

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
22. Dezember 2016 (22.12.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/202934 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/48 (2010.01) *H01L 33/60* (2010.01)
H01L 33/54 (2010.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/063917
- (22) Internationales Anmeldedatum:
16. Juni 2016 (16.06.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102015109852.0 19. Juni 2015 (19.06.2015) DE
- (71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: **HERRMANN, Siegfried**; Hauptstr. 24, 94362
Neukirchen (DE).
- (74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT 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, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

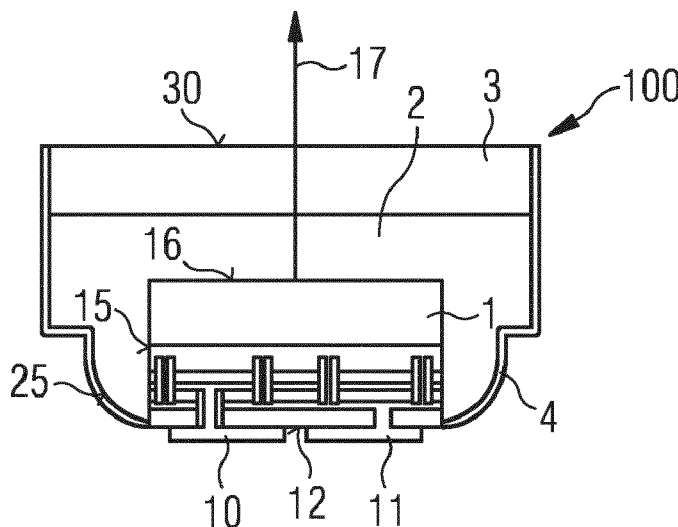
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: LIGHT-EMITTING DIODE AND METHOD FOR PRODUCING A LIGHT-EMITTING DIODE

(54) Bezeichnung : LEUCHTDIODE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER LEUCHTDIODE

FIG 2A



(57) **Abstract:** The invention relates to a light-emitting diode (100) comprising an optoelectronic semiconductor chip (1) having a radiation side (16), a contact side (12) opposite the radiation side (16) and side surfaces (15) extending transversely with respect to the radiation side (16). A first contact element (10) for external electrical contacting of the semiconductor chip (1) is arranged on the contact side (12). The light-emitting diode (100) further comprises a transparent solid body (2) and a covering element (3). In the intended operational use, the semiconductor chip (1) emits electromagnetic radiation over the radiation side (16) along a main emission direction (17) extending transversely with respect to the radiation side (16). The semiconductor chip (1) is embedded in the solid body (2), wherein the solid body (2) positively covers the side surfaces (15) and the radiation side (16). The solid body (2) widens along the main emission direction (17). The covering element (3) is arranged downstream of the solid body (2) in the main emission direction (17) and is arranged directly on the solid body (2). A side of the covering element (3) facing away from the solid body (2) is designed as a radiation exit surface (30) of the light-emitting diode (100). The first contact element (10) is exposed in the unmounted

and/or non-contacted state of the light-emitting diode (100).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/202934 A1



Es ist eine Leuchtdiode (100) angegeben, die einen optoelektronischen Halbleiterchip (1) mit einer Strahlungsseite (16), einer der Strahlungsseite (16) gegenüberliegenden Kontaktseite (12) und quer zur Strahlungsseite (16) verlaufenden Seitenflächen (15) aufweist. Auf der Kontaktseite (12) ist ein erstes Kontaktelement (10) zur externen elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips (1) angebracht. Ferner umfasst die Leuchtdiode (100) einen transparenten Vollkörper (2) sowie ein Abdeckelement (3). Im bestimmungsgemäßen Betrieb emittiert der Halbleiterchip (1) elektromagnetische Strahlung über die Strahlungsseite (16) entlang einer quer zur Strahlungsseite (16) verlaufenden Hauptemissionsrichtung (17). Dabei ist der Halbleiterchip (1) in den Vollkörper (2) eingebettet, wobei die Seitenflächen (15) und die Strahlungsseite (16) von dem Vollkörper (2) formschlüssig bedeckt sind. Der Vollkörper (2) verbreitert sich entlang der Hauptemissionsrichtung (17). Das Abdeckelement (3) ist dem Vollkörper (2) in Hauptemissionsrichtung (17) nachgeordnet und direkt auf den Vollkörper (2) aufgebracht. Eine dem Vollkörper (2) abgewandte Seite des Abdeckelements (3) ist als Strahlungsaustrittsfläche (30) der Leuchtdiode (100) ausgebildet. Das erste Kontaktelement (10) liegt im unmontierten und/oder nicht kontaktierten Zustand der Leuchtdiode (100) frei.

Beschreibung

Leuchtdiode und Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode

- 5 Es wird eine Leuchtdiode angegeben. Darüber hinaus wird ein Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode angegeben.

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, eine Leuchtdiode anzugeben, die besonders gut vor äußeren Einflüssen wie
10 Feuchtigkeitseintritt geschützt ist und die in ihrer Abstrahlcharakteristik und Abstrahlleistung effizient ist. Eine weitere zu lösende Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Leuchtdiode anzugeben.

- 15 Diese Aufgaben werden unter anderem durch den Gegenstand und das Verfahren der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

- 20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Leuchtdiode einen optoelektronischen Halbleiterchip mit einer Strahlungsseite und einer der Strahlungsseite gegenüberliegenden Kontaktseite auf. Die Strahlungsseite und/oder die Kontaktseite bilden zum Beispiel Hauptseiten,
25 also Seiten mit der größten lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips. Weiterhin weist der Halbleiterchip quer zur Kontaktseite oder Strahlungsseite verlaufende Seitenflächen auf, die die Kontaktseite und die Strahlungsseite miteinander verbinden. Auf der Kontaktseite des Halbleiterchips ist ein
30 erstes Kontaktelement zur externen elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips angebracht. Das erste Kontaktelement weist zum Beispiel ein Metall auf oder besteht daraus.

Der Halbleiterchip kann einen Hilfsträger aufweisen, auf dem eine Halbleiterschichtenfolge aufgebracht ist. Der Hilfsträger kann dabei die stabilisierende Komponente des Halbleiterchips bilden, so dass der Halbleiterchip selbsttragend und mechanisch stabil ist. Weitere Stabilisierungsmaßnahmen neben dem Hilfsträger sind damit nicht nötig. Der Hilfsträger kann ein Aufwachssubstrat für die Halbleiterschichtenfolge sein. Alternativ kann der Hilfsträger auch von einem Aufwachssubstrat unterschiedlich sein, in diesem Fall kann das Aufwachssubstrat entfernt sein. Beispielsweise basiert der Hilfsträger auf Si, SiC, Ge, Saphir, GaN, GaAs, einem Kunststoff, einem Halbleitermaterial oder einem Metall.

Die Halbleiterschichtenfolge basiert zum Beispiel auf einem III-V-Verbindungs-Halbleitermaterial. Bei dem Halbleitermaterial handelt es sich beispielsweise um ein Nitrid-Verbindungs-Halbleitermaterial, wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$, oder um ein Phosphid-Verbindungs-Halbleitermaterial, wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{P}$ oder auch um ein Arsenid-Verbindungs-Halbleitermaterial, wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{As}$, wobei jeweils $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und $m + n \leq 1$ ist. Dabei kann die Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Der Einfachheit halber sind jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters der Halbleiterschichtenfolge, also Al, As, Ga, In, N oder P, angegeben, auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt und/oder ergänzt sein können. Bevorzugt basiert die Halbleiterschichtenfolge auf AlInGaN oder AlInGaAs.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Halbleiterchip im bestimmungsgemäßen Betrieb dazu eingerichtet,

elektromagnetische Strahlung zu erzeugen und über die Strahlungsseite entlang einer quer oder senkrecht zur Strahlungsseite verlaufenden Hauptemissionsrichtung zu emittieren. Die Hauptemissionsrichtung zeigt zum Beispiel von der Kontaktseite über die Strahlungsseite hinaus aus dem Halbleiterchip.

Zur Strahlungserzeugung kann die Halbleiterschichtenfolge beispielsweise eine aktive Schicht aufweisen. Die aktive Schicht beinhaltet insbesondere wenigstens einen pn-Übergang und/oder eine Quantentopfstruktur in Form eines einzelnen Quantentopfs, kurz SQW, oder in Form einer Multi-Quantentopfstruktur, kurz MQW.

Im bestimmungsgemäßen Betrieb erzeugt die aktive Schicht zum Beispiel Strahlung im blauen Spektralbereich und/oder im UV-Bereich und/oder im sichtbaren Spektralbereich.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Leuchtdiode einen transparenten, insbesondere klarsichtigen, Vollkörper auf. Der Vollkörper ist bevorzugt massiv und/oder einstückig ausgebildet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Leuchtdiode ein Abdeckelement auf, wobei das Abdeckelement zum Beispiel eines oder mehrere der folgenden Materialien aufweisen oder daraus bestehen kann: Glas, Silikon, insbesondere Klarsilikon, Kunststoff, Konvertermaterial. Insbesondere kann das Abdeckelement transparent und/oder klarsichtig für die von dem Halbleiterchip emittierte Strahlung sein. Alternativ oder zusätzlich kann das Abdeckelement die Strahlung des Halbleiterchips teilweise oder vollständig absorbieren und in Strahlung eines anderen Wellenlängenbereichs konvertieren.

Die aus dem Abdeckelement austretende, zumindest teilweise konvertierte Strahlung kann dann zum Beispiel Licht im sichtbaren Bereich, insbesondere weißes Licht, sein.

5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Halbleiterchip in den Vollkörper eingebettet, wobei die Seitenflächen und die Strahlungsseite von dem Vollkörper formschlüssig bedeckt sind. Insbesondere ist der Vollkörper mit dem Halbleiterchip dabei in direktem Kontakt und umformt den Halbleiterchip. Die
10 Seitenflächen und/oder die Strahlungsseite können dabei jeweils ganz oder nur teilweise, zum Beispiel zu zumindest 60 % oder 80 % oder 90 %, von dem Vollkörper bedeckt sein.

Der Vollkörper und/oder der Halbleiterchip sind dann zum
15 Beispiel die stabilisierenden Komponenten der Leuchtdiode, so dass die Leuchtdiode mechanisch selbsttragend ist. Weitere Stabilisierungsmaßnahmen, zum Beispiel ein zusätzlicher Träger für die Leuchtdiode, sind dann zur Stabilisierung nicht nötig.

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform verbreitert sich der Vollkörper entlang der Hauptemissionsrichtung. Dabei kann sich der Vollkörper kontinuierlich und/oder stetig und/oder monoton verbreitern. Auch Stufen in dem Vollkörper sind
25 möglich. Beispielsweise weist der Vollkörper eine asphärische Geometrie, zum Beispiel die Form eines Ellipsoidsegments, auf. Möglich ist aber auch eine sphärische Geometrie, zum Beispiel die Geometrie eines Kugelsegments, oder die Geometrie eines Kegelstumpfes oder eines Pyramidenstumpfes.

30 Bevorzugt ist der Halbleiterchip zentral oder mittig in dem Vollkörper angeordnet, so dass eine parallel zur Hauptemissionsrichtung verlaufende Symmetrieachse des

Vollkörpers mit einer Symmetrieachse des Halbleiterchips zusammenfällt.

Die sich verbreiternde Form des Vollkörpers kann insbesondere zur Aufweitung eines aus der Strahlungsseite austretenden Lichtstrahls dienen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Abdeckelement dem Vollkörper in Hauptemissionsrichtung nachgeordnet und ist direkt auf dem Vollkörper aufgebracht. Strahlung, die aus dem Halbleiterchip in Richtung Hauptemissionsrichtung emittiert wird, durchquert also zunächst den Vollkörper und trifft dann auf das Abdeckelement, über welches die Strahlung dann aus der Leuchtdiode ausgekoppelt wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist eine dem Vollkörper abgewandte Seite des Abdeckelements als Strahlungsaustrittsfläche der Leuchtdiode ausgebildet. Zumindest ein Teil, zum Beispiel ein Großteil, wie mindestens 50 % oder 80 % oder 90 % oder 99 %, der von dem Halbleiterchip emittierten Strahlung werden dann über die Strahlungsaustrittsfläche aus der Leuchtdiode ausgekoppelt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt das erste Kontaktelement im unmontierten und/oder im elektrisch nicht kontaktierten Zustand der Leuchtdiode frei. Die Leuchtdiode kann dann zum Beispiel geeignet sein, mit der Kontaktseite voran auf einen Träger, wie einen Kontaktträger, aufgebracht, zum Beispiel aufgelötet, zu werden, wobei das erste Kontaktelement mit dem Träger elektrisch leitend verbunden wird.

In mindestens einer Ausführungsform weist die Leuchtdiode einen optoelektronischen Halbleiterchip mit einer Strahlungsseite, einer der Strahlungsseite gegenüberliegenden Kontaktseite und quer zur Strahlungsseite verlaufenden
5 Seitenflächen auf, wobei auf der Kontaktseite ein erstes Kontaktelement zur externen elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips angebracht ist. Ferner umfasst die Leuchtdiode einen transparenten Vollkörper sowie ein Abdeckelement. Im bestimmungsgemäßen Betrieb emittiert der
10 Halbleiterchip elektromagnetische Strahlung über die Strahlungsseite entlang einer quer zur Strahlungsseite verlaufenden Hauptemissionsrichtung. Dabei ist der Halbleiterchip in den Vollkörper eingebettet, wobei die Seitenflächen und die Strahlungsseite von dem Vollkörper
15 formschlüssig bedeckt sind. Der Vollkörper verbreitert sich entlang der Hauptemissionsrichtung. Das Abdeckelement ist dem Vollkörper dabei in Hauptemissionsrichtung nachgeordnet und direkt auf den Vollkörper aufgebracht. Eine dem Vollkörper abgewandte Seite des Abdeckelements ist als
20 Strahlungsaustrittsfläche der Leuchtdiode ausgebildet. Das erste Kontaktelement liegt im unmontierten und/oder nicht kontaktierten Zustand der Leuchtdiode frei.

Der hier beschriebenen Erfindung liegt insbesondere die
25 Erkenntnis zugrunde, dass Halbleiterchips häufig von äußeren Einflüssen, wie zum Beispiel Feuchtigkeitseintritt, in Mitleidenschaft gezogen werden und so schneller altern. Durch das Verwenden eines Vollkörpers, in dem der Halbleiterchip formschlüssig eingekapselt ist, können solche Einflüsse
30 reduziert werden. Die spezielle, sich in Richtung weg von der Strahlungsseite verbreiternde Geometrie des Vollkörpers wirkt sich dabei positiv auf die Abstrahlleistung oder Abstrahlcharakteristik der Leuchtdiode aus. Insbesondere kann

es auf diese Weise zu einer Aufweitung eines emittierten Strahlenbündels kommen. Ferner kann die sich verbreitende Geometrie des Vergusskörpers eine strahlungslenkende Wirkung haben. An den Mantelflächen oder Außenflächen des Vergusskörpers wird die von dem Halbleiterchip emittierte Strahlung teilweise total reflektiert und so in Richtung Abdeckelement gelenkt.

Ferner hat die verkapselnde Wirkung des Vergusskörpers den Vorteil, dass als Konvertermaterialien innerhalb des Vergusskörpers oder des Halbleiterchips auch empfindliche Konvertermaterialien, zum Beispiel Quantenpunkte, verwendet werden können.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Vollkörper eine oder mehrere quer zur Strahlungsseite verlaufende Mantelflächen auf. Die Mantelflächen sind dabei Außenflächen des Vergusskörpers. Beispielsweise liegen die Mantelflächen nach außen hin frei, sind also nicht von weiteren Elementen der Leuchtdiode bedeckt und bilden Außenflächen der Leuchtdiode. Zum Beispiel sind die Mantelflächen im montierten und/oder unmontierten Zustand der Leuchtdiode außenherum vollständig von einem Gas wie Luft umgeben. Der hohe Brechungsindexsprung zwischen dem Material des Vergusskörpers und dem Material, von dem der Vergusskörper umgeben ist, hat einen hohen Grad an Totalreflexion innerhalb des Vergusskörpers zur Folge.

Alternativ ist es aber auch möglich, dass auf den Mantelflächen des Vergusskörpers eine Beschichtung aufgebracht ist, deren Dicke zum Beispiel höchstens 20 μm oder 10 μm oder 5 μm oder 1 μm beträgt. In diesem Fall bildet die Beschichtung bevorzugt Außenflächen der Leuchtdiode. Die

Beschichtung ist dann also außenherum zum Beispiel von einem Gas wie Luft vollständig umgeben und von keinen weiteren Elementen der Leuchtdiode bedeckt. Die Beschichtung kann insbesondere eine Spiegelschicht und/oder eine erste
5 Passivierungsschicht und/oder eine zweite Passivierungsschicht aufweisen oder daraus bestehen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind eine oder mehrere oder alle Mantelflächen des Vergusskörpers mit einer
10 Spiegelschicht überzogen. Die Spiegelschicht kann dabei direkt oder indirekt auf die Mantelflächen aufgebracht sein. Insbesondere kann zwischen der Spiegelschicht und den Mantelflächen also eine weitere Schicht, wie eine Passivierungsschicht, angeordnet sein. Die Spiegelschicht
15 bedeckt dabei die Mantelflächen teilweise oder vollständig.

Zum Beispiel beträgt der Bedeckungsgrad der Spiegelschicht auf den Mantelflächen zumindest 80 % oder 90 % oder 99 %. Die Spiegelschicht kann dabei ein oder mehrere Metalle, wie
20 Silber oder Aluminium oder Platin oder Gold oder Titan, aufweisen oder daraus bestehen. Beispielsweise beträgt die Dicke der Spiegelschicht zumindest 100 nm oder 500 nm oder 1 µm. Alternativ oder zusätzlich beträgt die Dicke der Spiegelschicht höchstens 10 µm oder 5 µm oder 2 µm. Die
25 Spiegelschicht kann aber auch ein mehrschichtiger Spiegel, beispielsweise ein Braggspiegel, sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Spiegelschicht für die von dem Halbleiterchip emittierte
30 Strahlung eine Reflektivität von zumindest 80 % oder 90 % oder 95 % auf. Die Reflektivität ist dabei beispielsweise die über das Emissionsspektrum des Halbleiterchips gemittelte Reflektivität oder eine Reflektivität gemessen bei der

Wellenlänge, bei der der Halbleiterchip ein Emissionsmaximum aufweist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Vollkörper
5 eines oder mehrere der folgenden Materialien auf oder besteht
daraus: Kunststoffe, wie Thermoplaste oder Duroplaste,
Silikon, wie Klarsilikon, Harz, Silikonharz, Silazan, Acryl,
Parylen, Omocer, Glas.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform verkapselt der
Vollkörper den Halbleiterchip hermetisch. Hermetisch heißt in
diesem Fall, dass der Vergusskörper ein Eindringen oder
Austreten von Gasen oder Flüssigkeiten teilweise oder
vollständig verhindert und so den Halbleiterchip vor äußeren
15 Einflüssen schützt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Vergusskörper
in lateraler Richtung von einem Gehäusekörper umgeben,
insbesondere vollständig und/oder formschlüssig umgeben. Der
20 Gehäusekörper kann ein Verguss sein. Zum Beispiel ist der
Gehäusekörper in direktem Kontakt mit dem Vollkörper oder mit
einer auf dem Vollkörper aufgetragenen Beschichtung. Der
Gehäusekörper kann dabei transparent oder undurchlässig für
die von der Leuchtdiode emittierte Strahlung sein. Der
25 Gehäusekörper kann, eventuell zusammen mit der
Spiegelschicht, ein seitliches Ausdringen der Strahlung aus
der Leuchtdiode verhindern oder unterdrücken. Beispielsweise
weist der Gehäusekörper einen Kunststoff, wie einen weißen
Kunststoff, oder eine Silikon oder ein Harz oder ein
30 Silikonharz auf oder besteht daraus. In das Material des
Gehäusekörpers können strahlungsreflektierende Partikel, wie
TiO₂-Partikel, eingebracht sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist zwischen dem Vollkörper und der Spiegelschicht eine erste Passivierungsschicht angeordnet. Die erste Passivierungsschicht kann insbesondere ein oder mehrere
5 transparente Materialien aufweisen oder daraus bestehen. Als Materialien kommen zum Beispiel Siliziumoxide, wie SiO_2 oder Aluminiumoxide, wie Al_2O_3 , oder Siloxane, wie Hexamethyldisiloxan, kurz HMDSO, oder ZnO in Frage. Die erste Passivierungsschicht kann insbesondere als
10 Haftvermittlungsschicht zwischen der Spiegelschicht und dem Vergusskörper dienen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die erste Passivierungsschicht über dem gesamten Bereich von
15 einschließlich $-20\text{ }^\circ\text{C}$ bis $+100\text{ }^\circ\text{C}$ einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf, der zwischen dem entsprechenden thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Vollkörpers und dem entsprechenden thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Spiegelschicht liegt. Für jede Temperatur innerhalb dieses
20 Temperaturbereichs kann die erste Passivierungsschicht bei auftretenden Temperaturveränderungen unterschiedliche Ausdehnungen der Spiegelschicht und des Vollkörpers zumindest teilweise ausgleichen oder kompensieren und damit Spannungen innerhalb der Leuchtdiode reduzieren. Dies verlängert
25 ebenfalls die Lebensdauer der Leuchtdiode.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist eine zweite Passivierungsschicht auf Außenseiten der Spiegelschicht aufgebracht. Die zweite Passivierungsschicht kann als Schutz
30 der Spiegelschicht dienen. Zum Beispiel weist die zweite Passivierungsschicht ein Siliziumnitrid, wie SiN , oder ein

Siliziumoxid, wie SiO_2 , oder Parylen oder ein Aluminiumoxid, wie Al_2O_3 , oder HMDSO auf oder besteht daraus.

Die Dicken der ersten und zweiten Passivierungsschicht
5 betragen zum Beispiel jeweils zwischen einschließlich 50 nm und 5 μm .

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist auf der Kontaktseite ein zweites Kontaktelement zur externen
10 elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips angebracht. Auch das zweite Kontaktelement kann ein Metall aufweisen oder daraus bestehen und/oder im unmontierten oder elektrisch nicht kontaktierten Zustand der Leuchtdiode freilegen. Über das erste Kontaktelement und das zweite Kontaktelement kann
15 der Halbleiterchip oder die Leuchtdiode insbesondere vollständig elektrisch kontaktiert oder bestromt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Spiegelschicht bis auf die Kontaktseite des Halbleiterchips geführt und ist
20 mit dem ersten Kontaktelement elektrisch leitend verbunden. Die Spiegelschicht ist dann bevorzugt aus einem elektrisch leitenden Material, wie einem Metall, gebildet oder weist ein solches Material auf. Insbesondere ist die Spiegelschicht dann in direktem Kontakt mit dem ersten Kontaktelement oder
25 bildet das erste Kontaktelement.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Spiegelschicht bis auf die Kontaktseite geführt und mit dem zweiten Kontaktelement elektrisch leitend verbunden. Die
30 Spiegelschicht kann dann direkt auf dem zweiten Kontaktelement aufgebracht sein oder kann das zweite Kontaktelement bilden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Spiegelschicht entlang eines Spaltes unterbrochen, so dass zum Beispiel im Betrieb kein Kurzschluss zwischen dem ersten und dem zweiten Kontaktelement auftritt. Die Spiegelschicht ist also nicht
5 zusammenhängend ausgebildet, sondern weist zwei elektrisch voneinander isolierte Bereiche auf, die zum Beispiel jeweils mit dem ersten und dem zweiten Kontaktelement elektrisch leitend verbunden sind. Der Spalt in der Spiegelschicht hat dabei beispielsweise eine Breite von höchstens 10 μm oder 5
10 μm oder 3 μm und/oder von mindestens 500 nm oder 1 μm oder 3 μm .

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Spiegelschicht mit dem zweiten Kontaktelement elektrisch leitend verbunden
15 und erstreckt sich über die gesamte Kontaktseite. In Draufsicht auf die Kontaktseite ist die Kontaktseite vollständig von der Spiegelschicht überzogen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegen das erste
20 Kontaktelement und das zweite Kontaktelement übereinander, so dass im Bereich der Kontaktseite das zweite Kontaktelement zwischen dem Halbleiterchip und dem ersten Kontaktelement angeordnet ist. Zwischen dem ersten Kontaktelement und dem zweiten Kontaktelement ist dann vorzugsweise eine
25 Isolationsschicht, zum Beispiel aus Siliziumoxid, angeordnet, die die beiden Kontaktelemente elektrisch voneinander isoliert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform bildet das erste
30 Kontaktelement dabei einen weiteren Spiegel, der in Draufsicht auf die Rückseite den Halbleiterchip teilweise vollständig überdecken kann. Der weitere Spiegel kann dabei ähnliche oder die gleichen Eigenschaften wie die oben

genannte Spiegelschicht, insbesondere im Hinblick auf Reflektivität, Material und Dicke, aufweisen.

5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind quer zur Strahlungsaustrittsfläche verlaufende Seitenflächen des Abdeckelements und die Mantelflächen des Vollkörpers vollständig mit der Spiegelschicht überzogen.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Abdeckelement als eine Platte mit zwei im Wesentlichen parallel verlaufenden Hauptseiten ausgebildet. Die Hauptseiten können dabei im Wesentlichen parallel zur Strahlungsseite des Halbleiterchips verlaufen. Die Dicke des Abdeckelements zwischen den beiden Hauptseiten beträgt beispielsweise
15 höchstens 5 mm oder 1 mm oder 500 μm . Alternativ oder zusätzlich ist die Dicke des Abdeckelements mindestens 100 μm oder 200 μm oder 300 μm .

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Abdeckelement die geometrische Form einer Linse auf. Das Abdeckelement kann dabei beispielsweise plankonvex oder plankonkav sein. Insbesondere ist das Abdeckelement als Fresnel-Linse ausgebildet. Bevorzugt ist die Strahlungsaustrittsfläche des Abdeckelements dabei teilweise oder vollständig konkav oder
25 konvex gekrümmt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Abdeckelement ein mit Quantenpunkten gefülltes Rohr. Die Quantenpunkte sind zum Beispiel dazu eingerichtet, eine Konversion der von dem
30 Halbleiterchip emittierten Strahlung zu bewirken. In diesem Fall ist das Abdeckelement also insbesondere als Konverterelement ausgebildet. Eine Längsachse des Rohrs verläuft dabei im Wesentlichen parallel zur Strahlungsseite.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Leuchtdiode zwei oder mehr jeweils in einem wie oben beschriebenen Vergusskörper eingebettete Halbleiterchips auf, die über ein gemeinsames Abdeckelement miteinander mechanisch verbunden sind.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der Halbleiterchip neben der Halbleiterschichtenfolge ein auf der Halbleiterschichtenfolge aufgebrachtes Konverterelement. Das Konverterelement ist der Halbleiterschichtenfolge insbesondere in Hauptemissionsrichtung nachgeordnet und bildet bevorzugt die Strahlungsfläche des Halbleiterchips. Dabei kann das Konverterelement zum Beispiel Quantenpunkte zur Strahlungskonversion aufweisen, wobei die empfindlichen Quantenpunkte durch den Vergusskörper vor äußeren Einflüssen geschützt sind. Alternativ oder zusätzlich ist es aber auch möglich, dass das Konverterelement des Halbleiterchips ein keramisches Konverterelement oder ein mit Konverterpartikeln versehener Verguss, wie ein Silikonverguss, ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die lateralen Abmessungen der Leuchtdiode parallel zur Strahlungsseite zumindest 300 µm oder 500 µm oder 1 mm größer als die lateralen Abmessungen des Halbleiterchips. Alternativ oder zusätzlich sind die lateralen Abmessungen der Leuchtdiode höchstens 10 mm oder 5 mm oder 1 mm größer als die des Halbleiterchips. Die vertikalen Abmessungen der Leuchtdiode sind beispielsweise zumindest 100 µm oder 200 µm oder 500 µm und/oder höchstens 1 mm oder 700 µm oder 500 µm größer als die vertikalen Abmessungen des Halbleiterchips, wobei die vertikale Richtung eine Richtung parallel zur Hauptemissionsrichtung des Halbleiterchips ist.

Darüber hinaus wird ein Verfahren zur Herstellung einer Mehrzahl von Leuchtdioden angegeben. Das Verfahren eignet sich insbesondere zur Herstellung der hier beschriebenen Leuchtdioden. Das heißt, sämtliche in Verbindung mit der Leuchtdiode offenbarten Merkmale sind auch für das Verfahren offenbart und umgekehrt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren zur Herstellung einer Mehrzahl von Leuchtdioden einen Schritt A), in dem ein Träger bereitgestellt wird. Der Träger kann dabei die gleichen Materialien aufweisen oder daraus bestehen, die im Zusammenhang mit dem oben genannten Abdeckelement genannt wurden. Auch ist es möglich, dass der Träger ein Konverterelement, zum Beispiel ein keramisches Konverterelement, ist.

In einem Schritt B) wird eine transparente Vergussmasse auf den Träger aufgebracht. Die transparente Vergussmasse kann dabei die gleichen Materialien aufweisen oder daraus bestehen, die im Zusammenhang mit dem oben genannten Vergusskörper genannt wurden.

In einem weiteren Verfahrensschritt C) wird eine Mehrzahl von Halbleiterchips bereitgestellt, wobei jeder Halbleiterchip eine Strahlungsseite, eine der Strahlungsseite gegenüberliegende Kontaktseite und quer zur Strahlungsseite verlaufende Seitenflächen umfasst. Die Halbleiterchips sind insbesondere dazu eingerichtet, im bestimmungsgemäßen Betrieb elektromagnetische Strahlung über die Strahlungsseite entlang einer senkrecht zur Strahlungsseite verlaufenden Hauptemissionsrichtung zu emittieren.

In einem Schritt D) werden die Halbleiterchips mit der Strahlungsseite voran so tief in die Vergussmasse eingetaucht, dass die Strahlungsseite und die Seitenflächen von der Vergussmasse teilweise oder vollständig formschlüssig bedeckt werden. Die Kontaktseite ragt aber auch nach dem Eintauchen noch aus der Vergussmasse heraus. Anschließend kann die Vergussmasse zum Beispiel ausgehärtet werden.

In einem Verfahrensschritt E) werden die Halbleiterchips entlang von Trennungsebenen durch die Vergussmasse und den Träger vereinzelt, so dass einzelne Leuchtdioden entstehen. Die Leuchtdioden umfassen dabei jeweils einen, zum Beispiel genau einen Vollkörper und ein, zum Beispiel genau ein, Abdeckelement. Das Abdeckelement stellt einen Teil des vereinzelteten Trägers dar, der Vollkörper stellt einen Teil der vereinzelteten Vergussmasse dar. Bei jeder der Leuchtdioden ist der Vollkörper so ausgebildet, dass er sich entlang der Hauptemissionsrichtung verbreitert. Insbesondere umfasst jede Leuchtdiode einen, zum Beispiel genau einen, Halbleiterchip.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden die oben genannten Schritte A) bis E) unabhängig voneinander als separate Schritte ausgeführt. Bevorzugt werden die Schritte in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Vergussmasse beim Eintauchen der Halbleiterchips eine Viskosität von höchstens 10^5 P·s oder 10^4 P·s oder 10^3 P·s auf. Alternativ oder zusätzlich beträgt die Viskosität der Vergussmasse zumindest 10^2 P·s oder 10^3 P·s oder 10^4 P·s.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Material der Vergussmasse so gewählt, dass es beim Eintauchen oder in

einem auf das Eintauchen folgenden Aushärteprozess seine Form im Bereich der Halbleiterchips aufgrund von Oberflächenspannungen verändert. Die Formveränderung ist dabei dergestalt, dass sich die verbreiternde Form des
5 späteren Vollkörpers selbständig ausbildet. In diesem Fall muss also die sich verbreiternde Form der Vollkörper nicht über einen extra Verfahrensschritt, wie einen Abtrage- oder Strukturierungsprozess ausgebildet werden, vielmehr bildet sich die Form der Vollkörper aufgrund der Materialeigenschaft
10 der Vergussmasse automatisch.

Alternativ ist es aber auch möglich, dass die Vergussmasse vor oder nach dem Aushärten strukturiert oder mechanisch bearbeitet wird, beispielsweise abgeschliffen oder abgetragen
15 wird oder über einen Formgebungsprozess im nicht ausgehärteten Zustand zurechtgeformt wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird nach dem Schritt D) eine Spiegelschicht von einer dem Träger abgewandten Seite
20 auf die Vergussmasse abgeschieden. Das Abscheiden der Spiegelschicht kann beispielsweise über ein Sputterverfahren oder über Verdampfen oder über physikalische Gasphasenabscheidung, kurz PVD, oder über chemische Gasphasenabscheidung, kurz CVD, oder über
25 Atomlagenabscheidung, kurz ALD, erfolgen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird vor dem Abscheiden der Spiegelschicht eine Opferschicht zumindest auf die Kontaktseite aufgebracht. Bei der Opferschicht kann es sich
30 beispielsweise um einen Fotolack oder einen Kunststoff handeln. Die Opferschicht wird dabei so aufgebracht, dass diese die Kontaktseite teilweise oder vollständig bedeckt.

Nach dem Abscheiden der Spiegelschicht wird die Opferschicht dann wieder abgetragen, so dass die zuvor von der Opferschicht überdeckten Bereiche frei von der Spiegelschicht sind. Auf diese Weise kann zum Beispiel verhindert werden, dass auf der Kontaktseite angebrachte Kontaktelemente von der Spiegelschicht überdeckt werden oder mit der Spiegelschicht in Kontakt kommen. Auch kann auf diese Weise zum Beispiel ein Spalt in der Spiegelschicht ausgebildet werden, so dass die Spiegelschicht anschließend nicht zusammenhängend ausgebildet ist.

Nachfolgend wird eine hier beschriebene Leuchtdiode sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Mehrzahl von Leuchtdioden unter Bezugnahme auf Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

20

Es zeigen:

Figuren 1A bis 1F verschiedene Positionen in dem Verfahren zur Herstellung von Ausführungsbeispielen von Leuchtdioden,

25

Figuren 2A bis 2J Ausführungsbeispiele verschiedener Leuchtdioden in seitlicher Querschnittsansicht,

Figuren 3A und 3B optoelektronische Halbleiterchips für Leuchtdioden in seitlicher Querschnittsansicht.

30

Figur 1A zeigt eine Position in dem Herstellungsverfahren. Dabei ist ein Träger 33 bereitgestellt, auf dem eine Vergussmasse 20 aufgebracht ist. Bei dem Träger 33 handelt es sich zum Beispiel um einen Glas- oder Kunststoffträger oder um ein Konverterelement. Die Vergussmasse 20 ist beispielsweise ein flüssiger oder zähflüssiger, insbesondere transparenter Kunststoff oder ein Klarsilikon mit einer Viskosität zwischen 10^3 P.s und 10^5 P.s. Die Vergussmasse 20 und der Träger 33 können mittels eines Verbindungsmittels miteinander verbunden sein. Insbesondere kann das Verbindungsmittel Partikel eines Konversionsstoffes enthalten, der dazu eingerichtet ist, im Betrieb des optoelektronischen Bauteils erzeugte elektromagnetische Strahlung eines Wellenlängenbereichs in elektromagnetische Strahlung eines anderen Wellenlängenbereichs umzuwandeln. Alternativ zu der dargestellten Ausführungsform, kann die Vergussmasse 20 in Form mehrerer Tropfen auf dem Träger bereitgestellt werden. Beispielsweise ist die dem Träger 30 abgewandte Oberfläche jedes Tropfens sphärisch oder parabolisch geformt.

Außerdem sind in Figur 1A zwei optoelektronische Halbleiterchips 1 bereitgestellt, die jeweils eine Strahlungsseite 16, eine der Strahlungsseite 16 gegenüberliegende Kontaktseite 12 sowie quer zur Strahlungsseite 16 verlaufende Seitenflächen 15 aufweisen. Eine nähere Beschreibung des Aufbaus der Halbleiterchips 1 erfolgt im Zusammenhang mit Figur 3.

Die Halbleiterchips 1 sind dazu eingerichtet, im bestimmungsgemäßen Betrieb elektromagnetische Strahlung, zum Beispiel im blauen oder UV-Bereich oder im sichtbaren Bereich zu emittieren. Dabei wird zumindest ein Teil, wie zumindest

80 %, über die Strahlungsseite 16 aus dem Halbleiterchip 1 emittiert. Auf den Kontaktseiten 12 der Halbleiterchips 1 sind jeweils ein erstes metallisches Kontaktelement 10 und ein zweites metallisches Kontaktelement 11 aufgebracht, über
5 die die Halbleiterchips 1 extern elektrisch kontaktiert werden können. Die Kontaktelemente 10, 11 liegen auf den Kontaktseiten 12 frei, sind also von außen frei zugänglich.

In Figur 1B ist eine Position in dem Verfahren gezeigt, bei
10 dem die Halbleiterchips 1 mit der Strahlungsseite 16 voraus in die Vergussmasse 20 eingedrückt sind. Das Material der Vergussmasse 20 ist dabei so gewählt, dass es während des Eindrückens oder infolge eines Aushärtprozesses sich aufgrund von Oberflächenspannungen in Richtung Kontaktseite
15 12 an den Seitenflächen entlang zieht und dabei die Seitenflächen 15 bedeckt. Vorliegend sind die Seitenflächen 15 nach dem Eintauchen der Halbleiterchips 1 oder nach dem Aushärten zu zumindest 80 % von der Vergussmasse 20 bedeckt. Die Vergussmasse 20 umgibt dabei die Strahlungsseiten 16 und
20 die Seitenflächen 15 formschlüssig und ist in direktem Kontakt mit den Halbleiterchips 1. Ist der Vergussmasse 20 in Form mehrere Tropfen auf dem Träger 33 bereitgestellt, so ist in jedem Tropfen der Vergussmasse 20 genau ein Halbleiterchip 1 angeordnet.

25 Durch das Benetzen der Seitenflächen 15 mit der Vergussmasse 20 weist die Vergussmasse 20 eine sich in Richtung weg von der Kontaktseite und hin zur Strahlungsseite verbreiternde Form auf. Ferner ist in Figur 1B zu erkennen, dass die
30 Kontaktseiten 12 mit den Kontaktelementen 10, 11 frei von der Vergussmasse 20 bleiben, also nach wie vor von außen frei zugänglich sind.

In Figur 1C ist eine weitere Position in dem Herstellungsverfahren gezeigt, bei dem auf die Kontaktseiten 12 der Halbleiterchips 1 jeweils eine Opferschicht 5 aufgebracht ist. Die Opferschichten 5 bedecken vorliegend die Kontaktseiten 12 vollständig. Die Opferschichten 5 basieren beispielsweise auf einem Fotolack oder einem Kunststoff.

Außerdem ist auf die Opferschichten 5 und die Vergussmasse 20 von einer dem Träger 33 abgewandten Seite eine Spiegelschicht 4 aufgebracht. Die Spiegelschicht 4 ist zum Beispiel aus einem Metall wie Silber gebildet und hat eine Dicke zwischen einschließlich 500 nm und 2 μ m. Das Aufbringen der Spiegelschicht 4 auf die Vergussmasse 20 und die Opferschichten 5 kann beispielsweise mittels eines Sputterprozesses oder mittels Verdampfen erfolgt sein.

In Figur 1C ist zu erkennen, dass die Spiegelschicht 4 alle zuvor freiliegenden Seiten der Opferschichten 5 und der Vergussmasse 20 vollständig bedeckt. Insbesondere sind auch quer zur Strahlungsseite 16 verlaufende Mantelflächen 25 der Vergussmasse 20 von der Spiegelschicht 4 bedeckt.

In Figur 1D ist eine weitere mögliche Position in dem Herstellungsverfahren gezeigt. Anders als in Figur 1C ist hier die Spiegelschicht 4 nicht direkt auf die Vergussmasse 20 aufgebracht, sondern zwischen Spiegelschicht 4 und Vergussmasse 20 ist eine erste Passivierungsschicht 40 angeordnet. Die erste Passivierungsschicht 40 basiert beispielsweise auf Siliziumoxid. Vorteilhafterweise sind die Materialien der Vergussmasse 20, der Spiegelschicht 4 und der ersten Passivierungsschicht 40 so gewählt, dass in einem Temperaturbereich von -20 °C bis +100 °C der thermische Ausdehnungskoeffizient der ersten Passivierungsschicht 40

zwischen den thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Vergussmasse 20 und der Spiegelschicht 4 liegt.

Außerdem ist zu erkennen, dass auf Außenseiten der

5 Spiegelschicht 4 eine zweite Passivierungsschicht 41 beispielsweise ebenfalls auf Siliziumoxid oder Siliziumnitrid basierend aufgebracht ist. Die zweite Passivierungsschicht 41 schützt dabei die Spiegelschicht 4 vor äußeren Einflüssen.

10 In Figur 1E ist eine auf die Position der Figur 1C folgende Position in dem Herstellungsverfahren gezeigt. Dabei sind die Opferschichten 5 mit der darauf aufgetragenen Spiegelschicht 4 von den Kontaktseiten 12 der Halbleiterchips 1 abgelöst. Nach dem Ablösen der Opferschichten 5 liegen die

15 Kontaktseiten 12 sowie die darauf aufgetragenen Kontaktelemente 10, 11 frei, sind also von außen frei zugänglich. Die Vergussmasse 20 ist jedoch nach wie vor mit der Spiegelschicht 4 überzogen.

20 Außerdem ist in Figur 1E ein Verfahrensschritt angedeutet, bei dem die Halbleiterchips 1 entlang einer als gestrichelte Linie gekennzeichneten Trennungsebene durch die Vergussmasse 20 und den Träger 33 hindurch vereinzelt werden, so dass einzelne Leuchtdioden 100 entstehen.

25

Gemäß einer alternativen Ausführungsform des Herstellungsverfahrens kann, wie in Figur 1F gezeigt, vor dem Vereinzeln der Halbleiterchips ein weiterer Vergusskörper 50 auf der Außenfläche 4a der Spiegelschicht 4 angeordnet

30 werden. Die Kontaktelemente 10, 11 und die Strahlungsausstrittsfläche 30 sind frei von dem weiteren Vergusskörper 50.

Im Ausführungsbeispiel der Figur 2A ist eine Leuchtdiode 100 gezeigt, die beispielsweise zumindest teilweise mit dem im Zusammenhang mit Figur 1 beschriebenen Verfahren hergestellt ist. Die Leuchtdiode 100 weist einen wie bereits

5 beschriebenen Halbleiterchip 1 auf. In Figur 2A ist außerdem angedeutet, dass der Halbleiterchip 1 entlang einer Hauptemissionsrichtung 17, die von der Strahlungsseite 16 wegführt, Strahlung emittiert.

10 Der Halbleiterchip 1 ist in einem Vergusskörper 2 eingebettet, wobei der Vergusskörper 2 sowohl die Seitenflächen 15 als auch die Strahlungsseite 16 des Halbleiterchips 1 formschlüssig umgibt und in direktem Kontakt mit dem Halbleiterchip 1 ist. Außerdem ist zu

15 erkennen, dass der Vergusskörper 2 sich in Richtung weg von der Kontaktseite 12 entlang der Hauptemissionsrichtung 17 verbreitert. Dabei verbreitert sich der Vergusskörper 2 monoton, es gibt also keine Bereiche, in denen der Vergusskörper 2 in Richtung Hauptemissionsrichtung 17 wieder

20 schmaler wird. Die breiteste Stelle des Vergusskörpers 2 ist folglich die am weitesten von der Kontaktseite 12 entfernte Stelle.

In Hauptemissionsrichtung 17 ist dem Vergusskörper 2 ein

25 Abdeckelement 3 nachgeordnet, das beispielsweise einen Teil des oben beschriebenen Trägers 33 darstellt. Das Abdeckelement 3 ist dabei in direktem Kontakt mit dem Vergusskörper 2 und schließt in lateraler Richtung bündig mit dem Vergusskörper 2 ab. Vorliegend ist das Abdeckelement 3

30 als Platte mit zwei im Wesentlichen parallel verlaufenden Hauptseiten ausgebildet. Eine dem Vergusskörper 2 abgewandte Hauptseite des Abdeckelements 3 ist als Strahlungsaustrittsfläche 30 der Leuchtdiode 100 gebildet,

über die im Betrieb zumindest 90 % der erzeugten Strahlung aus der Leuchtdiode 100 ausgekoppelt wird.

Außerdem ist im Ausführungsbeispiel der Figur 2A zu erkennen,
5 dass quer zur Strahlungsseite 16 verlaufende Mantelflächen 25 oder Außenflächen 25 des Vergusskörpers 2 vollständig mit der Spiegelschicht 4 bedeckt sind. Auch quer zur Strahlungsseite 16 verlaufende Seitenflächen des Abdeckelements 3 sind mit der Spiegelschicht 4 vollständig bedeckt.

10

Die lateralen Abmessungen der Leuchtdiode 100 sind zum Beispiel zu zumindest 300 µm größer als die lateralen Abmessungen des Halbleiterchips 1.

15 In Figur 2B ist ein Ausführungsbeispiel einer Leuchtdiode 100 gezeigt, bei der die Spiegelschicht 4 bis auf die Kontaktseite 12 des Halbleiterchips 1 gezogen ist, und dabei sowohl mit dem ersten Kontaktelement 10 als auch mit dem zweiten Kontaktelement 11 in direktem mechanischem und
20 elektrischem Kontakt steht. Anders als dargestellt könnte die Spiegelschicht 4 auch selber die Kontaktelemente 10, 11 bilden. Entlang eines Spalts 44 ist die Spiegelschicht 4 unterbrochen, so dass es zu keinem Kurzschluss zwischen den Kontaktelementen 10, 11 kommt.

25

In Figur 2C ist das Ausführungsbeispiel der Figur 2B in Draufsicht auf die Strahlungsaustrittsfläche 30 gezeigt. Hier ist zu erkennen, dass sich der Spalt 44 durch die gesamte Spiegelschicht 4 hindurchzieht, so dass die Spiegelschicht 4
30 nicht zusammenhängend ausgebildet ist, sondern aus zwei Teilbereichen besteht.

Im Ausführungsbeispiel der Figur 2D ist eine Leuchtdiode 100 gezeigt, die im Wesentlichen der Leuchtdiode 100 der Figur 2A entspricht. Anders als in der Figur 2A verbreitert sich hier aber der Vergusskörper 2 kontinuierlich und/oder stetig in
5 Richtung weg von der Kontaktseite 12 und weist anders als in Figur 2A keine Sprünge beziehungsweise unstetige Bereiche innerhalb des Vergusskörpers 2 auf. In 3D-Darstellung hat der Vergusskörper 2 zum Beispiel eine asphärische oder sphärische Form, wie eine Ellipsoidsegment oder ein Kugelsegment.

10

Das Ausführungsbeispiel einer Leuchtdiode 100 der Figur 2E unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel der Figur 2D lediglich im Hinblick auf den Halbleiterchip 1. In Figur 2E weist der Halbleiterchip 1 ein Konverterelement 18 auf,

15

welches die Strahlungsseite 16 bildet. Bei dem Konverterelement 18 kann es sich beispielsweise um ein keramisches Konverterelement oder um einen mit Konverterpartikeln versehenen Verguss handeln. Auch ist es möglich, dass das Konverterelement 18 Quantenpunkte als

20

konvertierende Partikel aufweist, die durch den Vergusskörper 2 besonders gut vor äußeren Einflüssen geschützt sind.

Im Ausführungsbeispiel einer Leuchtdiode 100 der Figur 2F ist der Vergusskörper 2 in Querschnittsansicht trapezförmig
25 ausgebildet. In 3D-Darstellung könnte es sich bei dem Vergusskörper 2 beispielsweise um einen Kegelstumpf oder um einen Pyramidenstumpf handeln.

Außerdem ist in Figur 2F das zweite Kontaktelement 11 durch
30 die Spiegelschicht 4 gebildet, die sich nahezu über die gesamte Kontaktseite 12 des Halbleiterchips 1 erstreckt. Eine in Richtung Kontaktseite 12 von dem Halbleiterchip 1

emittierte Strahlung kann dann über das zweite Kontaktelement 11 wieder in Richtung Strahlungsseite reflektiert werden.

Das erste Kontaktelement 10 ist auf dem zweiten
5 Kontaktelement 11 angeordnet und überdeckt ebenfalls die gesamte Kontaktseite 12 des Halbleiterchips 1. Dabei ist das erste Kontaktelement 10 bevorzugt ein weiterer Spiegel. Das zweite Kontaktelement 11 ist zwischen dem Halbleiterchip 1 und dem ersten Kontaktelement 10 angeordnet und von dem
10 ersten Kontaktelement 10 durch eine Isolationsschicht elektrisch isoliert. Die elektrische Verbindung des Halbleiterchips 1 mit dem ersten Kontaktelement 10 erfolgt über eine Durchkontaktierung durch die Isolationsschicht und das zweite Kontaktelement 11.

15 Im Ausführungsbeispiel der Figur 2G ist eine Leuchtdiode gezeigt, die im Wesentlichen der Leuchtdiode der Figur 2F entspricht. Im Unterschied zu Figur 2F ist das Abdeckelement 3 nun aber nicht mehr als Platte, sondern als Linse gebildet,
20 die eine gekrümmte Strahlungsaustrittsfläche 30 aufweist. Das Abdeckelement 3 kann also für die von dem Halbleiterchip 1 emittierte Strahlung eine bündelnde oder fokussierende Wirkung haben.

In Figur 2H ist ein Ausführungsbeispiel einer Leuchtdiode 100
25 gezeigt, bei der das Abdeckelement 3 als Rohr ausgebildet ist, in dem Quantenpunkte eingebettet sind. Das Rohr ist zum Beispiel nach außen hermetisch dicht abgeriegelt, so dass die Quantenpunkte innerhalb des Rohrs vor äußeren Einflüssen geschützt sind. Auf einer Mantelfläche des Rohrs sind zwei
30 wie oben beschriebene Halbleiterchips 1 mit entsprechenden Vergusskörpern 2 angeordnet. Die Strahlungsaustrittsfläche 30 des Abdeckelements 3 wird beispielsweise durch einen Teil oder die gesamte Mantelfläche des Rohrs gebildet.

In Figur 2I ist ein Ausführungsbeispiel einer Leuchtdiode 100 gezeigt, bei der der Vollkörper 2 seitlich vollständig und formschlüssig von einem Gehäusekörper 6 umgeben ist. Der Gehäusekörper 6 schließt in vertikaler Richtung an der Strahlungsaustrittsfläche 30 bündig mit dem Abdeckelement 3 ab. Beispielsweise ist der Gehäusekörper 6 aus einem weißen Kunststoff gebildet. An einer der Strahlungsaustrittsfläche 30 gegenüberliegenden Unterseite der Leuchtdiode 100 sind das erste Kontaktelement 10 und das zweite Kontaktelement 11 lateral auf den Gehäusekörper 6 geführt und liegen auf diesem auf. Die Kontaktelemente 10, 11 sind an der Unterseite frei zugänglich.

Die Figur 2J zeigt eine alternative Ausführungsform der Leuchtdiode. Alternativ zu der in Figur 2A gezeigten Ausführungsform kann die dem Vergusskörper 2 abgewandte Seite der Spiegelschicht 4 von einem weiteren Vergusskörper 50 umgeben sein. Insbesondere kann der weitere Vergusskörper 50 die Spiegelschicht 4 ersetzen. Beispielsweise umfasst der weitere Vergusskörper 50 reflektierende Partikel, insbesondere Titandioxid (TiO_2) Partikel, die reflektierend für die im Betrieb des Halbleiterchips 1 erzeugte elektromagnetische Strahlung sind. Beispielsweise kann der weitere Vergusskörper 50 die Mantelfläche des Vergusskörpers und die quer zur Strahlungsaustrittsfläche 30 verlaufende Seitenfläche des Abdeckelements bedecken.

In den Figuren 3A und 3B sind seitliche Querschnittsansichten zweier verschiedener Halbleiterchips 1 gezeigt. Dabei handelt es sich beispielsweise um solche Halbleiterchips 1, die in der oben beschriebenen Leuchtdiode 100 verarbeitet sind.

In der Figur 3A weist der Halbleiterchip 1 eine Halbleiterschichtenfolge 14 auf, auf der ein Aufwachssubstrat 13 für die Halbleiterschichten 14 angeordnet ist. Die Strahlungsseite 16 ist dabei durch das Aufwachssubstrat 13 gebildet, die Halbleiterschichtenfolge 14 liegt also zwischen dem Aufwachssubstrat 13 und der Kontaktseite 12. Bei dem Halbleiterchip 1 der Figur 3A handelt es sich beispielsweise um einen so genannten Volumenemitter, bei dem auch über Seitenflächen des Aufwachssubstrats 13 Strahlung aus dem Halbleiterchip 1 emittiert wird.

In Figur 3B ist ein so genannter Dünnschicht-Halbleiterchip 1 gezeigt, bei dem das im Zusammenhang mit Figur 3A beschriebene Aufwachssubstrat teilweise oder vollständig entfernt ist. Dafür weist der Halbleiterchip 1 einen Hilfsträger 13 auf, der von dem Aufwachssubstrat verschieden ist und zur mechanischen Stabilisierung der Halbleiterschichtenfolge 14 dient. Der Hilfsträger 13 basiert in diesem Fall beispielsweise auf einem Halbleitermaterial oder einem Metall und ist zwischen der Halbleiterschichtenfolge 14 und der Kontaktseite 12 ausgebildet. Die Strahlungsseite 16 grenzt vorliegend an die Halbleiterschichtenfolge 14.

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

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 102015109852.0, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bezugszeichenliste

	1	Halbleiterchip
	2	Vergusskörper
5	3	Abdeckelement
	4	Spiegelschicht
	4a	Außenfläche der Spiegelschicht
	5	Opferschicht
	6	Gehäusekörper
10	10	erstes Kontaktelement
	11	zweites Kontaktelement
	12	Kontaktseite des Halbleiterchips 1
	13	Aufwachssubstrat/Hilfsträger
	14	Halbleiterschichtenfolge
15	15	Seitenfläche des Halbleiterchips 1
	16	Strahlungsseite des Halbleiterchips 1
	17	Hauptemissionsrichtung
	18	Konverterelement
	20	Vergussmasse
20	25	Mantelfläche des Vergusskörpers 2
	30	Strahlungsausstrittsfläche
	33	Träger
	40	erste Passivierungsschicht
	41	zweite Passivierungsschicht
25	44	Spalt in der Spiegelschicht 4
	50	weiterer Vergusskörper
	100	Leuchtdiode

Patentansprüche

1. Leuchtdiode (100) aufweisend:

- 5 - einen optoelektronischen Halbleiterchip (1) mit einer Strahlungsseite (16), einer der Strahlungsseite (16) gegenüberliegenden Kontaktseite (12) und quer zur Strahlungsseite (16) verlaufenden Seitenflächen (15), wobei auf der Kontaktseite (12) ein erstes Kontaktelement (10) zur externen elektrischen
- 10 Kontaktierung des Halbleiterchips (1) angebracht ist,
- einen transparenten Vollkörper (2),
- ein Abdeckelement (3), wobei
- der Halbleiterchip (1) im bestimmungsgemäßen Betrieb elektromagnetische Strahlung über die Strahlungsseite
- 15 (16) entlang einer quer zur Strahlungsseite (16) verlaufenden Hauptemissionsrichtung (17) emittiert,
- der Halbleiterchip (1) in dem Vollkörper (2) eingebettet ist, wobei die Seitenflächen (15) und die Strahlungsseite (16) von dem Vollkörper (2)
- 20 formschlüssig bedeckt sind,
- der Vollkörper (2) sich entlang der Hauptemissionsrichtung (17) verbreitert,
- das Abdeckelement (3) dem Vollkörper (2) in Hauptemissionsrichtung nachgeordnet ist und direkt auf
- 25 den Vollkörper (2) aufgebracht ist,
- eine dem Vollkörper (2) abgewandte Seite des Abdeckelements (3) als Strahlungsaustrittsfläche (30) der Leuchtdiode (100) ausgebildet ist,
- das erste Kontaktelement (10) im unmontierten
- 30 und/oder nicht kontaktierten Zustand der Leuchtdiode (100) frei liegt.

2. Leuchtdiode (100) nach Anspruch 1, wobei
- der Vollkörper (2) eine oder mehrere quer zur Strahlungsseite (16) verlaufende Mantelflächen (25) aufweist,
 - 5 - die Mantelflächen (25) mit einer Spiegelschicht (4) überzogen sind,
 - die Spiegelschicht (4) für die von dem Halbleiterchip (1) emittierte Strahlung eine Reflektivität von zumindest 80 % aufweist.
- 10
3. Leuchtdiode (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei
- der Vollkörper (2) eines oder mehrere der folgenden Materialien aufweist oder daraus besteht: Kunststoff, Silikon, Klarsilikon, Silazan, Acryl, Parylen, Omocer,
 - 15 Glas,
 - der Vollkörper (2) den Halbleiterchip (1) hermetisch verkapselt.
- 20
4. Leuchtdiode (100) nach mindestens Anspruch 2, wobei
- eine erste Passivierungsschicht (40) zwischen dem Vollkörper (2) und der Spiegelschicht (4) angeordnet ist,
 - die erste Passivierungsschicht (40) über den gesamten Bereich von einschließlich -20 °C bis +100 °C einen
 - 25 thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, der zwischen dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Vollkörpers (2) und dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Spiegelschicht (4) liegt,
 - eine zweite Passivierungsschicht (41) auf Außenseiten
 - 30 der Spiegelschicht (4) aufgebracht ist.
5. Leuchtdiode (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei auf der Kontaktseite (12) ein zweites Kontaktelement (11) zur externen elektrischen Kontaktierung des Halbleiterkörpers (1) angebracht ist.

- 5 6. Leuchtdiode (100) nach zumindest den Ansprüchen 2 und 5, wobei
- die Spiegelschicht (4) bis auf die Kontaktseite (12) geführt ist und mit dem ersten Kontaktelement (10) elektrisch leitend verbunden ist,
 - 10 - die Spiegelschicht (4) mit dem zweiten Kontaktelement (11) elektrisch leitend verbunden ist,
 - die Spiegelschicht (4) entlang eines Spaltes (44) unterbrochen ist, sodass im Betrieb kein Kurzschluss zwischen dem ersten (10) und dem zweiten Kontaktelement
 - 15 (11) auftritt,
 - der Spalt (44) eine Breite von höchstens 10 µm aufweist.
- 20 7. Leuchtdiode (100) nach Anspruch 5, wobei
- die Spiegelschicht (4) bis auf die Kontaktseite (12) geführt ist und mit dem zweiten Kontaktelement (11) elektrisch leitend verbunden ist,
 - das erste Kontaktelement (10) und das zweite Kontaktelement (11) übereinander liegen, sodass im
 - 25 Bereich der Kontaktseite (12) das zweite Kontaktelement (11) zwischen dem Halbleiterchip (1) und dem ersten Kontaktelement (10) angeordnet ist,
 - das erste Kontaktelement (10) einen weiteren Spiegel bildet, der in Draufsicht auf die Kontaktseite (12) den
 - 30 Halbleiterchip (1) vollständig überdeckt.
8. Leuchtdiode (100) nach zumindest Anspruch 2, wobei quer zur Strahlungsausstrittsfläche (30)

verlaufende Seitenflächen (35) des Abdeckelements (3) und die Mantelflächen (25) des Vollkörpers (2) vollständig mit der Spiegelschicht (4) überzogen sind.

- 5 9. Leuchtdiode (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Abdeckelement (3) eine Platte mit zwei im Wesentlichen parallel verlaufenden Hauptseiten (31, 32) ist, wobei die Hauptseiten (31, 32) im Wesentlichen
10 parallel zur Strahlungsseite (16) verlaufen.
10. Leuchtdiode (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Abdeckelement (3) die geometrische Form einer Linse hat, wobei die Strahlungsausstrittsfläche (30)
15 teilweise oder vollständig konkav oder konvex gekrümmt ist.
11. Leuchtdiode (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei
20 - das Abdeckelement (3) ein mit Quantenpunkten gefülltes Rohr ist,
- die Quantenpunkte eine Konversion der von dem Halbleiterchip (1) emittierten Strahlung bewirken,
- eine Längsachse des Rohrs im Wesentlichen parallel
25 zur Strahlungsseite (16) verläuft.
12. Leuchtdiode (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- der Halbleiterchip (1) eine Halbleiterschichtenfolge
30 (14) und ein darauf angeordnetes Konverterelement (18) umfasst,
- das Konverterelement (18) zumindest die

Strahlungsfläche (16) bildet,

- das Konverterelement (18) Quantenpunkte aufweist.

13. Leuchtdiode (100) nach einem der vorhergehenden
5 Ansprüche,

wobei die lateralen Abmessungen der Leuchtdiode (100)
parallel zur Strahlungsseite (16) zumindest 300 µm
größer sind als die lateralen Abmessungen des
Halbleiterchips (1).

14. Verfahren zur Herstellung einer Mehrzahl von
Leuchtdioden (100), umfassend die Schritte:

A) Bereitstellen eines Trägers (33);

B) Aufbringen einer transparenten Vergussmasse (20) auf
15 den Träger (33);

C) Bereitstellen eine Mehrzahl von Halbleiterchips (1),
wobei jeder Halbleiterchip (1) eine Strahlungsseite
(16), eine der Strahlungsseite (16) gegenüberliegende
Kontaktseite (12) und quer zur Strahlungsseite (16)
20 verlaufende Seitenflächen (15) umfasst, wobei die
Halbleiterchips (1) im bestimmungsgemäßen Betrieb
elektromagnetische Strahlung über die Strahlungsseite
(16) entlang einer senkrecht zur Strahlungsseite (16)
verlaufenden Hauptemissionsrichtung (17) emittieren;

D) Eintauchen der Halbleiterchips (1) mit der
25 Strahlungsseite (16) voran so tief in die Vergussmasse
(20), dass die Strahlungsseite (16) und die
Seitenflächen (15) von der Vergussmasse (20)
formschlüssig bedeckt werden, die Kontaktseite (12)
30 aber noch aus der Vergussmasse (20) herausragt;

E) Vereinzeln der Halbleiterchips (1) entlang von
Trennungsebenen durch die Vergussmasse (20) und den
Träger (33), sodass einzelne Leuchtdioden (100)

entstehen, wobei

- jede Leuchtdiode (100) einen Vollkörper (2) und ein Abdeckelement (3) umfasst,
- das Abdeckelement (3) jeweils ein Teil des
- 5 vereinzelt Trägers (33) ist,
- der Vollkörper (2) jeweils ein Teil der vereinzelt Vergussmasse (20) ist,
- bei jeder Leuchtdiode (100) der Vollkörper (2) entlang der Hauptemissionsrichtung (17) breiter wird.

10

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei

- die Vergussmasse (20) beim Eintauchen der Halbleiterchips (1) eine Viskosität von höchstens 10^5 Pa·s aufweist,
- 15 - die Vergussmasse (20) bei einem anschließenden Aushärtprozess seine Form im Bereich der Halbleiterchips (1) aufgrund von Oberflächenspannungen so verändert, dass sich die sich verbreiternde Form der späteren Vollkörper (2) ausbildet.

20

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei nach dem Schritt D) eine Spiegelschicht (4) von einer dem Träger (33) abgewandten Seite auf die Vergussmasse (20) abgeschieden wird.

25

17. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei

- vor dem Abscheiden der Spiegelschicht (4) eine Opferschicht (5) zumindest auf die Kontaktseite (12) aufgebracht wird, sodass die Opferschicht (5) die
- 30 Kontaktseite (12) teilweise oder vollständig bedeckt,
- die Opferschicht (5) nach dem Abscheiden der Spiegelschicht (4) abgetragen wird, sodass die zuvor

von der Opferschicht (5) überdeckten Bereiche frei von der Spiegelschicht (4) sind.

FIG 1A

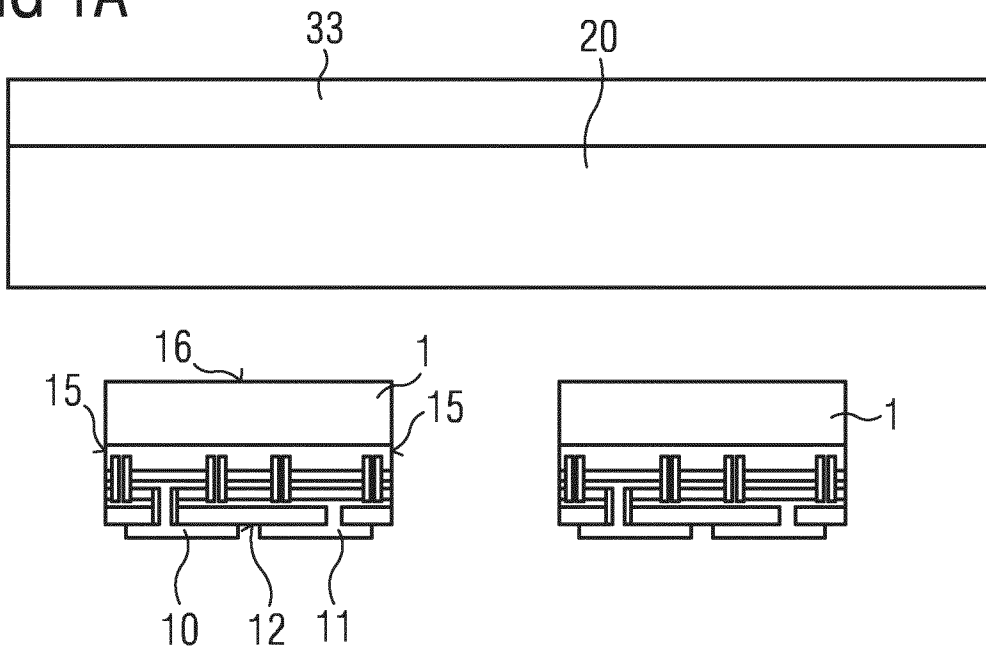


FIG 1B

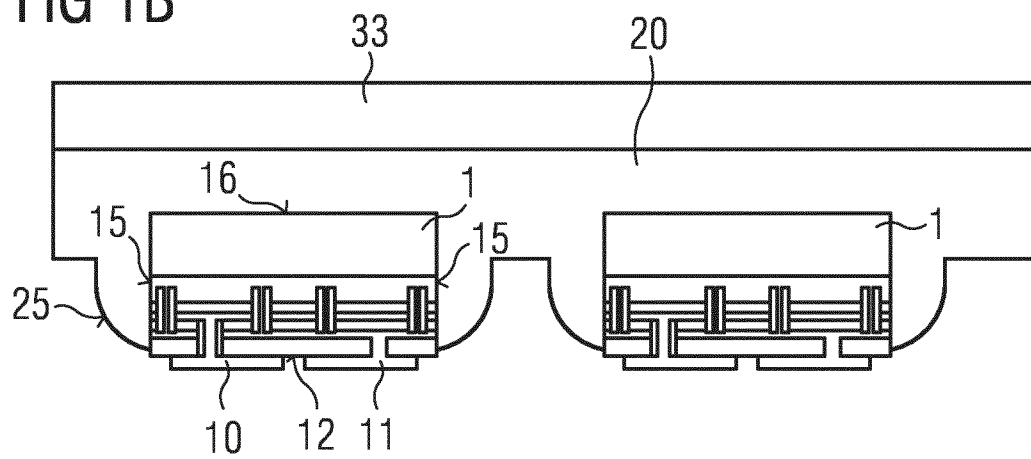


FIG 1C

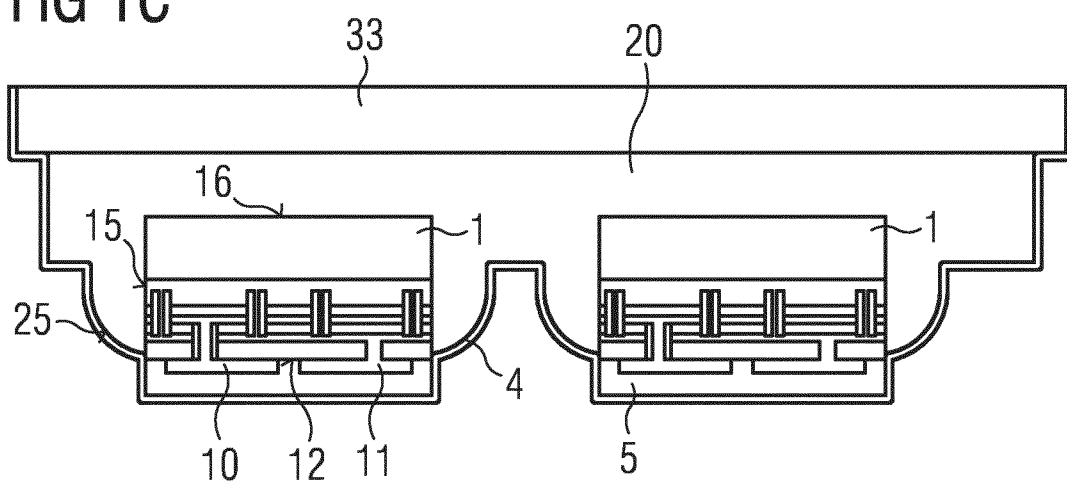


FIG 1D

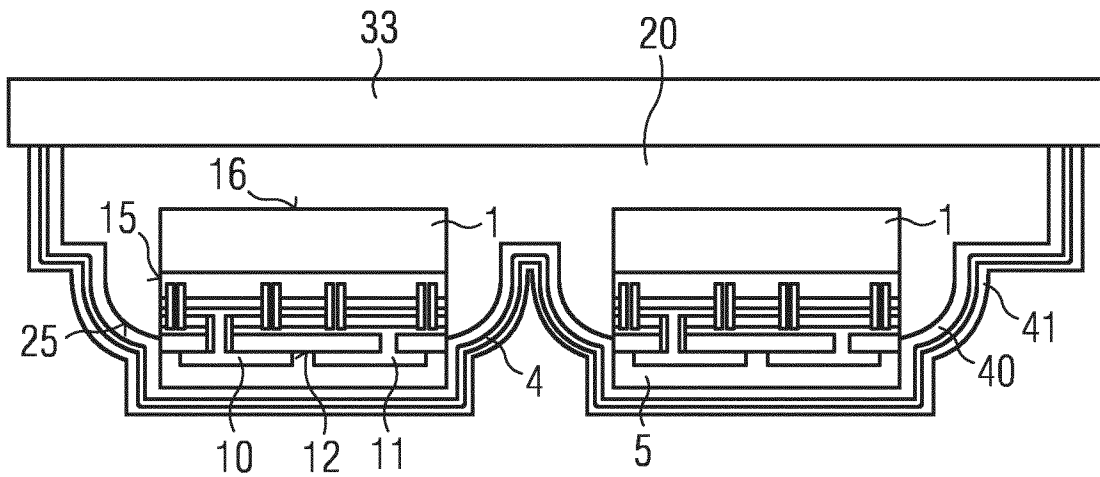


FIG 1E

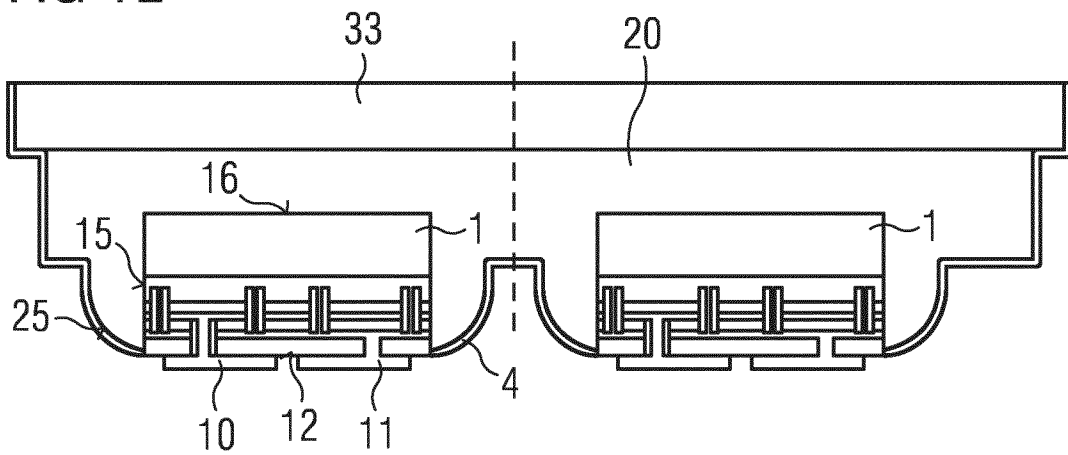


FIG 1F

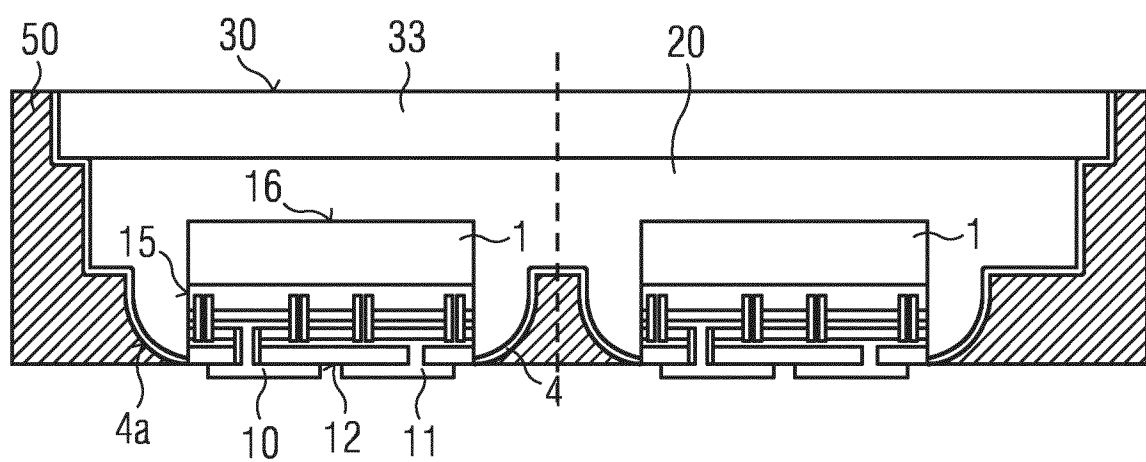


FIG 2A

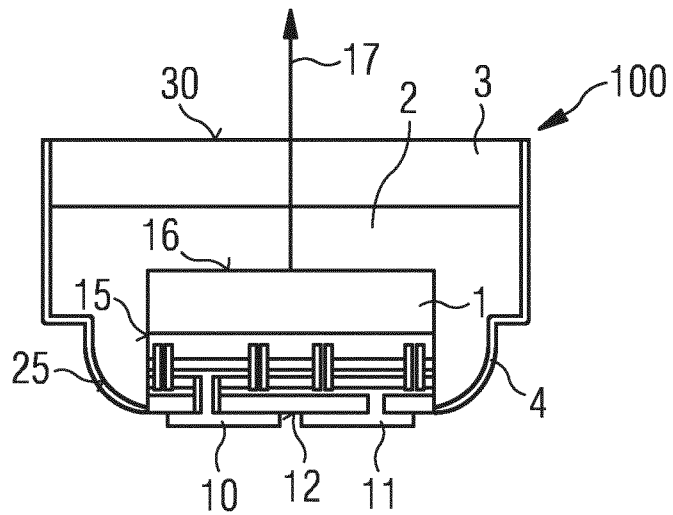


FIG 2B

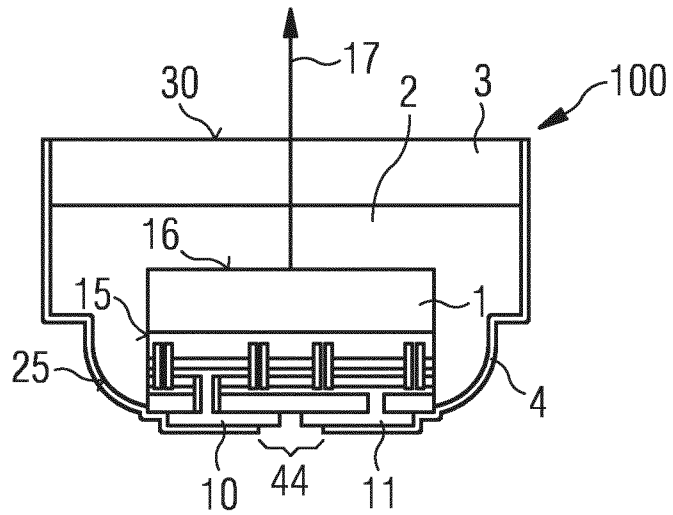


FIG 2C

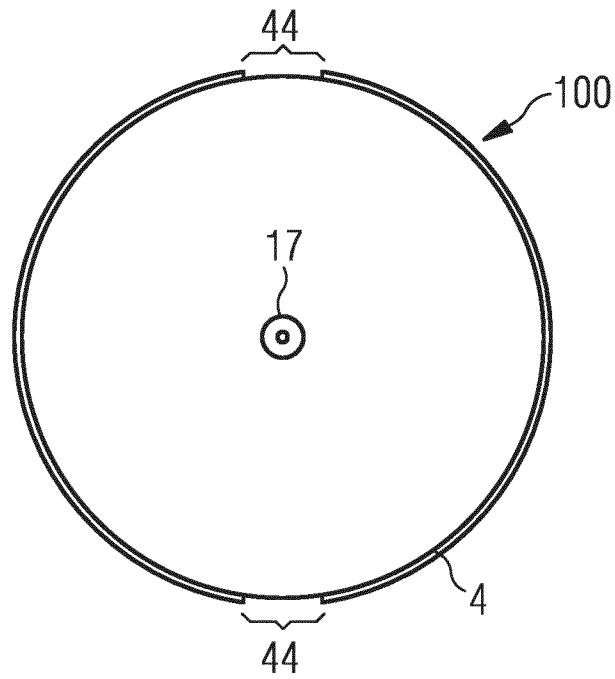


FIG 2D

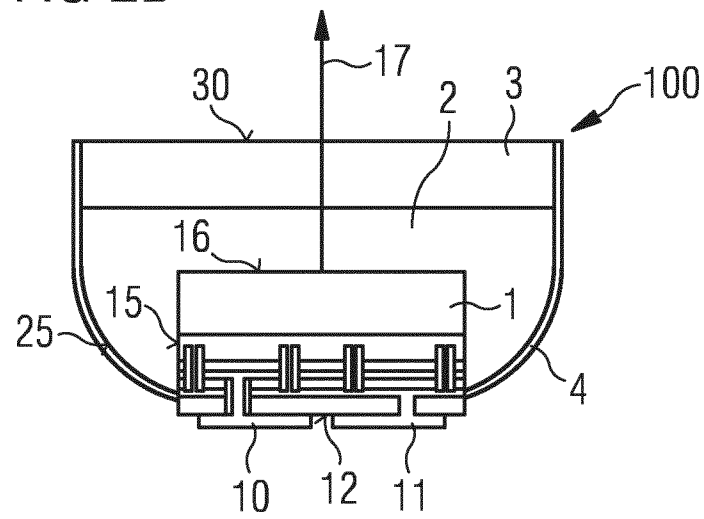


FIG 2E

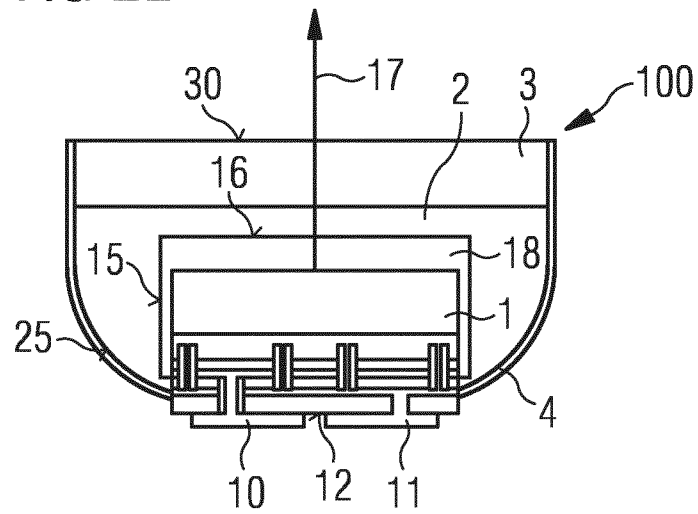


FIG 2F

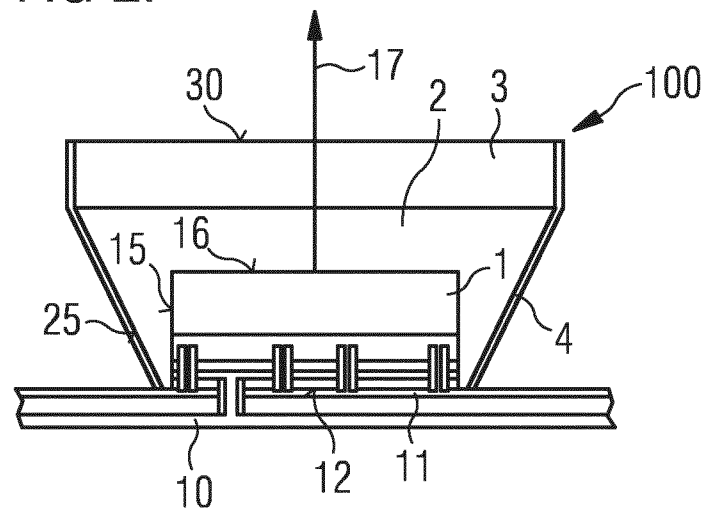


FIG 2G

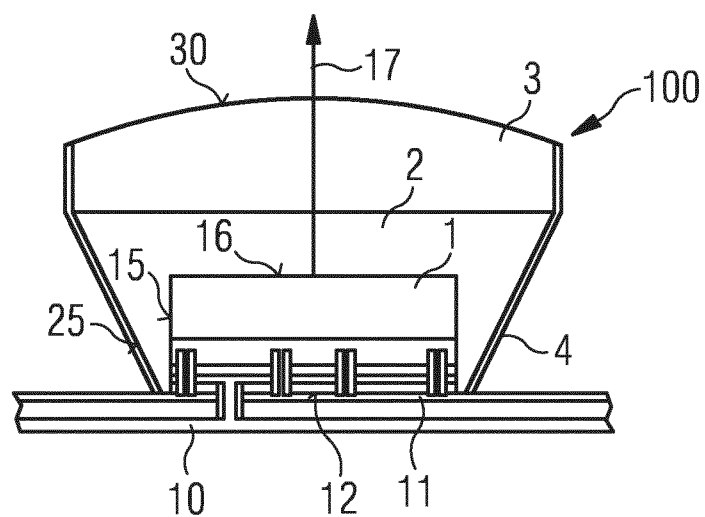


FIG 2H

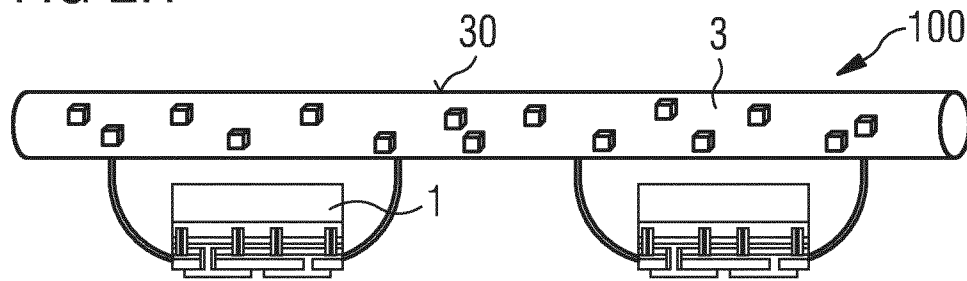


FIG 2I

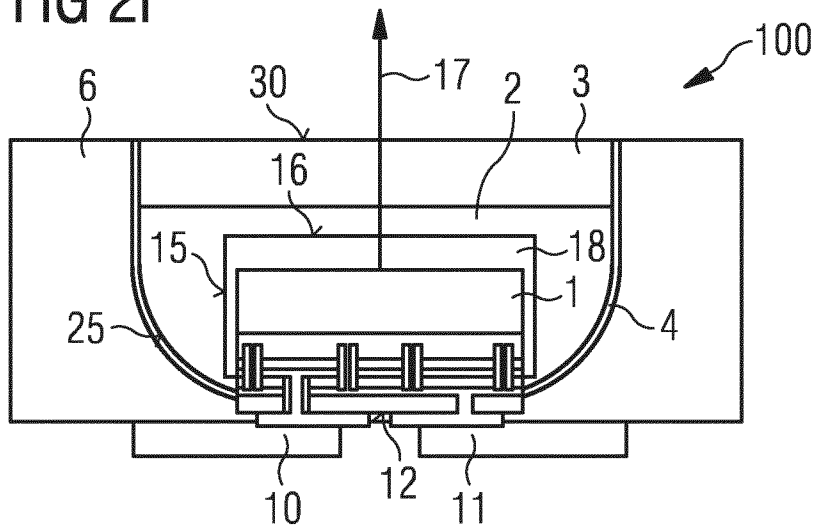


FIG 2J

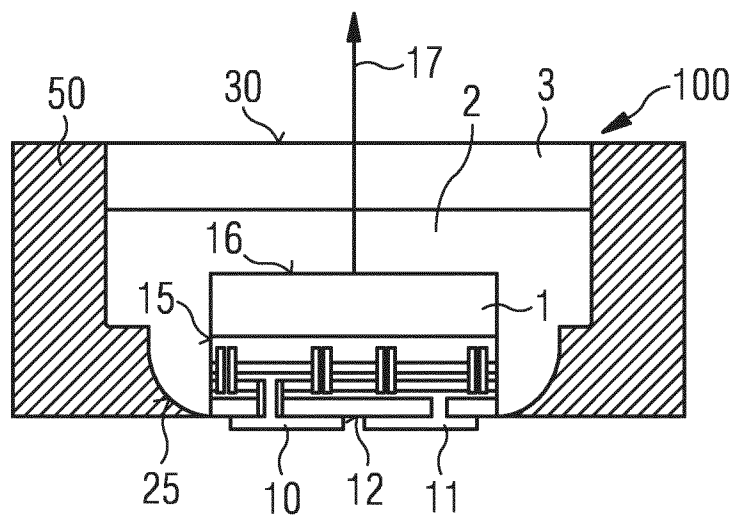


FIG 3A

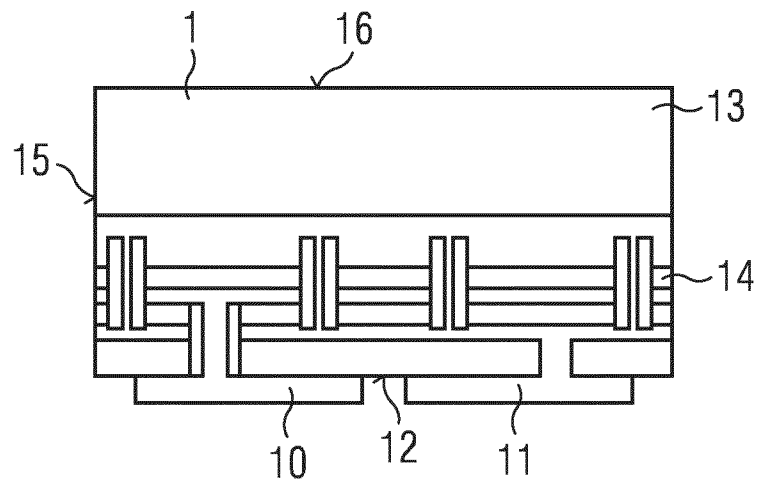
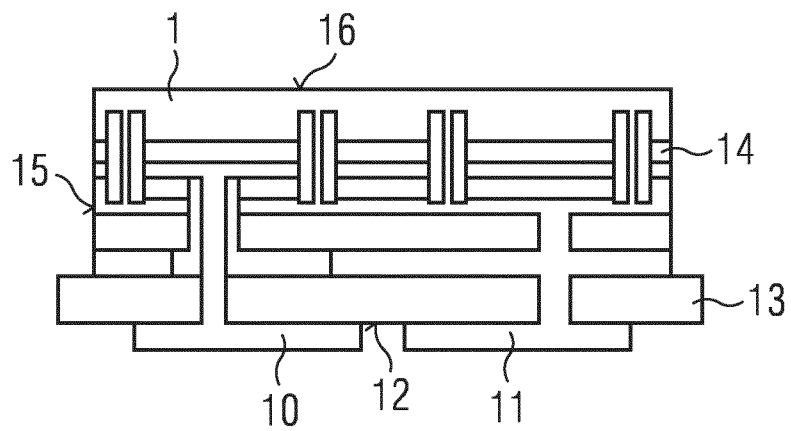


FIG 3B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/063917

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L33/48 H01L33/54 H01L33/60
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

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 2015/091035 A1 (KIM CHANG TAE [KR] ET AL) 2 April 2015 (2015-04-02) paragraphs [0072], [0081], [0089]; figures 16-19,20,21,37 -----	1-3,5,8,9,12,13
X	US 2006/054913 A1 (HADAME KUNIHIRO [JP] ET AL) 16 March 2006 (2006-03-16) figure 13B -----	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

21 September 2016

Date of mailing of the international search report

21/11/2016

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

Pérennès, Frédéric

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2016/063917

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 additional 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.:
1-5, 8, 9, 12, 13

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 found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-5, 8, 9, 12, 13

A light-emitting diode, wherein - a first passivation layer is arranged between the solid body and the mirror layer, - the first passivation layer has over the entire range of -20 °C to +100 °C a thermal expansion coefficient which lies between the thermal expansion coefficient of the solid body and the thermal expansion coefficient of the mirror layer, - a second passivation layer is arranged on external sides of the mirror layer.

2. Claim 6

A light-emitting diode, wherein - the mirror layer is guided up to the contact side and is connected to the first contact element in an electrically conductive manner, - the mirror layer is connected to the second contact element in an electrically conductive manner, - the mirror layer is interrupted along a gap so that during operation no short-circuit occurs between the first and the second contact element, - the gap has a width of at most 10 µm.

3. Claim 7

A light-emitting diode, wherein - the mirror layer is guided up to the contact side and is connected to the first contact element in an electrically conductive manner, - the first contact element and the second contact element are superimposed so that the second contact element is arranged between the semiconductor chip and the first contact element in the region of the contact side, - the first contact element forms an additional mirror which entirely covers the semiconductor chip in the top view of the contact side.

4. Claim 10

A light-emitting diode, wherein the covering element has the geometrical shape of a lens, the radiation exit surface being partially or completely concavely or convexly curved.

5. Claim 11

A light-emitting diode, wherein the covering element is a tube filled with quantum dots, - the quantum dots cause a conversion of the radiation emitted by the semiconductor chip, - a longitudinal axis of the tube extends essentially parallel to the radiation side.

6. Claims 14-17

A method for producing a plurality of light-emitting diodes, each light-emitting diode comprising a covering element which is part of the separated carrier.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/063917

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2015091035 A1	02-04-2015	US 2015091035 A1	02-04-2015
		WO 2013151387 A1	10-10-2013
US 2006054913 A1	16-03-2006	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L33/48 H01L33/54 H01L33/60
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2015/091035 A1 (KIM CHANG TAE [KR] ET AL) 2. April 2015 (2015-04-02) Absätze [0072], [0081], [0089]; Abbildungen 16-19,20,21,37 -----	1-3,5,8, 9,12,13
X	US 2006/054913 A1 (HADAME KUNIHIRO [JP] ET AL) 16. März 2006 (2006-03-16) Abbildung 13B -----	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

21. September 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/11/2016

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

Pérennès, Frédéric

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/063917

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:
1-5, 8, 9, 12, 13

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: 1-5, 8, 9, 12, 13

Eine Leuchtdiode, wobei- eine erste Passivierungsschicht zwischen dem Vollkörper und der Spiegelschicht angeordnet ist,- die erste Passivierungsschicht über den gesamten Bereich von einschließlich -20 °C bis +100 °C einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, der zwischen dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Vollkörpers und dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Spiegelschicht liegt,- eine zweite Passivierungsschicht auf Außenseiten der Spiegelschicht aufgebracht ist.

2. Anspruch: 6

Eine Leuchtdiode, wobei- die Spiegelschicht bis auf die Kontaktseite geführt ist und mit dem ersten Kontaktelement elektrisch leitend verbunden ist,- die Spiegelschicht mit dem zweiten Kontaktelement elektrisch leitend verbunden ist,- die Spiegelschicht entlang eines Spaltes unterbrochen ist, sodass im Betrieb kein Kurzschluss zwischen dem ersten und dem zweiten Kontaktelement auftritt,- der Spalt eine Breite von höchstens 10 µm aufweist.

3. Anspruch: 7

Eine Leuchtdiode, wobei- die Spiegelschicht bis auf die Kontaktseite geführt ist und mit dem zweiten Kontaktelement elektrisch leitend verbunden ist,- das erste Kontaktelement und das zweite Kontaktelement übereinander liegen, sodass im Bereich der Kontaktseite das zweite Kontaktelement zwischen dem Halbleiterchip und dem ersten Kontaktelement angeordnet ist,- das erste Kontaktelement einen weiteren Spiegel bildet, der in Draufsicht auf die Kontaktseite den Halbleiterchip vollständig überdeckt.

4. Anspruch: 10

Eine Leuchtdiode, wobei das Abdeckelement die geometrische Form einer Linse hat, wobei die Strahlungsausstrittsfläche teilweise oder vollständig konkav oder konvex gekrümmt ist.

5. Anspruch: 11

Eine Leuchtdiode, wobei- das Abdeckelement ein mit Quantenpunkten gefülltes Rohr ist,- die Quantenpunkte eine Konversion der von dem Halbleiterchip emittierten Strahlung bewirken,- eine Längsachse des Rohrs im Wesentlichen

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

parallel zur Strahlungsseite verläuft.

6. Ansprüche: 14-17

Ein Verfahren zur Herstellung einer Mehrzahl von
Leuchtdioden, wobei jede Leuchtdiode ein Abdeckelement, das
ein Teil des vereinzelteten Trägers ist, umfasst.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/063917

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2015091035	A1	02-04-2015	US	2015091035 A1	02-04-2015
			WO	2013151387 A1	10-10-2013

US 2006054913	A1	16-03-2006	KEINE		
