

(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  
6. September 2013 (06.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/127985 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
*H01L 33/54* (2010.01) *H01L 33/50* (2010.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/054136
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
1. März 2013 (01.03.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2012 203 180.4  
1. März 2012 (01.03.2012) DE
- (71) **Anmelder:** OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS  
GMBH [DE/DE]; Leibnizstraße 4, 93055 Regensburg  
(DE).
- (72) **Erfinder:** GALLMEIER, Hans-Christoph; Agnesstr. 45,  
93049 Regensburg (DE). GÄRTNER, Christian; Am  
Karlsfeld 5C, 93073 Neutraubling (DE). MARKYTAN,  
Ales; Rudolf-Schlichtinger-Straße 37, 93055 Regensburg  
(DE).
- (74) **Anwalt:** BUSSE-KOPITZKE, Carola; OSRAM GmbH,  
Intellectual Property, Postfach 22 16 34, 80506 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, 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, PA, 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,  
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)

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

(54) **Bezeichnung :** OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES  
OPTOELEKTRONISCHEN BAUELEMENTS

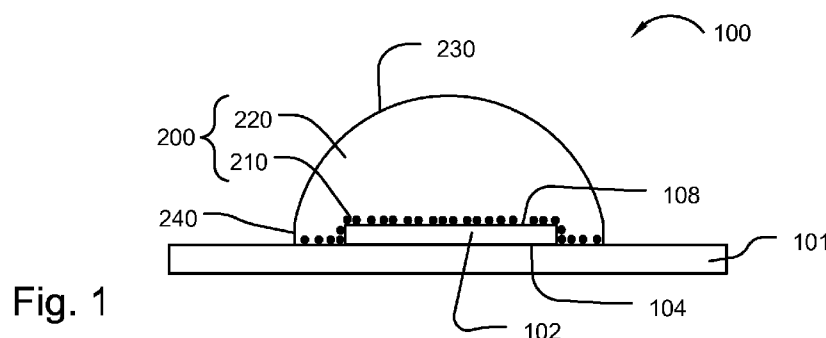


Fig. 1

(57) **Abstract:** The present invention relates to an optoelectronic component having a carrier element (101), a semiconductor chip (102) mounted on and electrically contacted with the carrier element (101) for emission of electromagnetic radiation and a sedimentation element (200, 201, 202, 203, 204) on the output side of the semiconductor chip (102), having a binding agent (220) and a solids layer (210) sedimented at least on the semiconductor chip (102). The sedimentation element (200, 201, 202, 203, 204) has an outcoupling surface (230, 233, 234) for decoupling radiation emitted by the semiconductor chip (102), wherein the decoupling surface (230, 233, 234) is curved and/or structured. The present invention further relates to a method for producing an optoelectronic component.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement aufweisend ein Trägerelement (101), einen auf dem Trägerelement (101) montierten und elektrisch kontaktierten Halbleiterchip (102) zur Emission elektromagnetischer Strahlung, und ein dem Halbleiterchip (102) nachgeordnetes Sedimentationselement (200,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/127985 A1

---

201, 202, 203, 204) aufweisend ein Bindemittel (220) und eine zumindest auf dem Halbleiterchip (102) sedimentierte Feststoffschicht (210). Das Sedimentationselement (200, 201, 202, 203, 204) weist eine Auskoppelfläche (230, 233, 234) zum Auskoppeln der von dem Halbleiterchip (102) emittierten Strahlung auf, wobei die Auskoppelfläche (230, 233, 234) gekrümmt und/oder strukturiert ist. Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelements.

Optoelektronisches Bauelement undVerfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelements

Die vorliegende Erfindung betrifft ein optoelektronisches  
5 Bauelement, eine Anordnung aus einem Trägerelement, einem  
Halbleiterchip und einer Maske sowie ein Verfahren zum  
Herstellen eines optoelektronischen Bauelements.

Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein  
10 optoelektronisches Bauelement mit einem Sedimentationselement,  
welches eine sedimentierte Feststoffschicht aufweist.

Ein nicht abschließendes Beispiel für ein optoelektronisches  
Bauelement weist einen elektrisch kontaktierten Halbleiterchip  
15 zur Emission elektromagnetischer Strahlung auf. Zur  
Beeinflussung der optischen oder thermischen Eigenschaften des  
optoelektronischen Bauelements werden Feststoffe,  
beispielsweise Leuchtstoffe, Füllstoffe, Streupartikel oder  
dergleichen im Strahlengang der emittierten Strahlung  
20 angeordnet. Ein bekanntes Konzept ist hierbei die  
Sedimentation. Hierbei wird eine Suspension aus einem  
Bindemittel und dem Feststoff, welcher beispielsweise in Form  
von Partikeln vorliegt, auf oder in die Nähe des  
Halbleiterchips aufgebracht. Nachfolgend setzt sich der  
25 Feststoff auf Grund seiner höheren Dichte innerhalb des  
Bindemittels ab, was als Sedimentation bezeichnet wird. Durch  
das Absetzen des Feststoffes, gelangt dieser näher an den  
Halbleiterchip, was Vorteile hinsichtlich thermischer und  
optischer Eigenschaften bietet. Anschließend werden noch  
30 optische Elemente aufgebracht und das optoelektronische  
Bauelement kann je nach Verwendungszweck in Module oder  
dergleichen eingebaut werden. Das optoelektronische Bauelement  
wird auch als LED Package bezeichnet.

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, den bekannten Stand der Technik zu verbessern.

- 5 Des Weiteren ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein optoelektronisches Bauelement, eine Anordnung aus einem Trägerelement, einem Halbleiterchip und einer Maske sowie ein Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelements bereitzustellen, so dass das optoelektronische Bauelement  
10 bezüglich Funktion und Herstellung verbessert wird.

Diese Aufgabe wird durch ein optoelektronisches Bauelement gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 gelöst.

- 15 Des Weiteren wird diese Aufgabe durch eine Anordnung aus einem Trägerelement, einem Halbleiterchip und einer Maske gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 13 gelöst.

- Des Weiteren wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum  
20 Herstellen eines optoelektronischen Bauelements gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 14 gelöst.

Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

25

#### BEISPIELHAFTE AUSFÜHRUNGSFORMEN

Die vorliegende Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement aufweisend ein Trägerelement, einen auf dem Trägerelement montierten und elektrisch kontaktierten

Halbleiterchip zur Emission elektromagnetischer Strahlung, und ein dem Halbleiterchip nachgeordnetes Sedimentationselement aufweisend ein Bindemittel und eine zumindest auf dem Halbleiterchip sedimentierte Feststoffschicht, wobei das Sedimentationselement eine Auskoppelfläche zum Auskoppeln der von dem Halbleiterchip emittierten Strahlung aufweist, und wobei die Auskoppelfläche gekrümmt und/oder strukturiert ist.

Das erfindungsgemäße optoelektronische Bauelement zeichnet sich insbesondere durch verbesserte optische und thermische Eigenschaften und durch eine vereinfachte Herstellung aus. Bisher wurden Feststoffe in einer ebenen und eigens für die Sedimentation vorgesehenen Schicht auf dem Halbleiterchip sedimentiert. Anschließend wurden optische Elemente aufgebracht. Nachteilig hierbei ist zum einen die Notwendigkeit, zwei Elemente separat zu fertigen. Des Weiteren wird durch den Übergang zwischen der Schicht zur Sedimentation und dem optischen Element ein Teil der Strahlung reflektiert und tritt somit nicht aus dem optoelektronischen Bauelement aus. Durch die vorliegende Erfindung wird ein einziges Element in einer Doppelfunktion verwendet, indem es sowohl für die Sedimentation vorgesehen ist als auch zur Auskopplung der Strahlung. Hierdurch werden die genannten Verluste beim Übergang zwischen separaten Elementen vermieden. Durch die spezielle Form der Auskoppelfläche wird darüber hinaus Totalreflexion vermindert oder ganz vermieden, so dass das optoelektronische Bauelement insgesamt eine erhöhte Effizienz hat. Die Reduzierung auf ein Element und die spezielle Auskoppelfläche wirken somit dahingehend zusammen, dass die Effizienz des optoelektronischen Bauelements erhöht wird. Ein zentraler Gedanke der vorliegenden Erfindung ist somit das Vorsehen einer speziellen Auskoppelfläche in Verbindung mit dem Sedimentationsprozess. Des Weiteren wird auf Grund des Prozesses der Sedimentation sichergestellt, dass die optisch

und/oder thermisch aktive Feststoffschicht möglichst nahe an den Halbleiterchip gebracht werden kann, was beispielsweise auf Grund der höheren Packungsdichte den Vorteil einer verbesserten Wärmeleitung oder, je nach Art des Feststoffes, eine Verbesserung der optischen Eigenschaften wie  
5  
beispielsweise verbesserte Abstrahlung (Farbe über Winkel) oder eine verbesserte Farbhomogenität ermöglicht. Insgesamt ergibt sich somit durch das Zusammenwirken der einzelnen Merkmale ein optoelektronisches Bauelement, welches  
10  
verbesserte optische und thermische Eigenschaften aufweist, insbesondere Verbesserungen hinsichtlich Effizienz.

In einer Ausführungsform ist die Auskoppelfläche eine Oberfläche zweiter Ordnung. Durch das Vorsehen einer  
15  
Auskoppelfläche mit einer Oberfläche zweiter Ordnung wird eine Oberfläche vorgesehen, durch welche am effektivsten Totalreflexion minimiert bzw. vermieden werden kann, wodurch die Effizienz des optoelektronischen Bauelements gesteigert wird.

20

In einer Ausführungsform hat die Auskoppelfläche im Wesentlichen die Form einer Halbkugel oder eines Halbellipsoids oder eine an diese Formen angenäherte Form. Die Verwendung einer Halbkugel oder eines Halbellipsoids bieten  
25  
die gleichen Vorteile wie das Vorsehen einer Oberfläche zweiter Ordnung. Darüber hinaus bieten Halbkugel und Halbellipsoid eine punktsymmetrische bzw. spiegelsymmetrische Abtrahlcharakteristik.

30  
In einer Ausführungsform gilt für die maximale Höhendifferenz  $\max(h_{P1}, P2)$  zwischen zwei beliebigen Punkten P1 und P2 auf der Auskoppelfläche folgende Relation

$$\max(h_{P1}, P2) \geq 0,01 p, \quad (1)$$

wobei  $p$  die maximale Ausdehnung des optoelektronischen Bauelements ist. Durch diese Relation ist sichergestellt, dass Totalreflexion an der Auskoppelfläche einerseits effektiv vermieden wird, andererseits wird die maximal mögliche Flexibilität bei der Form der Auskoppelfläche gewährleistet.

In einer Ausführungsform ist die Auskoppelfläche aufgeraut. Hierdurch kann im Prinzip eine beliebige Grundform für das Sedimentationselement gewählt werden, wobei dann durch die Aufrauung wiederum Totalreflexion vermindert bzw. verhindert wird. Dies erlaubt eine größere Flexibilität bei der Auswahl des Sedimentationselements und der Herstellungsverfahren. Insbesondere kann hierdurch beispielsweise ein flaches Sedimentationselement vorgesehen sein, wodurch im Vergleich zu einem beispielsweise halbkugelförmigen Sedimentationselement Material gespart werden und gleichzeitig das optoelektronische Bauelement kompakt gehalten werden kann. Allerdings ist es auch möglich, die Aufrauung mit einer der oben aufgeführten Formen der Auskoppelfläche zu kombinieren.

20

In einer Ausführungsform weist die Auskoppelfläche eine Mikrostruktur, insbesondere Mikrolinsen oder Mikroprismen, auf. Durch das Vorsehen einer regelmäßigen und sich wiederholenden Mikrostruktur kann Totalreflexion besonders gut vermindert bzw. verhindert werden, wodurch sich die Effizienz des optoelektronischen Bauelements erhöht.

25

Vorzugsweise liegt der Halbleiterchip innerhalb eines auf das Trägerelement projizierten Umfangs der Auskoppelfläche und es gilt

30

$$d \geq c, \quad (2),$$

besonders bevorzugt

$$d = 2c, \quad (3),$$

wobei  $d$  der maximale Durchmesser des projizierten Umfangs und  $c$  die Länge der Diagonale des Halbleiterchips ist. Hierdurch wird gewährleistet, dass die gesamte von Halbleiterchip  
5 emittierte Strahlung in das Sedimentationselement eintritt und über die Auskoppelfläche aus dem Sedimentationselement ausgekoppelt wird. Insbesondere wird durch die bevorzugte Relation  $d=2c$  einerseits eine gesicherte Auskopplung der vom Halbleiterchip emittierten Strahlung über die Auskoppelfläche  
10 erreicht, andererseits wird das optoelektronische Bauelement in seinen Abmessungen kompakt gehalten.

In einer Ausführungsform hat das Bindemittel einen Brechungsindex, welcher niedriger ist als der Brechungsindex  
15 des Halbleiterchips und höher als der Brechungsindex von Luft. Hierdurch wird ein gradueller Übergang der Brechungsindizes von Halbleiterchip zu Luft erreicht, wodurch wiederum Totalreflexion minimiert wird und somit insgesamt die optischen Eigenschaften, insbesondere die Effizienz, des  
20 optoelektronischen Bauelements verbessert wird.

Vorzugsweise ist das Bindemittel ein Silikon, Polysilan, Siloxan, Polysiloxan, Epoxid, Polysilazan oder eine Mischung  
25 hieraus. Die genannten Materialien zeichnen sich durch eine leichte Verarbeitbarkeit, lange Haltbarkeit und sehr gute optische Eigenschaften aus. Des Weiteren haben alle genannten Materialien einen Brechungsindex, welcher niedriger ist als der Brechungsindex des Halbleiterchips und höher als der Brechungsindex von Luft, wodurch sich die bereits genannten  
30 Vorteile ergeben.

In einer Ausführungsform weist das optoelektronische Bauelement des Weiteren ein dem Sedimentationselement

nachgeordnetes optisches Element, insbesondere eine Linse, auf.

Vorzugsweise liegt das optische Element formschlüssig an dem  
5 Sedimentationselement an und hat einen Brechungsindex, welcher  
größer als der Brechungsindex von Luft und kleiner als der  
Brechungsindex des Sedimentationselements ist. Durch das  
lückelose Aneinanderfügen von optischem Element und  
Sedimentationselement in Kombination mit dem speziell  
10 gewählten Brechungsindex wird der Übergang zwischen den  
Brechungsindizes von Halbleiterchip und Luft weiter graduiert,  
wodurch wiederum Totalreflexion vermindert wird. Durch die  
Formschlüssigkeit wird vermieden, dass sich zwischen optischem  
Element und Sedimentationselement ein weiteres Material mit  
15 einem Brechungsindex befindet, durch welches der graduelle  
Übergang gestört werden könnte.

Vorzugsweise umfasst die Feststoffschicht zumindest einen  
Leuchtstoff, zumindest einen wärmeleitenden Füllstoff,  
20 Streupartikel oder eine Mischung hieraus. Je nach Art des  
verwendeten Feststoffes können die Eigenschaften des  
optoelektronischen Bauelements vorteilhaft verändert werden.  
Insbesondere bei der Verwendung von lichtkonvertierenden  
Leuchtstoffen ist die die Auftragsweise und Anordnung des  
25 Konverters innerhalb des optoelektronischen Bauelements  
maßgebend hinsichtlich der optischen und thermischen  
Eigenschaften, der Effizienz, der Kosten und der Lebensdauer  
des optoelektronischen Bauelements. Bei der Verwendung von  
Leuchtstoffen als sedimentierte Feststoffschicht gelangt der  
30 Leuchtstoff näher an den Halbleiterchip, wodurch die  
thermische Kühlung des Leuchtstoffs verbessert wird. Die  
thermische Kühlung wird abermals durch die höhere  
Packungsdichte, welche zu einer höheren spezifischen  
Wärmeleitfähigkeit des Materials führt, verbessert. Ferner

wird durch das damit erreichte vollständige und gleichmäßig  
Umhüllen des Halbleiterchips (englisch „conformal coating“)  
eine optimierte Abstrahlung (Farbe über Winkel) erreicht.

Durch die Verwendung von Streupartikeln kann die  
5 Farbhomogenität bezüglich des Abstrahlwinkels verbessert  
werden. Durch wärmeleitende Füllstoffe kann des Weiteren eine  
Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit erreicht werden.

Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren eine Anordnung  
10 aus einem Trägerelement, einem Halbleiterchip und einer Maske,  
aufweisend ein Trägerelement, einen auf dem Trägerelement  
montierten und elektrisch kontaktierten Halbleiterchip zur  
Emission elektromagnetischer Strahlung, und eine Maske mit  
einer den Halbleiterchip umschließenden Ausnehmung zur  
15 Aufnahme einer zu formenden Grundmasse, wobei die dem  
Halbleiterchip zugewandte Oberfläche der Ausnehmung gekrümmt  
und/oder strukturiert ist.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung wird das Erstellen des  
20 erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements ermöglicht  
mit den bereits genannten Vorteilen. Durch die Maske zum  
Formen der Grundmasse für das Sedimentationselement kann die  
Auskoppelfläche geformt werden, gleichzeitig kann die  
Grundmasse lange genug in flüssiger Form stabilisiert werden,  
25 um Sedimentation zu ermöglichen mit den ebenfalls bereits  
genannten Vorteilen.

Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren  
zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelements,  
30 aufweisend die Schritte Bereitstellen eines auf einem  
Trägerelement montierten und elektrisch kontaktierten  
Halbleiterchips zur Emission elektromagnetischer Strahlung,  
Aufbringen einer Grundmasse umfassend eine

Bindemittelgrundmasse und Feststoffpartikel zumindest auf den Halbleiterchip und gleichzeitiges Formen der Grundmasse, Sedimentieren der Feststoffpartikel zu einer Feststoffschicht zumindest auf dem Halbleiterchip, und Aushärten der Grundmasse zu einem Sedimentationselement, wobei das  
5 Sedimentationselement eine Auskoppelfläche zum Auskoppeln der von dem Halbleiterchip emittierten Strahlung aufweist, und wobei der Schritt des Formens das Formen der Auskoppelfläche umfasst, so dass die Auskoppelfläche gekrümmt und/oder  
10 strukturiert ist.

Durch die Kombination von Sedimentation und Formen der Auskoppelfläche in einem Element, wird das Herstellungsverfahren vereinfacht, da nur noch ein Schritt zum  
15 Bilden von Auskoppellelement und Sedimentation der Feststoffschicht vorgesehen werden muss. Durch den Verfahrensschritt der Sedimentation wird außerdem das Aufbringen der Feststoffschicht vereinfacht und der Halbleiterchip wird vollständig von der Feststoffschicht  
20 bedeckt, was je nach Art des verwendeten Feststoffs die bereits genannten Vorteile bietet. Mit anderen Worten können die sedimentierte Feststoffschicht und das Auskoppellelement in einem Prozess-Schritt hergestellt werden, was den Vorteil einer Kostenersparnis bietet.

25

Vorzugsweise umfasst der Schritt des Formens das Vorsehen einer Maske, insbesondere das Vorsehen einer Maske mit einer den Halbleiterchip umschließenden Ausnehmung, wobei die dem Halbleiterchip zugewandte Oberfläche der Ausnehmung gekrümmt  
30 und/oder strukturiert ist. Durch das Vorsehen einer Maske können die Schritte der Sedimentation und des Formens effektiv in einem Schritt erfolgen, wodurch das Herstellungsverfahren effizienter, kostengünstiger und einfacher wird.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Verschiedene Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Lösung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren geben die erste(n) Ziffer(n) eines Bezugszeichens die Figur an, in denen das Bezugszeichen zuerst verwendet wird. Die gleichen Bezugszeichen werden für gleichartige oder gleichwirkende Elemente bzw. Eigenschaften in allen Figuren verwendet.

10 Es zeigen

**Fig. 1** eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels,

15 **Fig. 2** eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels,

**Fig. 3** eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements gemäß eines dritten Ausführungsbeispiels,

20 **Fig. 4** eine zweite schematische Darstellung eines Querschnitts des erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements gemäß des ersten Ausführungsbeispiels,

**Fig. 5** eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf das erfindungsgemäße optoelektronische Bauelement gemäß des ersten Ausführungsbeispiels,

30 **Fig. 6** eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines erfindungsgemäßen optoelektronischen

Bauelements gemäß eines vierten  
Ausführungsbeispiels,

**Fig. 7** eine schematische Darstellung eines Querschnitts  
eines erfindungsgemäßen optoelektronischen  
5 Bauelements gemäß eines fünften  
Ausführungsbeispiels,

**Fig. 8** eine schematische Darstellung eines Querschnitts  
eines erfindungsgemäßen optoelektronischen  
Bauelements gemäß eines sechsten  
10 Ausführungsbeispiels,

**Fig. 9a** eine schematische Darstellung einer Unteransicht  
einer Maske zum Formen eines Sedimentationselements  
für das erfindungsgemäße optoelektronische  
Bauelement,

15 **Fig. 9b** eine schematische Darstellung eines Querschnitts der  
Maske gemäß Fig. 9a,

**Fig. 9c** eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf  
die Maske gemäß Fig. 9a,

**Fig. 10a bis 10d** eine schematische Darstellung eines  
20 Querschnitts einer erfindungsgemäßen Anordnung aus  
Trägerelement, Halbleiterchip und Maske während  
verschiedener Prozessschritte des erfindungsgemäßen  
Herstellungsverfahrens, und

**Fig. 11** ein Flussdiagramm mit den Verfahrensschritten des  
25 erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung eines Querschnitts  
eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements 100  
30 gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels.

Auf einem Trägerelement 101 ist ein Halbleiterchip 102 montiert. Bei dem Halbleiterchip 102 handelt es sich um einen optoelektronischen Halbleiterchip 102, beispielsweise um eine Leuchtdiode, OLED oder um ein anderes optoelektronisches Element, das elektromagnetische Strahlung emittiert oder absorbiert. Der Halbleiterchip 102 kann beispielsweise durch eine in einem Halbleiterprozess erzeugte Schichtenabfolge auf einem Halbleitersubstrat gebildet sein. Der Halbleiterchip 102 kann ebenso durch ein Dünnschichtverfahren hergestellt worden sein. Der Halbleiterchip 102 kann auch substratlos sein. Er weist eine Kontaktseite 104 auf, mit der er auf dem Trägerelement 101 mittels bekannter Verfahren (LED die attach) aufgebracht ist, und über die er zumindest einen elektrischen Kontakt aufweist. Dabei ist denkbar, dass auch ein weiterer elektrischer Kontakt über die Kontaktseite an das Trägerelement 101 angeschlossen ist. Allerdings ist auch jede andere Art der Kontaktierung des Halbleiterchips 102 denkbar.

Das Trägerelement 101 kann je nach Typ des herzustellenden optoelektronischen Bauelements ein Leiterraum (leadframe) oder ein Substrat sein. Es dient beispielsweise zur mechanischen Stabilisierung des optoelektronischen Bauelements und/oder zur elektrischen Verbindung des Halbleiterchips 102 mit äußeren elektrischen Kontakten. Das Trägerelement 101 kann beispielsweise ein keramischer Träger oder ein Halbleiterträger sein.

Auf der der Kontaktseite 104 gegenüberliegenden Seite weist der Halbleiterchip 102 eine Strahlungsemissionsseite 108 auf. Über die Strahlungsemissionsseite 108 wird eine in dem Halbleiterchip 102 erzeugte Strahlung ausgekoppelt. Um eine möglichst effiziente Auskopplung der erzeugten Strahlung zu

erreichen, kann das Trägerelement 101 eine reflektierende Oberfläche beispielsweise eine Silberbeschichtung im Bereich der Kontaktseite 104 aufweisen.

5 Ein Sedimentationselement 200 ist dem Halbleiterchip 102 nachgeordnet. Das heißt, das Sedimentationselement 200 ist auf der Strahlungsemissionsseite 108 oder mit anderen Worten in Abstrahlrichtung vorgesehen. Das Sedimentationselement 200 weist ein Bindemittel 220 und eine in dem Bindemittel  
10 sedimentierte Feststoffschicht 210 auf.

Wie bereits erläutert, ist die Sedimentation ein bekanntes Konzept. Hierbei wird eine Suspension aus einer Bindemittelgrundmasse und dem Feststoff, welcher  
15 beispielsweise in Form von Partikeln vorliegt, auf dem Halbleiterchip 102 aufgebracht. Nachfolgend setzt sich der Feststoff auf Grund seiner höheren Dichte innerhalb der Bindemittelgrundmasse als Feststoffschicht 210 ab, was als Sedimentation bezeichnet wird. Durch das Absetzen des  
20 Feststoffes, gelangt dieser näher an den Halbleiterchip 102 als ohne Sedimentation, was je nach Art des verwendeten Feststoffes verschiedene Vorteile bietet. Insbesondere bei der Verwendung von lichtkonvertierenden Leuchtstoffen ist die die Auftragsweise und Anordnung des Konverters innerhalb des  
25 optoelektronischen Bauelements maßgebend hinsichtlich der optischen und thermischen Eigenschaften, der Effizienz, der Kosten und der Lebensdauer des optoelektronischen Bauelements. Bei der Verwendung von Leuchtstoffen als sedimentierte Feststoffschicht gelangt der Leuchtstoff näher an den  
30 Halbleiterchip, wodurch die thermische Kühlung des Leuchtstoffs verbessert wird. Die thermische Kühlung wird abermals durch die höhere Packungsdichte, welche zu einer höheren spezifischen Wärmeleitfähigkeit des Materials führt, verbessert. Ferner wird durch das damit erreichte vollständige

und gleichmäßig Umhüllen des Halbleiterchips (englisch „conformal coating“) eine optimierte Abstrahlung (Farbe über Winkel) erreicht. Durch die Verwendung von Streupartikeln kann die Farbhomogenität bezüglich des Abstrahlwinkels verbessert werden. Durch wärmeleitende Füllstoffe kann des Weiteren eine Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit erreicht werden.

Die Feststoffschicht 210 ist zumindest auf dem bzw. entlang des Halbleiterchips 102 sedimentiert. Je nach Form und Abmessungen des Sedimentationselements 200 und nach Aufbau des optoelektronischen Bauelements 100 kann die Feststoffschicht 210 auch auf weiteren Komponenten sedimentiert sein, beispielsweise auf dem Trägerelement 101, auf einer Leiterverbindung (nicht dargestellt) oder auf einer oder mehreren anderen Komponenten des optoelektronischen Bauelements 100.

Das Sedimentationselement 200 ist somit das Ergebnis der erfolgten Sedimentation und umfasst das aus der Bindemittelgrundmasse entstandene Bindemittel 220 sowie die sedimentierte Feststoffschicht 210, welche in diesem Ausführungsbeispiel in direktem Kontakt zu dem Halbleiterchip 102 steht. Der Sedimentationsprozess und die verwendeten Materialien werden später noch genauer erläutert. Durch die Verwendung der Sedimentation ist keine Grenzfläche zwischen dem klaren Bereich, d.h. dem Bindemittel 220, und der sedimentierten Feststoffschicht 210 zu erkennen. Dies unterscheidet die Sedimentation von anderen Verfahren, bei denen das Auskoppелеlement separat von der Feststoffschicht gefertigt und aufgebracht wird, wo auf Grund des nachträglichen Aufbringens eine Grenzfläche erkennbar ist. Des Weiteren ist es möglich, dass bei Verwendung der Sedimentation vereinzelte unsedimentierte Feststoffpartikel im klaren Bereich, insbesondere im Übergangsbereich, noch vorhanden

sind. Dies ist im Falle eines nachträglich aufgebracht  
Auskoppelements ebenfalls nicht der Fall. Insgesamt lässt  
sich somit bei Fehlen einer Grenzfläche und bei Vorhandensein  
einzelner ungesedimentierter Partikel am fertig gestellten  
5 Sedimentationselement 200 erkennen, dass es mittels  
Sedimentation und nicht mittels anderer Verfahren hergestellt  
worden ist.

Das Sedimentationselement 200 weist eine Auskoppelfläche 230  
10 auf zum Auskoppeln der von dem Halbleiterchip 102 emittierten  
Strahlung aus dem Sedimentationselement 200. Mit anderen  
Worten ist die Auskoppelfläche 230 diejenige Seite bzw. Fläche  
des Sedimentationselements 200, durch die im Wesentlichen die  
Strahlung aus dem Sedimentationselement 200 austritt. Die  
15 Auskoppelfläche ist somit die vom Halbleiterchip 102  
abgewandte Oberfläche des Sedimentationselements 200. Das  
Sedimentationselement 200 weist in dem ersten  
Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** auch noch eine Seitenfläche  
240 auf, welche sich unmittelbar an die Auskoppelfläche 230  
20 anschließt und aus der keine oder nur ein vernachlässigbarer  
Teil der Strahlung austritt. Die Seitenfläche 240 steht  
bevorzugt senkrecht zur Ebene des Halbleiterchips 102, kann  
aber auch einen von  $90^\circ$  verschiedenen Winkel mit der Ebene des  
Halbleiterchips 102 einschließen. Unter Auskoppelfläche 230  
25 soll daher eine dem Halbleiterchip 102 abgewandte Oberfläche  
des Sedimentationselements 200 verstanden werden, entlang  
welcher bzw. durch welche der gesamte oder zumindest der  
wesentliche Teil der aus dem Sedimentationselement 200  
austretenden Strahlung austritt.

30

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Auskoppelfläche 230  
gekrümmt und/oder strukturiert. Die Auskoppelfläche 230 ist  
somit nicht plan, sondern weist vielmehr eine Krümmung, eine  
Strukturierung oder beides auf. Hierdurch wird erreicht, dass

die Strahlung aus dem Chip auf die Auskoppelfläche 230 in einem Winkel von annähernd  $90^\circ$  auftrifft, so dass Totalreflexion vermieden oder zumindest reduziert werden kann. Die Strukturierung kann insbesondere in den Bereichen  
5 vorgesehen sein, in welchen das Risiko für Totalreflexion erhöht ist. Je weiter weg von der Mitte des Sedimentationselements die Strahlung auf die Auskoppelfläche trifft, um so höher ist die Wahrscheinlichkeit für Totalreflexion. Daher kann entweder die gesamte  
10 Auskoppelfläche oder auch nur der Randbereich der Auskoppelfläche strukturiert sein. Das heißt, durch eine gekrümmte und/oder strukturierte Auskoppelfläche 230 wird beim Austritt der Strahlung aus dem Sedimentationselement 200 die Totalreflexion vermindert, so dass ein höherer Anteil der  
15 Strahlung aus dem Sedimentationselement 200 austritt und hierdurch die Effizienz des optoelektronischen Bauelements 100 erhöht wird.

Ein zentraler Gedanke der vorliegenden Erfindung ist somit die  
20 Kombination des Sedimentationsschritts bzw. des zur Sedimentation notwendigen Elements mit einer Auskoppelstruktur. Beide Elemente bzw. Schritte werden somit im Sedimentationselement mit der erfindungsgemäßen Auskoppelfläche kombiniert. Das Sedimentationselement kann des  
25 Weiteren in nur einem Prozessschritt hergestellt werden. Darüber hinaus können die Vorteile der Sedimentation genutzt werden. Insgesamt ergibt die erfindungsgemäße Kombination aus Sedimentation und Auskoppelfläche in einem Element bzw. in einem Herstellungsschritt einen synergistischen Effekt, so  
30 dass die vorliegende Erfindung ein vereinfachtes und kostengünstigeres Herstellungsverfahren sowie ein optoelektronisches Bauelement bereitstellt, welches hinsichtlich seiner optischen und thermischen Eigenschaften, insbesondere hinsichtlich seiner Effizienz verbessert ist.

In dem optoelektronischen Bauelement 100 gemäß des ersten Ausführungsbeispiels hat die Auskoppelfläche 230 wie in **Fig. 1** dargestellt im Wesentlichen die Form einer Halbkugel.

5

**Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements 110 gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels. Sofern nicht anders beschrieben, gelten alle für das erste Ausführungsbeispiel gemachten Erläuterungen auch für das zweite Ausführungsbeispiel.

10

Das Sedimentationselement 201 des optoelektronischen Bauelements gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels weist im Anschluss an die Auskoppelfläche 230 ein Seitenelement 241 auf, welches sich von dem Ende der Auskoppelfläche 230 vom Halbleiterchip 102 weg in lateraler Richtung entlang des Trägerelements 101 erstreckt. Lateral bedeutet insbesondere entlang von Haupterstreckungsrichtungen des Halbleiterchips 102 bzw. des Trägerelements 101. Es ist mit anderen Worten die Auskoppelfläche 230, in Draufsicht gesehen, von dem Seitenelement 241 umrandet, insbesondere mit einer gleichmäßigen Breite. Durch das Seitenelement 241 ist auf Grund der größeren Auflagefläche des Sedimentationselements 230 eine bessere Haftung zwischen dem Sedimentationselement 230 und dem Halbleiterchip 102 bzw. dem Trägerelement 101 gewährleistet.

15

20

25

**Fig. 3** zeigt eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements 120 gemäß eines dritten Ausführungsbeispiels. Sofern nicht anders beschrieben, gelten alle für das erste Ausführungsbeispiel

30

gemachten Erläuterungen auch für das dritte Ausführungsbeispiel.

In diesem Ausführungsbeispiel ist der Halbleiterchip 102  
5 seitlich bzw. in lateraler Richtung von einer Vergussmasse 300 umhüllt. Vorzugsweise hat die Vergussmasse 300 die gleiche Höhe wie der Halbleiterchip 102 und schließt somit bündig mit der Strahlungsemissionsseite 108 des Halbleiterchip 102 ab, so dass das Sedimentationselement 202 auf eine plane Fläche  
10 aufgebracht wird, was das Aufbringen des Sedimentationselements 202 vereinfacht. In die Vergussmasse 300 können reflektierende Partikel oder Streupartikel integriert sein, beispielsweise Metalloxide, so dass seitlich aus dem Halbleiterchip 102 austretende Strahlung reflektiert  
15 wird und entlang der Hauptabstrahlrichtung aus dem Halbleiterchip 102 austritt. Hierdurch wird ebenfalls die Effizienz des optoelektronischen Bauelements 120 erhöht.

Bei dem optoelektronischen Bauelement 120 gemäß des in **Fig. 3**  
20 gezeigten dritten Ausführungsbeispiels schließt sich die Auskoppelfläche 230 direkt an die Vergussmasse 300 an und es ist keine Seitenfläche 240 oder Seitenelement 241 vorgesehen. Alternativ kann die Vergussmasse 300 auch mit dem ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel kombiniert werden und die  
25 Seitenfläche 240 oder das Seitenelement 241 kann auf der Vergussmasse 300 aufliegen bzw. an diese anschließen. Die Vergussmasse 300 kann auch niedriger oder höher sein als der Halbleiterchip 102.

30 Wie bereits erläutert, ist der Kerngedanke der vorliegenden Erfindung, eine Auskoppelfläche in Verbindung mit Sedimentation bereitzustellen, welche gekrümmt und/oder strukturiert ist. Die Krümmung bzw. Strukturierung kann

hierbei auch nur auf Teilen der Auskoppelfläche vorgesehen sein. Beispielsweise kann es aus produktionstechnischen Gründen nicht möglich sein, die gesamte Auskoppelfläche durchgehend mit einer Krümmung und/oder Struktur zu versehen und es können Bereiche ungekrümmt bzw. unstrukturiert bleiben. Es können auch absichtlich bestimmte Bereiche ungekrümmt bzw. unstrukturiert bleiben, um beispielsweise ein Ablösen eines formenden Werkzeugs zu erleichtern. Eine solche Auskoppelfläche ist trotzdem von der vorliegenden Erfindung mit umfasst. Vorzugsweise erstreckt sich die Krümmung und/oder Struktur über einen Großteil der Auskoppelfläche. Es sind bevorzugt diejenigen Bereiche mit einer Krümmung und/oder einer Strukturierung ausgestaltet, in welchen zumindest ein Teil des Strahlung unter einem Winkel größer als dem Totalreflexionswinkel auftrifft (jeweils gemessen zum Lot auf der Austrittsfläche). Der kritische Totalreflexionswinkel (gemessen zur Senkrechten zur Austrittsfläche) ist gegeben durch  $T_c = \arcsin(n_2/n_1)$ , wobei  $n_1$  und  $n_2$  jeweils der Brechungsindex des äußeren und inneren Materials ist. Im Allgemeinen gilt  $n_2 > n_1$ . Beispielsweise bei einer Auskopplung von Silikon ( $n = 1,41$ ) gegenüber Luft ( $n \sim 1$ ) ist dieser Winkel etwa  $45^\circ$ . Bei Auskopplung von einem Silikon mit  $n = 1,53$  in ein Silikon mit  $n = 1,41$  beträgt der Totalreflexionswinkel etwa  $67^\circ$  zum Lot. In einer bevorzugten Ausführung (um neben der verbesserten Auskopplung auch eine Formung der Abstrahlcharakteristik zu erreichen) wird mindestens 70% der Austrittsfläche gekrümmt oder mit Strukturierung ausgeführt, vorzugsweise mindestens 80%, besonders bevorzugt mindestens 90% der Austrittsfläche.

30

Im Folgenden soll auf das Merkmal der Krümmung genauer eingegangen werden. Unter Krümmung soll zunächst jede Wölbung der Auskoppelfläche verstanden werden, durch welche die Auskoppelfläche nicht mehr vollständig plan bzw. eben ist.

Insbesondere ist die Auskoppelfläche zumindest Abschnittsweise eine Oberfläche zweiter Ordnung. Beispielsweise kann die Auskoppelfläche eine Halbkugel, ein Halbellipsoid oder eine an diese Formen angenäherte Form haben. Insbesondere kann die Auskoppelfläche abschnittsweise an unterschiedliche Formen angenähert sein und der Krümmungsradius der Auskoppelfläche kann konstant oder über die gesamte Fläche variabel sein.

Bezugnehmend auf **Fig. 4** wird im Folgenden eine alternative Definition für die Krümmung der Auskoppelfläche genauer erläutert. **Fig. 4** zeigt wieder eine schematische Darstellung eines Querschnitts des optoelektronischen Bauelements 100 gemäß des ersten Ausführungsbeispiels.

Die maximale Ausdehnung des optoelektronischen Bauelements 100 ist mit  $p$  bezeichnet. Unter maximaler Ausdehnung wird hierbei eine Ausdehnung in lateraler Richtung verstanden. Unter Krümmung der Auskoppelfläche 230 soll nach dieser Definition die Bedingung verstanden werden, wonach für zwei beliebige Punkte  $P_1$  und  $P_2$  auf der Auskoppelfläche 230 die maximale Höhendifferenz  $h$  zwischen diesen beiden Punkten die folgende Relation erfüllt:

$$\max (h_{P_1, P_2}) \geq 0,01 p , \quad (1)$$

wobei  $\max (h_{P_1, P_2})$  die bereits erläuterte maximale Höhendifferenz darstellt. Hierdurch richtet sich die Krümmung nach der Ausdehnung des optoelektronischen Bauelements 100, wodurch sichergestellt ist, dass für jede Größe des optoelektronischen Bauelements 100 die Auskoppelfläche 230 so gekrümmt ist, dass Totalreflexion vermieden und die Effizienz des optoelektronischen Bauelements 100 erhöht wird.

Auch wenn diese Relation beispielhaft an Hand des ersten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist die Relation nicht auf das erste Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern vielmehr auf jedes andere Ausführungsbeispiel anwendbar. Wie bereits erläutert, kann diese Relation auch nur abschnittsweise für die Auskoppelfläche gelten.

**Fig. 5** zeigt eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf das erfindungsgemäße optoelektronische Bauelement 100 gemäß des ersten Ausführungsbeispiels. An Hand dieser Draufsicht sollen die bevorzugten Größenverhältnisse zwischen dem Halbleiterchip 102 und dem Sedimentationselement 200 beschrieben werden. Ein auf das Trägerelement 101 projizierter Umfang 209 der Auskoppelfläche 230 ist in diesem Ausführungsbeispiel kreisförmig dargestellt. Der Umfang 209 stellt mit anderen Worten die maximale laterale Ausdehnung der Auskoppelfläche 230 dar. Der Umfang stellt somit nicht die maximale laterale Ausdehnung des gesamten Sedimentationselements 200 dar, sondern nur die maximale laterale Ausdehnung der Auskoppelfläche 230 in Draufsicht. Im Falle der halbkugelförmigen Auskoppelfläche 230 ist der Umfang 209 kreisförmig, abhängig von der Form der Auskoppelfläche kann der Umfang 209 aber auch jede andere Form haben.

25

In der **Fig. 5** ist der maximale Durchmesser  $d$  des Umfang 209 dargestellt sowie die Länge  $c$  der Diagonale des Halbleiterchips 102. Vorzugsweise liegt der Halbleiterchip 102 vollständig innerhalb der Auskoppelfläche 230, d.h. es gilt die Relation

30

$$d \geq c$$

(2)

Dies hat den Vorteil, dass im Wesentlichen die gesamte vom Halbleiterchip 102 über die Strahlungsemissionsseite 108 emittierte Strahlung das Sedimentationselement 200 durch die Auskoppelfläche 230 verlässt. Hierdurch wird wieder eine hohe Effizienz des optoelektronischen Bauelements erreicht.

Bevorzugt hat die Auskoppelfläche 230 einen Durchmesser, welcher der doppelten Chipdiagonale entspricht, d.h. es gilt die Relation

10

$$d = 2c \quad (3)$$

Hierdurch wird einerseits Totalreflexion, beispielsweise im Randbereich der Auskoppelfläche 230, weiter reduziert, andererseits wird trotzdem noch eine kompakte Größe des optoelektronischen Bauelements gewährleistet.

Im Falle einer Auskoppelfläche 230, welche die Form einer Halbkugel hat, entspricht  $d$  dem Durchmesser der Kugel.

20

Auch wenn die Größenverhältnisse beispielhaft an Hand des ersten Ausführungsbeispiels beschrieben wurden, ist die Beschreibung nicht auf das erste Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern vielmehr auf jedes andere Ausführungsbeispiel sowie auf nicht dargestellte Auskoppelflächen anwendbar.

Vorzugsweise wird gemäß der vorliegenden Erfindung die Totalreflexion bzw. der Strahlungsverluste noch weiter durch entsprechende Materialauswahl reduziert, so dass ein gradueller Brechungsindexübergang vom Halbleiterchip 102 zur

30

Luft möglich wird. Der Brechungsindex des Halbleiterchips 102, d.h. insbesondere der die Epi-Schicht umfassenden Strahlungsemissionsseite 108, ist sehr hoch gegenüber dem Brechungsindex von Luft. Das Sedimentationselement 200, welches zwischen dem Halbleiterchip 102 und der Luft vorgesehen ist, hat daher idealerweise einen Brechungsindex, welcher niedriger ist als der Brechungsindex des Halbleiterchips 102, aber höher als der Brechungsindex von Luft, so dass ein gradueller Übergang zwischen den Brechungsindizes erreicht wird, wodurch Totalreflexion weiter vermindert wird. Insbesondere wird der Brechungsindex des Sedimentationselements 200 im Rahmen der möglichen Materialien möglichst groß gewählt, so dass er sich an den Brechungsindex des Halbleiterchips 102 annähert. Vorzugsweise liegt der Brechungsindex des Sedimentationselements 200 daher im Bereich 1,40 bis 1,54. Als Material wird vorzugsweise Silikon verwendet. Insbesondere kann beispielsweise ein sogenanntes LRI-Silikon verwendet werden (LRI = low refractive index, d.h. englisch für niedrigbrechend) mit einem Brechungsindex von ungefähr 1,41. Nicht abschließende Beispiele für solche LRI-Silikone sind methyl-substituierte Silikone. LRI-Silikone haben den Vorteil, dass sie kostengünstig sind und mechanisch robust, so dass sie eine lange Lebensdauer haben. Es kann auch ein sogenanntes HRI-Silikon verwendet werden (HRI = high refractive index, d.h. englisch für hochbrechend) mit einem Brechungsindex von 1,41 bis 1,57, in Abhängigkeit vom Phenylierungsgrad. Nicht abschließende Beispiele für solche HRI-Silikone sind phenyl-substituierte Silikone. HRI-Silikone haben den Vorteil eines sehr geringen Helligkeitsverlustes beim optoelektronischen Bauelement. Statt Silikon können auch Epoxide verwendet werden mit einem Brechungsindex von ca. 1,5 oder Polysilazane mit einem Brechungsindex von ca. 1,46.

**Fig. 6** zeigt eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements 150 gemäß eines vierten Ausführungsbeispiels. Das optoelektronische Bauelement 150 entspricht hierbei dem optoelektronischen Bauelement 100 gemäß des ersten Ausführungsbeispiels in Fig. 1, lediglich ist in dem optoelektronischen Bauelement 150 gemäß des vierten Ausführungsbeispiels noch ein optisches Element 310 vorgesehen. Vorzugsweise ist das optische Element 310 eine Linse bzw. Auskoppellinse.

Das optische Element 310 ist dem Sedimentationselement 200 in Abstrahlrichtung nachgeordnet. Wie in **Fig. 6** dargestellt, liegt das optische Element 310 vorzugsweise bündig an der Auskoppelfläche 230 an, d.h. steht in unmittelbarem Kontakt zur Auskoppelfläche 230. Es ist jedoch auch denkbar, dass zwischen dem optischen Element 310 und der Auskoppelfläche 230 teilweise oder vollständig ein Abstand besteht.

Das optische Element 310 kann darüber hinaus auch an weiteren Komponenten bündig anliegen, beispielsweise an der Seitenfläche 240 und an dem Trägerelement 101. Das optische Element wird vorzugsweise mittels Spritzpressens (englisch compression molding) in einem separaten Schritt hergestellt und dann in das optoelektronische Bauelement 150 integriert.

Vorzugsweise besteht das optische Element 310 aus einem Material, welches einen Brechungsindex hat, der größer ist als der Brechungsindex von Luft und kleiner als der Brechungsindex des Sedimentationselements 200. Hierdurch wird der Brechungsindexübergang vom Halbleiterchip 102 zu Luft noch weiter graduiert, so dass durch die Abstufung der

Brechungsindexsprung und damit Totalreflexion weiter vermindert wird.

**Fig. 7** zeigt eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements 130 gemäß eines fünften Ausführungsbeispiels. Sofern nicht anders beschrieben, gelten alle für das erste Ausführungsbeispiel gemachten Erläuterungen auch für das fünfte Ausführungsbeispiel.

10

Im Unterschied zu den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen, bei welchen das Sedimentationselement eine gekrümmte oder gewölbte Auskoppelfläche umfasst, weist das Sedimentationselement 203 des optoelektronischen

15 Bauelements 130 eine aufgeraute Auskoppelfläche 233 auf, wie in **Fig. 7** schematisch dargestellt.

Durch das Aufrauen wird ebenfalls wieder erreicht, dass Totalreflexion beim Auftreffen der vom Halbleiterchip 102 emittierten Strahlung auf die Auskoppelfläche 233 vermindert bzw. verhindert wird. Hierdurch kann die Effizienz des optoelektronischen Bauelements 130 gesteigert werden. Die Hauptstreckungsrichtung der aufgerauten Auskoppelfläche 233 ist hierbei parallel zu dem Halbleiterchip 102 bzw. zu dem Trägerelement 101. Anders als in **Fig. 7** dargestellt, kann die Hauptstreckungsrichtung der aufgerauten Auskoppelfläche 233 jedoch einer anderen Form folgen, beispielsweise kann sie gekrümmt oder gewölbt sein. Mit anderen Worten kann eine Krümmung der Auskoppelfläche mit einer Aufrauung kombiniert werden.

30

Die Aufrauung kann beispielsweise durch einen Ätzprozess oder durch mechanisches Abtragen erreicht werden. Die Aufrautiefe

ist abhängig vom gewählten Prozess und kann gewählt werden im Bereich von 2 µm (beispielsweise bei chemischer Aufrauung) bis zu 250 µm (beispielsweise im Fall von Sandstrahlen). Diese Aufrauung kann erfolgen sowohl durch Aufrauung

- 5 (a) der fertigen Linse oder  
(b) des Werkzeugs oder  
(c) einer Folie (welche sich zwischen Werkzeug und Silikonkörper befindet. Die Prozesse (a) bis (c) können einzeln verwendet oder kombiniert verwendet werden.

10 Vorzugsweise gilt die Relation, wonach die

$$d \geq 40 \cdot T, \quad (4)$$

wobei  $d$  wie bereits erläutert der Durchmesser der  
15 Auskoppelfläche 230 ist und  $T$  die Aufrautiefe.

**Fig. 8** zeigt eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements 130 gemäß eines sechsten Ausführungsbeispiels. Sofern nicht anders  
20 beschrieben, gelten alle für das erste Ausführungsbeispiel gemachten Erläuterungen auch für das sechste Ausführungsbeispiel.

Das Sedimentationselement 204 des optoelektronischen  
25 Bauelements 140 weist eine mit Mikrolinsen versehene Auskoppelfläche 234 auf, wie in **Fig. 8** schematisch dargestellt. Alternativ können auch Mikroprismen, andere Mikrostrukturen oder eine Mottenaugenstruktur verwendet werden. Die Auskoppelfläche 234 weist somit eine Vielzahl von  
30 miniaturisierten Linsen und/oder Prismen auf, durch die wiederum Totalreflexion vermindert bzw. verhindert wird.

Die Hauptstreckungsrichtung der mit Mikrolinsen versehenen Auskoppelfläche 234 ist hierbei parallel zu dem Halbleiterchip 102 bzw. zu dem Trägerelement 101. Anders als in **Fig. 8** dargestellt, kann die Hauptstreckungsrichtung der mit Mikrolinsen versehenen Auskoppelfläche 233 jedoch einer anderen Form folgen, beispielsweise kann sie gekrümmt oder gewölbt sein. Mit anderen Worten kann eine Krümmung der Auskoppelfläche mit Mikrolinsen, Mikroprismen oder einer Mottenaugenstruktur kombiniert werden.

10

Bezugnehmend auf die **Fig. 9a** bis **9c** wird nun eine Maske beschrieben, welche bei der Herstellung des erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements verwendet werden kann.

15 **Fig. 9a** zeigt hierbei eine schematische Darstellung einer Unteransicht einer Maske zum Formen eines Sedimentationselements für das erfindungsgemäße optoelektronische Bauelement, **Fig. 9b** eine schematische Darstellung eines Querschnitts der Maske gemäß **Fig. 9a** und  
20 **Fig. 9c** eine schematische Darstellung einer Draufsicht der Maske gemäß **Fig. 9a**. Hierbei wird beispielhaft eine Maske zur Herstellung eines Sedimentationselements 202 für ein optoelektronisches Bauelement 120 gemäß des dritten Ausführungsbeispiels beschrieben, allerdings lässt sich das  
25 Prinzip auf die Herstellung von jedem Sedimentationselement anwenden.

Die Maske 400 weist zumindest eine Ausnehmung 410 auf. Die Ausnehmung 410 stellt hierbei eine Form für das zu bildende Sedimentationselement 200 dar. Im vorliegenden Fall hat die Ausnehmung 410 daher die Form einer Halbkugel entsprechend des Sedimentationselements 202 aus **Fig. 3**. Vorzugsweise umfasst die Maske 400 mehrere Ausnehmungen 410, die so angeordnet

30

sind, dass durch jede Ausnehmung 410 ein Sedimentationselement 202 auf einem Halbleiterchip 102 gebildet werden kann. Mit anderen Worten sind die Ausnehmungen 410 entsprechend der Halbleiterchips 102 auf einem Trägerelement angeordnet.

- 5 Eine Oberfläche 430 der Ausnehmung 410 ist entsprechend der zu erreichenden Auskoppelfläche geformt. Im vorliegenden Beispiel hat die Oberfläche 430 eine halbkugelförmige Form, so dass das gebildete Sedimentationselement 202 entsprechend eine im Wesentlichen halbkugelförmige Auskoppelfläche 230 hat.
- 10 Alternativ kann je nach gewünschter Auskoppelfläche die Oberfläche 430 verschiedenartig gekrümmt, strukturiert oder beides sein. Sämtliche für die Auskoppelfläche 230 gemachten Ausführungen gelten somit in analoger Weise auch für die Oberfläche 430 der Ausnehmungen 410. Es können in einer Maske
- 15 400 auch Ausnehmungen 410 mit unterschiedlichen Oberflächen 430 vorgesehen sein.

- Bevorzugt weist die Maske 400 an der Oberseite jeweils eine Öffnung 430 im Bereich jeder Ausnehmung 410 auf. Hierdurch
- 20 kann das Material für das Sedimentationselement durch die Öffnung 420 in die Ausnehmung 410 eingebracht werden.

- Die Maske 400 ist hierbei bevorzugt aus beispielsweise Federstahl, beschichtetem Stahl, beschichtetem Metall, Teflon,
- 25 beschichtetem Kunststoff oder Polyetheretherketon (PEEK). In einer alternativen Ausführungsform kann die Maske auch ohne Öffnung ausgebildet sein, dementsprechend muss dann das Herstellungsverfahren des optoelektronischen Bauelements entsprechend angepasst werden.

30

**Fig. 10a bis 10d** zeigen eine schematische Darstellung eines Querschnitts einer erfindungsgemäßen Anordnung 500 aus Trägerelement, Halbleiterchip und Maske während verschiedener

Prozessschritte des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens. Hierbei wird beispielhaft die Herstellung eines Sedimentationselements 200 eines optoelektronischen Bauelements 120 gemäß des dritte Ausführungsbeispiels beschrieben, allerdings ist zur vereinfachten Darstellung in den **Fig. 10a bis 10d** die Vergussmasse 300 weggelassen.

**Fig. 10a** zeigt ein bereitgestelltes Trägerelement 101 mit einem darauf aufgebracht und elektrisch kontaktierten Halbleiterchip 102. Weitere Komponenten (beispielsweise Leiterbahnen) sind zur Vereinfachung in den Figuren nicht dargestellt.

Die Maske 400 wird auf das Trägerelement 101 aufgesetzt, so dass die Ausnehmung 410 den Halbleiterchip 102 umfängt bzw. umschließt. In den bevorzugten Ausführungsbeispielen ist, wie bereits erläutert, der Durchmesser des Umfangs 109 der Auskoppelfläche 230 mindestens so groß wie die Chipdiagonale, so dass der Halbleiterchip 102 vollständig innerhalb des Umfangs 109 der Auskoppelfläche 230 liegt. In diesem Fall liegt die Maske auf dem Trägerelement 101 bzw. auf einer eventuell vorgesehenen Vergussmasse 300 auf. Die Öffnung 420 liegt hierbei auf der dem Halbleiterchip 102 abgewandten Seite der Maske 400.

25

In **Fig. 10a** ist beispielhaft eine Anordnung 500 aus Halbleiterchip 102, Trägerelement 101 und Maske 400 dargestellt, bei welcher die Maske 400 nur eine Ausnehmung 410 hat. Alternativ können mehrere Halbleiterchips 102 nebeneinander oder in einer Matrix angeordnet sein und die Maske 400 entsprechend mehrere Ausnehmungen 410 aufweisen, die die mehreren Halbleiterchip 102 umschließt.

30

Wie in **Fig. 10b** dargestellt, wird anschließend eine Grundmasse 250 für das zu fertigende Sedimentationselement 203 durch die Öffnung 420 in die Ausnehmung 410 eingebracht, beispielsweise mittels eines Dispensierungs-Prozesses (englisch Dispensing).

5

Die Grundmasse 250 umfasst eine Bindemittelgrundmasse 225 und einen Feststoff, vorzugsweise in der Form von Feststoffpartikeln 215. Die Feststoffpartikel 225 sind hierbei in der Bindemittel-Grundmasse 225 dispergiert.

10

Als Bindemittelgrundmasse 225 wird vorzugsweise ein Silikon verwendet. Insbesondere kann als Material ein Polysilan, Siloxan und/oder Polysiloxan verwendet werden. Alternativ kann auch ein Epoxid oder Polysilazan verwendet werden. Beim Einbringen der Grundmasse 250 in die Ausnehmung 410 liegt die Bindemittelgrundmasse 225 nicht vollständig ausgehärtet und/oder nicht vollständig vernetzt vor. Insbesondere ist die Bindemittelgrundmasse 225 fließfähig bzw. verformbar. Das Aushärten bzw. Vernetzen der Bindemittelgrundmasse 225 erfolgt durch bekannte Verfahren, beispielsweise thermisch, durch UV-Strahlung und/oder durch andere Verfahren.

Die Feststoffpartikel 215 können thermisch und/oder optisch aktive Feststoffe beinhalten. Beispielsweise können die Feststoffpartikel 215 ein Material zur Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit umfassen, welches optisch inaktiv und transparent ist, beispielsweise  $\text{SiO}_2$ . Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von diffus streuenden Partikeln zur Verbesserung der Farbhomogenität bezüglich des Abstrahlwinkels. Beispiele hierfür sind reflektierende Partikel und/oder Streupartikel, insbesondere Metalloxide wie Titanoxid, Aluminiumoxid, Zinkoxid, Zirkonoxid oder

Siliziumoxid sowie Bariumsulfat, Farbstoffe, organische Füllstoffe oder Mischungen hiervon.

Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von  
5 Leuchtstoffpartikel. Die Leuchtstoffpartikel können einen  
oder mehrere Leuchtstofftypen enthalten. Der Leuchtstoff oder  
die mehrere Leuchtstoffe sind dazu eingerichtet, die vom  
Halbleiterchip 102 emittierte elektromagnetische Strahlung von  
10 einem ersten Wellenlängenbereich wenigstens teilweise zu  
absorbieren und in eine Strahlung in einen zweiten  
Wellenlängenbereich, der von dem ersten Wellenlängenbereich  
verschieden ist, umzuwandeln. Beispielsweise sind die  
Leuchtstoffpartikel dazu eingerichtet, Strahlung in einem  
Wellenlängenbereich zwischen einschließlich 420 nm und 490 nm  
15 zu absorbieren und in langwelligere Strahlung umzuwandeln. Das  
heißt, der Leuchtstoff kann beispielsweise blaues Licht in  
grünliches, gelbliches und/oder rötliches Licht umwandeln.  
Nicht abschließende Beispiele für Leuchtstoffpartikel ist ein  
Seltenerden-dotierter Granat wie YAG:Ce, ein Seltenerden-  
20 dotiertes Orthosilikat wie  $(\text{Ba},\text{Sr})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$  oder ein  
Seltenerden-dotiertes Siliziumoxinitrid oder Siliziumnitrid  
wie  $(\text{Ba},\text{Sr})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ . Diese Leuchtstoffe sind nur als  
erläuternde Beispiele genannt und die vorliegende Erfindung  
ist nicht auf die genannten Leuchtstoffe beschränkt, sondern  
25 umfasst vielmehr die Verwendung der genannten Leuchtstoffe  
sowie beliebiger anderer Leuchtstoffe, einzeln oder in  
Kombination. Die Vorteile des Prozesses der Sedimentation beim  
Aufbringen des Leuchtstoffs wurden bereits erläutert.

30 Die Feststoffpartikel 215 können auch eine Mischung der oben  
genannten Materialien umfassen. Die Partikelgröße kann hierbei  
variieren zwischen  $d_{50} = 2\mu\text{m}$  und  $d_{50} = 20\mu\text{m}$ . Der Anteil der  
Feststoffpartikel 215 an der Grundmasse 250 kann ebenfalls  
stark variieren, bei Verwendung von Leuchtstoffpartikeln ist

der Anteil beispielsweise abhängig vom gewünschten Farbort.  
Vorzugsweise liegt ein Anteil der Feststoffpartikel 215 an der Grundmasse 250 zwischen 7%wt und 15%wt.

5 **Fig. 10c** zeigt die Anordnung 500 nach dem Einbringen der Grundmasse 250 während des Sedimentationsprozesses.  
Vorzugsweise ist die Ausnehmung 410 vollständig mit Grundmasse 250 ausgefüllt. Die Feststoffpartikel 215 setzen sich auf Grund ihrer höheren Dichte innerhalb der Bindemittelgrundmasse  
10 225 ab. Dieser Vorgang kann allein unter Nutzung der Schwerkraft, d.h. in Ruhe erfolgen, er kann aber auch beschleunigt werden. Beispielsweise kann der Prozess in einer Zentrifuge erfolgen. Alternativ oder zusätzlich kann der Prozess auch potentialgesteuert ablaufen, hierbei erfolgt die  
15 Sedimentation innerhalb eines elektrischen Feldes. Eine weitere Möglichkeit ist die Temperatursteuerung des Sedimentationsprozesses, bei dem über eine Temperaturregulierung das Aushärten bzw. Vernetzen der Bindemittel Grundmasse 225 verlangsamt wird, so dass die  
20 Sedimentation der Feststoffpartikel 215 schneller erfolgen kann. Die genannten Verfahren können auch in Kombination angewendet werden.

Es besteht des Weiteren die Möglichkeit, im Fall der  
25 Verwendung von Leuchtstoffen, durch die Öffnung 420 eine Inline-Kontrolle des Farbortes durchzuführen und ggf. weitere Leuchtstoffpartikel durch die Öffnung 420 einzubringen, falls der gemessene Farbort vom gewünschten Farbort abweicht.

30 **Fig. 10d** zeigt schematisch die Anordnung 500 nach dem Sedimentieren der Feststoffpartikel 215 zur Feststoffschicht 210 und mit vollständig ausgehärtetem bzw. vernetztem Bindemittel 220. Zur Fertigstellung des optoelektronischen

Bauelements muss lediglich noch die Maske 400 entfernt werden. Hierfür ist es vorteilhaft, wenn die Auskoppelfläche 203 abschnittsweise Abflachungen aufweist, so dass die Maske 400 leichter abgelöst werden kann.

5

Hierbei ist anzumerken, dass die Darstellung in **Fig. 10d** sowie in den anderen Ausführungsbeispielen nicht maßstabsgetreu sein muss. Die Feststoffpartikel 215 können im Verhältnis zum optoelektronischen Bauelement vergrößert oder verkleinert dargestellt sein, können somit jede beliebige Größe aufweisen. Auch ist in den Figuren die Feststoffschicht 210 aus nur einer Lage von Feststoffpartikeln 215 dargestellt, was lediglich der vereinfachten Darstellung dient. Abweichend von den Figuren können mehrere Schichten aus Feststoffpartikeln 215 vorgesehen sein, die Feststoffschicht 210 kann insbesondere auch innerhalb der Feststoffschicht 210 variable Dicken, d.h. an verschiedenen Stellen eine unterschiedliche Anzahl von Lagen aus Feststoffpartikeln 215 aufweisen. Auch sind vorzugsweise, anders als in den Figuren, keine Lücken in der Feststoffschicht 210, so dass die Feststoffschicht 210 den Halbleiterchip 102 lückenlos bedeckt.

Auf Grund der Öffnung 420 ist die Auskoppelfläche 230 zumindest im Bereich der Öffnung 420 kaum oder nicht gekrümmt und auch nicht strukturiert. Da sich die Öffnung allerdings im Bereich eines Abstrahlwinkels von im Wesentlichen  $0^\circ$  befindet, tritt an dieser Stelle wenig oder gar keine Totalreflexion auf, so dass eine fehlende Krümmung oder Strukturierung hier kaum ins Gewicht fällt.

30

Ein alternatives Fertigungsverfahren, welches in den Figuren nicht dargestellt ist, sieht eine Maske 400 ohne Öffnung 420 vor, d.h. die Ausnehmungen 410 sind an der Oberseite

geschlossen. Hierbei wird die Grundmasse 250 in die Ausnehmungen 410 eingebracht, anschließend wird das Trägerelement 101 mit dem Chip 102 über Kopf auf die Maske aufgelegt, so dass der Halbleiterchip 102 in die Grundmasse  
5 250 eintaucht bzw. an dieser anliegt. Anschließend wird die gesamte Anordnung 500 umgedreht, so dass anschließend der Sedimentations-Prozess ablaufen kann. Der Vorteil bei dieser Maske und dem zugehörigen Verfahren ist, dass die gesamte Auskoppelfläche durch die Oberfläche 430 der Ausnehmung 410  
10 geformt werden kann, da keine Öffnung vorgesehen ist.

Bezugnehmend auf **Fig. 11** werden im Folgenden die Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens erläutert.

15

Das Verfahren beginnt in einem ersten Schritt S0. Im Schritt S1 wird ein Trägerelement 101 mit einem darauf montierten und elektrisch kontaktierten Halbleiterchip 102 bereitgestellt.

20 Nachfolgend können zwei alternative Prozesse vorgesehen sein.

Gemäß der ersten Alternative wird in einem Schritt S2 eine Maske 400 mit einer den Halbleiterchip 102 umschließenden Ausnehmung 410 und einer Öffnung 420 aufgesetzt, wobei die dem  
25 Halbleiterchip 102 zugewandte Oberfläche 430 der Ausnehmung 410 gekrümmt und/oder strukturiert ist. Im folgenden Schritt S3 wird eine Grundmasse 250 aufweisend eine Bindemittelgrundmasse 225 und Feststoffpartikel 215 durch die Öffnung 420 in die Ausnehmung 410 eingebracht.

30

Gemäß der zweiten Alternative wird in einem Schritt S4 eine Maske 400 mit einer Ausnehmung 410 und einer gekrümmten

und/oder strukturierten Oberfläche 430 der Ausnehmung 410 bereitgestellt. Im folgenden Schritt S5 wird eine Grundmasse 250 aufweisend eine Bindemittelgrundmasse 225 und Feststoffpartikel 215 in die Ausnehmung 410 eingebracht.

5 Anschließend wird in Schritt S6 das Trägerelement 101 mit dem Halbleiterchip 102 auf die Maske 400 derart aufgelegt, dass der Halbleiterchip 102 in Kontakt mit der Grundmasse 250 kommt. Der Halbleiterchip 102 wird sozusagen in die Grundmasse 205 eingetaucht. Im folgenden Schritt wird die Anordnung aus  
10 Trägerelement 101, Halbleiterchip 102 und mit Grundmasse 250 gefüllter Maske 400 umgedreht, so dass, die Maske 400 auf dem Halbleiterchip 102 bzw. auf dem Trägerelement 101 aufliegt und nicht mehr umgekehrt.

15 Unabhängig von den eben genannten Alternativen folgt in jedem Fall der Schritt S8, in welchem die Feststoffpartikel 215 zu einer Feststoffschicht 210 zumindest entlang des Halbleiterchips 102 sedimentiert werden. Indem die Ausnehmung 410 durch die Grundmasse 250 ausgefüllt wird, nimmt die dem  
20 Halbleiterchip 102 abgewandte Oberfläche der Grundmasse 250 die Form und/oder Struktur der Oberfläche 430 der Ausnehmung 410 an. Im Falle einer Öffnung 420 in der Maske bleibt dieser Teil der Oberfläche der Grundmasse 250 unstrukturiert bzw. ungeformt. Des vorliegende Verfahren umfasst daher einen  
25 Schritt zum Formen der Grundmasse 250 derart, dass die dem Halbleiterchip 102 abgewandte Seite der Grundmasse 250, welche später die Auskoppelfläche bildet, gekrümmt und/oder strukturiert ist. Vorzugsweise wird das Formen durch das Vorsehen einer Maske 400 erreicht, allerdings sind auch andere  
30 Möglichkeiten des Formens von der vorliegenden Erfindung mit umfasst.

Im folgenden Schritt S9 wird die Grundmasse 250 ausgehärtet bzw. vollständig vernetzt und somit das Sedimentationselement

200 gebildet, welches eine Auskoppelfläche hat, die in Form und/oder Struktur der Oberfläche 430 der Ausnehmung 410 entspricht.

- 5 Im nächsten Schritt S10 wird die Maske 400 entfernt. Der Prozess endet in Schritt S11.

#### ABSCHLIESSENDE FESTSTELLUNG

Das optoelektronische Bauelement und das Verfahren zum  
10 Herstellen eines optoelektronischen Bauelements wurden zur Veranschaulichung des zugrundeliegenden Gedankens anhand einiger Ausführungsbeispiele beschrieben. Die Ausführungsbeispiele sind dabei nicht auf bestimmte Merkmalskombinationen beschränkt. Auch wenn einige Merkmale  
15 und Ausgestaltungen nur im Zusammenhang mit einem besonderen Ausführungsbeispiel oder einzelnen Ausführungsbeispielen beschrieben wurden, können sie jeweils mit anderen Merkmalen aus anderen Ausführungsbeispielen kombiniert werden. Es ist ebenso möglich, in Ausführungsbeispielen einzelne dargestellte  
20 Merkmale oder besondere Ausgestaltungen wegzulassen oder hinzuzufügen, soweit die allgemeine technische Lehre realisiert bleibt.

Auch wenn die Schritte des Verfahrens zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelements in einer bestimmten Reihenfolge  
25 beschrieben sind, so ist es selbstverständlich, dass jedes der in dieser Offenbarung beschriebenen Verfahren in jeder anderen, sinnvollen Reihenfolge durchgeführt werden kann, wobei auch Verfahrensschritte ausgelassen oder hinzugefügt werden können, soweit nicht von dem Grundgedanken der  
30 beschriebenen technischen Lehre abgewichen wird.

Es wird gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements angegeben.

Beispielsweise kann mittels des hier beschriebenen Verfahrens eine von vielen Möglichkeiten zur Herstellung des hier beschriebenen optoelektronischen Bauelements realisiert werden. Das heißt, dass sämtliche für das optoelektronische Bauelement beschriebenen Merkmale auch für das Verfahren offenbart sind und umgekehrt.

## BEZUGSZEICHENLISTE

- 100 optoelektronisches Bauelement gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels
- 101 Trägerelement
- 102 Halbleiterchip
- 5 104 Kontaktseite
- 108 Strahlungsemissionsseite
- 110 optoelektronisches Bauelement gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels
- 120 optoelektronisches Bauelement gemäß eines dritten Ausführungsbeispiels
- 10 130 optoelektronisches Bauelement gemäß eines fünften Ausführungsbeispiels
- 140 optoelektronisches Bauelement gemäß eines sechsten Ausführungsbeispiels
- 15 150 optoelektronisches Bauelement gemäß eines vierten Ausführungsbeispiels
- 200 Sedimentationselement des Bauelements 100
- 201 Sedimentationselement des Bauelements 110
- 202 Sedimentationselement des Bauelements 120
- 20 203 Sedimentationselement des Bauelements 130
- 204 Sedimentationselement des Bauelements 140
- 209 äußere Begrenzung
- 210 Feststoffschicht
- 215 Feststoffpartikel
- 25 220 Bindemittel
- 225 Bindemittelgrundmasse
- 230 Auskoppelfläche

- 233 aufgeraute Auskoppelfläche
- 234 mit Mikrolinsen versehene Auskoppelfläche
- 240 Seitenfläche
- 241 Seitenelement
- 5 250 Grundmasse
- 300 Vergussmasse
- 310 optisches Element
- 400 Maske
- 410 Ausnehmung
- 10 420 Öffnung
- 430 Oberfläche der Ausnehmung 410
- 500 Anordnung

## PATENTANSPRÜCHE

1. Optoelektronisches Bauelement aufweisend  
ein Trägerelement (101),  
einen auf dem Trägerelement (101) montierten und elektrisch  
5 kontaktierten Halbleiterchip (102) zur Emission  
elektromagnetischer Strahlung, und  
ein dem Halbleiterchip (102) nachgeordnetes  
Sedimentationselement (200, 201, 202, 203, 204) aufweisend ein  
Bindemittel (220) und eine zumindest auf dem Halbleiterchip  
10 (102) sedimentierte Feststoffschicht (210),  
wobei das Sedimentationselement (200, 201, 202, 203, 204) eine  
Auskoppelfläche (230, 233, 234) zum Auskoppeln der von dem  
Halbleiterchip (102) emittierten Strahlung aufweist, und  
wobei die Auskoppelfläche (230, 233, 234) gekrümmt und/oder  
15 strukturiert ist.

2. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 1,  
wobei die Auskoppelfläche (230) eine Oberfläche zweiter  
Ordnung ist.

20

3. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche,  
wobei die Auskoppelfläche (230) im Wesentlichen eine Halbkugel  
oder ein Halbellipsoid ist.

25

4. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche,

wobei für die maximale Höhendifferenz  $\max(h_{P1, P2})$  zwischen zwei beliebigen Punkten P1 und P2 auf der Auskoppelfläche (230) folgende Relation gilt

$$\max(h_{P1, P2}) \geq 0,01 p, \quad (1)$$

5 wobei p die maximale Ausdehnung des optoelektronischen Bauelements (100, 110, 120, 150) ist.

5. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

10 wobei die Auskoppelfläche (233) aufgeraut ist.

6. Optoelektronisches Bauelement nach einem Ansprüche 1 bis 4, wobei die Auskoppelfläche (234) eine Mikrostruktur, insbesondere Mikrolinsen oder Mikroprismen, aufweist.

15

7. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei der Halbleiterchip (102) innerhalb eines auf das Trägerelement (101) projizierten Umfangs (209) der

20 Auskoppelfläche (230, 233, 234) liegt und es gilt

$$d \geq c \quad (2),$$

besonders bevorzugt

$$d = 2c \quad (3),$$

wobei d der maximale Durchmesser des projizierten Umfangs

25 (209) und c die Länge der Diagonale des Halbleiterchips (102) ist.

8. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das Bindemittel (220) einen Brechungsindex hat, welcher niedriger ist als der Brechungsindex des Halbleiterchips (102) und höher als der Brechungsindex von Luft.

5 9. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das Bindemittel (220) ein Silikon, Polysilan, Siloxan, Polysiloxan, Epoxid, Polysilazan oder eine Mischung hieraus ist.

10

10. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

des Weiteren aufweisend ein dem Sedimentationselement (200) nachgeordnetes optisches Element (310), insbesondere eine

15 Linse.

11. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 10, wobei das optische Element (310) formschlüssig an dem

Sedimentationselement (200) anliegt und das optische Element

20 (310) einen Brechungsindex hat, welcher größer als der Brechungsindex von Luft und kleiner als der Brechungsindex des Sedimentationselements (200) ist.

12. Optoelektronisches Bauelement nach einem der

25 vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Feststoffschicht (210) zumindest einen Leuchtstoff, zumindest einen wärmeleitenden Füllstoff, Streupartikel oder eine Mischung hieraus umfasst.

30 13. Anordnung aus einem Trägerelement, einem Halbleiterchip und einer Maske, aufweisend

ein Trägerelement (101),  
einen auf dem Trägerelement (101) montierten und elektrisch  
kontaktierten Halbleiterchip (102) zur Emission  
elektromagnetischer Strahlung, und

- 5 eine Maske (400) mit einer den Halbleiterchip (102)  
umschließenden Ausnehmung (410) zur Aufnahme einer zu  
formenden Grundmasse (250),  
wobei die dem Halbleiterchip (102) zugewandte Oberfläche (430)  
der Ausnehmung (410) gekrümmt und/oder strukturiert ist.

10

14. Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen  
Bauelements, aufweisend die Schritte

Bereitstellen (S1) eines auf einem Trägerelement (101)  
montierten und elektrisch kontaktierten Halbleiterchips (102)

- 15 zur Emission elektromagnetischer Strahlung,

Aufbringen (S3, S5) einer Grundmasse umfassend eine  
Bindemittelgrundmasse (225) und Feststoffpartikel (215)  
zumindest auf den Halbleiterchip (102) und gleichzeitiges  
Formen (S2, S4) der Grundmasse (250),

- 20 Sedimentieren (S8) der Feststoffpartikel (215) zu einer  
Feststoffschicht (210) zumindest auf dem Halbleiterchip (102),  
und

Aushärten(S9) der Grundmasse (250) zu einem  
Sedimentationselement (200, 201, 202, 203, 204), wobei das

- 25 Sedimentationselement (200, 201, 202, 203, 204) eine  
Auskoppelfläche (230, 233, 234) zum Auskoppeln der von dem  
Halbleiterchip (102) emittierten Strahlung aufweist, und

wobei der Schritt des Formens (S2, S4) das Formen der  
Auskoppelfläche (230, 233, 234) umfasst, so dass die

- 30 Auskoppelfläche (230, 233, 234) gekrümmt und/oder strukturiert  
ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14,

wobei der Schritt des Formens (S2, S4) das Vorsehen einer Maske (400) umfasst, insbesondere das Vorsehen einer Maske (400) mit einer den Halbleiterchip (102) umschließenden

5 Ausnehmung (410), wobei die dem Halbleiterchip (102) zugewandte Oberfläche (430) der Ausnehmung (410) gekrümmt und/oder strukturiert ist.

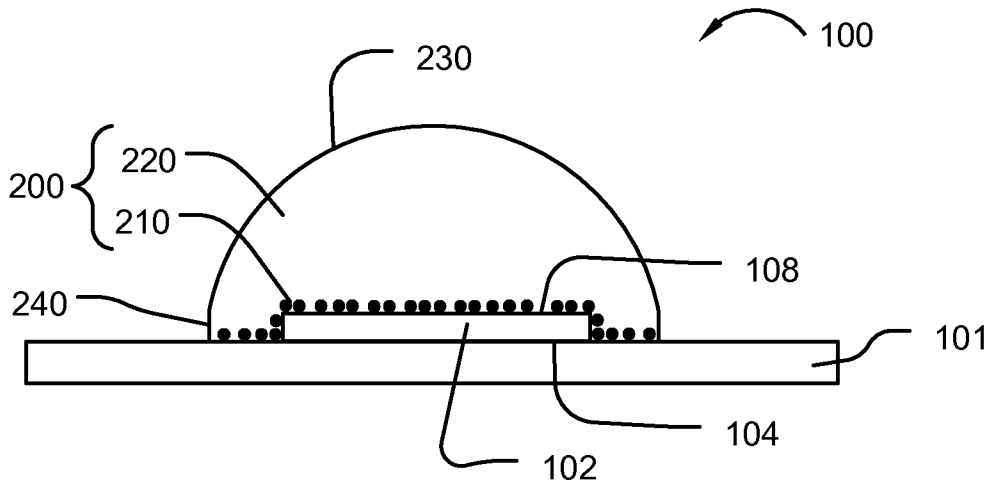


Fig. 1

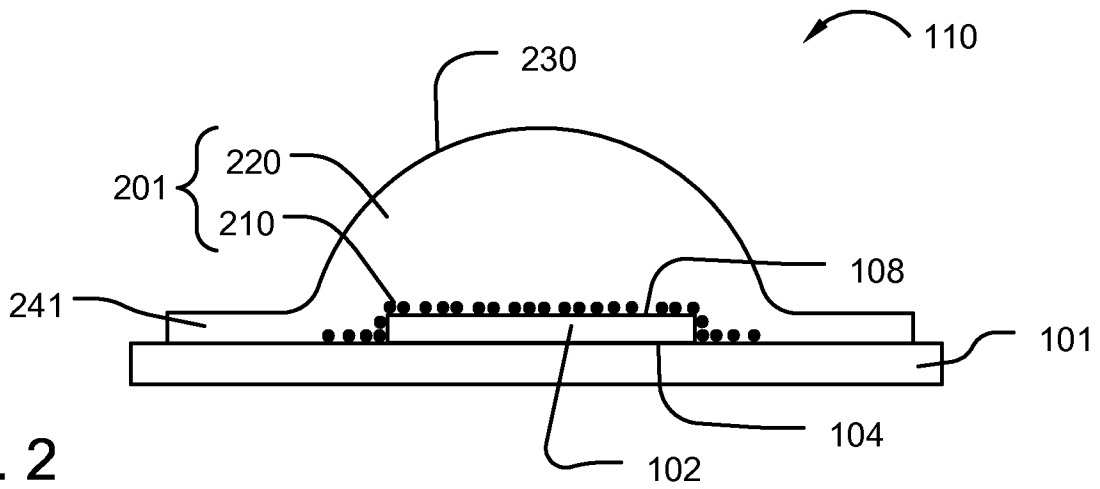


Fig. 2

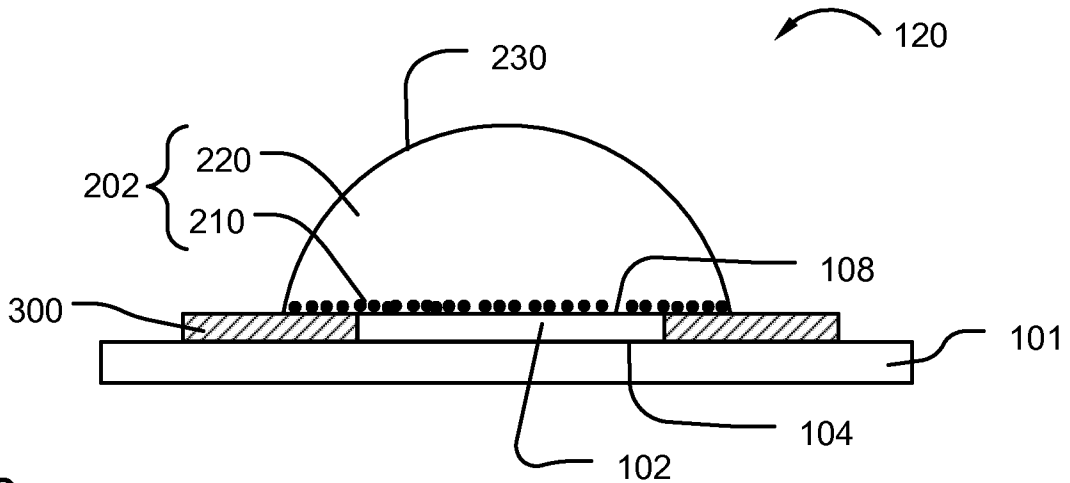


Fig. 3

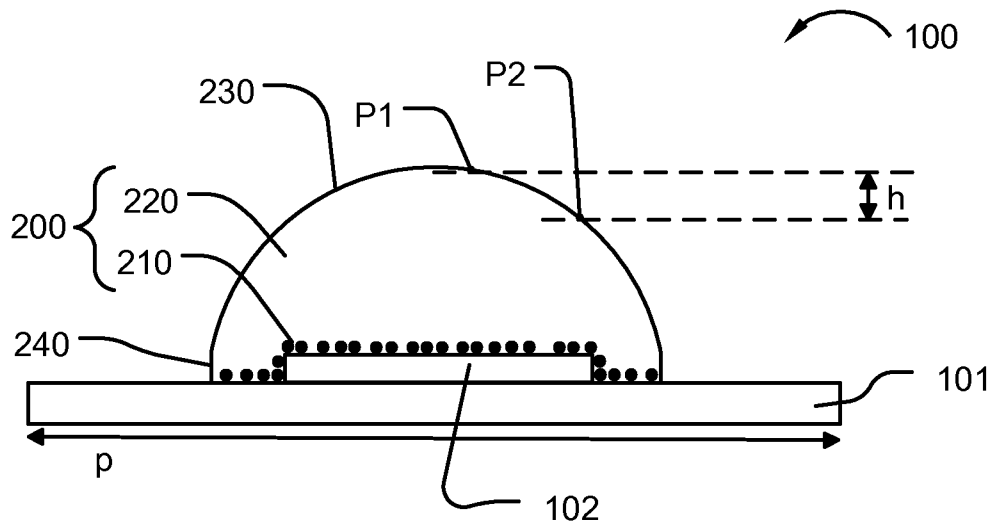


Fig. 4

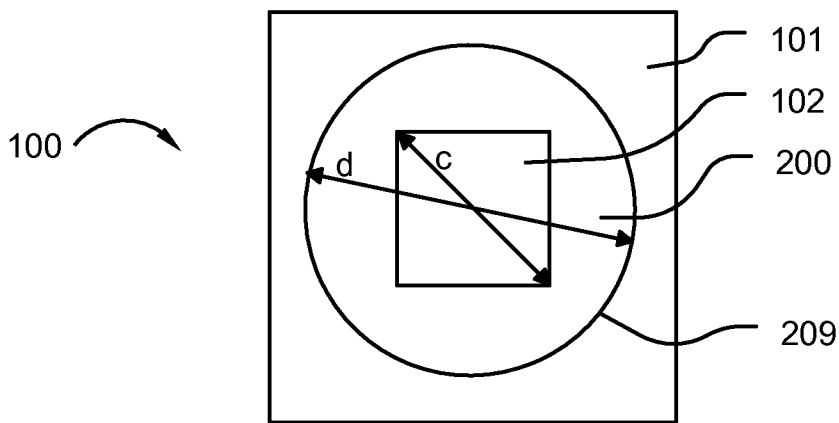


Fig. 5

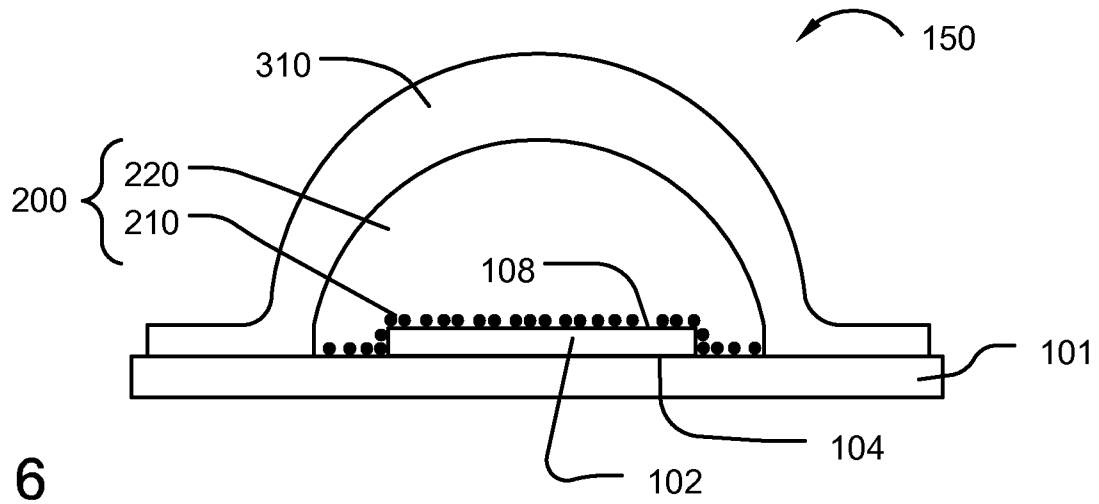


Fig. 6

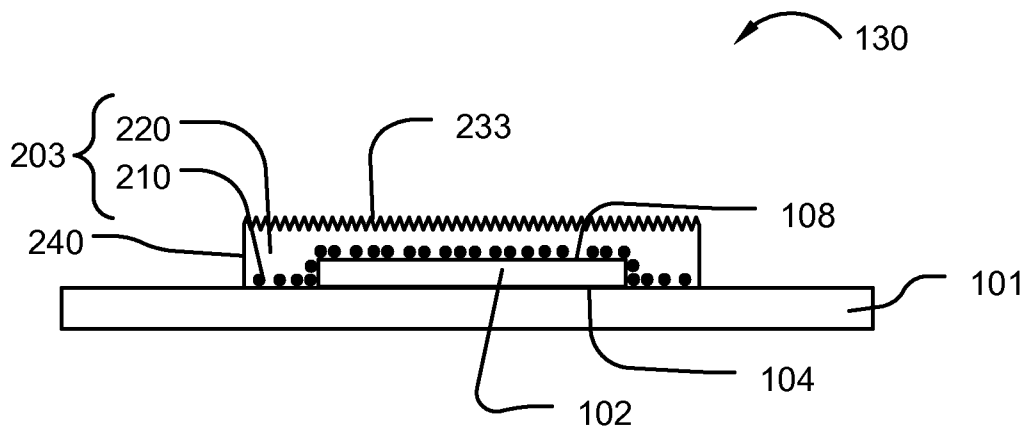


Fig. 7

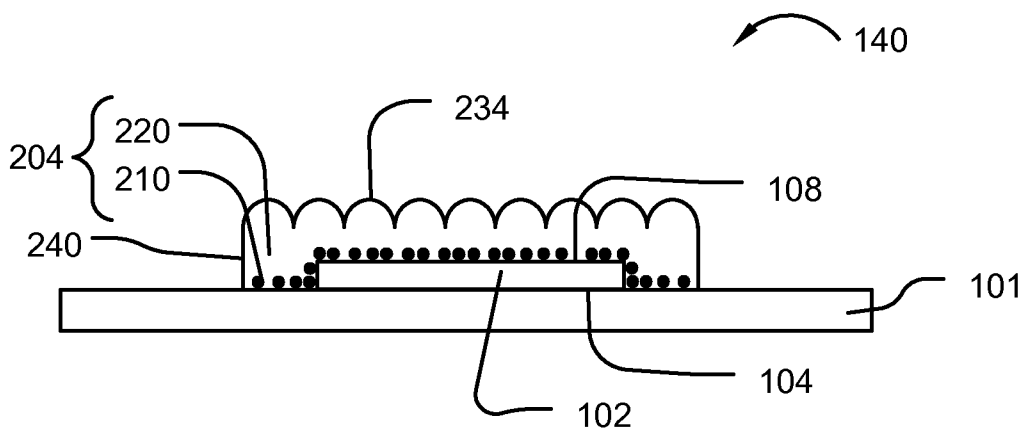


Fig. 8

Fig. 9a

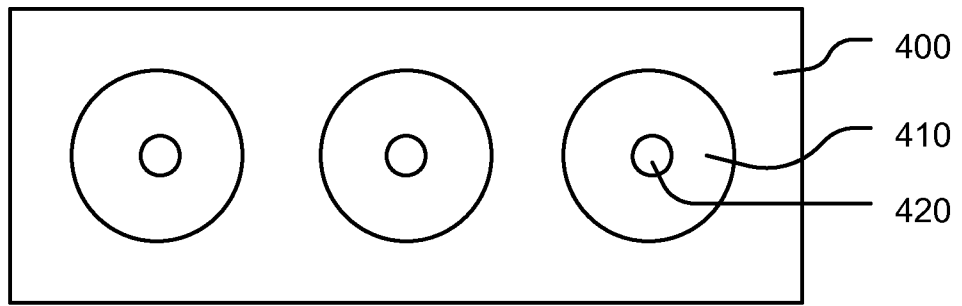


Fig. 9b

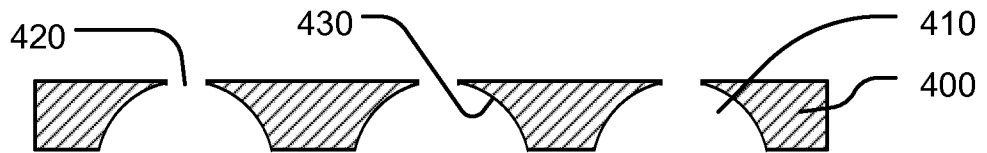


Fig. 9c

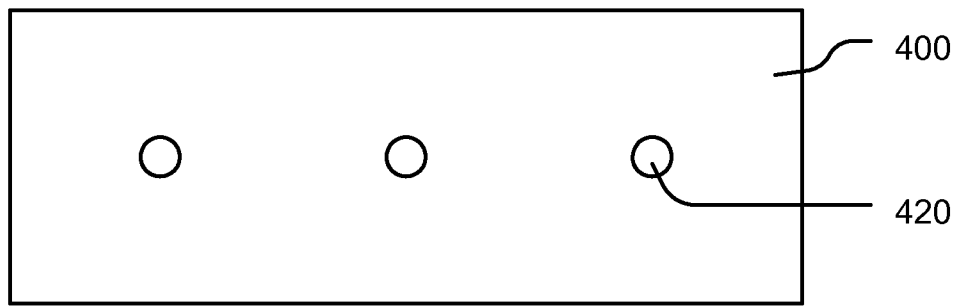
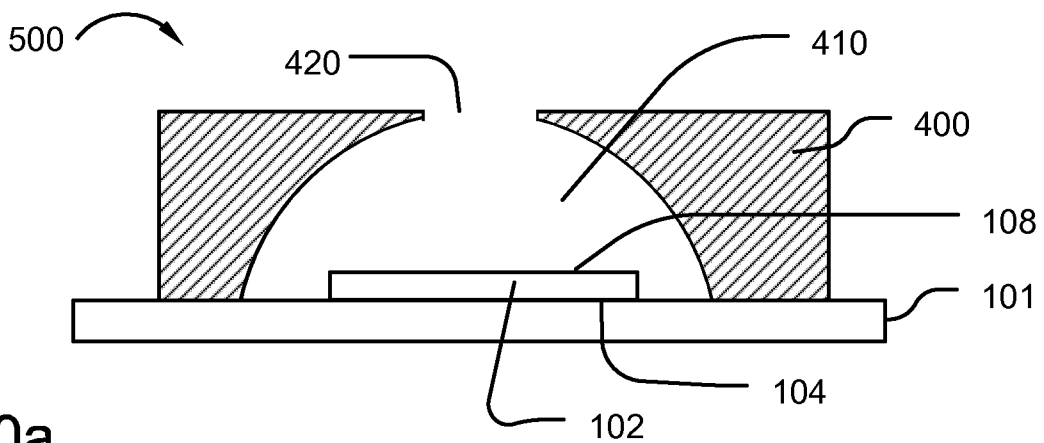


Fig. 10a



5/6

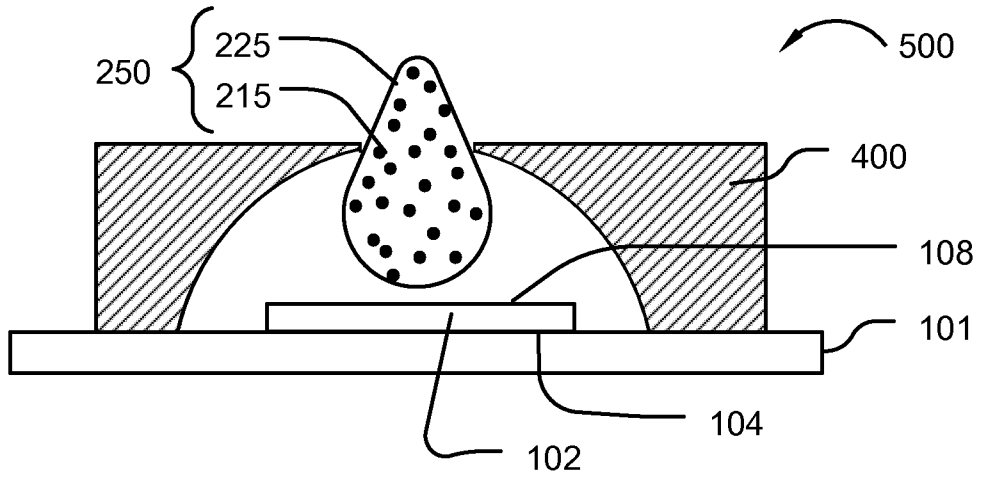


Fig. 10b

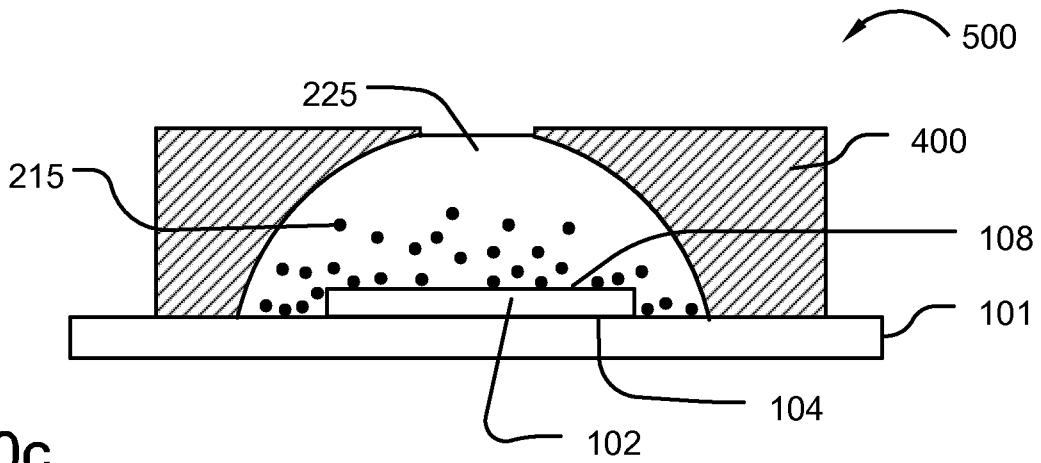


Fig. 10c

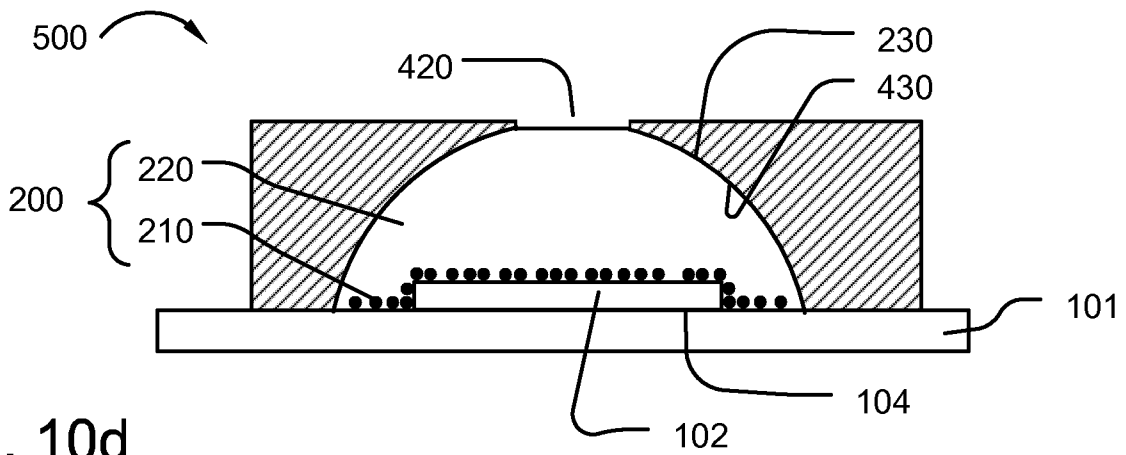


Fig. 10d

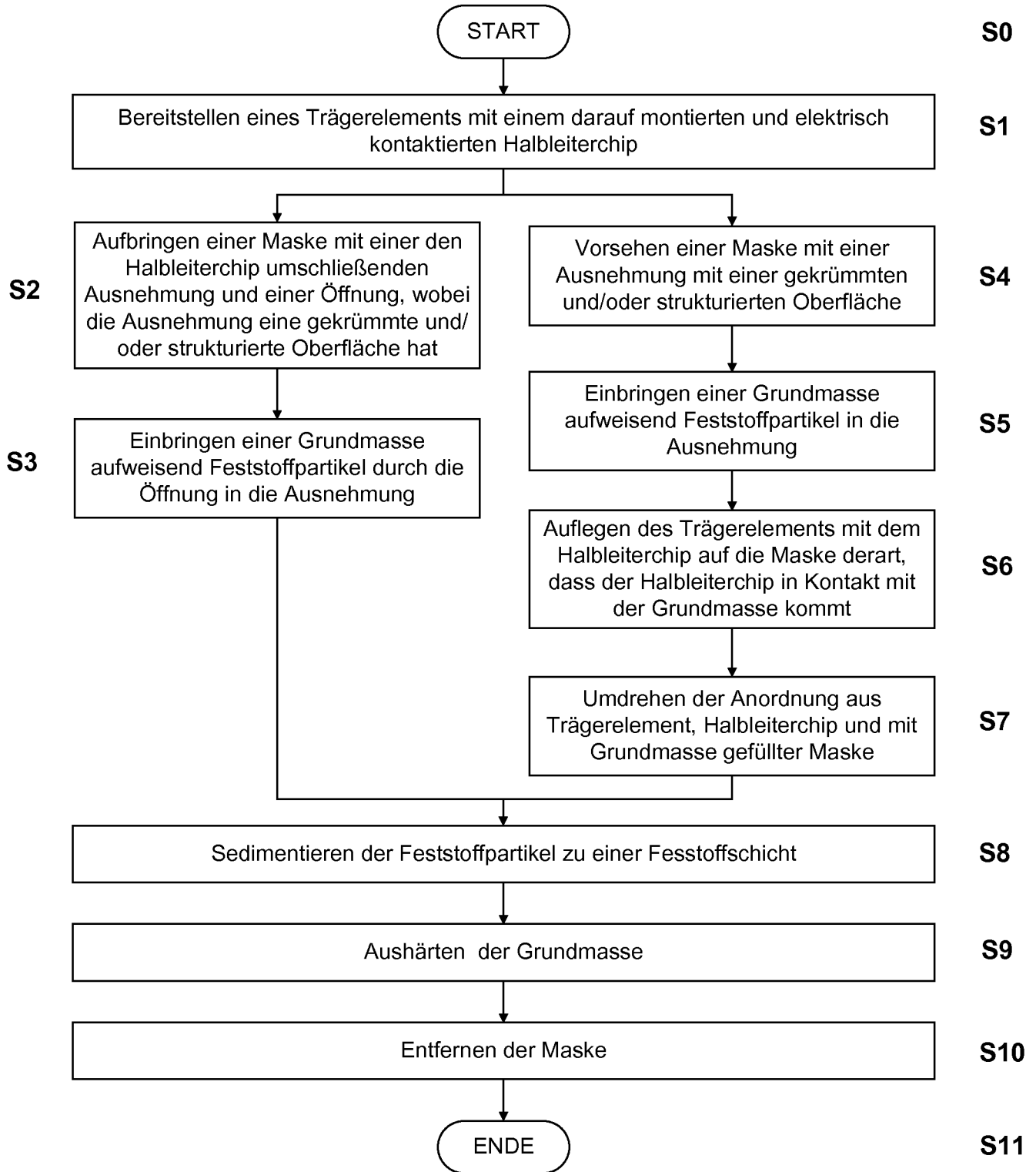


Fig. 11

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2013/054136

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H01L33/54 H01L33/50  
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	EP 1 693 904 A2 (NICHIA CORP [JP]) 23 August 2006 (2006-08-23) paragraphs [0009], [0011], [0017] - [0021], [0029] - [0031], [0053], [0069], [0071], [0081], [0087], [0098]; figures 2,4,5C,9B, 10,11,14F -----	1-15
X	EP 2 065 948 A2 (STANLEY ELECTRIC CO LTD [JP]) 3 June 2009 (2009-06-03) paragraphs [0028] - [0033], [0086] - [0088]; claims 1,4,7; figure 7A -----	1 2-15
X	US 2008/074032 A1 (YANO TADASHI [JP] ET AL) 27 March 2008 (2008-03-27) paragraphs [0014], [0113]; figure 19 -----	13-15 1-12
A		
	-/--	

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  3 May 2013	Date of mailing of the international search report  14/05/2013
---	--

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  But, Gabriela-Ileana
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/054136

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/023992 A1 (FUJI POLYMER IND [JP]; KIKUCHI SETSUO) 4 March 2010 (2010-03-04) abstract	1-15
A	----- WO 2008/043519 A1 (LEXEDIS LIGHTING GMBH [AT]; OBERLEITHNER WOLFGANG [AT]; KAWAGUCHI HIRO) 17 April 2008 (2008-04-17) pages 5,6; figures 2,4 -----	1-15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/054136

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 1693904	A2	23-08-2006	EP 1693904 A2	23-08-2006
			KR 20060093069 A	23-08-2006
			US 2006186431 A1	24-08-2006
			US 2009231833 A1	17-09-2009
-----				
EP 2065948	A2	03-06-2009	EP 2065948 A2	03-06-2009
			JP 2009135136 A	18-06-2009
			US 2009134417 A1	28-05-2009
-----				
US 2008074032	A1	27-03-2008	CN 1910762 A	07-02-2007
			JP 3983793 B2	26-09-2007
			US 2008074032 A1	27-03-2008
			WO 2005104247 A1	03-11-2005
-----				
WO 2010023992	A1	04-03-2010	NONE	
-----				
WO 2008043519	A1	17-04-2008	EP 2074668 A1	01-07-2009
			WO 2008043519 A1	17-04-2008
-----				

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/054136

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. H01L33/54 H01L33/50  
 ADD.

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

**B. RECHERCHIERTER 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	EP 1 693 904 A2 (NICHIA CORP [JP]) 23. August 2006 (2006-08-23) Absätze [0009], [0011], [0017] - [0021], [0029] - [0031], [0053], [0069], [0071], [0081], [0087], [0098]; Abbildungen 2,4,5C,9B, 10,11,14F -----	1-15
X	EP 2 065 948 A2 (STANLEY ELECTRIC CO LTD [JP]) 3. Juni 2009 (2009-06-03)	1
A	Absätze [0028] - [0033], [0086] - [0088]; Ansprüche 1,4,7; Abbildung 7A -----	2-15
X	US 2008/074032 A1 (YANO TADASHI [JP] ET AL) 27. März 2008 (2008-03-27)	13-15
A	Absätze [0014], [0113]; Abbildung 19 -----	1-12
	-/--	

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
3. Mai 2013	14/05/2013

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  But, Gabriela-Ileana
--	---

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2010/023992 A1 (FUJI POLYMER IND [JP]; KIKUCHI SETSUO) 4. März 2010 (2010-03-04) Zusammenfassung -----	1-15
A	WO 2008/043519 A1 (LEXEDIS LIGHTING GMBH [AT]; OBERLEITHNER WOLFGANG [AT]; KAWAGUCHI HIRO) 17. April 2008 (2008-04-17) Seiten 5,6; Abbildungen 2,4 -----	1-15

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/054136

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 1693904	A2	23-08-2006	EP 1693904 A2	23-08-2006
			KR 20060093069 A	23-08-2006
			US 2006186431 A1	24-08-2006
			US 2009231833 A1	17-09-2009
-----				
EP 2065948	A2	03-06-2009	EP 2065948 A2	03-06-2009
			JP 2009135136 A	18-06-2009
			US 2009134417 A1	28-05-2009
-----				
US 2008074032	A1	27-03-2008	CN 1910762 A	07-02-2007
			JP 3983793 B2	26-09-2007
			US 2008074032 A1	27-03-2008
			WO 2005104247 A1	03-11-2005
-----				
WO 2010023992	A1	04-03-2010	KEINE	
-----				
WO 2008043519	A1	17-04-2008	EP 2074668 A1	01-07-2009
			WO 2008043519 A1	17-04-2008
-----				