

(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
21. Juni 2012 (21.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/080263 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/072627

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Dezember 2011 (13.12.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 054 280.6
13. Dezember 2010 (13.12.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PETERSEN, Kirstin** [DE/DE]; Gumppenbergstr. 5, 93053 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSKANZLEI MBH**; Ridlerstr. 55, 80339 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

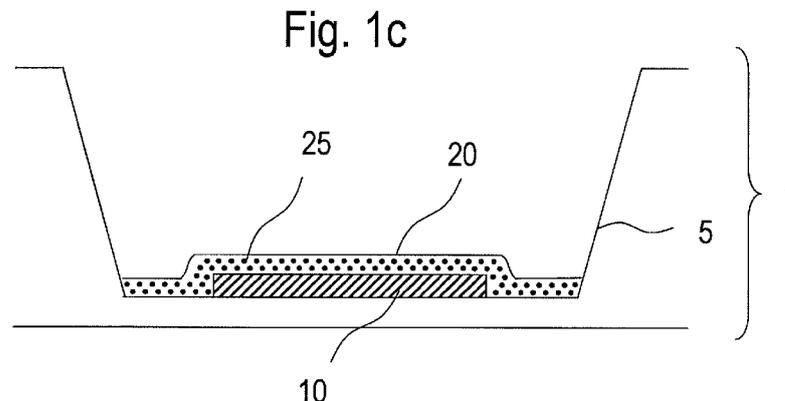
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR GENERATING A LUMINESCENCE CONVERSION MATERIAL LAYER, COMPOSITION THEREFOR AND COMPONENT COMPRISING SUCH A LUMINESCENCE CONVERSION MATERIAL LAYER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINER LUMINESZENZKONVERSIONSSTOFFSCHICHT, ZUSAMMENSETZUNG HIERFÜR UND BAUELEMENT UMFASSEND EINE SOLCHE LUMINESZENZKONVERSIONSSTOFFSCHICHT



(57) Abstract: An embodiment of the invention describes a method for generating a luminescence conversion material layer (20) on a substrate (1) with a semiconductor element (10) emitting a primary radiation during operation, comprising the following method steps: (a) providing the substrate (1); (b) providing a composition (21) which comprises a luminescence conversion material (25), a matrix material and a solvent; (c) applying the composition (21) to be substrate (1); (d) removing at least a part of the solvent such that the luminescence conversion material layer (20) is formed on the substrate (1).

(57) Zusammenfassung: Eine Ausführungsform der Erfindung beschreibt ein Verfahren zum Erzeugen einer Lumineszenzkonversionsstoffschicht (20) auf einem Substrat (1) mit einem im Betrieb eine Primärstrahlung emittierenden Halbleiterelement (10), das die folgenden Verfahrensschritte umfasst: (a) Bereitstellen des Substrates (1); (b) Bereitstellen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/080263 A1

- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

einer Zusammensetzung (21), die ein Lumineszenzkonversionsstoff (25), ein Matrixmaterial und ein Lösungsmittel umfasst; (c) Aufbringen der Zusammensetzung (21) auf das Substrat (1); (d) Entfernen zumindest eines Teils des Lösungsmittels, sodass die Lumineszenzkonversionsstoffschicht (20) auf dem Substrat (1) ausgebildet wird.

Beschreibung

Verfahren zum Erzeugen einer Lumineszenzkonversionsstoff-
schicht, Zusammensetzung hierfür und Bauelement umfassend
5 eine solche Lumineszenzkonversionsstoffschicht

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen
Patentanmeldung 10 2010 054 280.6, deren Offenbarungsgehalt
hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen einer
Lumineszenzkonversionsstoffschicht, eine Zusammensetzung, die
in dem Verfahren verwendet wird, sowie ein Bauelement
umfassend eine solche Lumineszenzkonversionsstoffschicht.

15

In Strahlung emittierenden Bauelementen werden häufig
Lumineszenzkonversionsstoffe verwendet, um die von einer
Strahlungsquelle emittierte Strahlung teilweise in eine
Strahlung mit einer geänderten Wellenlänge zu konvertieren.

20

Bei einem Strahlung emittierenden Bauelement sind in der
Regel ein gleichmäßiger Farbeindruck der emittierten
Strahlung und eine hohe Effizienz wünschenswert, weswegen dem
Einbringen des Lumineszenzkonversionsstoffs in das Bauelement
eine besondere Bedeutung zukommt.

25

Eine zu lösende Aufgabe der Erfindung besteht daher darin,
ein Verfahren zum Erzeugen einer Lumineszenzkonversionsstoff-
schicht mit verbesserten Eigenschaften anzugeben.

30

Weitere Aufgaben sind es, eine Zusammensetzung, die in einem
solchen Verfahren verwendet wird, sowie ein Bauelement, das
eine solche Lumineszenzkonversionsstoffschicht mit
verbesserten Eigenschaften umfasst, anzugeben.

Zumindest eine dieser Aufgaben wird durch das Verfahren, die Zusammensetzung und das Bauelement nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung gelöst.

- 5 Es wird ein Verfahren zum Erzeugen einer Lumineszenzkonversionsstoffschicht auf einem Substrat mit einem im Betrieb eine Primärstrahlung emittierenden Halbleiterelement angegeben, das folgende Verfahrensschritte umfasst:
- (a) Bereitstellen des Substrates;
 - 10 (b) Bereitstellen einer Zusammensetzung, die einen Lumineszenzkonversionsstoff, ein Matrixmaterial und ein Lösungsmittel umfasst;
 - (c) Aufbringen der Zusammensetzung auf das Substrat;
 - (d) Entfernen zumindest eines Teils des Lösungsmittels,
 - 15 sodass die Lumineszenzkonversionsstoffschicht auf dem Substrat ausgebildet wird.

Insbesondere die Verfahrensschritte (a) und (b) können in beliebiger Reihenfolge oder auch gleichzeitig durchgeführt werden. Die Verfahrensschritte (c) und (d) können

20 gegebenenfalls zeitgleich erfolgen, meistens jedoch nacheinander. Das im Betrieb eine Primärstrahlung emittierende Halbleiterelement wird im Folgenden auch als das "Halbleiterelement" bezeichnet.

25 Die Lumineszenzkonversionsstoffschicht kann zumindest teilweise durch Sedimentation also Absinken des Lumineszenzkonversionsstoffs ausgebildet werden. Dazu kann zwischen dem Aufbringen der Zusammensetzung und dem eigentlichen Entfernen des Lösungsmittels etwas Zeit verstreichen. Das Entfernen des

30 Lösungsmittels im Verfahrensschritt (d) und/oder die Zugabe der Zusammensetzung im Verfahrensschritt (c) können auch so durchgeführt werden, dass der Lumineszenzkonversionsstoff

zumindest teilweise währenddessen sedimentieren kann. Der Lumineszenzkonversionsstoff kann in Gegenwart des Lösungsmittels und des Matrixmaterials sedimentieren, auch wenn bereits mehr Matrixmaterial als Lösungsmittel vorliegt.

5

Beim Aufbringen der Zusammensetzung im Verfahrensschritt (c) und/oder beim Ausbilden der Lumineszenzkonversionsstoffschicht im Verfahrensschritt (d) können turbulente Strömungen vermieden werden, wodurch die Lumineszenzkonversionsstoffschicht mit verbesserter Gleichmäßigkeit auf dem Substrat ausgebildet werden kann. Dies wird durch das Lösungsmittel in der Zusammensetzung im Vergleich zu herkömmlichen Zusammensetzungen ohne Lösungsmittel erleichtert. Daher kann beispielsweise auf ein Erwärmen der Zusammensetzung auf eine
10 Temperatur über der Umgebungstemperatur, beispielsweise über 25°C, zum Aufbringen verzichtet werden, wodurch das Verfahren vereinfacht wird.

15

Die Gleichmäßigkeit kann beurteilt werden, indem Schliffe durch die Schicht und das Substrat oder Teile des Substrats, zum Beispiel im Querschnitt, angefertigt und dann mit einem Mikroskop oder einem Rasterelektronenmikroskop (REM) analysiert werden. Dadurch können zum Beispiel der Grad und der Gradient der Lumineszenzkonversionsstoffabsenkung, die Dichte
20 der Leuchtstoffschicht und Dichtegradienten bestimmt werden.

25

Die im Verfahrensschritt (d) ausgebildete Lumineszenzkonversionsstoffschicht kann insbesondere auf dem Substrat beziehungsweise auf der Schicht auf der sie unmittelbar erzeugt wird eine gute Haftung aufweisen, sodass weder ein Klebstoff noch eine Klebeschicht benötigt werden. Hierdurch
30 können ein Arbeitsschritt zum Aufbringen des Klebstoffs sowie natürlich der Klebstoff an sich eingespart werden.

Vorteilhafterweise wird dadurch auch die Abstrahlcharakteristik und die Farbhomogenität einer Strahlung emittierenden Bauelements mit einer solchen Lumineszenzkonversionsstoffschicht verbessert, da im Gegensatz zu einem
5 herkömmlichen Bauelement nicht eine transparente Klebeschicht ungewollt als Lichtleiter fungieren kann, durch die unkonvertierte Primärstrahlung auskoppelt werden könnte.

Im Betrieb emittiert das Halbleiterelement eine Primärstrahlung mit einer ersten Wellenlänge, wobei die erste
10 Wellenlänge das Spektrum der Primärstrahlung angibt. Der Lumineszenzkonversionsstoff konvertiert die Primärstrahlung zumindest teilweise in eine Sekundärstrahlung mit einer zweiten, längeren Wellenlänge. Die zweite Wellenlänge gibt
15 das Spektrum der Sekundärstrahlung an.

Die Wahl der Halbleitermaterialien ist erfindungsgemäß nicht begrenzt. Insbesondere können Halbleitermaterialien verwendet werden, die eine Primärstrahlung im sichtbaren Bereich des
20 Spektrums (420 bis 780 nm Wellenlänge) oder im UV-Bereich (200 bis 420 nm Wellenlänge) emittieren.

Die Wahl des Lumineszenzkonversionsstoffs ist erfindungsgemäß nicht begrenzt. Beispiele für derartige Lumineszenzkonversionsstoffe und Lumineszenzkonversionsstoffmischungen sind:
25 - Chlorosilikate, wie beispielsweise in DE 10036940 und dem dort beschriebenen Stand der Technik offenbart,
- Orthosilikate, Sulfide, Thiometalle und Vanadate wie beispielsweise in WO 2000/33390 und dem dort beschriebenen
30 Stand der Technik offenbart,
- Aluminate, Oxide, Halophosphate, wie beispielsweise in US 6616862 und dem dort beschriebenen Stand der Technik offenbart,

- Nitride, Sione und Sialone wie beispielsweise in DE 10147040 und dem dort beschriebenen Stand der Technik offenbart, und

5 - Granate der Seltenen Erden wie YAG:Ce und der Erdalkalielelemente wie beispielsweise in US 2004-062699 und dem dort beschriebenen Stand der Technik offenbart.

Der Lumineszenzkonversionsstoff kann auch eine Kombination von unterschiedlichen Lumineszenzkonversionsstoffen sein. Der
10 Lumineszenzkonversionsstoff kann in Partikeln vorliegen, die beispielsweise sphärisch, plättchenförmig, polyedrisch, amorph, eine beliebige andere definierte Form und/oder Kombinationen dieser Formen aufweisen können. Diese Partikel bestehen zumindest teilweise aus dem Lumineszenzkonversionsstoff. Der Offenbarungsgehalt der Referenzen wird insofern
15 hiermit durch Rückbezug aufgenommen.

Die Lumineszenzkonversionsstoffschicht kann sich insbesondere gleichmäßig auf dem Substrat und im Strahlengang der Primärstrahlung ausbilden. Dadurch kann insgesamt die Gleichmäßigkeit der Abstrahlung und des Farbeindrucks der emittierten
20 Strahlung eines Bauelementes verbessert werden. Als "Strahlung" wird in diesem Zusammenhang die Überlagerung sämtlicher im Betrieb emittierter Strahlungen verstanden, also beispielsweise die Überlagerung von Primärstrahlung und
25 Sekundärstrahlung. Die emittierte Strahlung kann einen beliebigen Farbeindruck im CIE-Diagramm, beispielsweise einen weißen Farbeindruck, aufweisen.

30 Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die Verfahrensschritte (c) und (d) mehrfach hintereinander durchgeführt werden. Es können auch die Verfahrensschritte (b), (c) und (d) mehrfach hintereinander durchgeführt werden, wobei auch

unterschiedliche Zusammensetzungen, zum Beispiel mit unterschiedlichen Lumineszenzkonversionsstoffen, verwendet werden können. Hierdurch ist es möglich, den Farbeindruck der emittierten Strahlung besonders fein einzustellen.

5

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird im Verfahrensschritt (c) die Zusammensetzung in eine Ausnehmung des Substrats aufgebracht. Das Halbleiterelement kann insbesondere in der Ausnehmung angeordnet sein und/oder einen Boden der Ausbildung ausbilden.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die im Verfahrensschritt (c) aufgebrachte Zusammensetzung einen Meniskus auf. Ein solcher Meniskus kann beispielsweise durch Wechselwirkungen, zum Beispiel Adhäsionseffekte, der Zusammensetzung mit den Seitenwänden einer Ausnehmung gebildet werden. Daher kann auch die ausgebildete Lumineszenzkonversionsstoffschicht einen leicht konkaven Rand aufweisen. Dies kann beispielsweise anhand von Schlifflinien durch das Substrat mit der Lumineszenzkonversionsstoffschicht und anschließender Auswertung mittels eines Mikroskops nachgewiesen werden.

15

20

25

Ein solcher Meniskus kann mitunter nur schwach ausgebildet sein, wenn die Lumineszenzkonversionsstoffschicht eine sehr hohe Dichte aufweist. Es sind durchaus auch Ausführungsformen denkbar in denen kein Meniskus nachgewiesen werden kann, zum Beispiel wenn die Lumineszenzkonversionsstoffschicht nur wenig Matrixmaterial aufweist.

30

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird im Verfahrensschritt (c) die Zusammensetzung unmittelbar auf das Halbleiterelement aufgebracht.

Dass eine erste Schicht, ein erster Bereich oder eine erste Vorrichtung "auf" einer zweiten Schicht, einem zweiten Bereich oder einer zweiten Vorrichtung angeordnet oder aufgebracht ist, kann dabei in dieser Anmeldung bedeuten, dass die erste Schicht, der erste Bereich oder die erste Vorrichtung unmittelbar in direktem mechanischen und/oder elektrischen Kontakt auf der zweiten Schicht, dem zweiten Bereich oder der zweiten Vorrichtung beziehungsweise zu den zwei weiteren Schichten, Bereichen oder Vorrichtungen angeordnet oder aufgebracht ist. Weiterhin kann auch ein mittelbarer Kontakt bezeichnet sein, bei dem weitere Schichten, Bereiche und/oder Vorrichtungen zwischen der ersten Schicht, dem ersten Bereich oder der ersten Vorrichtung und der zweiten Schicht, dem zweiten Bereich oder der zweiten Vorrichtung beziehungsweise den zwei weiteren Schichten, Bereichen oder Vorrichtungen angeordnet sind.

Die Lumineszenzkonversionsstoffschicht kann sich somit auch unmittelbar auf dem Halbleiterelement ausbilden. Dabei weist die Lumineszenzkonversionsstoffschicht insbesondere eine gute Haftung auf der Oberfläche des Halbleiterelementes auf, sodass auf den Einsatz von Klebstoffen verzichtet werden kann. Die Lumineszenzkonversionsstoffschicht kann formschlüssig und/oder kraftschlüssig und/oder stoffschlüssig mit dem Halbleiterelement verbunden sein, was insbesondere über das Matrixmaterial geschieht. Die Lumineszenzkonversionsstoffschicht kann die exponierten Flächen des Halbleiterelementes gleichmäßig bedecken, wodurch die bereits beschriebenen Vorteile erhalten werden.

30

Da die exponierten Flächen des Halbleiterelementes gleichmäßiger mit Lumineszenzkonversionstoff als nach dem Stand der Technik bedeckt sind, werden Stellen oder Flächen mit unzu-

reichender Konversion der Primärstrahlung verkleinert oder ganz vermieden. Daher kann im Vergleich zu herkömmlichen Bauelementen, in denen beispielsweise ein Lumineszenzkonversionsstoffelement mit einer Klebeschicht auf einem Halbleiterelement angeordnet ist, die Strahlung gleichmäßiger abgegeben werden. Im Gegensatz dazu kann eine solche Klebeschicht wie ein Lichtleiter wirken und Strahlung auskoppeln. Diese ist dann jedoch nur unzureichend oder gar nicht konvertiert, wodurch ein ungleichmäßiger Farbeindruck der abgegeben Strahlung entsteht (sogenanntes blue-piping).

Wenn die Lumineszenzkonversionsstoffschicht unmittelbar auf dem Halbleiterelement ausgebildet wird, kann die durch Strahlungskonversion erzeugte Wärme besser über das Halbleiterelement abgegeben und abgeführt werden, als dies bei einer herkömmlichen Anordnung mit einer Klebeschicht zwischen Halbleiterelement und Lumineszenzkonversionsstoffelement der Fall ist. Hierdurch kann die Konversionseffizienz des Lumineszenzkonversionsstoffs verbessert werden, da dieser in der Regel bei niedrigen Temperaturen eine höhere Effizienz aufweist als bei höheren Temperaturen. Dadurch kann das Halbleiterelement beispielsweise bei höheren Strömen betrieben werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Halbleiterelement in dem im Verfahrensschritt (a) bereitgestellten Substrat an seinen lateralen Flächen ein reflektierendes Material auf. Dadurch kann lediglich eine Hauptfläche des Halbleiterelementes exponiert sein, sodass die im Verfahrensschritt (d) ausgebildete Lumineszenzkonversionsstoffschicht nur auf dieser Hauptfläche erzeugt wird. Somit wird die Primärstrahlung nur oder zumindest hauptsächlich durch diese Hauptfläche des Halbleiterelementes emittiert, was zu einer

nochmals verbesserten Farbkonstanz und gleichmäßigeren Abstrahlung führen kann.

Als reflektierende Materialien können beispielsweise TiO₂,
5 ZrO₂, Al₂O₃, Glas, SiO₂-Partikel und Kombinationen dieser
Materialien verwendet werden. Diese Materialien können
entweder direkt oder beispielsweise in einer Matrix aus einem
Glas oder einem Polymermaterial angeordnet sein.

10 Beispielsweise kann das Halbleiterelement wie bereits ausge-
führt in einer Ausnehmung des Substrates angeordnet sein, und
mit dem reflektierende Material eine ebene Fläche erzeugt
werden, die die Hauptfläche des Halbleiterelementes umfasst.
Hierdurch kann die Lumineszenzkonversionsstoffschicht mit
15 verbesserter Gleichmäßigkeit ausgebildet werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das im Verfahrens-
schritt (a) bereitgestellte Substrat eine Ausnehmung auf,
deren laterale Begrenzungen Strukturen ausbilden, die einen
20 Photolack umfassen oder daraus bestehen. Die Zusammensetzung
kann im Verfahrensschritt (c) in diese Ausnehmung aufgebracht
werden. Die lateralen Begrenzungen können so ausgeformt sein,
dass der Boden der Ausnehmung zumindest teilweise von dem
Halbleiterelement beziehungsweise einer Hauptfläche des Halb-
25 leiterelementes ausgebildet wird. Hierdurch wird insbesondere
eine gleichmäßige Ausbildung der Lumineszenzkonversionsstoff-
schicht unmittelbar auf dem Halbleiterelement ermöglicht.

Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform werden in
30 einem weiteren Verfahrensschritt (e) die Strukturen, die
einen Photolack umfassen, entfernt. Dies kann durch
Bestrahlen, zum Beispiel mit UV-Strahlung, geschehen, sodass
der Photolack im Anschluss, beispielsweise mit einem

Lösungsmittel, leicht entfernt werden kann. Die Bereiche, in denen der Photolack entfernt wurde, weisen wenig oder gar keine Rückstände der Zusammensetzung beziehungsweise der Lumineszenzkonversionsstoffschicht auf, sodass in diesen
5 Bereichen das Halbleiterelement gut geteilt werden kann.

Beispielsweise können so aus dem Halbleiterelement Chips hergestellt werden, die auf einer Hauptfläche eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht nach zumindest einer
10 Ausführungsform der Erfindung aufweisen. Insbesondere können so mehrere solche Halbleiterchips, die im Betrieb Strahlung mit einem gewünschten, zum Beispiel weißen, Farbeindruck abstrahlen, parallel hergestellt werden. Beispielsweise können diese Halbleiterchips in Bauelementen verwendet
15 werden, sodass auf einen weiteren Schritt zum Aufbringen von Lumineszenzkonversionsstoffen verzichtet werden kann, wodurch die Herstellung der Bauelemente vereinfacht wird und die Produktionskosten gesenkt werden.

20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird im Verfahrensschritt (d) aus dem Halbleiterelement und der Lumineszenzkonversionsstoffschicht ein mit einem weißen Farbeindruck emittierender Halbleiterchip erhalten. Mehrere solche mit einem weißen Farbeindruck emittierende Halbleiterchips können
25 auch parallel erzeugt werden, wie es zuvor beschrieben wurde.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Zusammensetzung im Verfahrensschritt (c) beim Aufbringen eine Viskosität von $< 1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ auf. Die Zusammensetzung kann beim
30 Aufbringen im Verfahrensschritt (c) eine Viskosität von $\leq 100 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ und insbesondere von $\leq 50 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, beispielsweise $< 20 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, aufweisen. Die Viskosität gibt hier die dynamische

Viskosität der Zusammensetzung an und wird mit einem Rheometer bestimmt.

Durch die niedrige Viskosität der Zusammensetzung werden die
5 Flächen, auf denen die Zusammensetzung aufgebracht wird,
gleichmäßig benetzt. Insbesondere werden dadurch (kleinere)
Unebenheiten ausgeglichen. Die niedrige Viskosität äußert
sich auch in einer geringen Oberflächenspannung der Zusammen-
setzung. Ein weiterer Vorteil ist, dass eine Sedimentation
10 des Lumineszenzkonversionsstoffs beziehungsweise der
Partikel, die den Lumineszenzkonversionsstoff enthalten oder
daraus bestehen, besonders gleichmäßig erfolgt und im
Regelfall auch im nennenswerten Umfang erfolgen kann.
Hierdurch wird im Verfahrensschritt (d) eine besonders
15 gleichmäßige Lumineszenzkonversionsstoffschicht auf dem
Substrat ausgebildet. Des Weiteren kann eine solche
Zusammensetzung gut gehandhabt und dosiert werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die im Verfahrensschritt (b) bereitgestellte Zusammensetzung so ausgebildet,
20 dass diese über einen nadelförmigen Auslass mit einem
Öffnungsdurchmesser von ≤ 1 mm, insbesondere 0,1 bis 0,5 mm,
aufbringbar ist.

25 Eine Erniedrigung der Viskosität kann neben der Wahl der
Komponenten der Zusammensetzung auch dadurch erreicht werden,
indem während oder vor Verfahrensschritt (c) die
Zusammensetzung erwärmt wird. Zudem oder alternativ dazu kann
die Zusammensetzung gerührt, geschüttelt und/oder durch eine
30 Nadel gepresst werden, wodurch die Zusammensetzung gesichert
wird. Aufgrund der Scherung nimmt die Viskosität ab.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird im Verfahrensschritt (d) eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht ausgebildet, die eine Schichtdicke von $\leq 60 \mu\text{m}$, insbesondere von $\leq 50 \mu\text{m}$ und oft von $\leq 40 \mu\text{m}$ aufweist. Das heißt, die ausgebildete Lumineszenzkonversionsstoffschicht weist in der Regel eine geringere Schichtdicke auf, als dies bei herkömmlichen Lumineszenzkonversionsstoffelementen der Fall ist, die in der Regel Schichtdicken von $\geq 80 \mu\text{m}$ aufweisen. Somit lassen sich mit der anmeldungsgemäßen Lumineszenzkonversionsstoffschicht auch kleinere Bauelemente beziehungsweise Bauelemente mit geringerer Höhe realisieren, und es kann die Wärmeabfuhr über dem Halbleiterelement verbessert werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird im Verfahrensschritt (d) eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht ausgebildet, die einen Gehalt an Lumineszenzkonversionsstoff von $\geq 50 \text{ Gew-}\%$ aufweist ($\text{Gew-}\%$ = Gewichtsprozent). Der Gehalt an Lumineszenzkonversionsstoff kann $\geq 75 \text{ Gew-}\%$ und insbesondere $\geq 85 \text{ Gew-}\%$, beispielsweise $90 \text{ Gew-}\%$, sein. Die Angabe bezieht sich auf die vollständige Masse der Lumineszenzkonversionsstoffschicht. Die Lumineszenzkonversionsstoffschicht kann auch bei einem hohen Gehalt an Lumineszenzkonversionsstoff gut auf dem Substrat beziehungsweise auf dem Halbleiterelement anhaften. Insbesondere werden die Materialien so gewählt, dass unabhängig von dem konkreten Gehalt in $\text{Gew-}\%$ eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht ausgebildet wird, die $> 35 \text{ Vol-}\%$, insbesondere $> 45 \text{ Vol-}\%$, zum Beispiel $50 \text{ Vol-}\%$, Lumineszenzkonversionsstoff aufweist ($\text{Vol-}\%$ = Volumenprozent).

30

Vorteile einer solch hohen Lumineszenzkonversionsstoffkonzentration sind beispielsweise eine gute Wärmeleitfähig-

keit. Dadurch können die abgestrahlte Wärme des Halbleiter-
elements und insbesondere die durch Konversion gebildete
Wärme besser von der Lumineszenzkonversionsstoffschicht
abgeführt werden. Eine verbesserte Wärmeabfuhr führt auch zu
5 einer höheren Konversionseffizienz. Zudem wird auch die
Farbhomogenität der von einem Bauelement abgestrahlten
Strahlung erhöht.

Da die für die Herstellung der Lumineszenzkonversionsstoff-
10 schicht verwendete Zusammensetzung ein Lösungsmittel enthält,
kann der Lumineszenzkonversionsstoff nach zumindest teilwei-
sen Entfernen des Lösungsmittels in höheren Konzentrationen
in der Lumineszenzkonversionsstoffschicht vorliegen, als dies
bei herkömmlichen Schichten oder Elementen der Fall ist. Die
15 Lumineszenzkonversionsstoffschicht kann daher anmeldungsgemäß
so ausgebildet werden, dass diese eine dichtere Packung an
Lumineszenzkonversionsstoff als nach dem Stand der Technik
aufweist. Der Lumineszenzkonversionsstoff kann zumindest
teilweise eine dichteste Packung im Matrixmaterial ausbilden.

20
Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die im Verfahrens-
schritt (d) ausgebildete Lumineszenzkonversionsstoffschicht
einen Gehalt an Matrixmaterial von ≤ 50 Gew-% auf. Der Gehalt
an Matrixmaterial kann ≤ 25 Gew-% und insbesondere ≤ 15 Gew-
25 %, zum Beispiel 10 Gew-%, sein. Die Lumineszenzkonversions-
stoffschicht kann also weitgehend oder vollständig aus
Lumineszenzkonversionsstoff und Matrixmaterial gebildet sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Zusammensetzung
30 so aufgebracht, dass vor und/oder während dem Verfahrens-
schritt (d) der Lumineszenzkonversionsstoff binnen 60 min und
insbesondere binnen 30 min, beispielsweise binnen 15 min,
sedimentiert wird. In der Regel erfolgt innerhalb dieser

Zeitspanne eine teilweise oder vollständige Sedimentation des Lumineszenzkonversionsstoffes. Danach und/oder währenddessen kann das Lösungsmittel zumindest teilweise entfernt werden.

5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird im Verfahrensschritt (d) das Lösungsmittel bei erhöhter Temperatur und/oder bei verringertem Druck und/oder mittels Bestrahlen entfernt. Eine erhöhte Temperatur bedeutet eine Temperatur oberhalb der Raumtemperatur (25°C), sodass das Lösungsmittel
10 leichter beziehungsweise schneller entfernt werden kann.

Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform wird im Verfahrensschritt (d) das Lösungsmittel bei einer Temperatur zwischen 40 und 160°C und insbesondere zwischen 40 und 80°C,
15 beispielsweise bei 60°C, entfernt.

Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform wird im Verfahrensschritt (d) das Lösungsmittel bei einem Druck zwischen 0,5 und 800 mbar und insbesondere zwischen 1 und 100 mbar,
20 beispielsweise bei 10 mbar, entfernt. Durch einen Unterdruck wird das Entfernen des Lösungsmittels beschleunigt.

Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform wird im Verfahrensschritt (d) zum Entfernen des Lösungsmittels mit
25 einer Strahlung bestrahlt. Die Strahlung kann beispielsweise eine Beta- oder eine Gammastrahlung sein. Es können auch eine UV-Strahlung oder eine Infrarotstrahlung verwendet werden. Im Prinzip kann auch mit Mikrowellen bestrahlt beziehungsweise erwärmt werden. Die zum Bestrahlen verwendete Strahlung
30 entspricht nicht der im Betrieb des Halbleiterelementes emittierten Strahlung.

Es kann in beliebigen Kombinationen zum zumindest teilweisen Entfernen das Lösungsmittel im Verfahrensschritt (d) erwärmt und/oder ein Unterdruck angelegt und/oder mit einer Strahlung bestrahlt werden. Dabei wird in der Regel das Lösungsmittel
5 weitgehend im Verfahrensschritt (d) entfernt, sodass die Lumineszenzkonversionsstoffschicht nur einen geringen oder gar keinen Restgehalt an Lösungsmittel aufweist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform enthält die im
10 Verfahrensschritt (d) ausgebildete Lumineszenzkonversionsstoffschicht einen Restgehalt von bis zu 5 Gew-% Lösungsmittel und insbesondere von bis zu 3 Gew-% Lösungsmittel, typischerweise 1 bis 2 Gew-%. Ein geringer Restgehalt an Lösungsmittel kann dazu verwendet werden, um die Haftung der
15 Lumineszenzkonversionsstoffschicht auf dem Substrat beziehungsweise auf dem Halbleiterelement zu verbessern. Das Lösungsmittel kann also als Haftvermittler wirken. Der Restgehalt an Lösungsmittel in der Lumineszenzkonversionsstoffschicht kann mittels Festkörper-Kernmagnetresonanz-
20 spektroskopie (Festkörper-NMR) bestimmt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird im Verfahrensschritt (d) eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht ausgebildet, in der die Konzentration des Lumineszenz-
25 konversionsstoffs in einer Matrix, die das Matrixmaterial umfasst oder daraus besteht, einen Gradienten aufweist. Dieser Gradient kann zum Beispiel als Folge der Sedimentation des Lumineszenzkonversionsstoffs ausgebildet werden.

30 Ein solcher Gradient kann derart ausgebildet sein, dass in den dem Substrat oder dem Halbleiterelement zugewandten Bereichen der ausgebildeten Lumineszenzkonversionsstoffschicht eine höhere Konzentration an Lumineszenzkonversions-

stoff vorliegt, als dies in den abgewandten Bereichen der Fall ist. Der Gradient kann beispielsweise linear sein. Ein Gradient kann für einen graduell variierenden effektiven Brechungsindex genutzt werden. Zum Beispiel kann der

5 Brechungsindexunterschied (sogenannter index-jump) zwischen Halbleiterelement und Lumineszenzkonversionsstoff gegenüber einer optional darauf angeordneten Vergussmasse aus Silikon oder gegenüber einer Gasatmosphäre vermindert werden, wodurch die Strahlungsauskopplung verbessert wird.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform enthält die im Verfahrensschritt (b) bereitgestellte Zusammensetzung neben Matrixmaterial und Lösungsmittel 2 bis 50 Gew-% und insbesondere 5 bis 30 Gew-% Lumineszenzkonversionsstoff. Beim

15 zumindest teilweisen Entfernen des Lösungsmittels im Verfahrensschritt (d) wird der Anteil an Lumineszenzkonversionsstoff erhöht, bis das Lösungsmittel im ausreichenden Maße entfernt und die Lumineszenzkonversionsstoffschicht ausgebildet ist.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weisen die Partikel des Lumineszenzkonversionsstoffs in der im Verfahrensschritt (b) bereitgestellten Zusammensetzung einen durchschnittlichen Durchmesser von $\leq 20 \mu\text{m}$ und insbesondere von $\leq 10 \mu\text{m}$ auf.

25

Dadurch können im Vergleich zu herkömmlichen Lumineszenzkonversionselementen geringere Schichtdicken realisiert werden. Die Partikelgröße ist jedoch in dem Verfahren nicht besonders limitiert. Zum Beispiel können auch sehr kleine Partikel eingesetzt werden, die in einem herkömmlichen

30 Verfahren ohne Lösungsmittel nicht sedimentieren würden. Die durchschnittlichen Partikeldurchmesser können über ein Siebverfahren bestimmt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weisen mindestens 95 Gew-% und insbesondere mindestens 99 Gew-% der Partikel des Lumineszenzkonversionsstoffs in der im Verfahrensschritt (b) bereitgestellten Zusammensetzung einen maximalen Durchmesser von $\leq 20 \mu\text{m}$ und insbesondere von $\leq 15 \mu\text{m}$ auf.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weisen mindestens 95% und insbesondere mindestens 99% der Partikel des Lumineszenzkonversionsstoffs in der im Verfahrensschritt (b) bereitgestellten Zusammensetzung einen minimalen Durchmesser von $\geq 2 \mu\text{m}$ und insbesondere von $\geq 5 \mu\text{m}$ auf. Kleinere Partikel können beispielsweise zuvor durch ein Siebverfahren abgetrennt werden. Insbesondere an kleinen Partikeln, beispielsweise mit einem Durchmesser von bis zu $2 \mu\text{m}$, kann Strahlung stark gestreut werden. Somit wird also die Transmission verbessert, da weniger Strahlungsverluste in der Lumineszenzkonversionsstoffschicht auftreten.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform enthält die im Verfahrensschritt (b) bereitgestellte Zusammensetzung 5 bis 25 Gew-% Matrixmaterial. Die Zusammensetzung kann ≤ 15 Gew-%, zum Beispiel 10 Gew-%, Matrixmaterial enthalten.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Matrixmaterial in der im Verfahrensschritt (b) bereitgestellten Zusammensetzung ausgewählt aus: Silikon, Epoxidharz, Acrylharz, Precursor dieser Polymerverbindungen und Kombinationen der genannten Materialien. Dabei schließen Kombinationen auch Hybridmaterialien mit ein. Eine Kombination zum Beispiel aus Silikon und Epoxidharz kann also auch ein Silikon-Epoxid-Hybridmaterial sein. Sofern das Matrixmaterial Precursor von Polymerverbindungen enthält oder daraus besteht, können diese im Verfahrensschritt (d) beim Ausbilden der Lumineszenz-

konversionsstoffschicht zumindest teilweise vernetzt werden. Die Vernetzung kann durch Härten, zum Beispiel mittels Erwärmen und/oder Bestrahlen mit den bereits zuvor genannten Strahlungen, erfolgen. Dies kann gleichzeitig und/oder nach dem Entfernen des Lösungsmittels geschehen. Das Matrixmaterial ist insbesondere transparent für die Primärstrahlung sowie für die Sekundärstrahlung, sodass durch das Matrixmaterial in der Lumineszenzkonversionsstoffschicht nur wenig Strahlungsverluste auftreten.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Matrixmaterial in der im Verfahrensschritt (b) bereitgestellten Zusammensetzung ein Silikon. Das Silikon kann ein handelsübliches Silikon, insbesondere Polydialkylsiloxan, Polydiarylsiloxan, Polyalkylarylsiloxan oder eine Kombination davon, enthalten oder daraus bestehen. Beispiele für ein solches Silikon sind Poly(dimethylsiloxan), Polymethylphenylsiloxan oder eine Kombination davon.

15

Gemäß einer weiteren Ausführungsform enthält die im Verfahrensschritt (b) bereitgestellte Zusammensetzung 30 bis 95 Gew-%, insbesondere 50 bis 75 Gew-%, zum Beispiel 60 Gew-%, Lösungsmittel. Die Zusammensetzung weist also in der Regel ein deutlich größeres Volumen als die im Verfahrensschritt (d) ausgebildete Lumineszenzkonversionsstoffschicht auf.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Lösungsmittel in der im Verfahrensschritt (b) bereitgestellten Zusammensetzung geeignet, um das Matrixmaterial und insbesondere ein Silikon zu lösen.

30

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Lösungsmittel in der im Verfahrensschritt (b) bereitgestellten Zusammensetzung

ausgewählt aus: Ester, Ether, Silylether, Disiloxan, Aliphat, aromatischer Kohlenwasserstoff, halogenierter Kohlenwasserstoff und Kombinationen dieser Lösungsmittel. In der Regel ist das Lösungsmittel flüchtig, sodass es im Verfahrensschritt (d) leicht zumindest teilweise entfernt werden kann. Beispielsweise kann das Lösungsmittel einen Siedepunkt von $\leq 120^{\circ}\text{C}$ bei Atmosphärendruck (1013,25 mbar) aufweisen. Eine Beschädigung der Lumineszenzkonversionsstoffschicht ist daher beim Entfernen des Lösungsmittels nicht zu befürchten; denn eine Beschädigung tritt üblicherweise erst auf, wenn lange Zeit über 200°C erhitzt wird.

Niedermolekulare Verbindungen, die als Precursor für Polymerverbindungen verwendet werden können, werden üblicherweise nicht zu den Lösungsmitteln sondern zu den Matrixmaterialien gezählt. Solche niedermolekulare Verbindungen sind beispielsweise Acrylsäure- und Methacrylsäurederivate, Epoxide, Olefine, Isocyanate und ähnliche polymerisierbare Verbindungen. Wesentlich ist jedenfalls, dass das Lösungsmittel in Verfahrensschritt (d) zumindest teilweise entfernt wird, beispielsweise zu ≥ 90 Vol-% und insbesondere ≥ 95 Vol-% (Vol-% = Volumenprozent).

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Lösungsmittel in der im Verfahrensschritt (b) bereitgestellten Zusammensetzung ein Disiloxan, beispielsweise Hexamethyldisiloxan ($\text{Me}_3\text{SiOSiMe}_3$). Dieses Lösungsmittel weist insbesondere den Vorteil auf, dass es sehr gut Silikone zu lösen vermag, vergleichsweise flüchtig ist und in geringen Konzentrationen als Haftvermittler in der Lumineszenzkonversionsstoffschicht verwendet werden kann. Weitere typische Lösungsmittel sind Toluol und Benzol als aromatische Kohlenwasserstoffe, die

alleine oder in Kombination mit anderen Lösungsmitteln, zum Beispiel Hexamethyldisiloxan, eingesetzt werden können.

Die im Verfahrensschritt (b) bereitgestellte Zusammensetzung
5 kann beispielsweise durch Mischen von Lumineszenzkonversionsstoff, Matrixmaterial und Lösungsmittel gebildet werden. Im Prinzip ist es möglich, eine herkömmliche Lumineszenzkonversionsstoff enthaltende Druckpaste, wie sie zum Aufdrucken von Lumineszenzkonversionselementen verwendet
10 wird, mit einem Lösungsmittel zu vermischen und dadurch eine Zusammensetzung nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung zu erhalten.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist auf dem im
15 Verfahrensschritt (a) bereitgestellten Substrat eine Vergussmasse angeordnet. Daher wird die Lumineszenzkonversionsstoffschicht nicht unmittelbar auf dem Halbleiterelement angeordnet. Diese Vergussmasse kann beispielsweise im Strahlengang der Primärstrahlung und/oder im Strahlengang
20 einer teilweise durch einen weiteren, zweiten Lumineszenzkonversionsstoff konvertierten Strahlung angeordnet sein. Dieser zweite Lumineszenzkonversionsstoff kann beispielsweise in einem herkömmlichen Element, in einer Lumineszenzkonversionsstoffschicht nach zumindest einer Ausführungsform
25 der Erfindung, oder in der Vergussmasse verteilt angeordnet sein. Als zweiten Lumineszenzkonversionsstoff können die bereits beschriebenen Lumineszenzkonversionsstoffe verwendet werden. Die Lumineszenzkonversionsstoffschicht kann im
30 Verfahrensschritt (d) auch als Element zur sogenannten remote phosphor conversion auf der Vergussmasse ausgebildet werden. In diesem Fall wird kein zweiter Lumineszenzkonversionsstoff benötigt. Unter remote phosphor conversion wird eine

Strahlungskonversion verstanden, die in einem großen Abstand zur Strahlungsquelle, zum Beispiel $> 750 \mu\text{m}$, erfolgt.

In der Regel wird gemäß dieser Ausführungsform im Verfahrensschritt (c) die Zusammensetzung unmittelbar auf die Vergussmasse aufgebracht. Insbesondere kann dadurch der Farbeindruck der Strahlung sehr fein reguliert werden. Dabei wird häufig auch die Gleichmäßigkeit der Abstrahlung verbessert.

10 Es ist daher beispielsweise möglich, als Substrat im Verfahrensschritt (a) ein Strahlung emittierendes Bauelement, das ein Strahlung emittierendes Halbleiterelement sowie einen zweiten Lumineszenzkonversionsstoff und eine Vergussmasse umfasst, bereitzustellen, den Farbeindruck der vom Bauelement
15 emittierten Strahlung zu bestimmen und diesen anschließend mittels einer Lumineszenzkonversionsstoffschicht, die nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung auf der Vergussmasse ausgebildet wird, zu justieren. Dies kann individuell für jedes Bauelement beziehungsweise jedes
20 Substrat durchgeführt werden.

Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform wird im Verfahrensschritt (d) eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht ausgebildet, bei der die Konzentration an Lumineszenz-
25 konversionsstoff zu den lateralen Seiten hin abnimmt. Somit ist die Konzentration an Lumineszenzkonversionsstoff in der Mitte der ausgebildeten Lumineszenzkonversionsstoffschicht höher, sodass dort eine höhere Konversion erfolgt.

30 In herkömmlichen Bauelementen kann der Farbort der Strahlung vom Winkel θ zur Hauptabstrahlrichtung ($\theta = 0^\circ$) der Strahlung abhängig sein. Das heißt, dass die Strahlung mit einem ungleichmäßigen Farbeindruck abgestrahlt wird. Mit dem

Verfahren nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung kann eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht derart ausgebildet werden, dass ein solcher unterschiedlicher Farbeindruck zumindest teilweise kompensiert wird. Beispielsweise kann eine dünne Lumineszenzkonversionsstoffschicht auf einer Vergussmasse erzeugt werden, in der die Konzentration an Lumineszenzkonversionsstoff einen Gradienten aufweist. Die Konzentration kann insbesondere in der Hauptabstrahlrichtung höher sein als in einem Winkel zur Hauptabstrahlrichtung. Hierdurch kann eine Abhängigkeit des Farbeindrucks vom Winkel θ zumindest teilweise vermindert werden, wodurch insgesamt ein gleichmäßigerer Farbeindruck erhalten wird.

Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform weist die im Verfahrensschritt (d) ausgebildete Lumineszenzkonversionsstoffschicht eine Schichtdicke von $\leq 30 \mu\text{m}$, zum Beispiel $20 \mu\text{m}$, auf. Eine solche, dünne Lumineszenzkonversionsstoffschicht wird daher im Vergleich zu einer dickeren Schicht einen kleineren Anteil der einfallenden Strahlung konvertieren. Somit kann der Farbort der Strahlung sehr fein justiert werden, was insbesondere in einer Ausführungsform der Erfindung, in der die Zusammensetzung im Verfahrensschritt (c) auf eine Vergussmasse aufgebracht wird, von Bedeutung ist.

Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform wird im Verfahrensschritt (d) eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht ausgebildet, in der mindestens 85% der Partikel des Lumineszenzkonversionsstoffs als Monolage oder Submonolage angeordnet sind. Beispielsweise kann die Konzentration an Lumineszenzkonversionsstoff im Bereich der Hauptabstrahlrichtung eines Bauelementes erhöht sein. In diesem Bereich kann mehr als eine Lage an Lumineszenzkonversionsstoff-

partikeln vorhanden sein. Ein Nachweis der Partikelanordnung in der Lumineszenzkonversionsstoffschicht kann durch Schlifflfe und anschließender Analyse per REM bestimmt werden.

5 Anmeldungsgemäß wird auch eine Zusammensetzung zur Erzeugung einer Lumineszenzkonversionsstoffschicht angegeben, umfassend:

- einen Lumineszenzkonversionsstoff,
- ein Matrixmaterial und
- 10 - ein Lösungsmittel.

Die Zusammensetzung kann auch aus diesen Materialien bestehen. Die Zusammensetzung kann insbesondere für ein Verfahren gemäß zumindest einer Ausführungsform der Erfindung verwendet werden, um eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht
15 auf einem Substrat beziehungsweise auf einem Halbleiterelement zu erzeugen. Die Zusammensetzung kann somit die Eigenschaften aufweisen, wie sie bereits vorstehend beschrieben sind.

20 Anmeldungsgemäß wird auch ein Bauelement angegeben, das ein im Betrieb eine Primärstrahlung emittierendes Halbleiterelement und eine im Strahlengang der emittierten Primärstrahlung angeordnete Lumineszenzkonversionsstoffschicht enthält, die nach dem Verfahren gemäß zumindest einer Ausführungsform der
25 Erfindung herstellbar ist beziehungsweise hergestellt wird. Die vom Bauelement abgestrahlte Strahlung weist somit insbesondere einen gleichmäßigen Farbeindruck auf.

Das Bauelement kann die üblichen Bestandteile eines
30 optoelektronischen Bauelementes wie zum Beispiel elektrische Zuleitungen, einen Leiterraahmen, ein Bondpad, ein Bonddraht, Lotmasse, etc. umfassen. Eine Ausnehmung des Bauelementes kann zumindest teilweise mit einer Vergussmasse gefüllt sein.

Das Halbleiterelement kann beispielsweise einen Dünnschicht-Leuchtdioden-Chip umfassen, der sich insbesondere durch folgende charakteristische Merkmale auszeichnet:

- 5 - an einer zu einem Trägerelement hin gewandten ersten Hauptfläche einer Strahlung erzeugenden Epitaxieschichtenfolge ist eine reflektierende Schicht aufgebracht oder ausgebildet, die zumindest einen Teil der in der Epitaxieschichtenfolge erzeugten elektromagnetischen Strahlung in diese zurückreflektiert;
- 10 - die Epitaxieschichtenfolge weist eine Dicke im Bereich von 20 μm oder weniger, insbesondere im Bereich von 10 μm und oft im Bereich von 2 μm auf; und
- die Epitaxieschichtenfolge enthält mindestens eine Halbleiterschicht mit zumindest einer Fläche, die eine
15 Durchmischungsstruktur aufweist, die im Idealfall zu einer annähernd ergodischen Verteilung der Strahlung in der epitaktischen Epitaxieschichtenfolge führt, das heißt sie weist ein möglichst ergodisch stochastisches Streuverhalten auf.
- 20 Ein Grundprinzip eines Dünnschicht-Leuchtdiodenchips ist zum Beispiel in I. Schnitzer et al., Appl. Phys. Lett. 63 (16), 18. Oktober 1993, 2174-2176 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.
- 25 Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Zeichnungen näher erläutert. Dabei geben gleiche Bezugszeichen jeweils gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum
30 besseren Verständnis vergrößert und/oder schematisch dargestellt sein.

Es zeigen

Fig. 1a bis Fig. 1c mehrere Verfahrensschritte eines Verfahrens gemäß zumindest einer Ausführungsform der Erfindung;

5

Fig. 2 ein weiteres Substrat auf dem eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht nach einer Ausführungsform der Erfindung ausgebildet ist;

10 Fig. 3a bis Fig. 3d weitere Ausführungsformen der Erfindung; und

Fig. 4a bis Fig. 4d weitere Ausführungsformen der Erfindung, in denen die Zusammensetzung auf einer Vergussmasse

15 aufgebildet wird.

Die Figuren 1a bis 1c zeigen einen Querschnitt durch ein Substrat 1, das eine Ausnehmung 5, beispielsweise in einem Gehäuse aus Kunststoff oder Keramik, und ein Halbleiterelement 10, das im Betrieb eine Primärstrahlung emittieren kann und in der Ausnehmung 5 angeordnet ist, umfasst. Das Gehäuse kann reflektierende Materialien enthalten (nicht gezeigt). Des Weiteren kann das Substrat 1 die üblichen Bestandteile eines optoelektronischen Bauelementes wie

20 beispielsweise elektrische Zuleitungen, einen Leiterrahmen, ein Bondpad, ein Bonddraht, Lotmasse, etc. umfassen (der Übersichtlichkeit halber nicht gezeigt), sodass aus dem Substrat ein optoelektronisches Bauelementes hergestellt werden kann.

30

In Figur 1a ist unter anderem eine Zusammensetzung 21 nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt, die in einem Verfahrensschritt (c) auf das Substrat 1 aufgebracht

wurde. In diesem Fall wurde die Zusammensetzung 21 in die Ausnehmung 5 und unmittelbar auf das Substrat 1 beziehungsweise auf das Halbleiterelement 10 aufgebracht. Die Zusammensetzung 21 enthält 2 bis 50 Gew-%, beispielsweise 30 Gew-%, Lumineszenzkonversionsstoffpartikel 25. Des Weiteren enthält die Zusammensetzung 21 5 bis 25 Gew-%, beispielsweise 10 Gew-% Matrixmaterial, zum Beispiel ein Silikon, sowie 50 bis 75 Gew-%, beispielsweise 60 Gew-%, Lösungsmittel. Als Lösungsmittel kann Hexamethyldisiloxan verwendet werden.

10

In Figur 1b ist ein Moment eines Verfahrensschritts (d) nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt, in dem ein Großteil des Lumineszenzkonversionsstoffs 25 bereits sedimentiert und ein Teil des Lösungsmittels entfernt ist, beziehungsweise gerade entfernt wird, was durch den Pfeil 22 angedeutet ist. Es kann auch zuerst der Lumineszenzkonversionsstoff 25 (vollständig) sedimentiert und im Anschluss das Lösungsmittel zumindest teilweise entfernt werden (nicht gezeigt).

20

In Figur 1c ist ein abgeschlossener Verfahrensschritt (d) nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht 20, die im Folgenden auch als "Schicht 20" bezeichnet wird, ist gleichmäßig unmittelbar auf den exponierten Flächen des Halbleiterelements 10 beziehungsweise auf dem Substrat 1 erzeugt. Die Konzentration an Lumineszenzkonversionsstoff 25 im Matrixmaterial der Schicht 20 ist in den Bereichen, die an das Halbleiterelement 10 beziehungsweise an das Substrat 1 angrenzen, höher als in den abgewandten Bereichen der Schicht 20, sodass ein Gradient vorhanden ist. Die Schicht 20 ist insbesondere gleichmäßig auf dem Halbleiterelement 10 erzeugt, sodass im Betrieb gleichmäßig Strahlung mit einem

gleichmäßigen Farbeindruck emittiert werden kann. Hierdurch wird zum Beispiel ein sogenanntes blue-piping vermieden.

Die ausgebildete Schicht 20 weist im Regelfall mindestens 75 Gew-%, insbesondere 85 Gew-%, beispielsweise 90 Gew-%, an
5 Lumineszenzkonversionsstoff 25 auf. Des Weiteren kann die Schicht 20 höchstens 25 Gew-%, insbesondere höchstens 15 Gew-% wie beispielsweise 9 Gew-%, Matrixmaterial sowie 1 bis 2 Gew-%, beispielsweise 1 Gew-%, Lösungsmittel enthalten.

10 Das Substrat 1 auf dem eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht 20 nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung erzeugt ist, kann zur Herstellung eines Bauelements verwendet werden. Beispielsweise kann auf der Schicht 20 eine herkömmliche Vergussmasse, zum Beispiel aus einem Silikon oder einem
15 Epoxidharz, angeordnet und gegebenenfalls als Linse ausgeformt werden (nicht gezeigt). Ein solches Bauelement kann Strahlung mit einem beliebigen Farbeindruck, zum Beispiel weiß, emittieren.

20 In Figur 2 ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung gezeigt, in der das Substrat 1 beispielsweise aus Figur 1a zusätzlich eine Schicht 15 aufweist, die reflektierende Materialien wie zum Beispiel TiO_2 umfasst oder daraus besteht. Beispielsweise können das Halbleiterelement 10 sowie
25 die Schicht 15 eine ebene oder nahezu ebene (was Abweichungen von $\leq 15 \mu m$ einschließt) Fläche ausbilden. Eine Schicht 20 ist in diesem Beispiel unmittelbar auf dem Halbleiterelement 10 beziehungsweise auf dem Substrat 1 erzeugt.

30 In Figur 3a ist ein Substrat 1 gezeigt, wie es nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung in einem Verfahrensschritt (a) bereitgestellt wird. Das Substrat 1 kann ein Halbleiterelement 10 sein, auf dem Strukturen 6 erzeugt sind.

Die Strukturen 6 können unmittelbar auf dem Halbleiterelement 10 angeordnet sein und einen Photolack umfassen oder daraus bestehen. Die Strukturen 6 und das Halbleiterelement 10 bilden beispielsweise eine Ausnehmung 5 aus, wobei der Boden 5 der Ausnehmung 5 wie gezeigt durch das Halbleiterelement 10 ausgebildet sein kann.

Das Substrat 1 der Figur 3a kann beispielsweise ein Ausschnitt aus einem Substrat 1 sein, wie es in Figur 3b 10 gezeigt ist, das mehrere Ausnehmungen 5 umfasst, sodass nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung mehrere Lumineszenzkonversionsstoffschichten 20 parallel darauf erzeugt werden können.

15 In Figur 3c ist ein Substrat 1 der Figur 3a und/oder Figur 3b gezeigt, auf dem die Schicht 20 unmittelbar auf dem Substrat 1 beziehungsweise dem Halbleiterelement 10 erzeugt ist. Die Schicht 20 ist insbesondere gleichmäßig ausgebildet.

20 In Figur 3d ist ein Bauelement, ein Halbleiterchip 50, gezeigt, der nach einem Verfahrensschritt (e) aus dem Substrat 1 mit einer Schicht 20, wie es in Figur 3c gezeigt ist, hergestellt wurde. Dazu wurden die Strukturen 6 mit UV-Strahlung bestrahlt und anschließend entfernt. An zumindest 25 einigen der nunmehr unbeschichteten Stellen wurde das Halbleiterelement 10 geteilt, beispielsweise durch Sägen.

Der Halbleiterchip 50 umfasst ein Halbleiterelement 10, das auf einer Hauptfläche eine Schicht 20 nach zumindest einer 30 Ausführungsform der Erfindung aufweist. Somit kann der Halbleiterchip 50 im Betrieb Strahlung mit einem beliebigen Farbeindruck, beispielsweise weiß, emittieren. Der Halbleiterchip 50 ist insbesondere dafür geeignet, in ein

optoelektronisches Bauelement eingesetzt zu werden, das somit keine weiteren Lumineszenzkonversionsstoffe benötigt, um im Betrieb Strahlung mit einem gewünschten Farbeindruck abzustrahlen. Dadurch kann insbesondere die Herstellung
5 dieses optoelektronischen Bauelementes vereinfacht werden, wodurch die Herstellungskosten gesenkt werden können.

In Figur 4a ist eine Zusammensetzung 21 nach zumindest einer weiteren Ausführungsform der Erfindung gezeigt, die unmittelbar
10 bar auf eine Vergussmasse 40 eines Substrates 1 mit aufgebracht ist. Die Ausnehmung 5 kann die Vergussmasse 40 an den Seiten etwas überragen. Die Vergussmasse 40 kann zum Beispiel auch konvex oder konkav ausgebildet sein (nicht gezeigt). Das Substrat 1 umfasst beispielsweise ein
15 Halbleiterelement 10 sowie ein zweites (herkömmliches) Lumineszenzkonversionsstoffelement 45, das mit einer Schicht 46 aus Klebstoff auf dem Halbleiterelement 10 angeordnet ist. Das Substrat 1 kann anstelle des zweiten Lumineszenzkonver-
20 sionsstoffelementes 45 auch eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht 20, wie sie nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung erzeugt werden kann, aufweisen. Das Substrat 1 kann weitere Bestandteile, die für ein optoelektronisches Bauelement benötigt werden, umfassen, wie es bereits zuvor ausgeführt wurde. Das Substrat 1 kann beispielsweise ein
25 optoelektronisches Bauelement sein, das Strahlung mit einem Farbeindruck abstrahlt, der justiert werden soll.

In Figur 4b ist gezeigt, wie auf dem Substrat 1 aus Figur 4a in einem Verfahrensschritt (d) eine Lumineszenzkonversions-
30 stoffschicht 20 nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung ausgebildet ist. Die Schicht 20 weist dabei eine Schichtdicke von $\leq 30 \mu\text{m}$, zum Beispiel $20 \mu\text{m}$ auf, sodass nur eine geringfügige Konversion erfolgt, die zum Justieren des

Farbeindrucks einer emittierten Strahlung verwendet werden kann. In der Schicht 20 sind mindestens 85% der Partikel des Lumineszenzkonversionsstoffs 25 in einer Monolage oder Submonolage angeordnet, wobei die Konzentration im Bereich
5 der Hauptabstrahlrichtung ($\theta = 0^\circ$), die durch den Pfeil 60 dargestellt ist, höher ist als in anderen Bereichen der Schicht 20.

In Figur 4c ist ein weiteres Bauelement gezeigt, bei dem eine
10 Lumineszenzkonversionsstoffschicht 20 nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung unmittelbar auf einer Vergussmasse 40 erzeugt ist. Die Lumineszenzkonversionsstoffschicht 20 kann dabei der Schicht 20 aus Figur 4b entsprechen. In diesem Fall ist auf dem Halbleiterelement 10
15 kein zweites (herkömmliches) Lumineszenzkonversionsstoffelement 45 angeordnet, sondern es sind Partikel 41, die einen zweiten Lumineszenzkonversionsstoff enthalten oder daraus bestehen, in der Vergussmasse 40 verteilt.

20 In Figur 4d ist ein weiteres Bauelement gezeigt, das eine Lumineszenzkonversionsstoffschicht 20 umfasst, die nach zumindest einer Ausführungsform der Erfindung ausgebildet wurde. In diesem Fall sind keine weiteren Lumineszenzkonversionsstoffe vorhanden, da die Lumineszenzkonversionsstoffschicht 20 als ein Element zur sogenannten remote
25 phosphor conversion beispielsweise unmittelbar auf einer Vergussmasse 40 ausgebildet ist.

Die hier beschriebene Erfindung ist nicht durch die
30 Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn

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

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer Lumineszenzkonversionsstoffschicht (20) auf einem Substrat (1) mit einem im Betrieb
5 eine Primärstrahlung emittierenden Halbleiterelement (10),
umfassend die Verfahrensschritte:
(a) Bereitstellen des Substrates (1);
(b) Bereitstellen einer Zusammensetzung (21), die einen
Lumineszenzkonversionsstoff (25), ein Matrixmaterial und ein
10 Lösungsmittel umfasst;
(c) Aufbringen der Zusammensetzung (21) auf das Substrat
(1);
(d) Entfernen zumindest eines Teils des Lösungsmittels,
sodass die Lumineszenzkonversionsstoffschicht (20) auf dem
15 Substrat (1) ausgebildet wird.
2. Verfahren nach dem vorstehenden Anspruch,
wobei im Verfahrensschritt (c) die Zusammensetzung (21) in
eine Ausnehmung (5) des Substrats (1) aufgebracht wird.
20
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei im Verfahrensschritt (c) die Zusammensetzung (21)
unmittelbar auf das Halbleiterelement (10) aufgebracht wird.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei im Verfahrensschritt (c) die Zusammensetzung (21) beim
Aufbringen eine Viskosität von $< 1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ aufweist.
- 30 5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei im Verfahrensschritt (d) eine Lumineszenzkonversions-
stoffschicht (20) ausgebildet wird, die eine Schichtdicke von
 $\leq 60 \text{ }\mu\text{m}$, insbesondere von $\leq 50 \text{ }\mu\text{m}$, aufweist.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei im Verfahrensschritt (d) eine Lumineszenzkonversions-
stoffschicht (20) ausgebildet wird, die einen Gehalt an
Lumineszenzkonversionsstoff (25) von ≥ 75 Gew-% und
5 insbesondere von ≥ 85 Gew-% aufweist.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei im Verfahrensschritt (d) eine Lumineszenzkonversions-
stoffschicht (20) ausgebildet wird, in der die Konzentration
10 des Lumineszenzkonversionsstoffs (25) in einer Matrix, die
das Matrixmaterial umfasst, einen Gradienten aufweist.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die im Verfahrensschritt (b) bereitgestellte
15 Zusammensetzung (21) 2 bis 50 Gew-% und insbesondere 5 bis 30
Gew-% Lumineszenzkonversionsstoff (25) enthält.
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei in der im Verfahrensschritt (b) bereitgestellten
20 Zusammensetzung (21) mindestens 95 Gew-% der Partikel des
Lumineszenzkonversionsstoffs (25) einen maximalen Durchmesser
von ≤ 20 μm und insbesondere von ≤ 15 μm aufweisen.
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
25 wobei die im Verfahrensschritt (b) bereitgestellte
Zusammensetzung (21) 5 bis 25 Gew-% Matrixmaterial enthält.
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei in der im Verfahrensschritt (b) bereitgestellten
30 Zusammensetzung (21) das Matrixmaterial ausgewählt ist aus:
Silikon, Epoxidharz, Acrylharz, Percursoren dieser
Polymerverbindungen und Kombinationen der genannten

Materialien.

12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei in der im Verfahrensschritt (b) bereitgestellten
5 Zusammensetzung (21) das Lösungsmittel ausgewählt ist aus:
Ester, Ether, Silylether, Disiloxan, Aliphat, aromatischer
Kohlenwasserstoff, halogenierter Kohlenwasserstoff und
Kombination der genannten Lösungsmittel.
- 10 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2 und 4 bis 12,
wobei auf dem im Verfahrensschritt (a) bereitgestellten
Substrat (1) eine Vergussmasse (40) angeordnet ist.
14. Zusammensetzung (21) zur Erzeugung einer Lumineszenz-
15 konversionsstoffschicht (20), umfassend:
- einen Lumineszenzkonversionsstoff (25),
- ein Matrixmaterial und
- ein Lösungsmittel.
- 20 15. Bauelement enthaltend ein Halbleiterelement (10), das im
Betrieb eine Primärstrahlung emittiert, und eine im
Strahlengang der emittierten Primärstrahlung angeordnete
Lumineszenzkonversionsstoffschicht (20), die nach einem
Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 herstellbar ist.

25

Fig. 1a

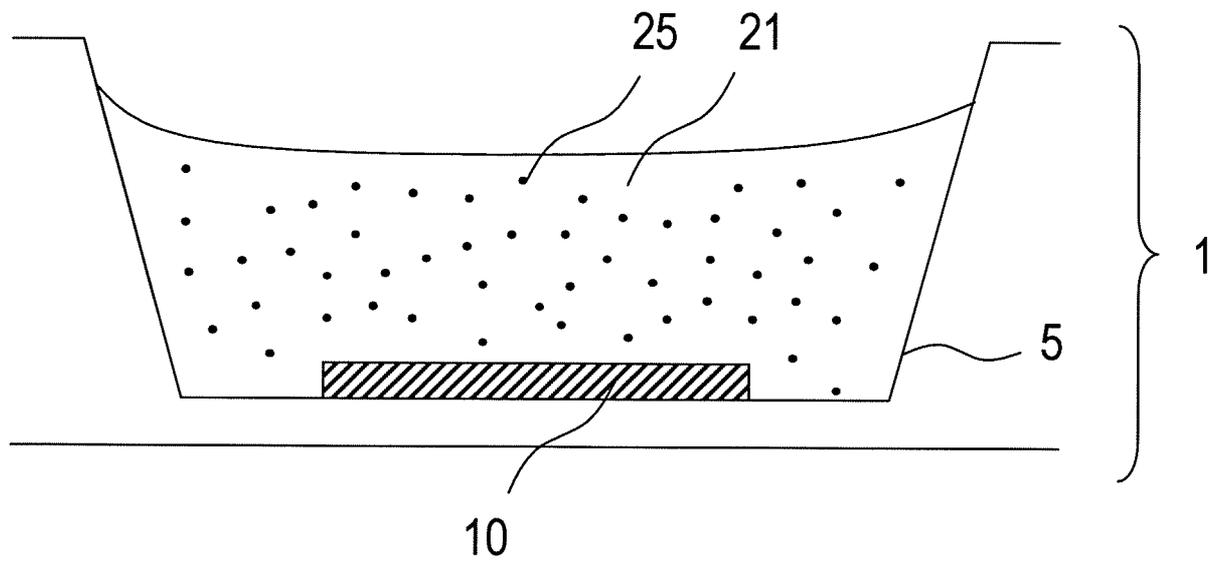


Fig. 1b

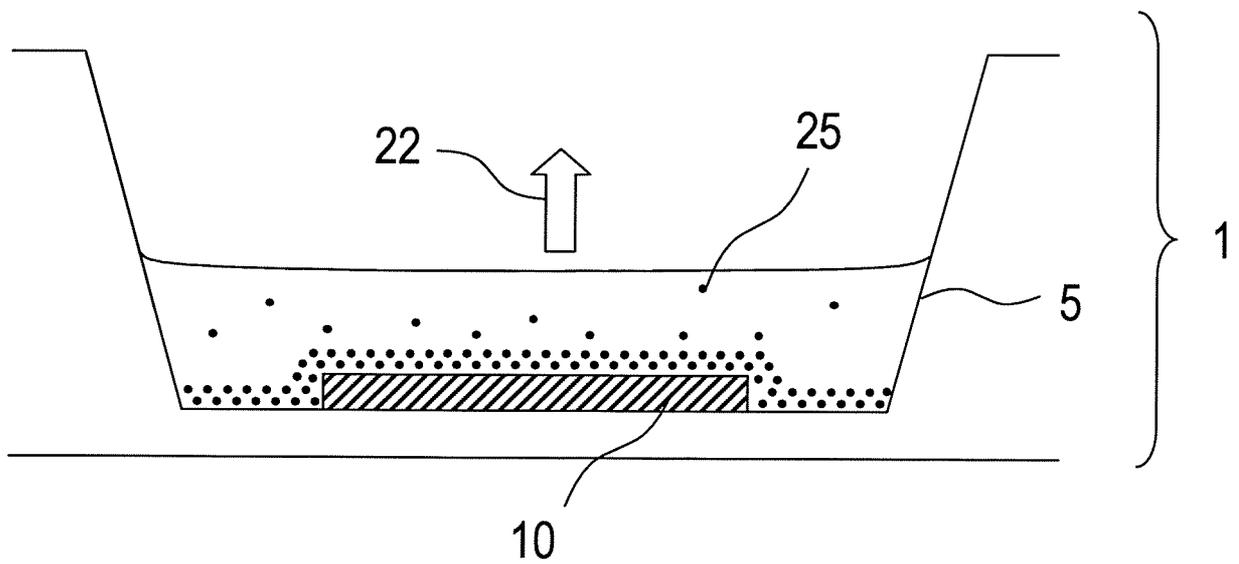


Fig. 1c

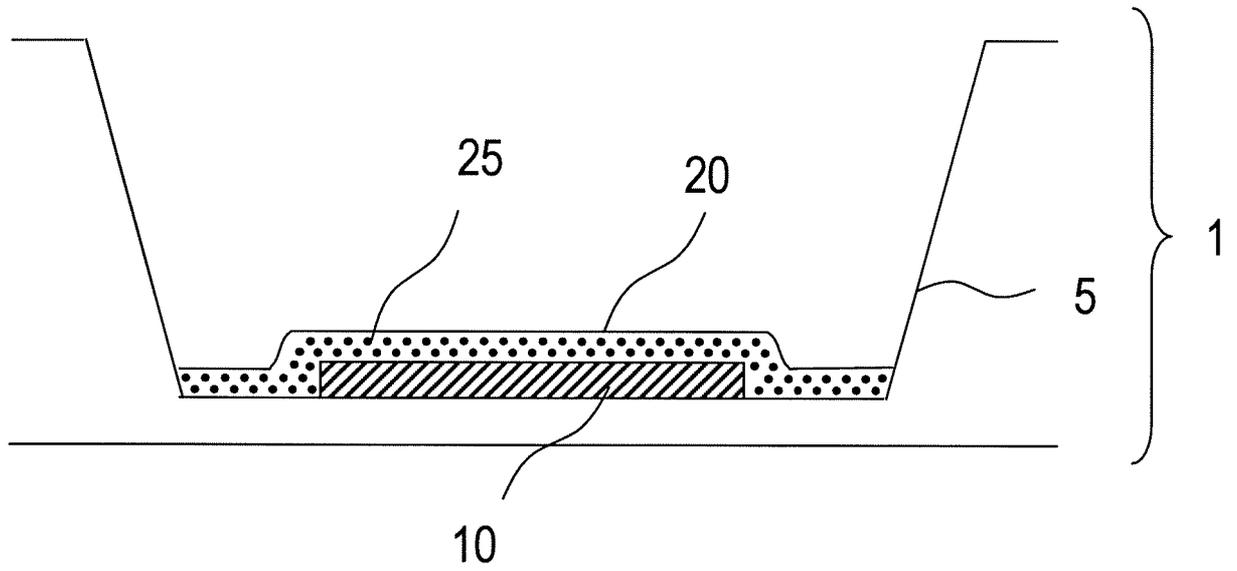


Fig. 2

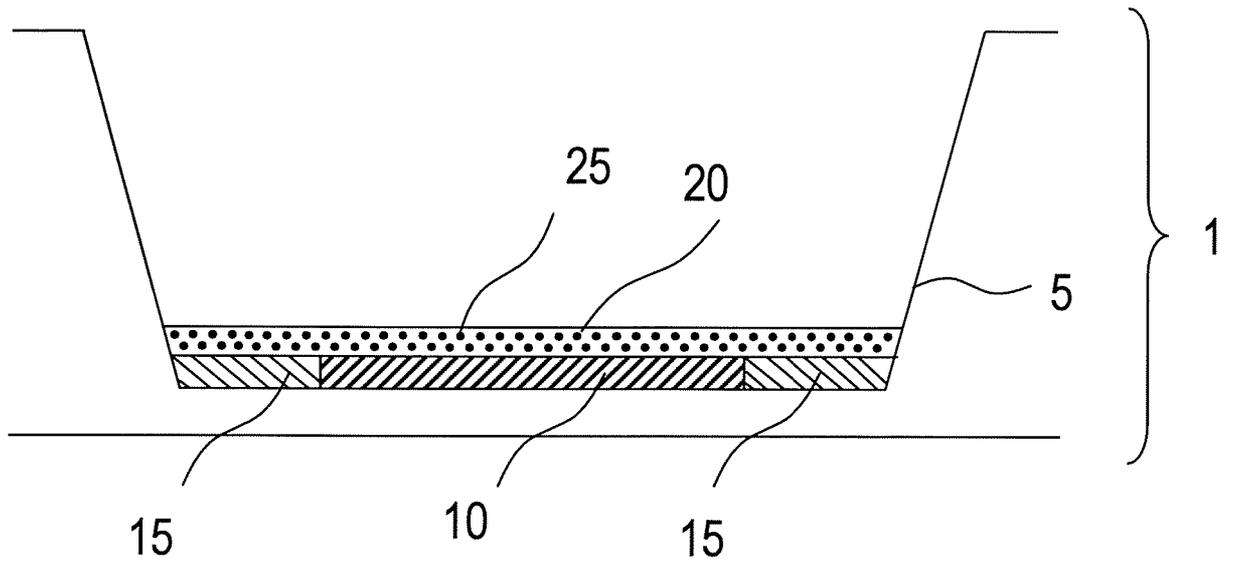


Fig. 3a

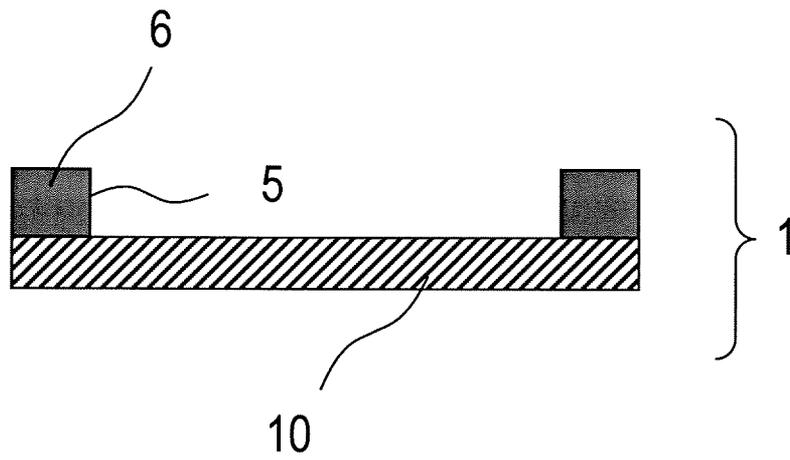


Fig. 3b

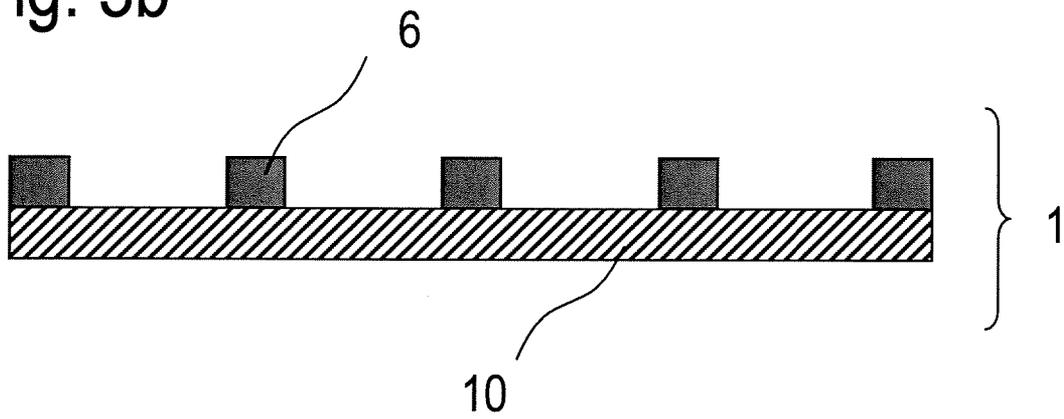


Fig. 3c

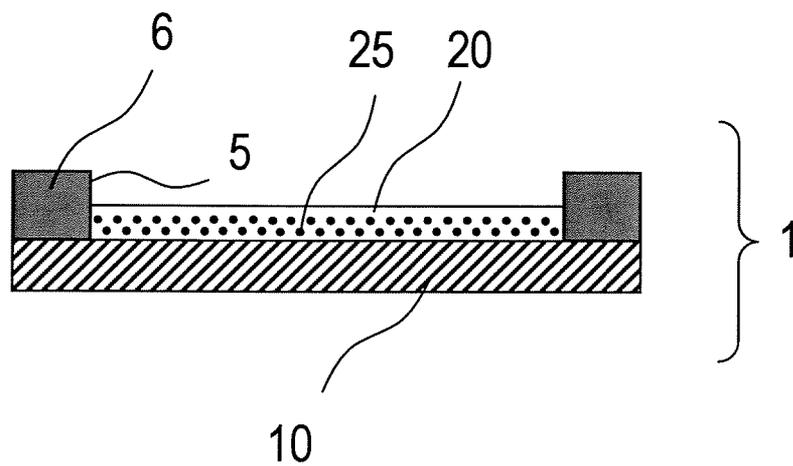


Fig. 3d

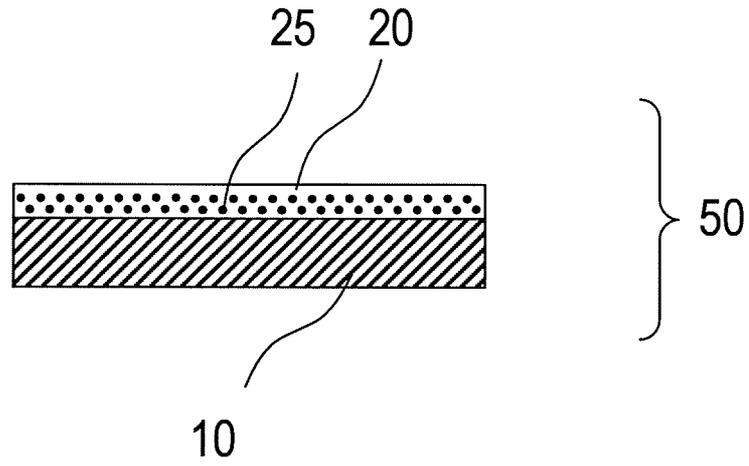


Fig. 4a

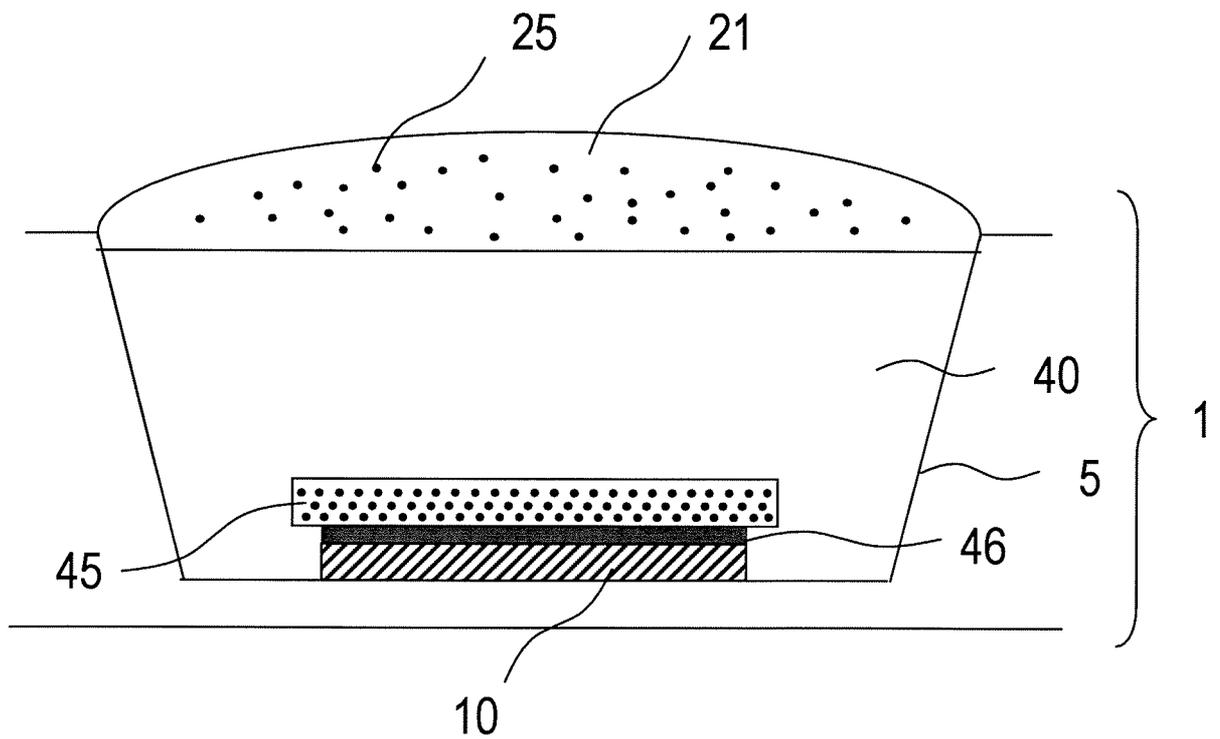


Fig. 4b

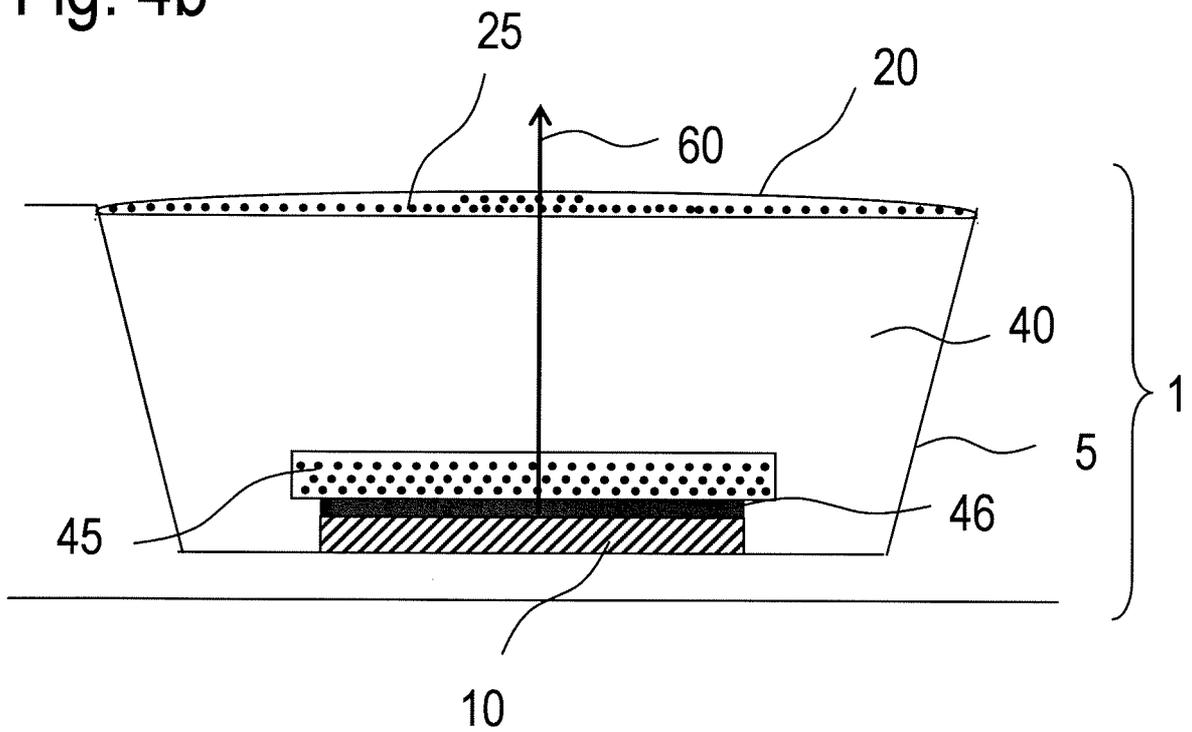


Fig. 4c

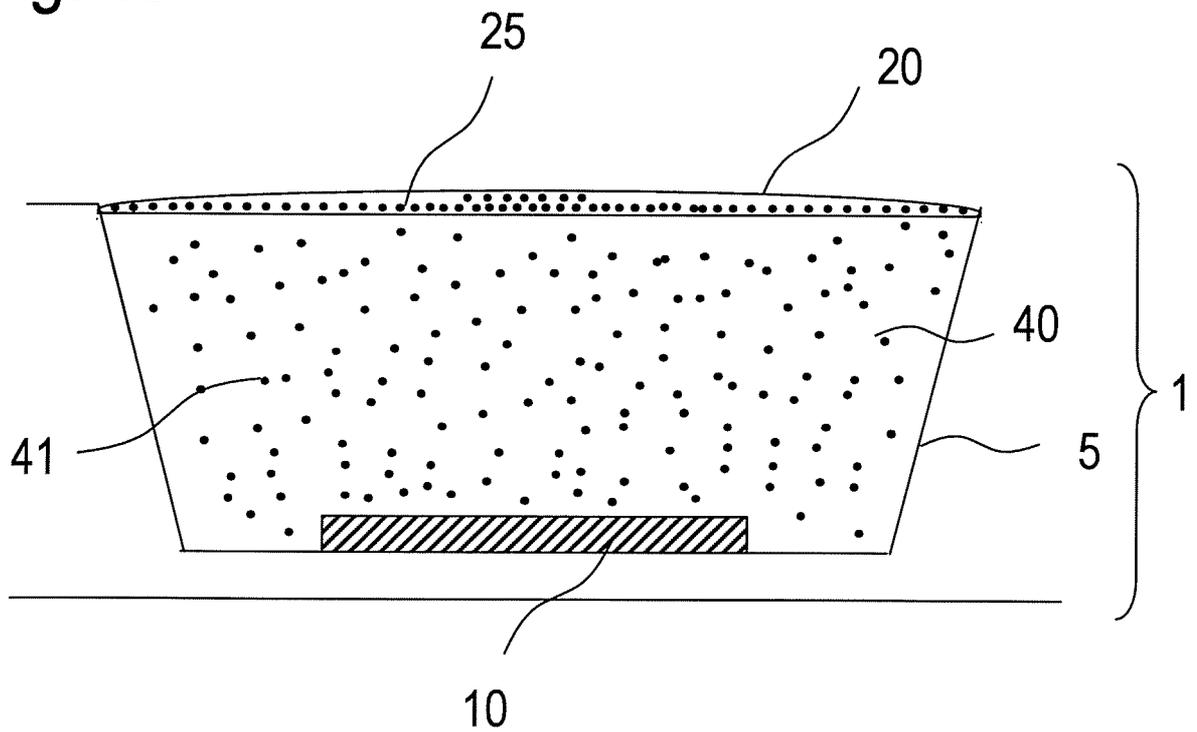
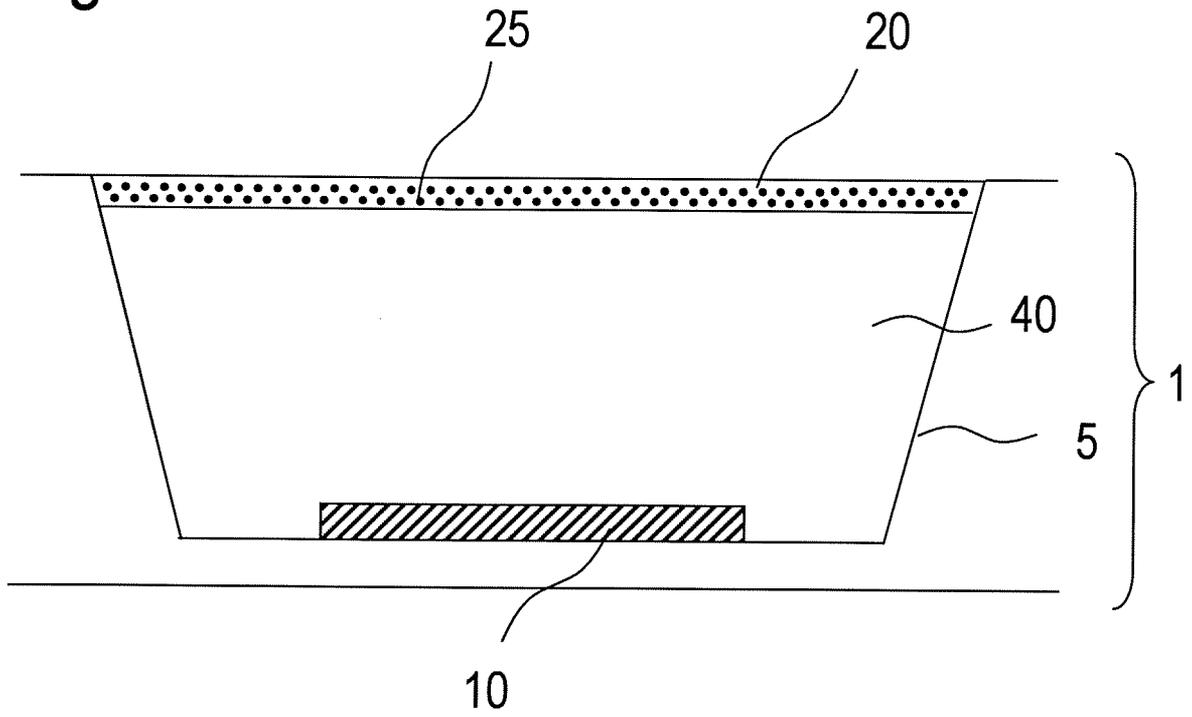


Fig. 4d



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/072627

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L33/50 C09K11/02 C09K11/08
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L C09K
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 2005/244993 A1 (BOGNER GEORG [DE] ET AL) 3 November 2005 (2005-11-03) paragraphs [0004], [0008], [0010], [0012] - [0016], [0025] - [0027]; figures 1a-d paragraphs [0032] - [0035]; claims 1,5-10; figure 3	1,3, 5-12,14, 15
X	US 2006/063289 A1 (NEGLEY GERALD H [US] ET AL) 23 March 2006 (2006-03-23) paragraphs [0008] - [0012], [0025] - [0029], [0031] - [0036], [0041]; figures 1A-4B paragraphs [0044], [0047]; claims 1,6,13; figures 7C,8A-B	1-10,12, 14,15
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 2 May 2012	Date of mailing of the international search report 10/05/2012
--	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Tinjod, Frank
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/072627

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>US 6 604 971 B1 (SUN XIAO-DONG [US] ET AL) 12 August 2003 (2003-08-12)</p> <p>column 1, lines 7-27, 36-40, 50-62 column 2, lines 1-13, 19-23, 30-40 column 3, lines 9-38; figure 1 column 3, line 53 - column 4, line 33; figure 2 column 5, lines 8-25, 32-43; figures 3-5</p> <p>-----</p>	1-4, 8-12,14, 15
X	<p>US 2007/128745 A1 (BRUKILACCHIO THOMAS J [US] ET AL) 7 June 2007 (2007-06-07)</p> <p>paragraphs [0001], [0004] - [0007], [0010] - [0013], [0028] - [0033]; figures 1,4A-B,7,9 paragraphs [0041] - [0043], [0046]; claims 3,14,15; figures 5,6A-B</p> <p>-----</p>	1,3,4,6, 8-12,14, 15
X	<p>US 2007/148332 A1 (LEE HAI SUNG [KR] ET AL) 28 June 2007 (2007-06-28)</p> <p>paragraphs [0003], [0007] - [0013], [0018] - [0024], [0033] - [0045]; figures 1-3 paragraphs [0047] - [0051], [0054], [0055], [0060]; figures 5b, 6</p> <p>-----</p>	1-6,8,9, 14,15
X	<p>US 2009/142876 A1 (TUAN CHI-SHEN [TW] ET AL) 4 June 2009 (2009-06-04)</p> <p>paragraphs [0003], [0008] - [0010], [0021] - [0037], [0041], [0048] - [0050], [0054], [0055], [0057], [0063] - [0065]; claims 1,5,7,10-14,18-24; figures 1,7; table 2</p> <p>-----</p>	1,3-5,8, 10-12, 14,15
X	<p>US 2010/193806 A1 (BYUN JINSEOB [KR]) 5 August 2010 (2010-08-05)</p> <p>paragraphs [0013], [0023], [0060] - [0062], [0098] - [0107]; claims 12, 15; figures 1,3</p> <p>-----</p>	1,2,4-15
X	<p>US 2009/213296 A1 (PARK HAE-IL [KR] ET AL) 27 August 2009 (2009-08-27)</p> <p>paragraphs [0008], [0047] - [0055]; figures 5-11</p> <p>-----</p>	1,2,4-15
X	<p>US 2002/030292 A1 (TASAKI MASUTSUGU [JP] ET AL) 14 March 2002 (2002-03-14)</p> <p>paragraphs [0067], [0068]; figures 3A-B</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1,4-6, 13-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/072627

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 635 363 B1 (DUCLOS STEVEN JUDE [US] ET AL) 21 October 2003 (2003-10-21)	15
A	column 2, lines 54-65 column 10, line 43 - column 11, line 5; figures 7-11	1-14
A	----- US 5 508 337 A (WAMPRECHT CHRISTIAN [DE] ET AL) 16 April 1996 (1996-04-16) column 11, lines 48,49 -----	11

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see Supplemental sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 3 (in full); 1, 2, 4-12, 14, 15 (in part)

A component comprising: a primary-light-emitting semiconductor device mounted in a recess in a substrate, and a layer of a luminescence converter substance applied directly onto the semiconductor device; a process for producing said component; and a composition for producing the aforementioned layer of luminescence converter substance.

2. Claims 13 (in full); 1, 2, 4-12, 14, 15 (in part)

A component comprising a primary-light-emitting semiconductor device, a potting compound on the semiconductor device, and a layer of a luminescence converter substance applied onto the potting compound; a process for producing said component; and a composition for producing the aforementioned layer of luminescence converter substance.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2011/072627

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2005244993	A1	03-11-2005	CN 1411614 A	16-04-2003
			DE 10010638 A1	13-09-2001
			EP 1259990 A1	27-11-2002
			JP 2003526212 A	02-09-2003
			TW 519771 B	01-02-2003
			US 2005244993 A1	03-11-2005
			WO 0165613 A1	07-09-2001

US 2006063289	A1	23-03-2006	CN 101023534 A	22-08-2007
			CN 101976721 A	16-02-2011
			CN 102157635 A	17-08-2011
			EP 1797597 A2	20-06-2007
			EP 2306526 A2	06-04-2011
			JP 2008514026 A	01-05-2008
			KR 20070054725 A	29-05-2007
			US 2006063289 A1	23-03-2006
			US 2007224716 A1	27-09-2007
WO 2006033695 A2	30-03-2006			

US 6604971	B1	12-08-2003	NONE	

US 2007128745	A1	07-06-2007	US 2007128745 A1	07-06-2007
			WO 2007064342 A2	07-06-2007

US 2007148332	A1	28-06-2007	JP 4879685 B2	22-02-2012
			JP 2007180494 A	12-07-2007
			KR 20070068495 A	02-07-2007
			US 2007148332 A1	28-06-2007
			US 2011043100 A1	24-02-2011

US 2009142876	A1	04-06-2009	TW 200923024 A	01-06-2009
			US 2009142876 A1	04-06-2009

US 2010193806	A1	05-08-2010	EP 2214218 A2	04-08-2010
			JP 2010177656 A	12-08-2010
			KR 20100088830 A	11-08-2010
			TW 201031026 A	16-08-2010
			US 2010193806 A1	05-08-2010

US 2009213296	A1	27-08-2009	KR 20090091509 A	28-08-2009
			US 2009213296 A1	27-08-2009

US 2002030292	A1	14-03-2002	NONE	

US 6635363	B1	21-10-2003	NONE	

US 5508337	A	16-04-1996	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L33/50 C09K11/02 C09K11/08 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01L C09K		
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 2005/244993 A1 (BOGNER GEORG [DE] ET AL) 3. November 2005 (2005-11-03) Absätze [0004], [0008], [0010], [0012] - [0016], [0025] - [0027]; Abbildungen 1a-d Absätze [0032] - [0035]; Ansprüche 1,5-10; Abbildung 3 -----	1,3, 5-12,14, 15
X	US 2006/063289 A1 (NEGLEY GERALD H [US] ET AL) 23. März 2006 (2006-03-23) Absätze [0008] - [0012], [0025] - [0029], [0031] - [0036], [0041]; Abbildungen 1A-4B Absätze [0044], [0047]; Ansprüche 1,6,13; Abbildungen 7C,8A-B ----- -/--	1-10,12, 14,15
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
2. Mai 2012	10/05/2012	
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 Tinjud, Frank	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 604 971 B1 (SUN XIAO-DONG [US] ET AL) 12. August 2003 (2003-08-12) Spalte 1, Zeilen 7-27, 36-40, 50-62 Spalte 2, Zeilen 1-13, 19-23, 30-40 Spalte 3, Zeilen 9-38; Abbildung 1 Spalte 3, Zeile 53 - Spalte 4, Zeile 33; Abbildung 2 Spalte 5, Zeilen 8-25, 32-43; Abbildungen 3-5 -----	1-4, 8-12,14, 15
X	US 2007/128745 A1 (BRUKILACCHIO THOMAS J [US] ET AL) 7. Juni 2007 (2007-06-07) Absätze [0001], [0004] - [0007], [0010] - [0013], [0028] - [0033]; Abbildungen 1,4A-B,7,9 Absätze [0041] - [0043], [0046]; Ansprüche 3,14,15; Abbildungen 5,6A-B -----	1,3,4,6, 8-12,14, 15
X	US 2007/148332 A1 (LEE HAI SUNG [KR] ET AL) 28. Juni 2007 (2007-06-28) Absätze [0003], [0007] - [0013], [0018] - [0024], [0033] - [0045]; Abbildungen 1-3 Absätze [0047] - [0051], [0054], [0055], [0060]; Abbildungen 5b, 6 -----	1-6,8,9, 14,15
X	US 2009/142876 A1 (TUAN CHI-SHEN [TW] ET AL) 4. Juni 2009 (2009-06-04) Absätze [0003], [0008] - [0010], [0021] - [0037], [0041], [0048] - [0050], [0054], [0055], [0057], [0063] - [0065]; Ansprüche 1,5,7,10-14,18-24; Abbildungen 1,7; Tabelle 2 -----	1,3-5,8, 10-12, 14,15
X	US 2010/193806 A1 (BYUN JINSEOB [KR]) 5. August 2010 (2010-08-05) Absätze [0013], [0023], [0060] - [0062], [0098] - [0107]; Ansprüche 12, 15; Abbildungen 1,3 -----	1,2,4-15
X	US 2009/213296 A1 (PARK HAE-IL [KR] ET AL) 27. August 2009 (2009-08-27) Absätze [0008], [0047] - [0055]; Abbildungen 5-11 -----	1,2,4-15
X	US 2002/030292 A1 (TASAKI MASUTSUGU [JP] ET AL) 14. März 2002 (2002-03-14) Absätze [0067], [0068]; Abbildungen 3A-B -----	1,4-6, 13-15
	-/--	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 635 363 B1 (DUCLOS STEVEN JUDE [US] ET AL) 21. Oktober 2003 (2003-10-21)	15
A	Spalte 2, Zeilen 54-65 Spalte 10, Zeile 43 - Spalte 11, Zeile 5; Abbildungen 7-11	1-14
A	----- US 5 508 337 A (WAMPRECHT CHRISTIAN [DE] ET AL) 16. April 1996 (1996-04-16) Spalte 11, Zeilen 48,49 -----	11

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 3(vollständig); 1, 2, 4-12, 14, 15(teilweise)

Bauelement enthaltend: ein primärlichtemittierendes Halbleiterelement angeordnet in einer Ausnehmung eines Substrats, sowie eine auf dem Halbleiterelement unmittelbar angeordnete Lumineszenzkonversionsstoffschicht; Verfahren zum Erzeugen dieses Bauelements; und Zusammensetzung zur Erzeugung der oben genannten Lumineszenzkonversionsstoffschicht.

2. Ansprüche: 13(vollständig); 1, 2, 4-12, 14, 15(teilweise)

Bauelement enthaltend ein primärlichtemittierendes Halbleiterelement, eine Vergussmasse auf dem Halbleiterelement, und eine auf der Vergussmasse angeordnete Lumineszenzkonversionsstoffschicht; Verfahren zum Erzeugen dieses Bauelements; und Zusammensetzung zur Erzeugung der oben genannten Lumineszenzkonversionsstoffschicht.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/072627

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005244993	A1	03-11-2005	CN 1411614 A 16-04-2003
			DE 10010638 A1 13-09-2001
			EP 1259990 A1 27-11-2002
			JP 2003526212 A 02-09-2003
			TW 519771 B 01-02-2003
			US 2005244993 A1 03-11-2005
			WO 0165613 A1 07-09-2001
US 2006063289	A1	23-03-2006	CN 101023534 A 22-08-2007
			CN 101976721 A 16-02-2011
			CN 102157635 A 17-08-2011
			EP 1797597 A2 20-06-2007
			EP 2306526 A2 06-04-2011
			JP 2008514026 A 01-05-2008
			KR 20070054725 A 29-05-2007
			US 2006063289 A1 23-03-2006
			US 2007224716 A1 27-09-2007
WO 2006033695 A2 30-03-2006			
US 6604971	B1	12-08-2003	KEINE
US 2007128745	A1	07-06-2007	US 2007128745 A1 07-06-2007
			WO 2007064342 A2 07-06-2007
US 2007148332	A1	28-06-2007	JP 4879685 B2 22-02-2012
			JP 2007180494 A 12-07-2007
			KR 20070068495 A 02-07-2007
			US 2007148332 A1 28-06-2007
			US 2011043100 A1 24-02-2011
US 2009142876	A1	04-06-2009	TW 200923024 A 01-06-2009
			US 2009142876 A1 04-06-2009
US 2010193806	A1	05-08-2010	EP 2214218 A2 04-08-2010
			JP 2010177656 A 12-08-2010
			KR 20100088830 A 11-08-2010
			TW 201031026 A 16-08-2010
			US 2010193806 A1 05-08-2010
US 2009213296	A1	27-08-2009	KR 20090091509 A 28-08-2009
			US 2009213296 A1 27-08-2009
US 2002030292	A1	14-03-2002	KEINE
US 6635363	B1	21-10-2003	KEINE
US 5508337	A	16-04-1996	KEINE