



(10) **DE 10 2014 117 983 A1** 2016.06.09

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 117 983.8**

(22) Anmeldetag: **05.12.2014**

(43) Offenlegungstag: **09.06.2016**

(51) Int Cl.: **H01L 33/50 (2010.01)**

H01L 33/54 (2010.01)

(71) Anmelder:

**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055
Regensburg, DE**

(74) Vertreter:

**Epping Hermann Fischer,
Patentanwaltsgesellschaft mbH, 80639 München,
DE**

(72) Erfinder:

**Schwarz, Thomas, 93055 Regensburg, DE; Singer,
Frank, 93128 Regenstauf, DE; Illek, Stefan, Dr.,
93093 Donaustauf, DE; Zitzlsperger, Michael,
Dr., 93047 Regensburg, DE; Göötz, Britta, Dr.,
93051 Regensburg, DE; Schulten, Dominik, 93055
Regensburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2007 052 181	A1
DE 10 2011 017 633	A1
DE 10 2012 109 083	A1
DE 10 2012 200 327	A1
DE 10 2013 207 460	A1

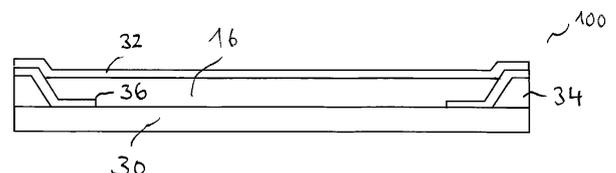
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Konversionselement, optoelektronisches Halbleiterbauelement und Verfahren zur Herstellung von Konversionselementen**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Konversionselement (100) beschrieben. Das Konversionselement (100) umfasst eine Konversionsschicht (16), welche ein wellenlängenkonvertierendes Konversionsmaterial umfasst, eine erste Verkapselungsschicht (30) auf einer ersten Hauptfläche (20) der Konversionsschicht, wobei die erste Verkapselungsschicht eine Dicke zwischen 10 µm und 500 µm aufweist, und eine zweite Verkapselungsschicht (32) auf einer zweiten Hauptfläche (22) der Konversionsschicht, wobei die zweite Verkapselungsschicht eine Dicke zwischen 0,1 µm und 20 µm aufweist.

Weiterhin werden ein optoelektronisches Halbleiterbauelement (200) und ein Verfahren zur Herstellung von Konversionselementen angegeben.



Beschreibung

[0001] Es werden ein Konversionselement, ein optoelektronisches Halbleiterbauelement und ein Verfahren zur Herstellung von Konversionselementen angegeben.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Konversionselemente bekannt, welche dazu ausgebildet sind, (beispielsweise in einem Halbleiterchip erzeugte) Primärstrahlung mit einer ersten Wellenlänge in Sekundärstrahlung mit einer von der ersten Wellenlänge verschiedenen längeren zweiten Wellenlänge zu konvertieren. Konversionselemente umfassen oftmals ein empfindliches wellenlängenkonvertierendes Konversionsmaterial, welches bei Kontakt mit beispielsweise Sauerstoff und/oder Wasser durch beispielsweise Oxidation zerstört und/oder beschädigt werden kann.

[0003] Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein Konversionselement anzugeben, das eine erhöhte Lebensdauer aufweist.

[0004] Diese Aufgabe wird unter anderem durch ein Konversionselement, ein Verfahren zur Herstellung einer Vielzahl von Konversionselementen beziehungsweise ein Halbleiterbauelement gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Ausgestaltungen und Zweckmäßigkeiten sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0005] Es wird ein Konversionselement angegeben. Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Konversionselement eine Konversionsschicht auf, welche ein wellenlängenkonvertierendes Konversionsmaterial umfasst.

[0006] Hierbei zeichnet sich ein wellenlängenkonvertierendes Konversionsmaterial dadurch aus, dass die Wellenlänge einer beispielsweise von einem Halbleiterchip emittierten elektromagnetischen Strahlung an dem Konversionsmaterial konvertiert wird. Das Konversionselement ist hierdurch dazu ausgebildet, (beispielsweise in einem Halbleiterchip erzeugte) Primärstrahlung mit einer ersten Wellenlänge in Sekundärstrahlung mit einer von der ersten Wellenlänge verschiedenen längeren zweiten Wellenlänge zu konvertieren.

[0007] Die Konversionsschicht umfasst insbesondere ein empfindliches wellenlängenkonvertierendes Konversionsmaterial. Ein empfindliches Konversionsmaterial zeichnet sich beispielsweise dadurch aus, dass das Konversionsmaterial bei Kontakt mit beispielsweise Sauerstoff und/oder Wasser durch beispielsweise Oxidation zerstört und/oder beschädigt werden kann. Ferner kann das empfindliche Konversionsmaterial empfindlich auf Temperaturschwankungen reagieren und durch solche Temperatur-

schwankungen beispielsweise in seiner Funktionalität beeinträchtigt werden.

[0008] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Konversionsschicht allseitig verkapselt. Dies bedeutet insbesondere, dass die Konversionsschicht sowohl an den beiden Hauptflächen als auch an ihren Seitenflächen gekapselt ist. Durch die allseitige Verkapselung wird eine erhöhte Lebensdauer der Konversionsschicht erreicht. Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Konversionselement eine erste Verkapselungsschicht auf einer ersten Hauptfläche der Konversionsschicht. Die erste Verkapselungsschicht weist eine Dicke zwischen 10 µm und 500 µm, bevorzugt zwischen 25 µm und 300 µm, beispielsweise zwischen 50 µm und 200 µm auf.

[0009] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Konversionselement eine zweite Verkapselungsschicht auf einer zweiten Hauptfläche der Konversionsschicht. Die zweite Verkapselungsschicht weist eine Dicke zwischen 0,1 µm und 20 µm, bevorzugt zwischen 0,2 µm und 10 µm, beispielsweise zwischen 0,5 µm und 5 µm auf.

[0010] Dass eine Schicht oder ein Element „auf“ oder „über“ einer anderen Schicht oder einem anderen Element angeordnet oder aufgebracht ist, kann dabei hier und im Folgenden bedeuten, dass die eine Schicht oder das eine Element unmittelbar im direkten mechanischen und/oder elektrischen Kontakt auf der anderen Schicht oder dem anderen Element angeordnet ist. Weiterhin kann es auch bedeuten, dass die eine Schicht oder das eine Element mittelbar auf beziehungsweise über der anderen Schicht oder dem anderen Element angeordnet ist. Dabei können dann weitere Schichten und/oder Elemente zwischen der einen und der anderen Schicht angeordnet sein.

[0011] Bevorzugt enthalten sowohl die erste Verkapselungsschicht als auch die zweite Verkapselungsschicht ein (insbesondere transparentes) Verkapselungsmaterial, welches sich von dem Konversionsmaterial unterscheidet. Das Verkapselungsmaterial ist dazu ausgebildet, die Konversionsschicht vor der Einwirkung von Feuchtigkeit und Sauerstoff zu schützen. Beispielsweise kann das Verkapselungsmaterial eine Wasserdampf-Transmissionsrate aufweisen, die höchstens 1×10^{-3} g/m²/Tag, beispielsweise höchstens 3×10^{-4} g/m²/Tag, bevorzugt höchstens 1×10^{-6} g/m²/Tag, besonders bevorzugt höchstens 1×10^{-8} g/m²/Tag beträgt.

[0012] Dadurch, dass das Konversionselement separat verkapselt bereitgestellt werden kann, d.h. die Verkapselung nicht erst zu einem Zeitpunkt stattfindet, in welchem das Konversionselement bereits in einem optoelektronischen Halbleiterbauelement angeordnet ist, kann das Konversionselement vorkarakterisiert werden. Insbesondere kann ein Farbort

der durch das Konversionselement erzeugbaren Sekundärstrahlung gemessen werden. In einem späteren Verfahrensschritt kann das Konversionselement in einem optoelektronischen Halbleiterbauelement mit einem Halbleiterchip kombiniert werden, der selbst Primärstrahlung mit einem geeigneten Farbort emittiert, wodurch vorteilhaft weißes Licht mit den gewünschten Farbeigenschaften erzeugt werden kann.

[0013] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Konversionsmaterial wellenlängenkonvertierende Quantenpunkte. Beispielsweise umfasst die Konversionsschicht ein Matrixmaterial (beispielsweise ein Acrylat), wobei die wellenlängenkonvertierenden Quantenpunkte in das Matrixmaterial eingebracht sind.

[0014] Durch die Verwendung von Quantenpunkten als Konversionsmaterial wird eine gute Farbwiedergabe erreicht, da die konvertierte elektromagnetische Strahlung relativ schmalbandig ist und somit keine Mischung unterschiedlicher Spektralfarben erzeugt wird. Beispielsweise weist das Spektrum der konvertierten Strahlung eine Wellenlängen-Breite von wenigstens 20 nm bis höchstens 60 nm auf. Dies ermöglicht die Erzeugung von Licht, dessen Farbe einem Spektralbereich sehr genau zugeordnet werden kann. Hierdurch kann bei einem Einsatz des Konversionselements in einem optoelektronischen Halbleiterbauelement einer Hinterleuchtungseinrichtung ein großer Farbgamut erreicht werden.

[0015] Bei den Quantenpunkten handelt es sich bevorzugt um Nanopartikel, das heißt Teilchen mit einer Größe im Nanometer-Bereich. Die Quantenpunkte umfassen einen Halbleiterkern, der wellenlängenkonvertierende Eigenschaften aufweist. Der Halbleiterkern kann beispielsweise mit CdSe, CdS, InAs, CuInS₂, ZnSe (beispielsweise Mn dotiert) und/oder InP gebildet sein und beispielsweise dotiert sein. Für Anwendungen mit infraroter Strahlung kann der Halbleiterkern beispielsweise mit CdTe, PbS, PbSe und/oder GaAs gebildet sein und ebenfalls beispielsweise dotiert sein. Der Halbleiterkern kann von mehreren Schichten ummantelt sein. Mit anderen Worten, der Halbleiterkern kann an dessen Außenflächen vollständig oder nahezu vollständig von weiteren Schichten bedeckt sein.

[0016] Eine erste ummantelnde Schicht eines Quantenpunkts ist beispielsweise mit einem anorganischen Material, wie beispielsweise ZnS, CdS und/oder CdSe, gebildet und dient der Erzeugung des Quantenpunkt-Potentials. Die erste ummantelnde Schicht und der Halbleiterkern werden von zumindest einer zweiten ummantelnden Schicht an den freiliegenden Außenflächen nahezu vollständig umschlossen. Die zweite Schicht kann beispielsweise mit einem organischen Material, wie beispielsweise Cystamin oder Cystein, gebildet sein und dient mitunter

der Verbesserung der Löslichkeit der Quantenpunkte in beispielsweise einem Matrixmaterial und/oder einem Lösungsmittel (es können auch Amine, schwefelhaltige oder phosphorhaltige organische Verbindungen verwendet werden). Hierbei ist es möglich, dass aufgrund der zweiten ummantelnden Schicht eine räumlich gleichmäßige Verteilung der Quantenpunkte in einem Matrixmaterial verbessert wird.

[0017] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konversionselements ist vorgesehen, dass Seitenflächen des Konversionselements Vereinzelspuren aufweisen.

[0018] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konversionselements ist vorgesehen, dass die erste Verkapselungsschicht durch ein Trägerelement aus einem Glas oder einem Kunststoff gebildet ist. Beispielsweise kann das Trägerelement ein Borosilikatglas enthalten oder aus einem Borosilikatglas bestehen.

[0019] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konversionselements ist vorgesehen, dass die zweite Verkapselungsschicht Al₂O₃, SiO₂, ZrO₂, TiO₂, Si₃N₄, Siloxan, SiO_xN_y und/oder ein Parylen aufweist oder aus einem dieser Materialien besteht. Bevorzugt ist, dass die zweite Verkapselungsschicht durch ein Beschichtungsverfahren ausgebildet ist, beispielsweise mit Atomlagenabscheidung (ALD) und/oder chemischer Gasphasenabscheidung (CVD) und/oder Sputtern. Die Anwendung von chemischer Gasphasenabscheidung kann auch plasmaunterstützt erfolgen.

[0020] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konversionselements ist vorgesehen, dass auf der ersten Verkapselungsschicht ein Rahmenelement angeordnet ist, welches die Konversionsschicht seitlich umschließt. Unter einer lateralen (seitlichen) Richtung wird hier und im Folgenden eine Richtung parallel zu der Haupterstreckungsebene der Konversionsschicht und/oder der ersten Verkapselungsschicht und/oder der zweiten Verkapselungsschicht verstanden. Analog wird unter einer vertikalen Richtung eine Richtung senkrecht zur genannten Ebene verstanden.

[0021] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konversionselements sind die erste Verkapselungsschicht und das Rahmenelement einstückig ausgebildet. Beispielsweise können die erste Verkapselungsschicht und das Rahmenelement durch ein wannenförmig oder wabenförmig ausgebildetes Element aus Glas oder einem anderen transparenten Material gebildet sein.

[0022] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Konversionselements erstreckt sich die zweite Verkapselungsschicht bis über die Seitenflächen der

Konversionsschicht und umschließt die Konversionsschicht seitlich. Bei der Herstellung entfallen hierbei die Prozessschritte, welche zur Ausbildung eines Rahmenelements erforderlich sind.

[0023] Ein optoelektronisches Halbleiterbauelement weist gemäß zumindest einer Ausführungsform einen zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung vorgesehenen Halbleiterchip auf. Der Halbleiterchip weist insbesondere einen Halbleiterkörper mit einem zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung vorgesehenen aktiven Bereich auf. Der Halbleiterkörper, insbesondere der aktive Bereich, enthält beispielsweise ein III-V-Verbindungshalbleitermaterial.

[0024] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterbauelements weist das Halbleiterbauelement einen Gehäusekörper auf, der den Halbleiterchip zumindest in einer lateralen Richtung umgibt.

[0025] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterbauelements ist auf dem Gehäusekörper ein Konversionselement angeordnet, welches ein wellenlängenkonvertierendes Konversionsmaterial umfasst und wie oben beschrieben ausgebildet ist.

[0026] Beispielsweise ist das Halbleiterbauelement zur Erzeugung von Mischlicht, insbesondere von für das menschliche Auge weiß erscheinendem Mischlicht, vorgesehen. Beispielsweise wird eine blaue elektromagnetische Strahlung durch das Konversionselement zumindest teilweise oder vollständig in eine rote und/oder eine grüne Strahlung konvertiert.

[0027] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterbauelements weist das Halbleiterbauelement an einer Rückseite zwei Kontakte zur Kontaktierung des Halbleiterchips auf. Unter der Rückseite des Halbleiterbauelements wird die Seite des Halbleiterbauelements verstanden, welche vom Halbleiterchip aus gesehen von dem Konversionselement abgewandt ist.

[0028] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterbauelements weist das Halbleiterbauelement ferner einen Leiterrahmen auf. Bevorzugt sind die zwei Kontakte an der Rückseite des Halbleiterbauelements durch Teile des Leiterrahmens gebildet.

[0029] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterbauelements ist das Konversionselement derart auf dem Gehäusekörper angeordnet, dass die erste Verkapselungsschicht von der Konversionsschicht aus gesehen von dem Halbleiterchip abgewandt ist.

[0030] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterbauelements weist der Gehäusekörper einen Außenwandbereich auf, der das Konversionselement zumindest teilweise seitlich umschließt.

[0031] Es wird ein Verfahren zum Herstellen einer Vielzahl von Konversionselementen angegeben.

[0032] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist das Verfahren einen Schritt auf, in dem ein Trägerverbund bereitgestellt wird, welcher beispielsweise ein Glas oder einen Kunststoff enthalten oder aus einem dieser Materialien bestehen kann. Der Trägerverbund kann eine Dicke zwischen 10 µm und 500 µm, bevorzugt zwischen 25 µm und 300 µm, beispielsweise zwischen 50 µm und 200 µm aufweisen.

[0033] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist das Verfahren einen Schritt auf, in dem eine Vielzahl von Konversionsschichten auf dem Trägerverbund ausgebildet wird, wobei die Konversionsschichten in einer lateralen Richtung voneinander beabstandet sind und jeweils mit einer ersten Hauptfläche auf dem Trägerverbund angeordnet sind.

[0034] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist das Verfahren einen Schritt auf, in dem eine Beschichtung zumindest auf jeder zweiten Hauptfläche der Vielzahl von Konversionsschichten, ausgebildet wird, bevorzugt mit einem Material, welches sich von dem Material des Trägerverbunds unterscheidet. Die Beschichtung kann beispielsweise Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2 , TiO_2 , Si_3N_4 , Siloxan, SiO_xN_y und/oder ein Parylen aufweisen oder aus einem dieser Materialien bestehen. Bevorzugt ist, dass hierbei ein Beschichtungsverfahren angewendet wird, wie beispielsweise Atomlagenabscheidung (ALD) und/oder chemische Gasphasenabscheidung (CVD) und/oder Sputtern. Die Anwendung von chemischer Gasphasenabscheidung kann auch plasmaunterstützt erfolgen. Die Beschichtung weist eine Dicke zwischen 0,1 µm und 20 µm, bevorzugt zwischen 0,2 µm und 10 µm, beispielsweise zwischen 0,5 µm und 5 µm auf.

[0035] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist das Verfahren einen Schritt auf, in dem der Trägerverbund in eine Vielzahl von Konversionselementen vereinzelt wird, wobei jedes Konversionselement zumindest eine Konversionsschicht, einen Teil des Trägerverbunds als erste Verkapselungsschicht und einen Teil der Beschichtung als zweite Verkapselungsschicht aufweist. Folge der Vereinzelnung ist es, dass Seitenflächen der entstehenden Konversionselemente Vereinzelnungsspuren aufweisen.

[0036] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist das Verfahren einen Schritt auf, bei dem vor dem Ausbilden der Vielzahl von Konversionsschichten auf dem Trägerverbund eine Gitterstruktur auf dem Trägerverbund ausgebildet wird. Die Gitterstruktur weist eine Vielzahl von matrixförmig angeordneten Aussparungen auf. Im Bereich jeder der Aussparungen ist der Trägerverbund jeweils freigelegt. In jeder der Aussparungen wird nachfolgend eine der Konversionsschichten ausgebildet. Bei der Vereinzelung wird die Gitterstruktur derart durchtrennt, dass jedes Konversionselement einen Teil der Gitterstruktur als Rahmenelement aufweist, welches die Konversionsschicht seitlich umschließt.

[0037] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist das Verfahren einen Schritt auf, bei dem die Gitterstruktur dadurch ausgebildet wird, dass ein Plattenelement auf dem Trägerverbund befestigt wird und Aussparungen in dem Plattenelement ausgebildet werden. Das Plattenelement kann beispielsweise aus Silizium bestehen und durch einen anodischen Bondprozess auf dem Trägerverbund befestigt werden. Die Aussparungen können nachfolgend geätzt werden. Alternativ ist es möglich, die Aussparungen im Plattenelement bereits auszubilden, bevor das Plattenelement auf dem Trägerverbund befestigt wird.

[0038] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist das Verfahren einen Schritt auf, bei dem die Gitterstruktur dadurch ausgebildet wird, dass eine Trägerstruktur bereitgestellt wird, in welcher matrixförmig angeordnete Ausnehmungen ausgebildet werden. Ein erster Teil der Trägerstruktur bildet hierbei den Trägerverbund, und ein zweiter Teil die Gitterstruktur im Sinne der vorliegenden Anmeldung.

[0039] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens bleiben Bereiche des Trägerverbunds, welche zwischen den lateral beabstandeten Konversionsschichten angeordnet sind, unbedeckt, insbesondere frei von einer wie oben beschrieben ausgebildeten Gitterstruktur.

[0040] Vorteilhaft wird durch das vorgestellte Verfahren eine dichte und vollständige Verkapselung der Konversionsschichten in den entstehenden Konversionselementen erreicht, während sämtliche oder zumindest die meisten Herstellungsschritte auf Verbundebene erfolgen, was eine besonders rationelle Fertigung der Konversionselemente erlaubt. Gleichzeitig weisen optoelektronische Halbleiterbauelemente mit so hergestellten Konversionselementen eine besonders flache und kompakte Bauform auf, wodurch sie sich beispielsweise für den Einsatz in Hinterleuchtungseinrichtungen eignen.

[0041] Das vorstehend beschriebene Verfahren zur Herstellung von Konversionselementen ist für die Herstellung des erfindungsgemäßen Konversionselements besonders geeignet. Im Zusammenhang mit dem Verfahren angeführte Merkmale können daher auch für das Konversionselement herangezogen werden oder umgekehrt.

[0042] Weitere Merkmale, Ausgestaltungen und Zweckmäßigkeiten ergeben sich aus der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Figuren.

[0043] Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0044] Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente und insbesondere Schichtdicken zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

[0045] Es zeigen:

[0046] die Fig. 1 bis Fig. 7 und Fig. 8 bis Fig. 13 jeweils ein Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zur Herstellung von Konversionselementen anhand von jeweils in schematischer Schnittdarstellung dargestellten Zwischenschritten;

[0047] die Fig. 14 bis Fig. 19 jeweils ein Ausführungsbeispiel für ein Konversionselement; und

[0048] die Fig. 20 bis Fig. 29 jeweils ein Ausführungsbeispiel für ein optoelektronisches Bauelement.

[0049] In den Fig. 1 bis Fig. 7 ist ein erstes Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zum Herstellen einer Vielzahl von Konversionselementen gezeigt.

[0050] In dem in Fig. 1 gezeigten Verfahrensschritt wird ein Trägerverbund **10** beispielsweise aus Glas bereitgestellt, welcher eine Dicke zwischen 50 µm und 200 µm aufweist.

[0051] In dem in Fig. 2 gezeigten Verfahrensschritt wird eine Gitterstruktur **12** auf dem Trägerverbund **10** ausgebildet. Fig. 3 zeigt den in Fig. 2 dargestellten Verbund in einer Draufsicht. Die Gitterstruktur **12** weist eine Vielzahl von matrixförmig angeordneten Aussparungen **14** auf. Im Bereich jeder der Aussparungen **14** ist der Trägerverbund **10** jeweils freigelegt.

[0052] In jeder der Aussparungen **14** wird nachfolgend eine Konversionsschicht **16** ausgebildet (Fig. 4). Zwischen zwei benachbarten Konversionsschichten **16** sind durch die Gitterstruktur **12** gebil-

dete Trennwände **18** angeordnet, so dass die Konversionsschichten **16** voneinander lateral beabstandet sind. Jede der Konversionsschichten **16** weist eine erste Hauptfläche **20** und eine der ersten Hauptfläche **20** gegenüberliegende zweite Hauptfläche **22** auf. Die erste Hauptfläche **20** jeder der Konversionsschichten **16** grenzt an den Trägerverbund **10** an.

[0053] In dem in **Fig. 5** gezeigten Verfahrensschritt wird eine Beschichtung **24** ausgebildet, welche jeweils die zweite Hauptfläche **22** jeder Konversionsschicht **16** sowie die vom Trägerverbund **10** abgewandten Oberseiten **26** der Trennwände **18** bedeckt. Die Beschichtung **24** kann beispielsweise aus einem Parylen bestehen und eine Dicke zwischen zwischen $0,5\ \mu\text{m}$ und $5\ \mu\text{m}$ aufweisen.

[0054] In dem in **Fig. 6** gezeigten Verfahrensschritt werden der Trägerverbund **10** und die Gitterstruktur **12** in eine Vielzahl von Konversionselementen **100** vereinzelt. Hierzu wird der Trägerverbund **10** im Bereich der Trennwände **18** entlang von Vereinzelungslinien **28** durchtrennt. Dies kann beispielsweise mechanisch, etwa mittels Sägens, chemisch, beispielsweise mittels Ätzens und/oder mittels kohärenter Strahlung, etwa durch Laserablation, erfolgen.

[0055] Jedes der entstehenden Konversionselemente **100** weist zumindest eine Konversionsschicht **16**, einen Teil des Trägerverbunds **10** als eine erste Verkapselungsschicht **30** und einen Teil der Beschichtung **24** als eine zweite Verkapselungsschicht **32** auf (**Fig. 7**). Außerdem umfasst jedes Konversionselement **100** Teile der durchtrennten Trennwände **18** der Gitterstruktur **12**. Diese bilden ein Rahmenelement **34**, das die Konversionsschicht seitlich umschließt und hierdurch verkapselt. Folge der Vereinzelung ist es, dass Seitenflächen **29** der entstehenden Konversionselemente **100** Vereinzelungsspuren aufweisen.

[0056] In den **Fig. 8 bis Fig. 13** ist ein zweites Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zum Herstellen einer Vielzahl von Konversionselementen gezeigt.

[0057] In dem in **Fig. 8** gezeigten Verfahrensschritt wird wiederum ein Trägerverbund **10** beispielsweise aus Glas bereitgestellt.

[0058] In dem in **Fig. 9** gezeigten Verfahrensschritt wird die Vielzahl von Konversionsschichten **16** durch ein Druckverfahren wie Siebdruck auf dem Trägerverbund **10** ausgebildet, wobei die Konversionsschichten **16** in einer lateralen Richtung voneinander beabstandet sind und jeweils mit ihrer ersten Hauptfläche **20** auf dem Trägerverbund **10** angeordnet sind. Dabei bleiben Bereiche des Trägerverbunds **10**, welche zwischen den lateral beabstandeten Konversionsschichten **16** angeordnet sind, unbedeckt, insbesondere frei von der beispielsweise in den **Fig. 2**

und **Fig. 3** dargestellten Gitterstruktur. **Fig. 10** zeigt den in **Fig. 9** dargestellten Verbund in einer Draufsicht.

[0059] In dem in **Fig. 11** gezeigten Verfahrensschritt wird eine Beschichtung **24** ausgebildet, welche jeweils die zweite Hauptfläche **22** jeder Konversionsschicht **16** sowie die unbedeckten Bereiche des Trägerverbunds **10** bedeckt.

[0060] In dem in **Fig. 12** gezeigten Verfahrensschritt wird der Trägerverbund **10** in eine Vielzahl von Konversionselementen **100** vereinzelt. Jedes der entstehenden Konversionselemente **100** weist wiederum zumindest eine Konversionsschicht **16**, einen Teil des Trägerverbunds **10** als eine erste Verkapselungsschicht **30** und einen Teil der Beschichtung **24** als eine zweite Verkapselungsschicht **32** auf (**Fig. 13**). Wie in dem ersten Ausführungsbeispiel weisen die Seitenflächen **29** der entstehenden Konversionselemente **100** Vereinzelungsspuren auf.

[0061] In den **Fig. 14 bis Fig. 19** sind jeweils Ausführungsbeispiele von Konversionselementen gezeigt.

[0062] In **Fig. 14** ist ein Ausführungsbeispiel eines Konversionselements **100** dargestellt, welches durch ein Verfahren hergestellt ist, welches im Wesentlichen die in den **Fig. 1–Fig. 7** dargestellten Verfahrensschritte aufweist.

[0063] Hierbei wird eine Gitterstruktur dadurch ausgebildet, dass ein Plattenelement aus Silizium durch einen anodischen Bondprozess auf dem Trägerverbund befestigt wird und Aussparungen in dem Plattenelement durch einen anisotropen Ätzprozess ausgebildet werden (nicht dargestellt).

[0064] Das Rahmenelement **34** des fertig gestellten Konversionselements **100** besteht aus Silizium und bildet zusammen mit der ersten Verkapselungsschicht **30** eine Kavität aus, in welcher die Konversionsschicht **16** angeordnet ist. Zusätzlich weist das Konversionselement **100** eine reflektierende Schicht **36** auf, welche das Rahmenelement **34** bedeckt und hierdurch die Absorption von elektromagnetischer Strahlung durch das Material des Rahmenelements **34** verhindert. Außerdem kann eine Einengung der effektiven Apertur erreicht werden, welche in manchen Anwendungen gewünscht ist. Die reflektierende Schicht **36** kann als dielektrischer Spiegel ausgebildet sein oder ein reflektierendes Material wie Silber oder Aluminium aufweisen.

[0065] In **Fig. 15** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Konversionselements **100** dargestellt, welches durch ein Verfahren hergestellt ist, welches im Wesentlichen die in den **Fig. 1–Fig. 7** dargestellten Verfahrensschritte aufweist.

[0066] Hierbei wird eine Gitterstruktur aus einem transparenten oder reflektierenden (insbesondere hochreflektierenden) Material ausgebildet, beispielsweise aus einem anorganisch-organischen Hybridpolymer, einem Silikon oder einem Metall. Das Rahmenelement **34** des fertig gestellten Konversionselements **100** besteht folglich aus einem der genannten Materialien und bildet wiederum zusammen mit der ersten Verkapselungsschicht **30** eine Kavität aus, in welcher die Konversionsschicht **16** angeordnet ist.

[0067] In Fig. 16 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Konversionselements **100** dargestellt, welches durch ein Verfahren hergestellt ist, welches im Wesentlichen die in den Fig. 1–Fig. 7 dargestellten Verfahrensschritte aufweist.

[0068] Im Unterschied zu den in den Fig. 14 und Fig. 15 dargestellten Ausführungsbeispielen wird eine Gitterstruktur dadurch ausgebildet, dass eine Trägerstruktur aus Glas bereitgestellt wird, in welcher matrixförmig angeordnete Ausnehmungen ausgebildet werden (nicht dargestellt). Dazu kann die Trägerstruktur aus Glas isotrop oder anisotrop geätzt, sandgestrahlt oder gepresst werden. Ein erster Teil der Trägerstruktur bildet hierbei den Trägerverbund, und ein zweiter Teil die Gitterstruktur im Sinne der vorliegenden Anmeldung. Als Folge sind die erste Verkapselungsschicht **30** und das Rahmenelement **34** im fertig gestellten Konversionselement **100** einstückig ausgebildet.

[0069] In Fig. 17 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Konversionselements **100** dargestellt, welches durch ein Verfahren hergestellt ist, welches im Wesentlichen die in den Fig. 8–Fig. 13 dargestellten Verfahrensschritte aufweist. Bei dieser Ausführungsform des Konversionselements erstreckt sich die zweite Verkapselungsschicht **32** bis über die Seitenflächen der Konversionsschicht **16** und umschließt diese seitlich. Im Unterschied zu den in den Fig. 14 bis Fig. 16 dargestellten Ausführungsbeispielen entfallen bei der Herstellung die Prozessschritte, welche zur Ausbildung eines Rahmenelements erforderlich sind.

[0070] In den Fig. 18 und Fig. 19 sind weitere Ausführungsbeispiele eines Konversionselements **100** dargestellt. Im Unterschied zu den in den Fig. 14 bis Fig. 17 dargestellten Ausführungsbeispielen umfasst das Konversionselement **100** eine dritte Verkapselungsschicht **38**, welche auf der zweiten Hauptfläche **22** der Konversionsschicht **16** angeordnet ist. Bevorzugt bestehen die erste Verkapselungsschicht **30** und die dritte Verkapselungsschicht **38** aus einem gleichen Material, beispielsweise aus Glas oder Kunststoff, insbesondere aus einer Kunststoffolie. Die erste Verkapselungsschicht **30**, die Konversionsschicht **16** und die dritte Verkapselungsschicht **38** können insbesondere gemeinsam ein Foliensandwich ausbil-

den. Die beiden in den Fig. 18 und Fig. 19 gezeigten Ausführungsbeispiele unterscheiden sich darin, dass die zweite Verkapselungsschicht **32** entweder nur von einer Seite oder von beiden Seiten aufgebracht ist. In dem in Fig. 19 gezeigten Ausführungsbeispiel bedeckt sie auch die von der Konversionsschicht **16** abgewandte Seite der ersten Verkapselungsschicht **30**.

[0071] In den Fig. 20 und Fig. 21 ist ein Ausführungsbeispiel eines insgesamt mit **200** bezeichneten optoelektronischen Halbleiterbauelements dargestellt. Das optoelektronische Halbleiterbauelement **200** weist einen zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung vorgesehenen Halbleiterchip **202** auf. Weiterhin weist das Halbleiterbauelement **200** einen Gehäusekörper **204** auf, der den Halbleiterchip **202** zumindest in einer lateralen Richtung umgibt. Auf dem Gehäusekörper **204** ist ein Konversionselement **100** angeordnet, welches der in Fig. 14 gezeigten Ausführungsform entspricht.

[0072] Das Halbleiterbauelement **200** ist zur Erzeugung von Mischlicht, insbesondere von für das menschliche Auge weiß erscheinendem Mischlicht, vorgesehen. Beispielsweise wird eine blaue elektromagnetische Strahlung durch das Konversionselement **100** zumindest teilweise oder vollständig in eine rote und/oder eine grüne Strahlung konvertiert.

[0073] Das Halbleiterbauelement weist ferner einen Leiterrahmen **206** auf, wobei zwei Kontakte **208**, **210** an der Rückseite des Halbleiterbauelements **200** durch Teile des Leiterrahmens **206** gebildet sind.

[0074] In den Fig. 22 und Fig. 23 sind zwei weitere Ausführungsbeispiele eines optoelektronischen Halbleiterbauelements dargestellt.

[0075] Im Unterschied zu dem in den Fig. 20 und Fig. 21 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Konversionselement **100** derart auf dem Gehäusekörper **204** angeordnet, dass die erste (dickere) Verkapselungsschicht **30** von der Konversionsschicht **16** aus gesehen von dem Halbleiterchip abgewandt ist. Hierdurch wird erreicht, dass weniger blaues Licht durch Wellenleitereffekte an den Seiten des optoelektronischen Halbleiterbauelements austreten kann, d.h. Farbinhomogenitäten (sog. blue piping), die darauf zurückzuführen sind, dass unkonvertierte Primärstrahlung an der Konversionsschicht vorbei das Bauteil verlassen kann, werden reduziert.

[0076] Blaues Licht kann lediglich durch die zweite Verkapselungsschicht **32** hindurch, welche nur eine geringe Dicke aufweist, nach außen treten. In dem in Fig. 23 gezeigten Ausführungsbeispiel kann das Weiteren Licht aus der Konversionsschicht **16** nach außen treten. Hierbei handelt es sich jedoch um konvertiertes bzw. weißes Licht.

[0077] In Fig. 24 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterbauelements dargestellt.

[0078] Im Unterschied zu dem in den Fig. 20 und Fig. 21 dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Gehäusekörper 204 einen Außenwandbereich 212 auf, der das Konversionselement 100 zumindest teilweise seitlich umschließt. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist der Gehäusekörper 204 einen stufenförmig ausgebildeten Querschnitt auf. Hierdurch wird ein Sockel 214 gebildet, auf dem das Konversionselement 100 angeordnet werden kann. Durch die erste Verkapselungsschicht 30 geleitetes und an deren Seitenflächen austretendes blaues Licht wird durch Absorption oder Reflexion an dem Außenwandbereich 212 am Austritt aus dem Gehäusekörper 204 gehindert.

[0079] In Fig. 25 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterbauelements dargestellt.

[0080] Im Unterschied zu dem in der Fig. 24 dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst das Halbleiterbauelement 200 ein Konversionselement 100 gemäß dem in Fig. 18 dargestellten Ausführungsbeispiel. Die zweite Verkapselungsschicht 32 wird erst zu einem Zeitpunkt ausgebildet, in dem das durch die erste Verkapselungsschicht 30, die Konversionsschicht 16 und die dritte Verkapselungsschicht 38 gebildete Sandwich auf dem Gehäusekörper 204 angeordnet ist. Infolgedessen bedeckt die zweite Verkapselungsschicht 32 auch einen Teil des Außenwandbereichs 212.

[0081] In den Fig. 26 bis Fig. 29 sind vier weitere Ausführungsbeispiele eines optoelektronischen Halbleiterbauelements dargestellt.

[0082] Im Unterschied zu den in den Fig. 20 bis Fig. 25 dargestellten Ausführungsbeispielen werden andere Typen von Halbleiterchips und Gehäusekörpern verwendet. Dies veranschaulicht, dass die Erfindung nicht auf die in den Fig. 20 bis Fig. 25 dargestellten Anordnungen, insbesondere auf die Verwendung eines Leiterraums oder von Bonddrähten zur elektrischen Versorgung des Halbleiterchips, beschränkt ist. In Fig. 26 ist eine Anordnung mit einem Halbleiterchip 202, der als Saphir Flipchip oder als Struktur ohne Oberseitenkontakte ausgebildet ist, dargestellt, in Fig. 27 eine Anordnung, in welcher der Halbleiterchip 202 seitlich von Luft umgeben ist und einen direkten Kontakt mit dem Konversionselement 100 aufweist oder diesem zumindest sehr nahe angeordnet ist, und in Fig. 28 ein optoelektronisches Bauelement 200, bei welchem der Gehäusekörper 204 durch Formpressen oder durch ein folienassistiertes Gießverfahren (Film Assisted Transfer Molding) ausgebildet ist. In der in Fig. 29 dargestellten Anordnung

sind thermische Vias 216 vorgesehen, welche zwischen dem Konversionselement 100 und dem Leiterahmen 206 angeordnet sind und für eine effiziente Wärmeabfuhr aus dem Konversionselement 100 heraus sorgen.

[0083] Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder den Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Konversionselement (100) umfassend
 - eine Konversionsschicht (16), welche ein wellenlängenkonvertierendes Konversionsmaterial umfasst,
 - eine erste Verkapselungsschicht (30) auf einer ersten Hauptfläche (20) der Konversionsschicht, wobei die erste Verkapselungsschicht eine Dicke zwischen 10 µm und 500 µm aufweist,
 - eine zweite Verkapselungsschicht (32) auf einer zweiten Hauptfläche (22) der Konversionsschicht, wobei die zweite Verkapselungsschicht eine Dicke zwischen 0,1 µm und 20 µm aufweist.
2. Konversionselement (100) nach Anspruch 1, wobei das Konversionsmaterial wellenlängenkonvertierende Quantenpunkte umfasst.
3. Konversionselement (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei Seitenflächen (29) des Konversionselements Vereinzelungsspuren aufweisen.
4. Konversionselement (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die erste Verkapselungsschicht (30) durch ein Trägerelement aus einem Glas oder einem Kunststoff gebildet ist.
5. Konversionselement (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die zweite Verkapselungsschicht (32) Al₂O₃, SiO₂, ZrO₂, TiO₂, Si₃N₄, Siloxan, SiO_xN_y und/oder ein Parylen aufweist oder aus einem dieser Materialien besteht.
6. Konversionselement (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei auf der ersten Verkapselungsschicht (30) ein Rahmenelement (34) angeordnet ist, welches die Konversionsschicht seitlich umschließt.
7. Konversionselement (100) nach Anspruch 6, wobei die erste Verkapselungsschicht (30) und das Rahmenelement (34) einstückig ausgebildet sind.

8. Konversionselement (**100**) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die zweite Verkapselungsschicht (**32**) sich bis über die Seitenflächen der Konversionsschicht (**16**) erstreckt und die Konversionsschicht seitlich umschließt.

9. Konversionselement (**100**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Konversionsschicht allseitig gekapselt ist.

10. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (**200**) mit einem Konversionselement (**100**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei
 – das Halbleiterbauelement einen zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung vorgesehenen Halbleiterchip (**202**) aufweist;
 – das Halbleiterbauelement einen Gehäusekörper (**204**) aufweist, der den Halbleiterchip zumindest in einer lateralen Richtung umgibt; und
 – das Konversionselement (**100**) auf dem Gehäusekörper angeordnet ist.

11. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (**200**) nach Anspruch 10, wobei das Konversionselement (**100**) derart auf dem Gehäusekörper (**204**) angeordnet ist, dass die erste Verkapselungsschicht (**30**) von der Konversionsschicht aus gesehen von dem Halbleiterchip (**202**) abgewandt ist.

12. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (**200**) nach Anspruch 10 oder 11, wobei der Gehäusekörper (**204**) einen Außenwandbereich (**212**) aufweist, der das Konversionselement (**100**) zumindest teilweise seitlich umschließt.

13. Verfahren zum Herstellen einer Vielzahl von Konversionselementen (**100**) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mit den Schritten:

- a) Bereitstellen eines Trägerverbunds (**10**),
- b) Ausbilden einer Vielzahl von Konversionsschichten (**16**) auf dem Trägerverbund, wobei die Konversionsschichten in einer lateralen Richtung voneinander beabstandet sind und jeweils mit einer ersten Hauptfläche (**20**) auf dem Trägerverbund angeordnet sind;
- c) Ausbilden einer Beschichtung (**24**) zumindest auf jeder zweiten Hauptfläche (**22**) der Vielzahl von Konversionsschichten mit einem Material, welches sich von dem Material des Trägerverbunds unterscheidet; und
- d) Vereinzeln des Trägerverbunds (**10**) in eine Vielzahl von Konversionselementen (**100**), wobei jedes Konversionselement (**100**) zumindest eine Konversionsschicht (**16**), einen Teil des Trägerverbunds (**10**) als erste Verkapselungsschicht (**30**) und einen Teil der Beschichtung (**24**) als zweite Verkapselungsschicht (**32**) aufweist.

14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem vor Ausführung des Schrittes b) eine Gitterstruktur (**12**) auf dem Trägerverbund (**10**) ausgebildet wird, welche ei-

ne Vielzahl von matrixförmig angeordneten Aussparungen (**14**) aufweist, in deren Bereichen der Trägerverbund jeweils freigelegt ist, die Vielzahl von Konversionsschichten (**16**) in Schritt b) innerhalb der Aussparungen ausgebildet werden, und die Gitterstruktur in Schritt d) derart durchtrennt wird, dass jedes Konversionselement (**100**) einen Teil der Gitterstruktur als Rahmenelement (**34**) aufweist, welches die Konversionsschicht seitlich umschließt.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem die Gitterstruktur (**12**) dadurch ausgebildet wird, dass ein Plattenelement auf dem Trägerverbund befestigt wird und Aussparungen in dem Plattenelement ausgebildet werden.

16. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem die Gitterstruktur dadurch ausgebildet wird, dass eine Trägerstruktur bereitgestellt wird, in welcher matrixförmig angeordnete Ausnehmungen ausgebildet werden.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

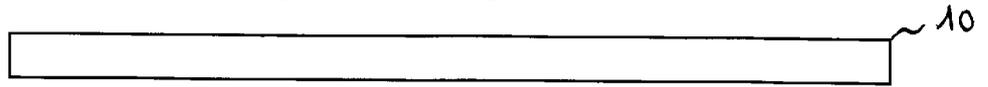


Fig. 2

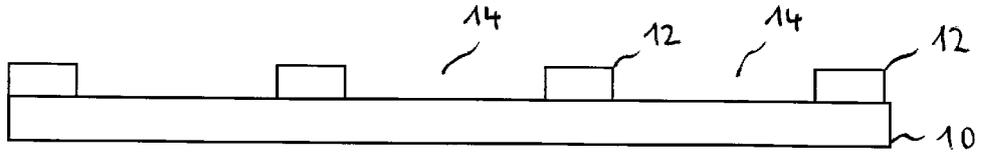


Fig. 3

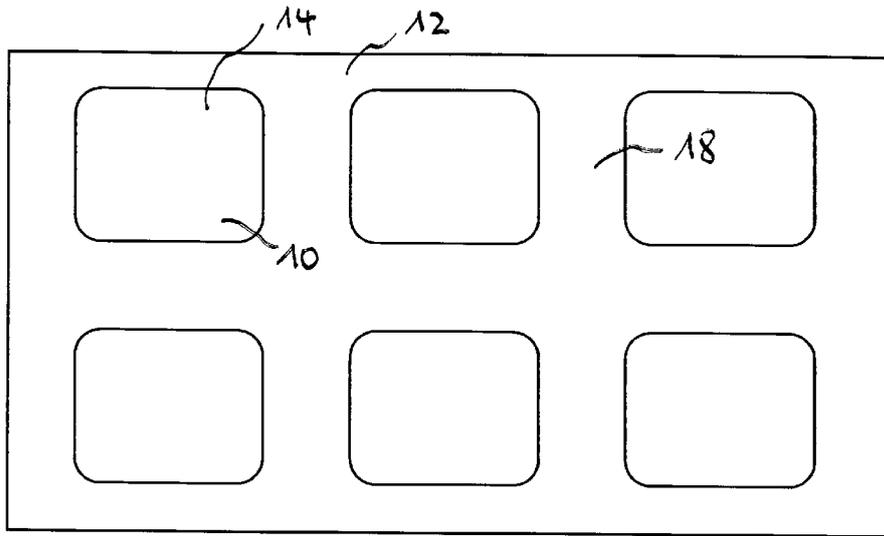


Fig. 4

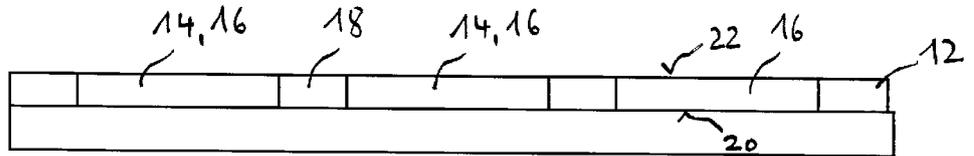


Fig. 5

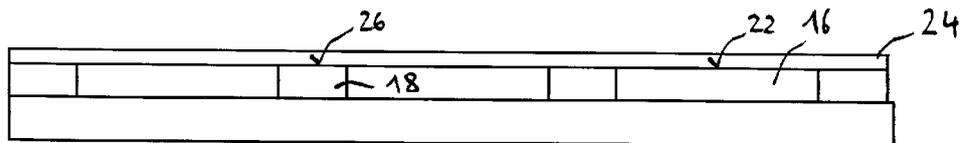


Fig. 6

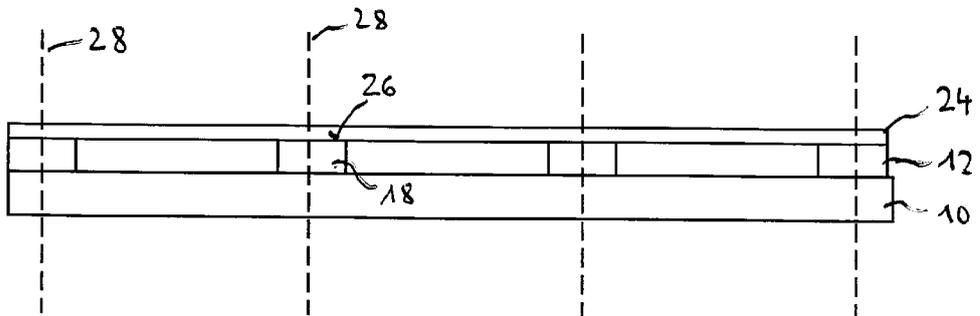


Fig. 7

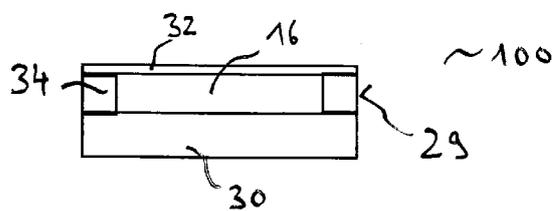


Fig. 8

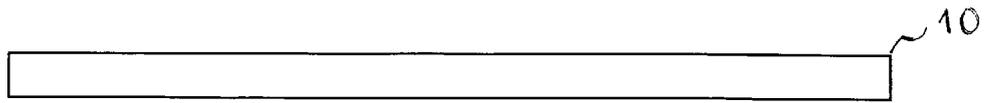


Fig. 9

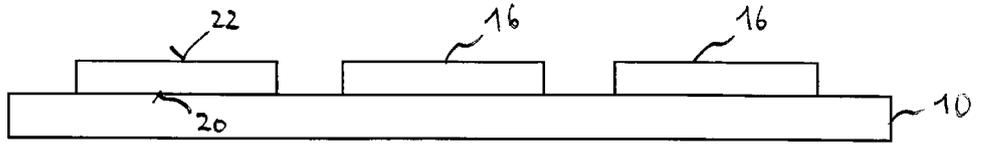


Fig. 10

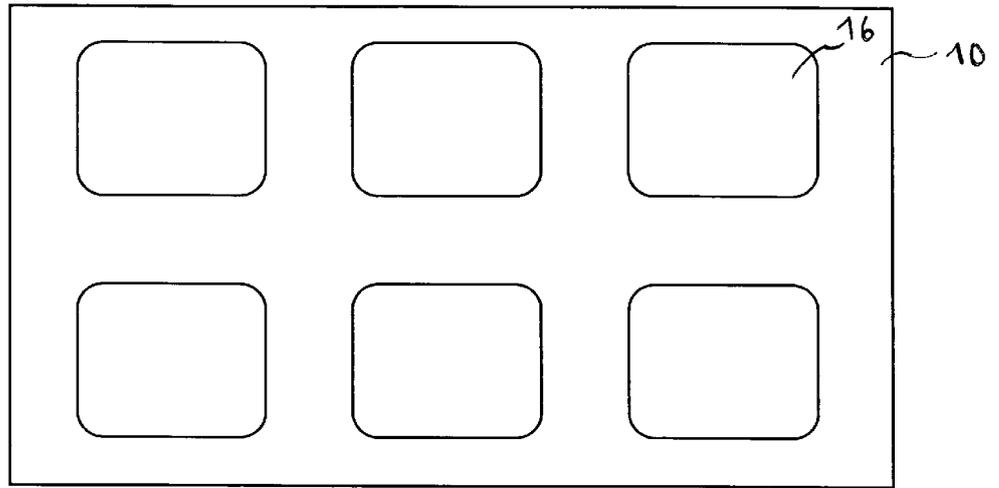


Fig. 11

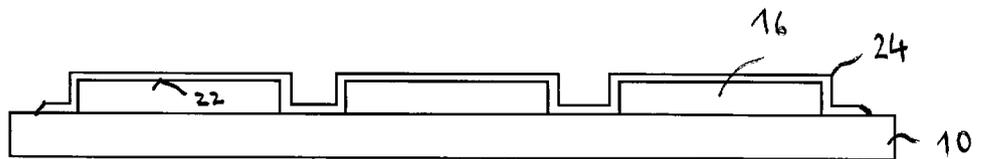


Fig. 12

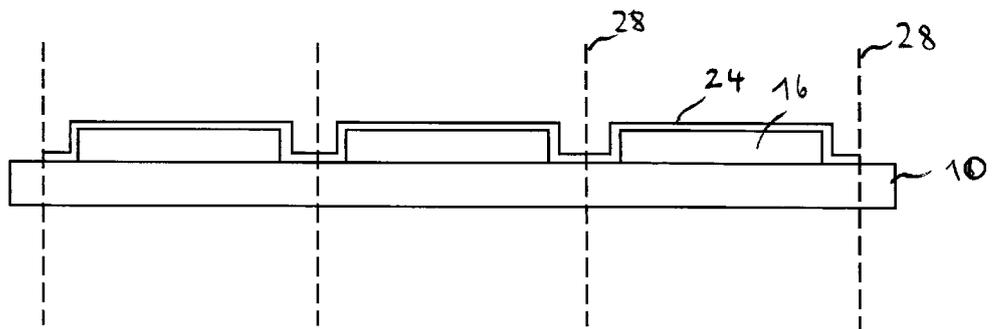
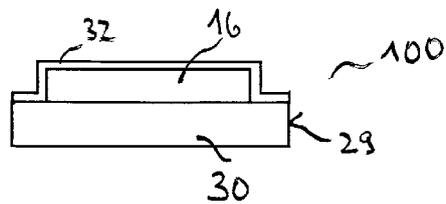


Fig. 13



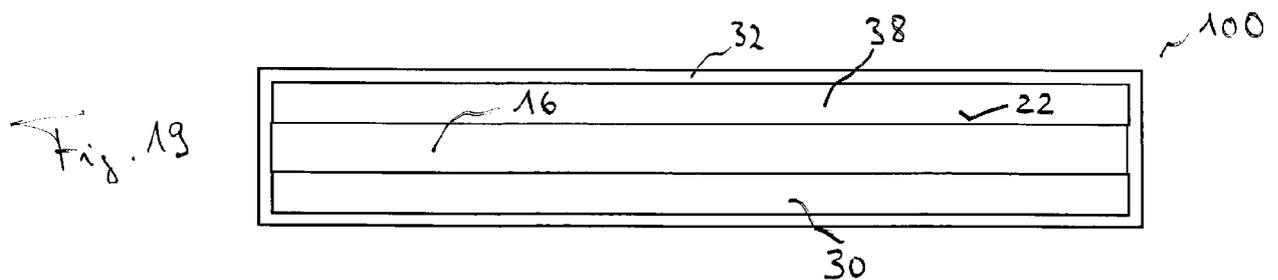
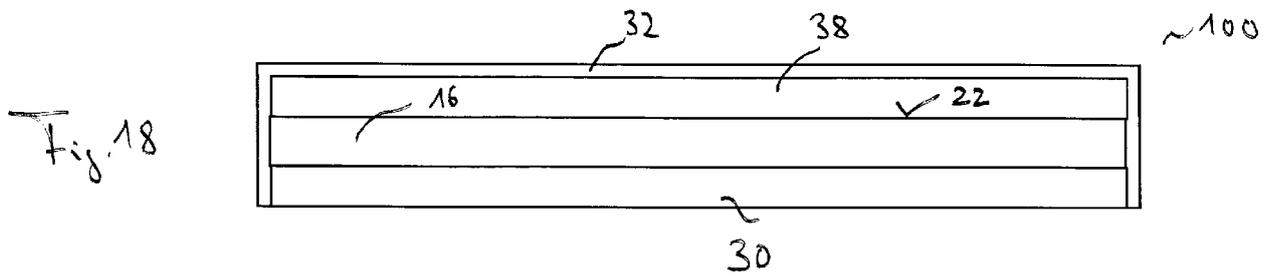
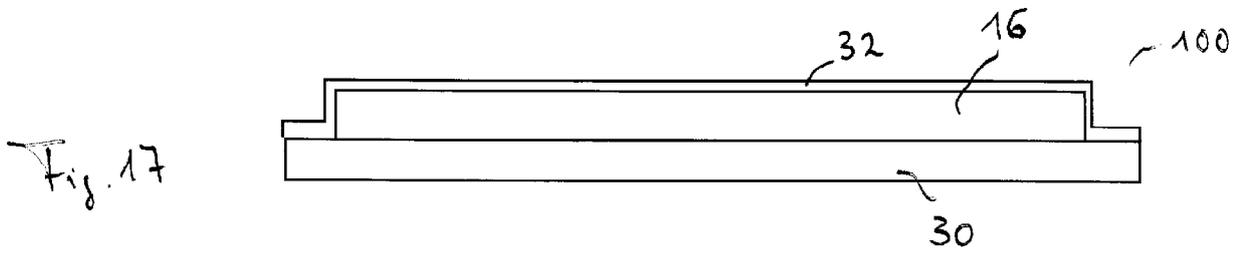
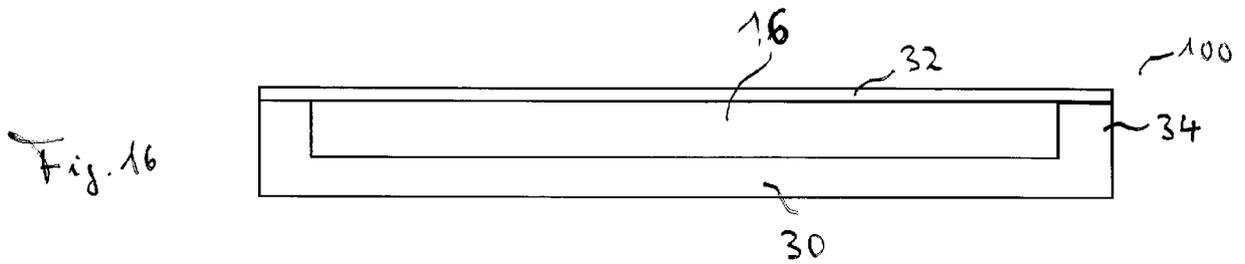
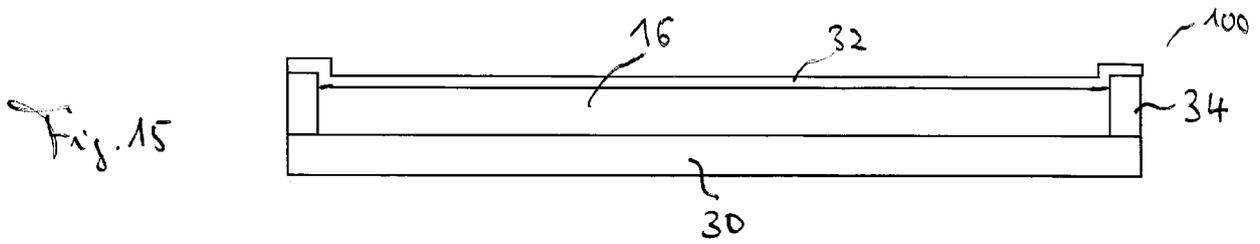
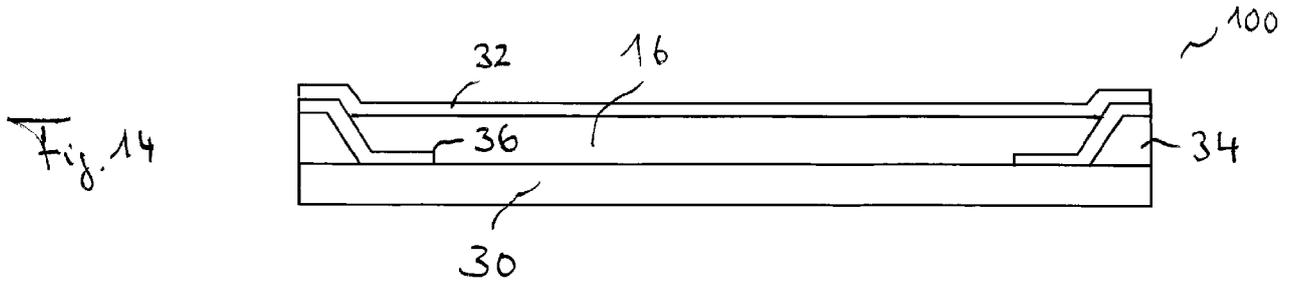


Fig. 20

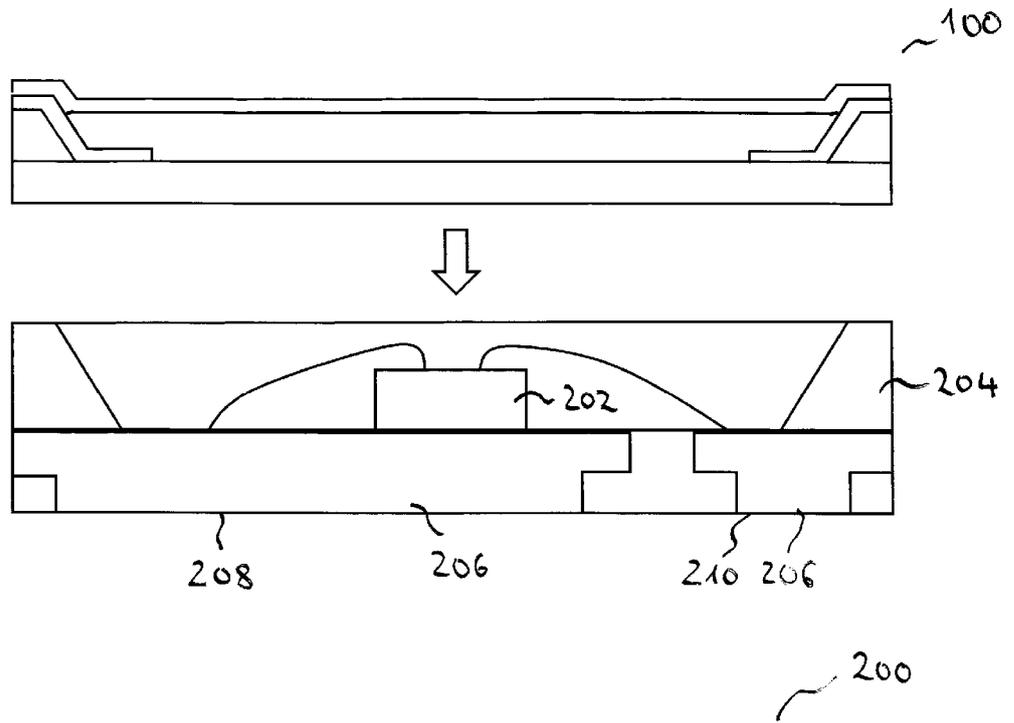


Fig. 21

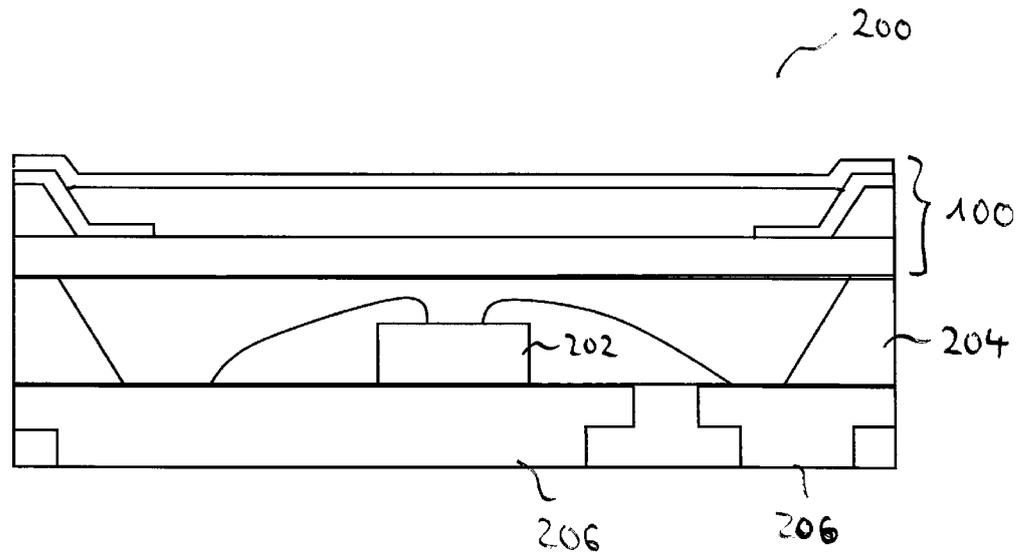
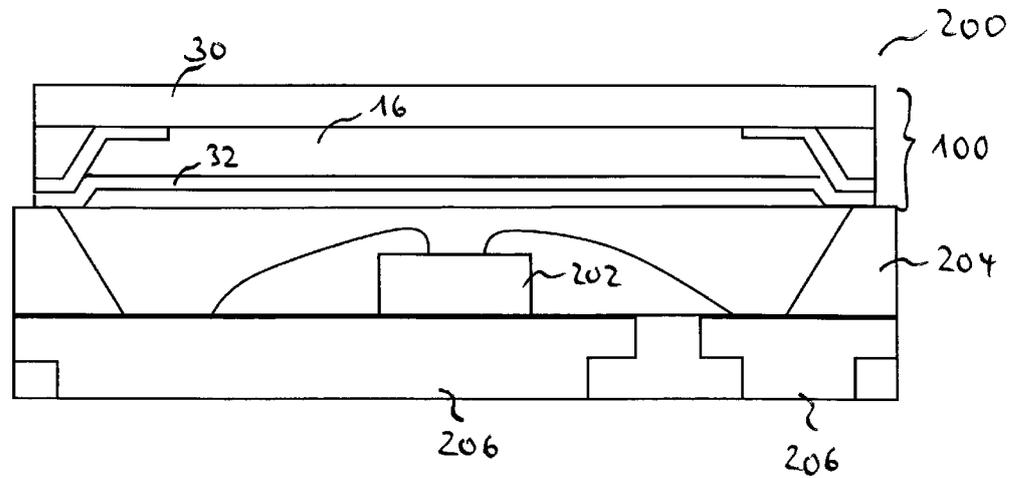


Fig. 22



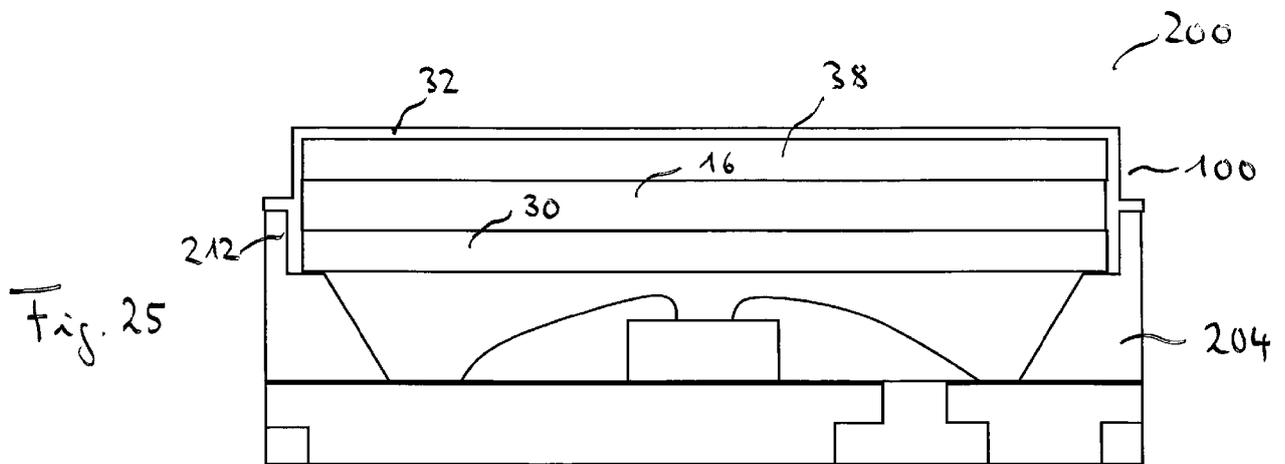
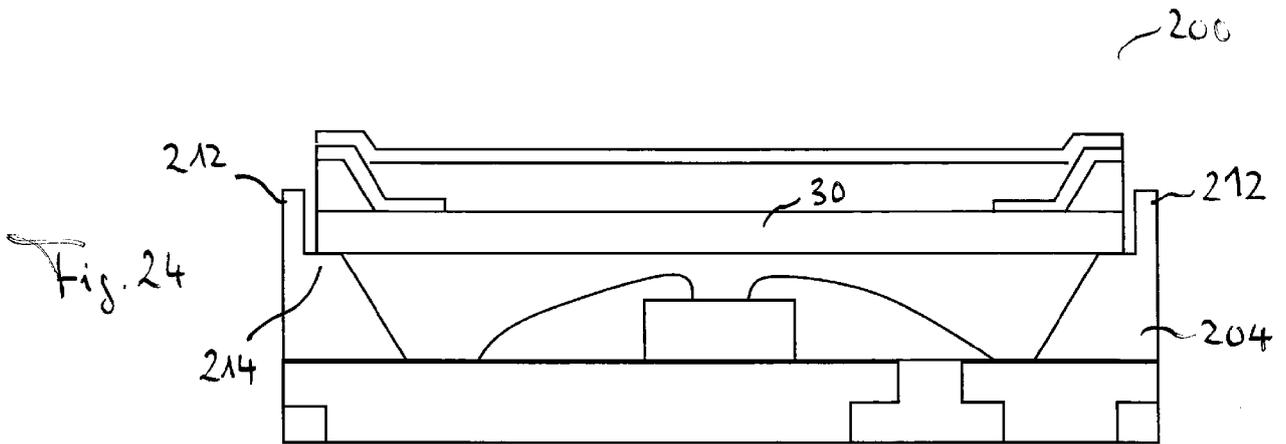
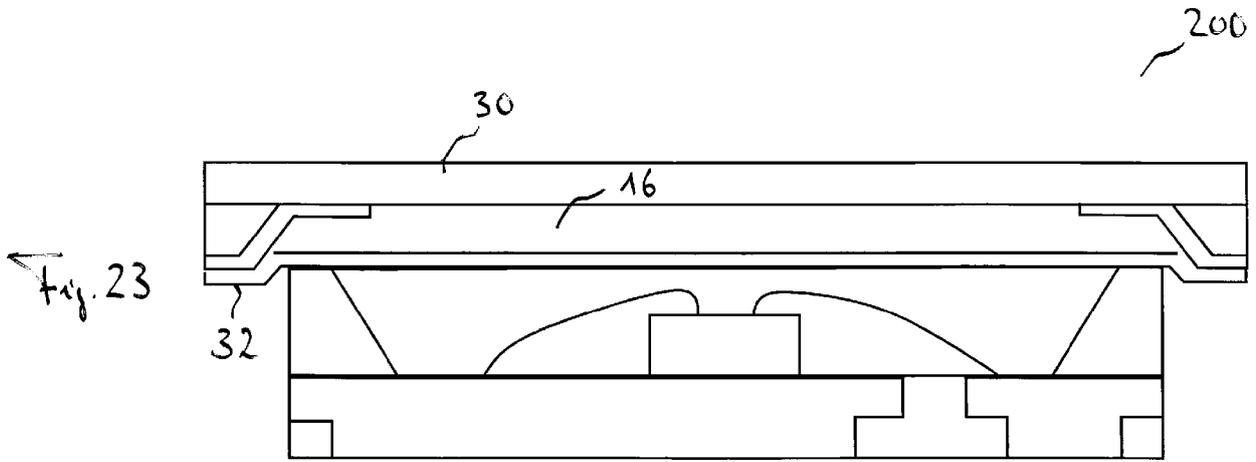


Fig. 26

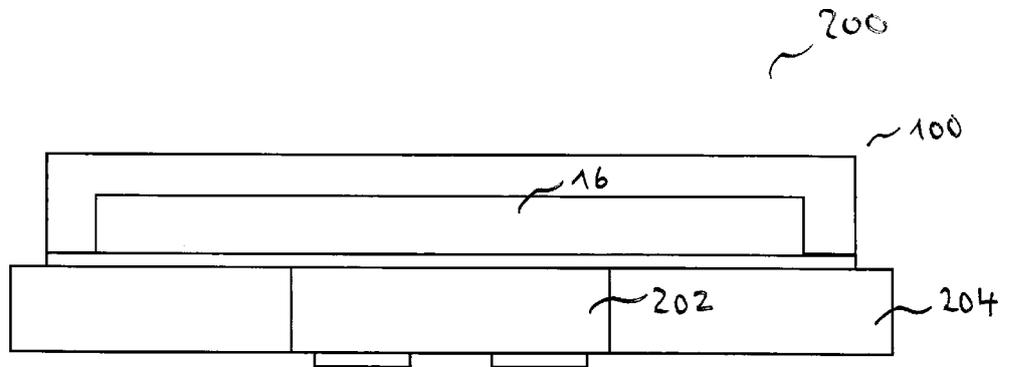


Fig. 27

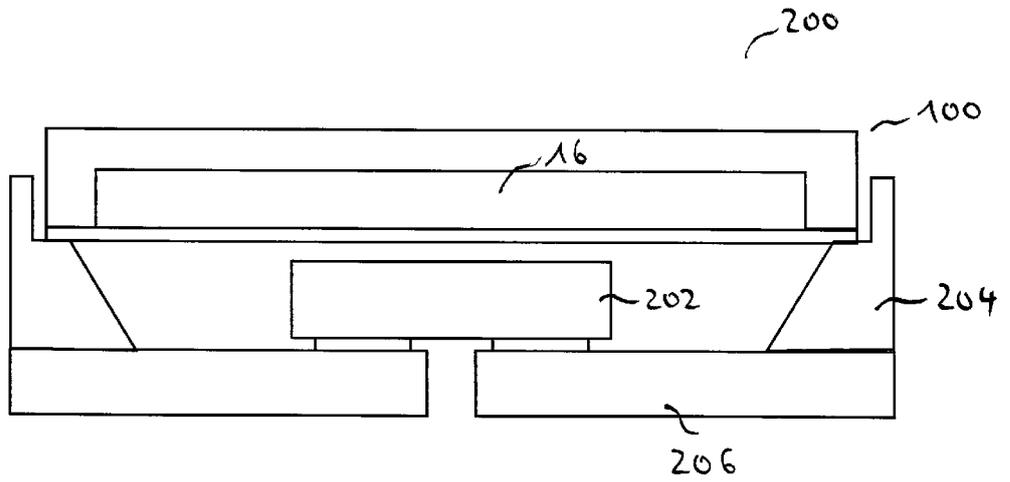


Fig. 28

