



(10) **DE 10 2013 112 549 A1** 2015.05.21

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 112 549.2**

(22) Anmeldetag: **14.11.2013**

(43) Offenlegungstag: **21.05.2015**

(51) Int Cl.: **H01L 33/58** (2010.01)

H01L 33/50 (2010.01)

(71) Anmelder:
**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055
Regensburg, DE**

(74) Vertreter:
**Epping Hermann Fischer,
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München,
DE**

(72) Erfinder:
**Pindl, Markus, Dr., 93105 Tegernheim, DE;
Schwarz, Thomas, 93055 Regensburg, DE; Singer,
Frank, 93128 Regenstau, DE; Sobczyk, Sandra,
Dr., 93047 Regensburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 102 45 946 C1
DE 10 2009 036 621 A1
DE 10 2010 024 864 A1

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von optoelektronischen Halbleiterbauelementen und optoelektronisches Halbleiterbauelement**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Herstellen einer Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (1) angegeben, das folgende Schritte aufweist:

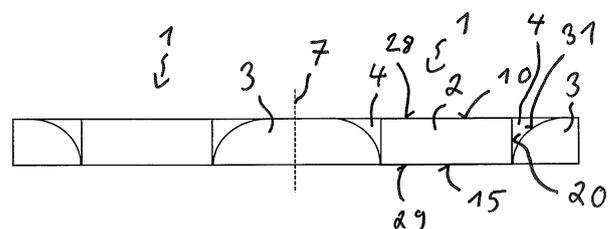
a) Bereitstellen einer Mehrzahl von Halbleiterchips (2), die in einer lateralen Richtung voneinander beabstandet sind;

b) Ausbilden eines Gehäusekörperverbunds (30), der zumindest bereichsweise zwischen den Halbleiterchips angeordnet ist;

c) Ausbilden einer Mehrzahl von Kehlen (4), die jeweils an einen Halbleiterchip angrenzen und die in lateraler Richtung durch eine Seitenfläche (20) des jeweiligen Halbleiterchips und den Gehäusekörperverbund begrenzt sind; und

d) Vereinzeln des Gehäusekörperverbunds in eine Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauelementen, wobei jedes Halbleiterbauelement zumindest einen Halbleiterchip und einen Teil des Gehäusekörperverbunds als Gehäusekörper (3) aufweist und wobei die Halbleiterchips jeweils an einer einer Montagefläche (15) gegenüberliegenden Strahlungsaustrittsfläche (10) der Halbleiterbauelemente frei von Material des Gehäusekörpers sind.

Weiterhin wird ein Halbleiterbauelement angegeben.



Beschreibung

[0001] Für Halbleiterbauelemente wie Leuchtdioden sind beispielsweise Bauformen bekannt, bei denen die zur Erzeugung von Strahlung vorgesehene Halbleiterchips in vorgefertigte Gehäuse montiert werden. Solche Bauformen sind zur Herstellung besonders kompakter LEDs nur schwer miniaturisierbar.

[0002] Eine Aufgabe ist es, ein Verfahren zur Herstellung anzugeben, durch das die sich durch optoelektronische Halbleiterbauelemente mit einer kompakten Bauform und einer hohen Auskoppelleffizienz zuverlässig hergestellt werden können. Weiterhin soll ein solches Halbleiterbauelement angegeben werden.

[0003] Diese Aufgaben werden unter anderem durch ein Verfahren beziehungsweise ein Halbleiterbauelement gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Ausgestaltungen und Zweckmäßigkeiten sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0004] Es wird ein Verfahren zum Herstellen einer Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauelementen angegeben.

[0005] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist das Verfahren einen Schritt auf, in dem eine Mehrzahl von Halbleiterchips bereitgestellt wird. Die insbesondere optoelektronischen Halbleiterchips sind in einer lateralen Richtung voneinander beabstandet. Beispielsweise liegen die Halbleiterchips auf einem Hilfsträger vor. Der Hilfsträger kann flexibel, beispielsweise als Folie oder starr ausgebildet sein.

[0006] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Verfahren einen Schritt, in dem ein Gehäusekörperverbund ausgebildet wird, der zumindest bereichsweise zwischen den Halbleiterchips angeordnet ist. Der Gehäusekörperverbund wird insbesondere mittels eines Gieß-Verfahrens hergestellt. Unter den Begriff Gieß-Verfahren fallen hierbei alle Herstellungsverfahren, bei denen eine Formmasse in eine vorgegebene Form eingebracht wird und insbesondere nachfolgend gehärtet wird. Insbesondere umfasst der Begriff Gieß-Verfahren Gießen (casting), Spritzgießen (injection molding), Spritzpressen (transfer molding) und Formpressen (compression molding).

[0007] Der Gehäusekörperverbund und damit die aus dem Gehäusekörperverbund ausgebildeten Gehäusekörper ist insbesondere für die von dem in Betrieb des Halbleiterbauelements vom Halbleiterchip zu detektierende oder emittierte Strahlung strahlungsundurchlässig ausgebildet.

[0008] In einer Ausgestaltungsvariante ist der Gehäusekörper für die Strahlung reflektierend ausgebildet, das heißt der Gehäusekörper weist eine Reflektivität von mindestens 55 % auf. Bevorzugt beträgt die Reflektivität mindestens 80 %.

[0009] In einer alternativen Ausgestaltungsvariante ist der Gehäusekörper für die Strahlung absorbierend ausgebildet. Das heißt, der Gehäusekörper absorbiert mindestens 55 % der auftreffenden Strahlung. Beispielsweise ist der Gehäusekörper durch ein schwarzes Material gebildet.

[0010] Die Halbleiterchips weisen insbesondere einen Halbleiterkörper mit einem zur Erzeugung von Strahlung vorgesehene aktiven Bereich auf. Der Halbleiterkörper, insbesondere der aktive Bereich enthält beispielsweise ein III-V-Verbindungshalbleitermaterial. Weiterhin umfasst der Halbleiterchip insbesondere einen Träger, auf dem der Halbleiterkörper angeordnet ist. Beispielsweise ist der Träger ein Aufwachssubstrat für die Halbleiterschichten des Halbleiterkörpers. Alternativ ist der Träger von einem Aufwachssubstrat für die Halbleiterschichten des Halbleiterkörpers verschieden. In diesem Fall dient der Träger der mechanischen Stabilisierung des Halbleiterkörpers, sodass das Aufwachssubstrat hierfür nicht erforderlich ist und entfernt werden kann.

[0011] Ein Halbleiterchip, bei dem das Aufwachssubstrat entfernt ist, wird auch als Dünnschicht-Halbleiterchip bezeichnet.

[0012] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Verfahren einen Schritt, in dem eine Mehrzahl von Kehlen ausgebildet wird, die jeweils an einen Halbleiterchip angrenzen. In lateraler Richtung sind die Kehlen jeweils durch eine Seitenfläche des jeweiligen Halbleiterchips und den Gehäusekörperverbund begrenzt. Im Bereich der Kehlen grenzt der Gehäusekörperverbund also nicht unmittelbar an die Seitenfläche der Halbleiterchips an.

[0013] In vertikaler Richtung können sich die Kehlen über die gesamte Höhe des Halbleiterchips oder nur über einen Teil des Halbleiterchips erstrecken. Unter einer vertikalen Richtung wird im Zweifel eine Richtung verstanden, die senkrecht zur Montagefläche des Halbleiterbauelements verläuft. Entsprechend verläuft eine laterale Richtung parallel zur Montagefläche.

[0014] Die Kehlen sind insbesondere zur Erhöhung der Auskoppelleffizienz der Halbleiterchips vorgesehen.

[0015] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Verfahren einen Schritt, in dem der Gehäusekörperverbund in eine Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauelementen ver-

einzelnt wird, wobei jedes vereinzelt Halbleiterbauelement zumindest einen Halbleiterchip und einen Teil des Gehäusekörperverbands als Gehäusekörper aufweist.

[0016] Die Gehäusekörper entstehen aus dem Gehäusekörperverbund also erst beim Vereinzeln und somit zu einem Zeitpunkt, zu dem sich die Halbleiterchips bereits in dem Gehäusekörper befinden.

[0017] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens sind die Halbleiterchips beim Vereinzeln des Gehäusekörperverbands jeweils an einer einer Montagefläche gegenüberliegenden Strahlungsaustrittsfläche der Halbleiterbauelemente frei vom Material des Gehäusekörpers. Weiterhin können die Halbleiterchips an der Montagefläche frei vom Material des Gehäusekörpers. Auf der Strahlungsaustrittsfläche und gegebenenfalls auch auf der Montagefläche befindet sich also abgesehen von allenfalls fertigungsbedingten Rückständen kein Material des Gehäusekörpers. Die in dem Gehäusekörper angeordneten und mechanisch stabil mit dem Gehäusekörper verbundenen Halbleiterchips sind also lediglich in lateraler Richtung in dem Gehäusekörper eingebettet. In vertikaler Richtung können sich die Halbleiterchips vollständig durch den Gehäusekörper hindurch erstrecken.

[0018] In mindestens einer Ausführungsform des Verfahrens zum Herstellen einer Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauelementen wird eine Mehrzahl von Halbleiterchips bereitgestellt, die in einer lateralen Richtung voneinander beabstandet sind. Ein Gehäusekörperverbund wird ausgebildet, der zumindest bereichsweise zwischen den Halbleiterchips angeordnet ist. Eine Mehrzahl von Kehlen wird ausgebildet, die jeweils an einen Halbleiterchip angrenzen und die in lateraler Richtung durch eine Seitenfläche des jeweiligen Halbleiterchips und den Gehäusekörperverbund begrenzt sind. Der Gehäusekörperverbund wird in eine Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauelementen vereinzelt, wobei jedes Halbleiterbauelement zumindest einen Halbleiterchip und einen Teil des Gehäusekörperverbands als Gehäusekörper aufweist und wobei die Halbleiterchips an einer einer Montagefläche gegenüberliegenden Strahlungsaustrittsfläche der Halbleiterbauelemente frei vom Material des Gehäusekörpers sind.

[0019] Mittels der Kehle kann im Falle eines als Strahlungsemitter ausgebildeten Halbleiterbauelements die Auskoppelleffizienz aus dem Halbleiterchip erhöht werden. Eine maximale laterale Ausdehnung der Kehle beträgt vorzugsweise höchstens 100 µm, besonders bevorzugt höchstens 50 µm. Eine kompakte Ausgestaltung des Halbleiterbauelements wird so vereinfacht.

[0020] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens sind die Halbleiterchips an der Montagefläche jeweils frei von Material des Gehäusekörpers. Die Halbleiterchips sind also an der Montagefläche zugänglich, beispielsweise für eine thermische Kontaktierung und/oder eine elektrische Kontaktierung.

[0021] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist die Kehle strahlungsdurchlässig. Insbesondere ist die Kehle transparent oder zumindest transluzent für die von dem Halbleiterbauelement im Betrieb erzeugte oder zu detektierende Strahlung. Die erzeugte Strahlung kann an einer Seitenfläche des Halbleiterchips in die Kehle eingekoppelt werden und seitens der Strahlungsaustrittsfläche aus der Kehle austreten.

[0022] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist die Kehle eine Reflektivität von mindestens 80 % auf. Insbesondere weist die Kehle eine höhere Reflektivität auf als das Material des Gehäusekörpers. In diesem Fall können mittels der Kehle die Absorptionsverluste reduziert werden.

[0023] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens werden die Halbleiterchips zur Ausbildung der Kehlen vor dem Ausbilden des Gehäusekörperverbands derart mit einem Umformungsmaterial umformt, dass die Seitenflächen der Halbleiterchips zumindest teilweise bedeckt sind und das Umformungsmaterial beim Ausbilden des Gehäusekörperverbands von einer Formmasse für den Gehäusekörperverbund umformt wird. Das Ausbilden der Kehlen, insbesondere die Definition der geometrischen Form der Kehlen erfolgt also zumindest teilweise noch bevor der Gehäusekörperverbund ausgebildet wird. Die Formmasse für den Gehäusekörperverbund grenzt an den Stellen, an denen das Umformungsmaterial vorhanden ist, nicht direkt an die Seitenfläche der zu umformenden Halbleiterchips an.

[0024] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens sind die Halbleiterchips beim Ausbilden des Gehäusekörperverbands und/oder beim Ausbilden der Mehrzahl von Kehlen auf einem Hilfsträger angeordnet. Vor dem Vereinzeln des Gehäusekörperverbands kann der Hilfsträger entfernt werden. Als Hilfsträger eignet sich beispielsweise eine Folie, etwa eine selbsthaftende Folie oder ein starrer Träger.

[0025] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird das Umformungsmaterial so aufgebracht, dass es die Seitenflächen der Halbleiterchips und den Hilfsträger jeweils zumindest teilweise bedeckt. Beim Aufbringen des Umformungsmaterials sind die Halbleiterchips also bereits auf dem Hilfsträger angeordnet. Das Umformungsmaterial wird insbesondere so auf die Halbleiterchips aufgebracht,

dass die dem Hilfsträger abgewandte Hauptfläche der Halbleiterchips frei von dem Umformungsmaterial bleibt. Das Umformungsmaterial kann beispielsweise aufgedruckt oder mittels eines Dispensers aufgebracht werden.

[0026] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird das Umformungsmaterial auf einen Hilfsträger aufgebracht und die Halbleiterchips werden so in das Umformungsmaterial gedrückt, dass das Umformungsmaterial zumindest bereichsweise die Seitenflächen der Halbleiterchips bedeckt. In diesem Fall kann das Umformungsmaterial gleichzeitig der Befestigung der Halbleiterchips an dem Hilfsträger dienen. Die Dicke des Umformungsmaterials ist hierbei gezielt so eingestellt, dass die Seitenflächen der Halbleiterchips vollständig oder zumindest bereichsweise mit dem Umformungsmaterial benetzt werden. Die dem Hilfsträger abgewandte Hauptfläche der Halbleiterchips bleibt frei von dem Umformungsmaterial.

[0027] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist das Umformungsmaterial ein Füllmaterial, das in den Halbleiterbauelementen verbleibt. Beispielsweise ist das Füllmaterial ein strahlungsdurchlässiges Material. Das Füllmaterial kann weiterhin ein Strahlungskonversionsmaterial enthalten, das zur zumindest teilweisen Strahlungskonversion von in den Halbleiterchips erzeugter Strahlung vorgesehen ist.

[0028] Alternativ kann das Füllmaterial für die von dem Halbleiterchip zu erzeugende und/oder zu empfangende Strahlung eine Reflektivität von mindestens 80 % aufweisen. Mittels einer reflektierend ausgebildeten Kehle kann eine Strahlungsabsorption am Gehäusekörper, insbesondere auch bei einem absorbierend ausgebildeten Gehäusekörper, vermieden oder zumindest verringert werden.

[0029] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist das Umformungsmaterial ein Hilfsmaterial, das nach dem Ausbilden des Gehäusekörperverbands entfernt wird. Das Hilfsmaterial dient also lediglich beim Ausbilden des Gehäusekörperverbands zur Ausbildung der Mehrzahl von Kehlen. Mit anderen Worten wird durch das Hilfsmaterial die geometrische Form der späteren Kehlen festgelegt. Mittels des Hilfsmaterials wird also vermieden, dass die Formmasse beim Ausbilden des Gehäusekörperverbands die Seitenflächen der zu umformenden Halbleiterchips vollständig bedeckt. Beispielsweise eignet sich als Hilfsmaterial ein Klebstoff, der vergleichsweise leicht entfernbar ist, beispielsweise durch Temperatureinwirkung, ein Lösungsmittel und/oder ein naschemisches Ätzverfahren.

[0030] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens erfolgt das Ausbilden der Mehrzahl

von Kehlen nach dem Ausbilden des Gehäusekörperverbands. Die Formmasse des Gehäusekörperverbands kann also vor dem Ausbilden der Kehlen die Seitenflächen der Halbleiterchips vollflächig bedecken. Zur Ausbildung der Kehlen wird beispielsweise Material des Gehäusekörperverbands entfernt. Dies erfolgt beispielsweise mittels kohärenter Strahlung, etwa Laser-Strahlung. Die Ausbildung der Kehlen erfolgt vorzugsweise derart, dass die Formmasse des Gehäusekörperverbands mit einer Flächenbelegung von höchstens 50 % der Seitenflächen der Halbleiterchips an die Seitenflächen angrenzt.

[0031] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird die Kehle nach dem Ausbilden des Gehäusekörperverbands mit einem Füllmaterial befüllt. Im Vergleich zu einer unbefüllten Kehle kann mittels des Füllmaterials der Brechungsindexunterschied an der Seitenfläche des Halbleiterchips verringert werden.

[0032] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens werden die Halbleiterchips beim Ausbilden des Gehäusekörperverbands überformt und der Gehäusekörperverbund wird nachfolgend gedünnt, sodass die Halbleiterchips bereichsweise freiliegen. Die dem Hilfsträger abgewandte Hauptfläche der Halbleiterchips wird also zunächst vom Material des Gehäusekörperverbands überdeckt und nachfolgend wieder freigelegt. Das Dünnen des Gehäusekörperverbands kann beispielsweise mechanisch, etwa mittels Schleifens oder Läppens erfolgen.

[0033] Durch das Freilegen der Halbleiterchips können Halbleiterbauelemente hergestellt werden, bei denen die im Betrieb in den Halbleiterchips erzeugte Verlustwärme direkt an der Montagefläche der Halbleiterbauelemente abgeführt werden kann, ohne dass die Wärme Material des Gehäusekörpers passieren muss.

[0034] Ein optoelektronisches Halbleiterbauelement weist gemäß zumindest einer Ausführungsform eine Montagefläche und eine der Montagefläche gegenüberliegende Strahlungsaustrittsfläche auf. Weiterhin weist das Halbleiterbauelement einen zur Erzeugung und/oder zum Empfangen von Strahlung vorgesehenen Halbleiterchip auf.

[0035] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterbauelements weist das Halbleiterbauelement einen Gehäusekörper auf, der den Halbleiterchip in einer lateralen Richtung umgibt, wobei der Halbleiterchip an der Strahlungsaustrittsfläche frei vom Material des Gehäusekörpers ist. Beispielsweise ragt der Gehäusekörper in vertikaler Richtung auf der der Montagefläche gegenüber liegenden Seite nicht oder zumindest nicht wesentlich, beispielsweise um höchstens 10 µm, über den Halbleiterchip hinaus.

[0036] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterbauelements grenzt an eine Seitenfläche des Halbleiterchips eine Kehle an, die in einer parallel zur Montagefläche verlaufenden lateralen Richtung durch die Seitenfläche des Halbleiterchips unter dem Gehäusekörper begrenzt ist.

[0037] In mindestens einer Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterbauelements weist das Halbleiterbauelement eine Montagefläche und eine der Montagefläche gegenüberliegende Strahlungsaustrittsfläche auf. Das Halbleiterbauelement weist einen zur Erzeugung und/oder zum Empfangen von Strahlung vorgesehenen Halbleiterchip auf. Das Halbleiterbauelement weist einen Gehäusekörper auf, der den Halbleiterchip in einer lateralen Richtung umgibt. Der Halbleiterchip ist an der Strahlungsaustrittsfläche frei vom Material des Gehäusekörpers. An einer Seitenfläche des Halbleiterchips grenzt eine Kehle an, die in einer parallel zur Montagefläche verlaufenden lateralen Richtung durch die Seitenfläche des Halbleiterchips und den Gehäusekörper begrenzt ist.

[0038] Der Gehäusekörper kann in lateraler Richtung bereichsweise an den Halbleiterchip unmittelbar angrenzen oder entlang des gesamten Umfangs des Halbleiterchips an jeder Stelle von dem Halbleiterchip beabstandet sein. Vorzugsweise weist der Gehäusekörper an zumindest einer Stelle einen Abstand von höchstens 10 µm vom Halbleiterchip auf. Auf diese Weise ist ein besonders kompaktes Halbleiterbauelement realisierbar.

[0039] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterbauelements verläuft die Kehle entlang des gesamten Umfangs des Halbleiterchips. Der Halbleiterkörper grenzt also entlang des gesamten Umfangs in vertikaler Richtung zumindest bereichsweise nicht direkt an den Halbleiterchip an.

[0040] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterbauelements verjüngt sich die Kehle von der Strahlungsaustrittsfläche aus gesehen in Richtung der Montagefläche. Beispielsweise weist die Kehle von der Strahlungsaustrittsfläche aus gesehen eine konvexe Krümmung auf.

[0041] Aus der Seitenfläche des Halbleiterchips austretende Strahlung kann so effizient zur Normalen auf die Strahlungsaustrittsfläche hin umgelenkt werden.

[0042] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterbauelements enthält die Kehle ein Strahlungskonversionsmaterial. Das Strahlungskonversionsmaterial ist beispielsweise dafür vorgesehen, im Halbleiterchip erzeugte Primärstrahlung mit einer ersten Peak-Wellenlänge in Sekundärstrahlung mit einer von der ersten Peak-Wellenlänge verschie-

denen zweiten Peak-Wellenlänge zu konvertieren. Beispielsweise ist das Halbleiterbauelement zur Erzeugung eines Mischlichts, insbesondere eines für das menschliche Auge weiß erscheinenden Mischlichts, vorgesehen.

[0043] Das vorstehend beschriebene Verfahren zur Herstellung von optoelektronischen Halbleiterbauelementen ist für die Herstellung des optoelektronischen Halbleiterbauelements besonders geeignet. In Zusammenhang mit dem Verfahren angeführte Merkmale können daher auch für das Halbleiterbauelement herangezogen werden oder umgekehrt.

[0044] Weitere Merkmale, Ausgestaltungen und Zweckmäßigkeiten ergeben sich aus der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Figuren.

[0045] Gleiche, gleichartige oder gleichwirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0046] 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.

[0047] Es zeigen:

[0048] die **Fig. 1A** bis **Fig. 1E**, **Fig. 2A** bis **Fig. 2E** und **Fig. 3A** bis **Fig. 3E** jeweils ein Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zur Herstellung von optoelektronischen Halbleiterbauelementen anhand von jeweils in schematischer Schnittansicht dargestellten Zwischenschritten; und

[0049] die **Fig. 4A** und **Fig. 4B** ein Ausführungsbeispiel für ein Halbleiterbauelement in Draufsicht (**Fig. 4B**) und zugehöriger Schnittansicht (**Fig. 4A**).

[0050] In den **Fig. 1A** bis **Fig. 1E** ist ein erstes Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zum Herstellen einer Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauelementen gezeigt. Wie in **Fig. 1A** dargestellt wird eine Mehrzahl von Halbleiterchips **2** auf einem Hilfsträger **5** angeordnet. Die nachfolgende Beschreibung erfolgt exemplarisch für strahlungsemitterende Halbleiterbauelemente. Die Halbleiterchips sind beispielsweise Lumineszenzdiode-Halbleiterchips, etwa Leuchtdiode-Halbleiterchips. Davon abweichend können die Halbleiterbauelemente aber auch zum Empfangen von Strahlung vorgesehen sein und beispielsweise einen als Photodiode ausgebildeten Halbleiterchip aufweisen.

[0051] In einer vertikalen Richtung erstrecken sich die Halbleiterchips **2** zwischen einer Vorderseite **28** und einer Rückseite **29**. Als Vorderseite wird diejenige Seite der Halbleiterchips bezeichnet, durch die im Betrieb der späteren Halbleiterbauelemente die in den Halbleiterchips erzeugte Strahlung austritt. Die Halbleiterchips sind so auf dem Hilfsträger **5** angeordnet, dass die Vorderseite dem Hilfsträger zugewandt ist.

[0052] Für den Hilfsträger **5** eignet sich beispielsweise eine selbsthaftende Folie. Alternativ kann die Befestigung der Halbleiterchips auch mittels eines temporären Klebstoffs, mittels eines Wachses, mittels so genannter Expancelts oder mittels eines Silikons erfolgen. Das die Haftung der Halbleiterchips bewirkende Mittel kann ausschließlich unterhalb der Halbleiterchips ausgebildet sein, so dass der Hilfsträger zwischen den Halbleiterchips freiliegt. Alternativ kann der Hilfsträger vollflächig bedeckt sein.

[0053] Auf den Hilfsträger **5** wird ein Füllmaterial **40** so aufgebracht, dass das Füllmaterial die Seitenflächen **20** der Halbleiterchips vollständig oder zumindest bereichsweise bedeckt. Dies kann beispielsweise mittels eines Dispensers erfolgen. Optional kann der Hilfsträger **5** in lateraler Richtung derart strukturiert sein, dass er Benetzungsflächen **51** aufweist. Die Benetzungsflächen weisen eine höhere Benetzbarkeit auf als die zwischen den Benetzungsflächen **51** angeordneten Bereiche der den Halbleiterchips **2** zugewandten Oberfläche des Hilfsträgers **5**. Beispielsweise können die Benetzungsflächen **51** hydrophil und die weiteren Bereiche der Oberfläche des Hilfsträgers **5** hydrophob ausgebildet sein. Beispielsweise kann sich Silikon durch hydrophobe Eigenschaften auszeichnen.

[0054] Die geometrische Form der Kehlen wird also nicht durch eine vordefinierte Gießform bestimmt, sondern selbstorganisiert.

[0055] Insbesondere ist die geometrische Form durch die Materialeigenschaften des Füllmaterials **40**, beispielsweise die Oberflächenspannung und die Viskosität, und die Benetzbarkeit des Hilfsträgers und der Halbleiterchips **2** mit dem Füllmaterial einstellbar.

[0056] Die laterale Ausdehnung der Kehle **4** verringert sich von der Vorderseite des Halbleiterchips **28** in Richtung der Rückseite **29**. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Hilfsträger **5** zwischen benachbarten Halbleiterchips **2** bereichsweise frei von dem Füllmaterial.

[0057] Nachfolgend werden die Halbleiterchips **4** mit den in lateraler Richtung an die Halbleiterchips **2** angrenzenden Kehlen **4** von einer Formmasse zur Ausbildung eines Gehäusekörperverbunds **30** umformt (**Fig. 1C**). In den gezeigten Ausführungsbei-

spielen bedeckt der Gehäusekörperverbund **30** auch die Rückseite **29** der Halbleiterchips **2**. Das Ausbilden des Gehäusekörperverbunds **30** erfolgt beispielsweise mittels eines Gieß-Verfahrens.

[0058] In einem nachfolgenden Herstellungsschritt kann der Gehäusekörperverbund **30** von der dem Hilfsträger **5** abgewandten Seite her gedünnt werden, beispielsweise mittels eines mechanischen Verfahrens wie Schleifens.

[0059] Anstelle eines Überformens der Halbleiterchips **2** auf der Rückseite **29** und eines nachfolgenden Dünnens des Gehäusekörperverbunds **30** kann der Gehäusekörperverbund auch bereits so ausgebildet werden, dass die Rückseiten **28** der Halbleiterchips **2** freiliegen. Hierfür kann beispielsweise ein folienassistiertes Gieß-Verfahren (Film-Assisted Molding) Anwendung finden.

[0060] In **Fig. 1D** ist der Gehäusekörperverbund **30** mit den darin eingebetteten Halbleiterchips **2** nach dem Entfernen des Hilfsträgers **5** gezeigt. Nach dem Entfernen des Hilfsträgers **5** ist die Vorderseite des Halbleiterchips **28** zugänglich, beispielsweise für eine elektrische Kontaktierung der Halbleiterchips. Dies ist zur vereinfachten Darstellung in den Figuren nicht gezeigt und wird ebenso wie mögliche Ausgestaltungen der Halbleiterchips anhand der **Fig. 4A** und **Fig. 4B** erläutert.

[0061] Zum Vereinzeln in Halbleiterbauelemente **1** kann der Gehäusekörperverbund **30** entlang von Vereinzelungslinien **7** durchtrennt werden. Dies kann beispielsweise mechanisch, etwa mittels Sägens, chemisch, beispielsweise mittels Ätzens und/oder mittels kohärenter Strahlung, etwa durch Laserablation, erfolgen.

[0062] Bei einer strahlungsdurchlässig ausgebildeten Kehle **4** kann im Betrieb des Halbleiterbauelements Strahlung auch durch die Seitenflächen **20** des Halbleiterchips **2** austreten. Eine zwischen der Kehle **4** und dem aus dem Gehäusekörperverbund hervorgehenden Gehäusekörper **3** bestehende Grenzfläche **31** kann eine Reflektorfläche bilden, durch die die seitlich austretende Strahlung gebündelt werden kann.

[0063] Das Füllmaterial **40** kann weiterhin mit einem Strahlungskonversionsmaterial versetzt sein, das im Betrieb der Halbleiterchips **2** erzeugte Strahlung, beispielsweise blaue Strahlung zumindest zum Teil in Sekundärstrahlung konvertiert, beispielsweise in gelbe Strahlung. Bei einer strahlungsdurchlässigen Kehle **4** ist die Grenzfläche **31** reflektierend ausgebildet und weist beispielsweise eine Reflektivität von mindestens 80 % auf. Beispielsweise ist der Gehäusekörper **3** durch ein Material gebildet, das mit Weißpigmenten versetzt ist.

[0064] Alternativ kann die Kehle **4** auch selbst aus einem Füllmaterial gebildet sein, das für die im Halbleiterchip erzeugte Strahlung eine hohe Reflektivität, beispielsweise eine Reflektivität von mindestens 80 % aufweist. Die Kehle schützt somit auch den Gehäussekörper **3** vor einer Schädigung durch in dem Halbleiterchip im Betrieb erzeugte Strahlung.

[0065] Das Material für den Gehäussekörper **3** kann unabhängig von den optischen Eigenschaften und seiner Strahlungsstabilität gewählt werden. Beispielsweise eignet sich in diesem Fall für den Gehäussekörper **3** ein schwarzes Epoxid-Material („black epoxy“). Ein solches Material ist aufgrund seiner breiten Verbreitung in der Elektronik besonders kostengünstig verfügbar und zeichnet sich durch eine gute Verarbeitbarkeit aus.

[0066] Die Rückseite **29** der Halbleiterchips **2** liegt an einer Montagefläche **15** des Halbleiterbauelements **1** frei, sodass im Betrieb die im Halbleiterchip erzeugte Abwärme effizient über die Montagefläche **15** abgeführt werden kann. Davon abweichend ist jedoch auch denkbar, dass das Material des Gehäussekörpers **3** die Rückseite **29** des Halbleiterchips **2** bedeckt.

[0067] Auf der der Montagefläche abgewandten Seite ragt der Gehäussekörper in vertikaler Richtung nicht oder zumindest nicht wesentlich über den Halbleiterchip hinaus. Eine besonders kompakte Bauform wird so vereinfacht. Das in den **Fig. 2A** bis **Fig. 2E** dargestellte zweite Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen den im Zusammenhang mit den **Fig. 1A** bis **Fig. 1E** beschriebenen ersten

[0068] Ausführungsbeispiel. Im Unterschied hierzu wird auf dem Hilfsträger **5** ein Hilfsmaterial **41** aufgebracht, noch bevor die Halbleiterchips **2** an dem Träger **5** befestigt werden (**Fig. 2A**). Das Aufbringen des Hilfsmaterials kann beispielsweise mittels Druckens oder eines Jetting-Verfahrens erfolgen.

[0069] Nachfolgend werden die Halbleiterchips **2** in das Hilfsmaterial **41** eingedrückt, sodass das Hilfsmaterial **41** die Seitenflächen **20** der Halbleiterchips **2** benetzt. Zwischen benachbarten Halbleiterchips **2** bildet sich in dem Hilfsmaterial **41** ein Meniskus **410** aus. Im Bereich des Meniskus **410** weist das Hilfsmaterial **41** eine geringere vertikale Ausdehnung auf als in dem Bereich, in dem das Hilfsmaterial an die Halbleiterchips **2** angrenzt (**Fig. 2B**).

[0070] Das Hilfsmaterial **41** dient also auch der Befestigung der Halbleiterchips **2** an dem Hilfsträger **5**.

[0071] Als Hilfsmaterial **41** eignet sich insbesondere ein Material, das sich in einem späteren Verfahrensschritt ohne die Gefahr einer Schädigung der

weiteren Elemente einfach und zuverlässig entfernen lässt.

[0072] Wie in **Fig. 2C** dargestellt, werden die Halbleiterchips **2** mit dem Hilfsmaterial **41** nachfolgend von einer Formmasse zur Ausbildung eines Gehäussekörperverbunds **30** umformt. Dies kann wie im Zusammenhang mit **Fig. 1C** beschrieben erfolgen. Aufgrund des Hilfsmaterials **41** grenzt der Gehäussekörperverbund **30** nicht oder zumindest mit einer Flächenbelegung von höchstens 20 %, bevorzugt von höchstens 10 %, an die Halbleiterchips **2** an.

[0073] **Fig. 2D** zeigt ein Verfahrensstadium, in dem der Hilfsträger **5** und das Hilfsmaterial **41** entfernt sind. Für das Entfernen des Hilfsmaterials eignet sich abhängig vom Hilfsmaterial beispielsweise ein Lösungsmittel, ein Ätzverfahren oder eine thermische Behandlung, bei der das Hilfsmaterial **41** schmilzt.

[0074] Die mittels des Hilfsmaterials **41** gebildete Kehle **4** kann nachfolgend mit einem Füllmaterial **40** befüllt werden. Dies kann beispielsweise mittels eines Dosierungs-Verfahrens, etwa mittels eines Dispensers oder mittels eines Gieß-Verfahrens erfolgen.

[0075] Bezüglich ihrer optischen Eigenschaften kann die Kehle **4** im Zusammenhang mit **Fig. 1A** beschrieben ausgebildet sein. Alternativ ist auch denkbar, dass die Kehle **4** nicht mit einem Füllmaterial befüllt wird, sondern frei bleibt. Dadurch wird der Brechungsindexunterschied an der Seitenfläche **20** des Halbleiterchips **2** maximiert. Aufgrund von Totalreflexion wird so der Strahlungsanteil minimiert, der durch die Seitenfläche **20** der Halbleiterchips **2** austreten kann.

[0076] Das in **Fig. 3A** bis **Fig. 3E** dargestellte dritte Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem in Zusammenhang mit den **Fig. 1A** bis **Fig. 1E** beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel. Im Unterschied hierzu werden die auf dem Hilfsträger **5** bereitgestellten Halbleiterchips **2** (**Fig. 3A**) zunächst so von einer Formmasse zur Ausbildung eines Gehäussekörperverbunds **30** umformt, dass die Formmasse vollflächig an die Seitenflächen **20** der Halbleiterchips **2** angrenzt. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel werden die Halbleiterchips **2** so platziert, dass die Rückseite **29** der Halbleiterchips dem Hilfsträger **5** zugewandt ist.

[0077] Wie in den **Fig. 3B** und **Fig. 3C** gezeigt kann das Ausbilden des Gehäussekörperverbunds **30** wiederum derart erfolgen, dass die Halbleiterchips **2** zunächst vollständig in die Formmasse für den Gehäussekörperverbund **30** eingebettet werden und nachfolgend der Gehäussekörperverbund so gedünnt wird, dass die Vorderseite **28** der Halbleiterchips **2** freiliegt.

[0078] Nachfolgend wird Material des Gehäusekörperverbands **30**, das an die Seitenflächen **20** der Halbleiterchips angrenzt, bereichsweise abgetragen. Dies kann beispielsweise mittels Laserablation erfolgen. In vertikaler Richtung erstreckt sich die Kehle **4** nur bereichsweise über die Seitenfläche **20** der Halbleiterchips **2**, sodass auch nach dem Ausbilden der Kehle **4** Material des Gehäusekörperverbands **30** an die Seitenfläche **20** angrenzt. Je größer der Bereich ist, in dem der Gehäusekörperverbund **30** an die Halbleiterchips **2** angrenzt, desto leichter ist eine mechanisch stabile Verbindung zwischen den Halbleiterchips **2** und dem Gehäusekörperverbund **30** erzielbar. Andererseits kann durch eine größere vertikale Ausdehnung der Kehlen **4** die Auskoppelleffizienz verbessert werden. Die Flächenbelegung, mit der der Gehäusekörperverbund **30** nach dem Ausbilden der Kehlen **4** die Seitenflächen **20** des Halbleiterchips **2** bedeckt, beträgt vorzugsweise höchstens 50 %.

[0079] Nach dem Ausbilden der Kehlen **4** können diese wie im Zusammenhang mit **Fig. 2E** beschrieben befüllt werden oder unbefüllt bleiben.

[0080] Ein Ausführungsbeispiel für ein Halbleiterbauelement ist in **Fig. 4B** in Draufsicht und in schematischer Schnittansicht entlang der Linie AA' in **Fig. 4A** dargestellt. Das Halbleiterbauelement **1** weist einen Halbleiterchip **2** auf. Der Halbleiterchip **2** umfasst einen Halbleiterkörper **21** mit einem zur Erzeugung von Strahlung vorgesehenen aktiven Bereich **22** und ein Substrat **25**. An einer Rückseite **29** des Halbleiterchips **2** ist eine Spiegelschicht **26** ausgebildet. Die Spiegelschicht kann beispielsweise eine metallische Spiegelschicht oder ein Bragg-Spiegel mit einer Mehrzahl von dielektrischen Schichten sein. An einer Vorderseite **28** weist der Halbleiterchip **2** zwei Anschlussflächen zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips auf (nicht explizit dargestellt).

[0081] Das Substrat **25** ist beispielsweise das Aufwuchssubstrat für den Halbleiterkörper **21**. Beispielsweise eignet sich als Substrat ein strahlungsdurchlässiges Substrat wie Saphir oder Siliziumcarbid. In lateraler Richtung ist der Halbleiterchip **2** von einem Gehäusekörper **3** umschlossen. Zwischen dem Gehäusekörper **3** und dem Halbleiterchip **2** ist eine Kehle **4** ausgebildet. Die Kehle **4** umläuft den Halbleiterchip **2** in lateraler Richtung entlang des gesamten Umfangs. Weiterhin weist die Kehle **4** eine laterale Ausdehnung auf, die mit zunehmendem Abstand von der Strahlungsaustrittsfläche **10** des Halbleiterbauelements **1** abnimmt. Die Kehle **4** kann wie im Zusammenhang mit **Fig. 1E** beschrieben strahlungsdurchlässig oder reflektierend ausgebildet sein.

[0082] Das Halbleiterbauelement **1** weist an einer der Strahlungsaustrittsfläche **10** gegenüberliegenden Montagefläche **15** einen ersten Kontakt **61** und einen zweiten Kontakt **62** auf. Durch Anlegen an externen

elektrischen Spannungen zwischen diesen Kontakten können Ladungsträger von verschiedenen Seiten in den aktiven Bereich **22** injiziert werden und dort unter Emission von Strahlung rekombinieren. Der erste Kontakt **61** und der zweite Kontakt **62** sind jeweils über Durchkontaktierungen **63** durch den Gehäusekörper **3** und Verbindungsleitungen **64** mit dem Halbleiterchip **2** elektrisch leitend verbunden. Die Verbindungsleitungen **64** erstrecken sich in lateraler Richtung über die Seitenfläche **20** des Halbleiterchips **2** hinaus und bedecken den Gehäusekörper **3** bereichsweise. In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ist die Verbindungsleitung **64** als eine Beschichtung ausgebildet. Davon abweichend kann jedoch auch eine Drahtbond-Verbindung Anwendung finden. Auf der der Montagefläche **15** gegenüberliegenden Seite kann das Halbleiterbauelement **1** ein Strahlungskonversionselement aufweisen (nicht explizit dargestellt).

[0083] Die geometrische Anordnung der Kontakte und die Kontaktführung zum Halbleiterchip **2** kann jedoch in Grenzen variiert werden. Beispielsweise kann auch ein Halbleiterchip Anwendung finden, der eine vorderseitige und eine rückseitige Anschlussfläche aufweist. In diesem Fall ist nur eine Durchkontaktierung **63** erforderlich. Auch ein Halbleiterchip mit zwei rückseitigen Anschlussflächen ist denkbar. Beispielsweise kann der Halbleiterchip **2** auch als ein Dünnschicht-Halbleiterchip mit einem elektrisch leitfähigen Substrat **25** ausgebildet sein.

[0084] Zur Ermittlung der erzielbaren Effizienz wurden Simulationen durchgeführt, denen ein Halbleiterchip mit einem transparenten Substrat **25** zugrunde gelegt wurde, sodass Strahlung auch zu einem erheblichen Anteil aus der Seitenfläche **20** der Halbleiterchips ausgekoppelt werden kann. Als Ausgangspunkt für die Simulationen wurde eine Vergleichsstruktur zugrunde gelegt, bei der der Halbleiterchip rückseitig und an den Seitenflächen jeweils an ein Material mit einer Reflektivität von 92 % angrenzt. An der Vorderseite des Halbleiterchips ist ein Strahlungskonversionsmaterial ausgebildet. Durch eine um den Halbleiterchip umlaufende Kehle, deren dem Halbleiterchip abgewandte Grenzfläche zur Seitenfläche des Halbleiterchips mit einem Winkel von 45° geneigt ist, und die mit einem Strahlungskonversionsmaterial befüllt ist, kann eine Steigerung der Effizienz von 6 % erzielt werden.

[0085] Wird die Kehle nicht mit einem Strahlungskonversionsmaterial befüllt, sondern mit einem Silikon mit einem hohen Brechungsindex von etwa 1,5 so kann die Effizienz um etwa 6,25 % im Vergleich zur Vergleichsstruktur erzielt werden. Den Simulationen wurde jeweils eine Höhe des Halbleiterchips von 150 µm zugrunde gelegt.

[0086] Durch die beschriebene Kehle, kann also eine signifikante Erhöhung der Effizienz des Halbleiterbauelements auf technisch einfach zu realisierende Weise erzielt werden.

[0087] Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Viel mehr 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. Verfahren zum Herstellen einer Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauelementen (1) mit den Schritten:

- a) Bereitstellen einer Mehrzahl von Halbleiterchips (2), die in einer lateralen Richtung voneinander beabstandet sind;
- b) Ausbilden eines Gehäusekörperverbands (30), der zumindest bereichsweise zwischen den Halbleiterchips angeordnet ist;
- c) Ausbilden einer Mehrzahl von Kehlen (4), die jeweils an einen Halbleiterchip angrenzen und die in lateraler Richtung durch eine Seitenfläche (20) des jeweiligen Halbleiterchips und den Gehäusekörperverbund begrenzt sind; und
- d) Vereinzeln des Gehäusekörperverbands in eine Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauelementen, wobei jedes Halbleiterbauelement zumindest einen Halbleiterchip und einen Teil des Gehäusekörperverbands als Gehäusekörper (3) aufweist und wobei die Halbleiterchips jeweils an einer einer Montagefläche (15) gegenüberliegenden Strahlungsausstrittsfläche (10) der Halbleiterbauelemente frei von Material des Gehäusekörpers sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Kehle strahlungsdurchlässig ist oder eine Reflektivität von mindestens 80 % aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Halbleiterchips jeweils an der Montagefläche der Halbleiterbauelemente frei von Material des Gehäusekörpers sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Halbleiterchips zur Ausbildung der Kehlen vor Schritt b) mit einem Umformungsmaterial derart umformt werden, dass die Seitenflächen der Halbleiterchips zumindest teilweise bedeckt sind und das Umformungsmaterial in Schritt b) von einer Formmasse für den Gehäusekörperverbund umformt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Halbleiterchips beim Aufbringen des Umformungsmateri-

als auf einem Hilfsträger (5) angeordnet sind und das Umformungsmaterial so aufgebracht wird, dass es die Seitenflächen der Halbleiterchips und den Hilfsträger jeweils zumindest teilweise bedeckt.

6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das Umformungsmaterial auf einen Hilfsträger (5) aufgebracht wird und die Halbleiterchips so in das Umformungsmaterial gedrückt werden, dass das Umformungsmaterial zumindest bereichsweise die Seitenflächen der Halbleiterchips bedeckt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, bei dem das Umformungsmaterial ein Füllmaterial (40) ist, das in den Halbleiterbauelementen verbleibt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, bei dem das Umformungsmaterial ein Hilfsmaterial (41) ist, das nach Schritt b) entfernt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem Schritt c) nach Schritt b) durchgeführt wird, wobei Material des Gehäusekörperverbands zur Ausbildung der Kehlen entfernt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, bei dem die Kehle nach Schritt b) mit einem Füllmaterial befüllt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Halbleiterchips in Schritt b) überformt werden und der Gehäusekörperverbund nachfolgend gedünnt wird, so dass die Halbleiterchips bereichsweise freiliegen.

12. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (1) mit einer Montagefläche (15) und einer der Montagefläche gegenüber liegenden Strahlungsausstrittsfläche (10), wobei

- das Halbleiterbauelement einen zur Erzeugung und/oder zum Empfangen von Strahlung vorgesehenen Halbleiterchip (2) aufweist;
- das Halbleiterbauelement einen Gehäusekörper (3) aufweist, der den Halbleiterchip in einer lateralen Richtung umgibt;
- der Halbleiterchip an der Strahlungsausstrittsfläche frei von Material des Gehäusekörpers ist; und
- an eine Seitenfläche (20) des Halbleiterchips eine Kehle (4) angrenzt, die in einer parallel zur Montagefläche verlaufenden lateralen Richtung durch die Seitenfläche des Halbleiterchips und den Gehäusekörper begrenzt ist.

13. Halbleiterbauelement nach Anspruch 12, wobei die Kehle entlang des gesamten Umfangs des Halbleiterchips verläuft und sich von der Strahlungsausstrittsfläche aus gesehen in Richtung der Montagefläche verjüngt.

14. Halbleiterbauelement nach Anspruch 12 oder 13, wobei die Kehle ein Strahlungskonversionsmaterial enthält.

15. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 12 bis 14, das nach einem der Ansprüche 1 bis 11 hergestellt ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig 1A

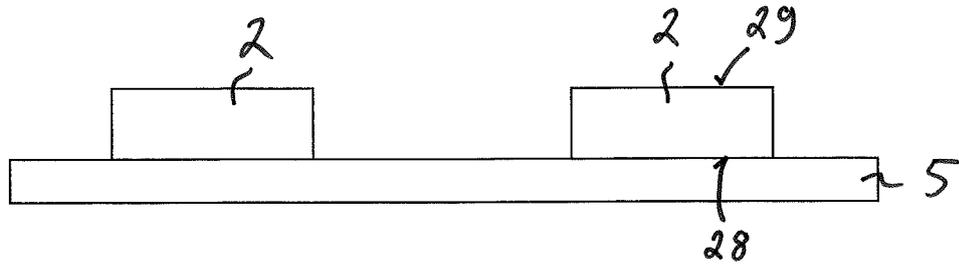


Fig 1B

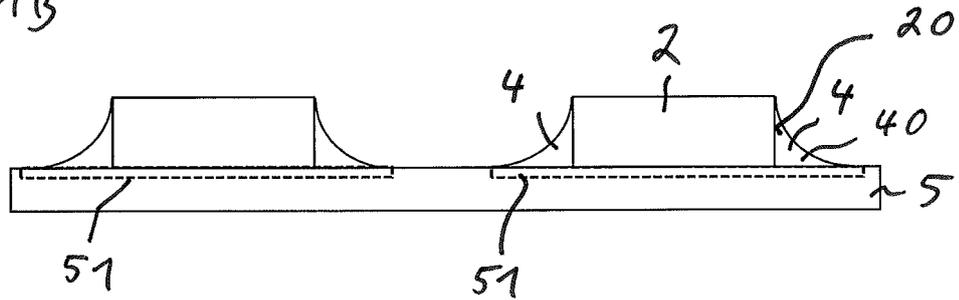


Fig 1C

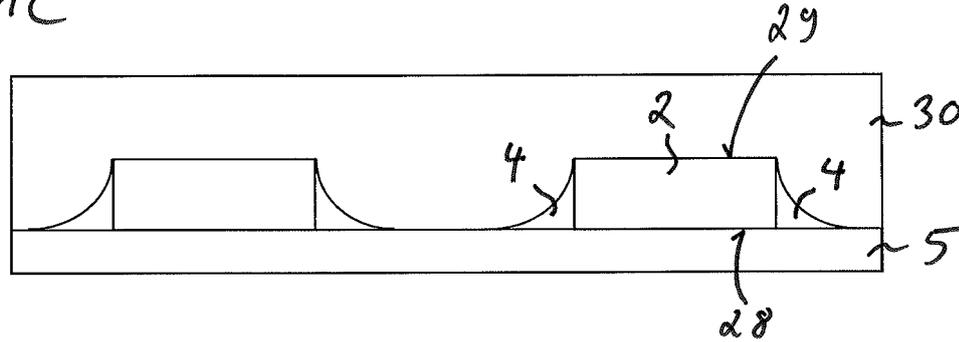


Fig 1D

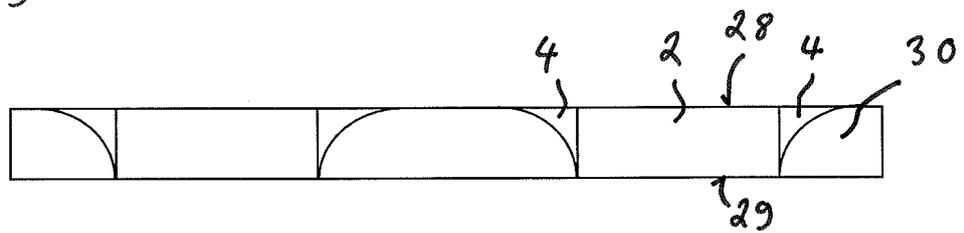


Fig 1E

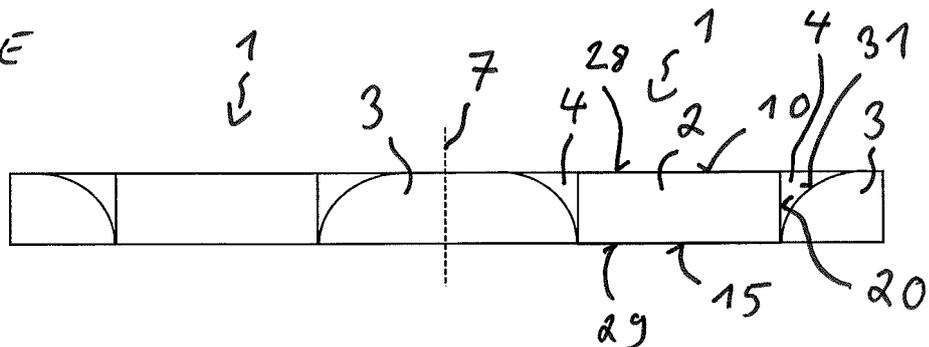


Fig 2A

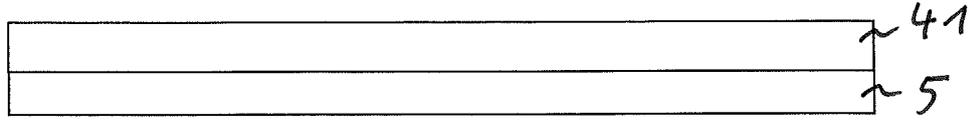


Fig 2B

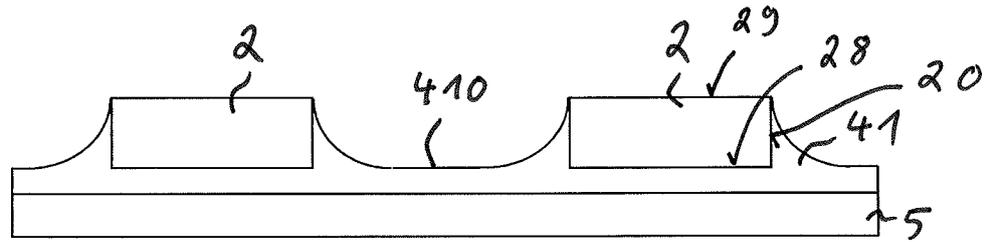


Fig 2C

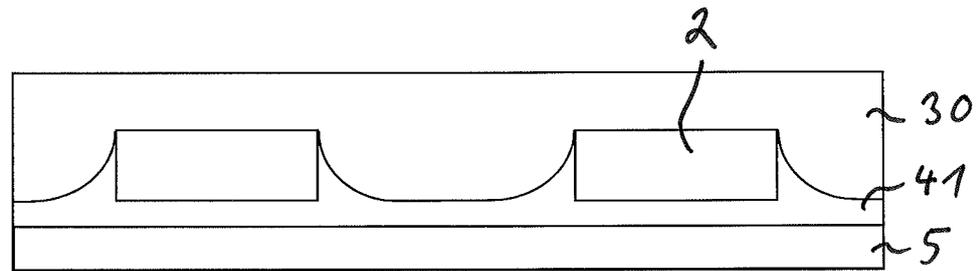


Fig 2D



Fig 2E

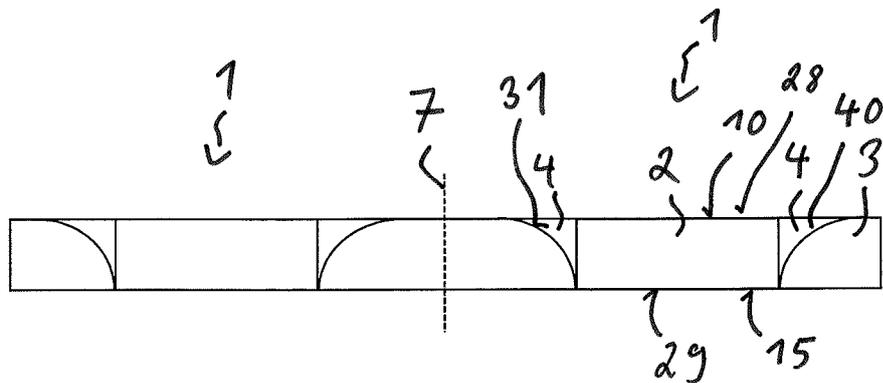


Fig 3A

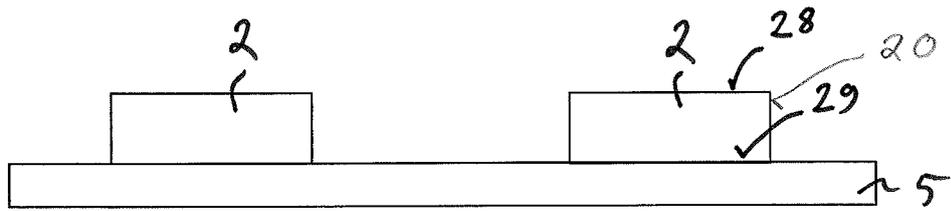


Fig 3B

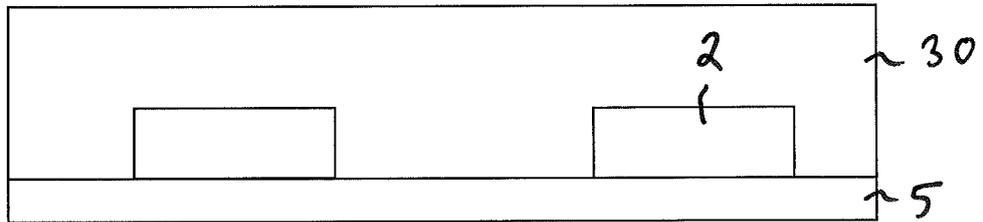


Fig 3C



Fig 3D

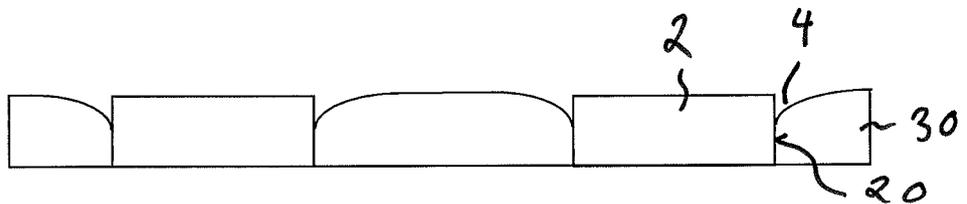


Fig 3E

