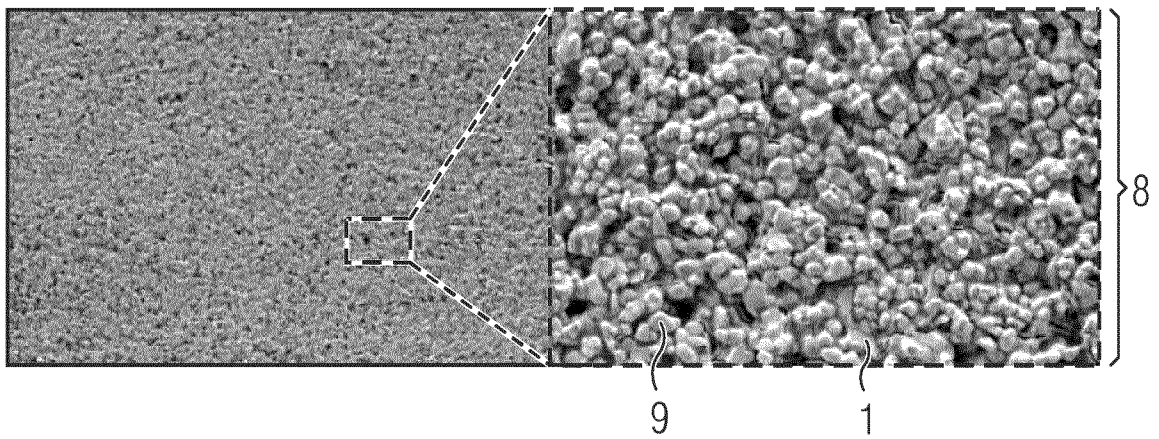


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/076631

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 33/56**(2010.01)i; **C09D 183/00**(2006.01)i; **H01L 33/50**(2010.01)n

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C09D; C08K; C08L; H01L; C09J

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 2010025724 A1 (BAE BYEONG-SOO [KR] ET AL) 04 February 2010 (2010-02-04) paragraphs [0017], [0021], [0025], [0034] - [0038], [0044], [0059] - [0061]	1-16
X	US 7772594 B2 (KANSAI ELECTRIC POWER CO [JP]; ADEKA CORP [JP]) 10 August 2010 (2010-08-10) columns 4,7,9,16	1
X	JIN JUNGHO ET AL. "Silica nanoparticle-embedded sol-gel organic/inorganic hybrid nanocomposite for transparent OLED encapsulation" <i>ORGANIC ELECTRONICS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL</i> , Vol. 13, No. 1, 30 September 2011 (2011-09-30), pages 53-57 DOI: 10.1016/J.ORGEL.2011.09.008 ISSN: 1566-1199, XP028856745 the whole document	1

☐ 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

29 November 2019

Date of mailing of the international search report

13 December 2019

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/EP2019/076631

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2010025724	A1	04 February 2010	EP	2157624	A1	24 February 2010
				JP	2010037538	A	18 February 2010
				KR	20100013368	A	10 February 2010
				US	2010025724	A1	04 February 2010
US	7772594	B2	10 August 2010	CN	101032023	A	05 September 2007
				EP	1801871	A1	27 June 2007
				JP	2006073950	A	16 March 2006
				KR	20070043017	A	24 April 2007
				US	2008210948	A1	04 September 2008
				WO	2006028081	A1	16 March 2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L33/56 C09D183/00

ADD. H01L33/50

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

C09D C08K C08L H01L C09J

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 2010/025724 A1 (BAE BYEONG-SOO [KR] ET AL) 4. Februar 2010 (2010-02-04) Absätze [0017], [0021], [0025], [0034] - [0038], [0044], [0059] - [0061] -----	1-16
X	US 7 772 594 B2 (KANSAI ELECTRIC POWER CO [JP]; ADEKA CORP [JP]) 10. August 2010 (2010-08-10) Spalten 4,7,9,16 ----- -/-	1



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

29. November 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/12/2019

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

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JIN JUNGHO ET AL: "Silica nanoparticle-embedded sol-gel organic/inorganic hybrid nanocomposite for transparent OLED encapsulation", ORGANIC ELECTRONICS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Bd. 13, Nr. 1, 30. September 2011 (2011-09-30), Seiten 53-57, XP028856745, ISSN: 1566-1199, DOI: 10.1016/J.ORGEL.2011.09.008 das ganze Dokument -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/076631

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010025724 A1	04-02-2010	EP 2157624 A1	24-02-2010
		JP 2010037538 A	18-02-2010
		KR 20100013368 A	10-02-2010
		US 2010025724 A1	04-02-2010

US 7772594 B2	10-08-2010	CN 101032023 A	05-09-2007
		EP 1801871 A1	27-06-2007
		JP 2006073950 A	16-03-2006
		KR 20070043017 A	24-04-2007
		US 2008210948 A1	04-09-2008
		WO 2006028081 A1	16-03-2006
