

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. August 2020 (20.08.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/164826 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/64 (2010.01) *H01L 33/62* (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/050582

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Januar 2020 (10.01.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 103 761.1
14. Februar 2019 (14.02.2019) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **PLÖSSL, Andreas**; Johann-Igl-Weg 24, 93051 Regensburg (DE).

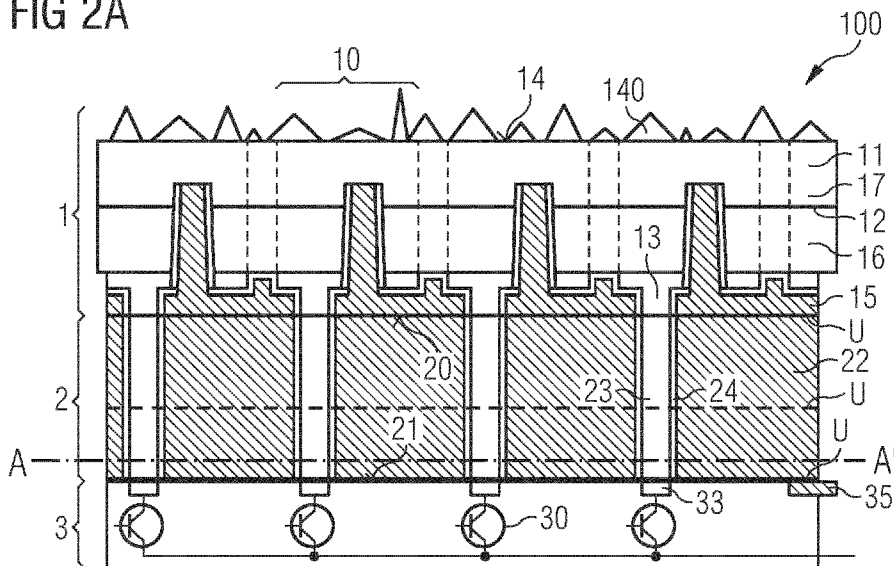
(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-
WALTSGESELLSCHAFT MBH**; Schloßschmidstr. 5,
80639 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A COMPONENT, AND COMPONENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BAUELEMENTS UND BAUELEMENT

FIG 2A



(57) **Abstract:** The invention relates to a component (100) comprising a semiconductor chip (1), a connecting element (2) and a support (3), the semiconductor chip being mechanically and electrically connected to the support via the connecting element. The connecting element has a continuous metal connecting layer (22) and a plurality of metal vias (23) which extend vertically through the connecting layer and are spaced apart laterally from the connecting layer by insulation regions (24). The insulation regions are filled with a gaseous medium and hermetically sealed, the gaseous medium containing an insulating gas which, compared to nitrogen, has a higher disruptive strength, or a gas pressure (P) which is less than 1 mbar prevails in the hermetically sealed insulation regions. The invention further relates to a method for producing such a component.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Bauelement (100) mit einem Halbleiterchip (1), einem Verbindungselement (2) und einem Träger (3) angegeben, wobei der Halbleiterchip über das Verbindungselement mit dem Träger mechanisch und elektrisch verbunden ist. Das

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Verbindungselement weist eine zusammenhängende metallische Verbindungsschicht (22) und eine Mehrzahl von metallischen Durchkontaktierungen (23) auf, die sich vertikal durch die Verbindungsschicht hindurch erstrecken und durch Isolationsbereiche (24) von der Verbindungsschicht lateral beabstandet sind. Die Isolationsbereiche sind mit einem gasförmigen Medium gefüllt und hermetisch abgeschlossen, wobei das gasförmige Medium ein Isoliergas enthält, das im Vergleich zum Stickstoff eine höhere Durchbruchfeldstärke aufweist, oder in den hermetisch abgeschlossenen Isolationsbereichen ein Gasdruck (P) herrscht, der kleiner als 1 mbar ist. Des Weiteren wird ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Bauelements angegeben.

Beschreibung

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BAUELEMENTS UND
BAUELEMENT

5

Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Bauelements, insbesondere eines optoelektronischen Bauelements angegeben. Darüber hinaus wird ein Bauelement, insbesondere ein optoelektronisches Bauelement angegeben.

10

Zur Herstellung einer mechanischen und elektrischen Verbindung zwischen einem zum Beispiel pixelierten Halbleiterchip und einem zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips eingerichteten Träger etwa in Form eines Aktivmatrixelements kann ein Verbindungselement mit einer Vielzahl von Durchkontaktierungen Anwendung finden. Die Dichte der Durchkontaktierungen hängt in der Regel von der Pixelgröße sowie von den lateralen Abständen zwischen den benachbarten Pixeln ab. Bei einer besonders hohen Pixeldichte stellt die elektrische Isolierung der Durchkontaktierungen eine besondere technische Herausforderung dar.

20

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein besonders kostengünstiges und vereinfachtes Verfahren zur Herstellung eines kompakten Bauelements anzugeben. Eine weitere Aufgabe ist es, ein kompaktes Bauelement mit besonders zuverlässigen elektrischen Verbindungen anzugeben.

25

Diese Aufgaben werden durch das Verfahren und das Bauelement gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Weitere Ausgestaltungen des Bauelements oder des Verfahrens sind Gegenstand der weiteren Ansprüche.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung eines Bauelements werden ein Halbleiterchip, ein Verbindungselement und ein Träger bereitgestellt. Der Träger ist insbesondere zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips eingerichtet. Das Verbindungselement kann zwischen dem Halbleiterchip und dem Träger angebracht werden und somit eine mechanische und elektrische Verbindung zwischen dem Halbleiterchip und dem Träger herstellen. Insbesondere wird das Verbindungselement direkt an den Halbleiterchip und direkt an den Träger angebracht, sodass das Bauelement frei von zusätzlichen Schichten, insbesondere frei von weiteren Haftungsschichten ist, die in vertikaler Richtung zwischen dem Halbleiterchip und dem Träger angeordnet sind. Zum Beispiel weist das Verbindungselement Haftvermittleroberflächen auf, die nach dem Befestigen des Verbindungselements am Halbleiterchip und/oder am Träger unmittelbar an den Halbleiterchip und/oder an den Träger angrenzen. Die Haftvermittleroberfläche des Verbindungselements ist insbesondere durch Oberfläche einer Haftvermittlerschicht aus einem Haftvermittlermaterial, zum Beispiel aus einem Lotmaterial gebildet.

Unter einer vertikalen Richtung wird allgemein eine Richtung verstanden, die quer insbesondere senkrecht, zu einer Haupterstreckungsfläche des Verbindungselements gerichtet ist. Unter einer lateralen Richtung wird demgegenüber eine Richtung verstanden, die entlang, insbesondere parallel zu der Haupterstreckungsfläche des Verbindungselements verläuft. Die vertikale Richtung und die laterale Richtung sind senkrecht zueinander.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips weist dieser eine Mehrzahl von aktiven Bereichen,

insbesondere von individuell ansteuerbaren aktiven Bereichen auf. Die aktiven Bereiche können als Bildpunkte ausgeführt sein. Zum Beispiel ist der Halbleiterchip in eine Mehrzahl von in lateraler Richtung nebeneinander angeordneten, einzeln und unabhängig ansteuerbaren Bildpunkten (Englisch: pixels) untergliedert. Der Halbleiterchip kann ein pixelierter und/oder segmentierter Halbleiterchip sein. Über eine Strahlungsausstrittsfläche des Halbleiterchips, die beispielsweise eine parallel zur lateralen Richtung verlaufende Hauptseite des Halbleiterchips bildet, kann im Betrieb vom Halbleiterchip erzeugte Strahlung aus dem Halbleiterchip emittiert werden, wobei jeder Bildpunkt einen Teilbereich der Strahlungsausstrittsfläche darstellen kann. Die Strahlungsausstrittsfläche bildet zum Beispiel ein Display. Alternativ ist es möglich, dass die aktiven Bereiche zur Detektion von elektromagnetischen Strahlungen eingerichtet sind.

Der Halbleiterchip kann ein funktionelles Halbleiterplättchen mit integrierter Kontaktstruktur aus Kontakten und/oder Schaltungen sein. Bevorzugt ist ein Halbleiterchip ein eigenes und separat handhabbares Modul, das auf einen Träger aufgesteckt oder aufgelötet oder aufgeklebt werden kann und auf diese Weise elektrisch kontaktiert wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips weist dieser eine erste Halbleiterschicht eines ersten Ladungsträgertyps, eine zweite Halbleiterschicht eines von dem ersten Ladungsträger verschiedenen zweiten Ladungsträgertyps und eine dazwischenliegende, zur Strahlungserzeugung oder zur Strahlungsdetektion eingerichtete aktive Schicht auf. Die erste Halbleiterschicht und die zweite Halbleiterschicht können eine n-leitende

Halbleiterschicht beziehungsweise eine p-leitende Halbleiterschicht sein, oder umgekehrt. Die aktive Schicht bildet zum Beispiel eine pn-Übergangszone. Die Halbleiterschichtenfolge basiert zum Beispiel auf einem III-V- oder II-VI-Verbindungshalbleitermaterial. Die aktive Schicht ist beispielsweise dazu eingerichtet, im Betrieb des Halbleiterchips oder des Bauelements elektromagnetische Strahlung im UV-Bereich, im sichtbaren Spektralbereich, etwa im blauen Spektralbereich, und/oder im Infrarotbereich zu emittieren oder in elektrische Signale umzuwandeln.

Insbesondere ist die Halbleiterschichtenfolge als Ganze entlang der gesamten lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips zusammenhängend ausgeführt. Es ist möglich, dass zumindest eine Schicht aus der Gruppe aus der ersten Halbleiterschicht, der zweiten Halbleiterschicht und der aktiven Schicht oder alle Schichten dieser Gruppe zusammenhängend ausgeführt ist/sind. Die Halbleiterschichtenfolge wird weiterhin als zusammenhängend angesehen, wenn zumindest eine der oben genannten Schichten zusammenhängend ausgeführt ist, während die anderen Schichten der oben genannten Gruppe etwa durch Trenngräben in eine Mehrzahl von einander lateral beabstandeten Teilschichten unterteilt sind.

Zum Beispiel erstrecken sich die Trenngräben durch die erste oder zweite Halbleiterschicht hindurch in die aktive Schicht hinein. Auch ist es möglich, dass sich die Trenngräben durch die aktive Schicht hindurch erstrecken und die aktive Schicht in eine Mehrzahl von lateral beabstandeten aktiven Teilschichten zertrennen. Durch die Trenngräben können die Teilschichten, insbesondere die aktiven Teilschichten, voneinander unabhängig elektrisch kontaktiert und angesteuert werden. Auch in Abwesenheit der Trenngräben ist es allerdings

aufgrund der relativ geringen elektrischen Querleitfähigkeit der Halbleiterschichten, insbesondere der p-leitenden Halbleiterschicht, möglich, lokale Regionen der aktiven Schicht gezielt zu aktivieren. Dies erfolgt insbesondere durch Anbringen einer strukturierten Kontaktschicht mit räumlich beabstandeten Kontaktelementen, die jeweils zur elektrischen Kontaktierung unterschiedlicher Teilbereiche einer Halbleiterschicht oder der aktiven Schicht eingerichtet sind.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Verbindungselement eine zusammenhängende metallische Verbindungsschicht, die von einer Mehrzahl von in lateraler Richtung nebeneinander angeordneten metallischen Durchkontaktierungen vollständig durchdrungen ist. Die Durchkontaktierungen können in Form metallischer und elektrisch leitfähiger Stifte ausgeführt sein, die sich insbesondere durch die Verbindungsschicht hindurch erstrecken. „Metallisch“ kann hier und im Folgenden bedeuten, dass das entsprechende metallische Element zu zumindest 70 Massen-%, 90 Massen-% oder 99 Massen-% aus Metall besteht.

Die Verbindungsschicht ist insbesondere zusammenhängend aber nicht einfach zusammenhängend ausgebildet und weist lochartige Durchbrüche auf. In Draufsicht auf eine Oberseite der Verbindungsschicht sind die Durchkontaktierungen dann lateral vollständig von der Verbindungsschicht umgeben. Beispielsweise ist in jedem Durchbruch nur eine einzige Durchkontaktierung angeordnet. Es ist jedoch möglich, dass in jedem Durchbruch genau zwei Durchkontaktierungen angeordnet sind, welche zur elektrischen Kontaktierung eines gemeinsamen aktiven Bereichs, insbesondere eines gemeinsamen Bildpunkts vorgesehen sind. Die zwei Durchkontaktierungen in dem

gemeinsamen Durchbruch sind insbesondere verschiedenen elektrischen Polaritäten zugeordnet.

5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens sind die Durchkontaktierungen durch Isolationsbereiche von der Verbindungsschicht elektrisch isoliert und beabstandet. Die Isolationsbereiche verhindern dabei, dass es zu einem direkten mechanischen und elektrischen Kontakt zwischen der Verbindungsschicht und den Durchkontaktierungen oder zwischen
10 den Durchkontaktierungen in einem gemeinsamen Durchbruch kommt. Die Isolationsbereiche sind insbesondere als Hohlräume zwischen den Durchkontaktierungen und der Verbindungsschicht ausgeführt.

15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist der Träger ein Aktivmatrixelement. Das Aktivmatrixelement kann auf einem Halbleitermaterial, etwa auf Si oder Ge, oder auf einem Halbleiterverbundmaterial GaN oder GaAs basieren. Bevorzugt ist der Träger dabei selbsttragend ausgeführt und
20 bildet beispielsweise für das optoelektronische Bauelement die mechanisch stabilisierende Komponente.

Ferner kann das Aktivmatrixelement eine Mehrzahl von Schaltern aufweisen. Jeder Schalter kann dabei beispielsweise
25 ein Transistor wie ein Dünnschichttransistor, insbesondere ein Feldeffekttransistor, sein. Zum Beispiel handelt es sich bei dem Aktivmatrixelement um ein Metall-Oxid-Halbleiter-Bauelement, bekannt als CMOS-Bauelement.

30 Jeder Schalter kann über eine der Durchkontaktierungen des Verbindungselements eindeutig oder eineindeutig einem aktiven Bereich, insbesondere mit einem Bildpunkt des Halbleiterchips zugeordnet und elektrisch leitend mit diesem aktiven Bereich

verbunden sein. Jede Durchkontaktierung ist insbesondere mit einem elektrischen Kontaktelement des Halbleiterchips, insbesondere des zugeordneten aktiven Bereichs, und/oder mit einem elektrischen Kontaktelement des Trägers, insbesondere des zugeordneten Schalters, elektrisch leitend verbunden. Über die zugeordnete Durchkontaktierung kann also der entsprechende aktive Bereich elektrisch kontaktiert werden. Im Betrieb des Bauelements ist es insbesondere möglich, über die Schalter die aktiven Bereiche einzeln und unabhängig voneinander oder gruppenweise mit elektrischem Strom zu versorgen und somit elektrisch anzusteuern.

In mindestens einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung eines Bauelements werden ein Halbleiterchip, ein Verbindungselement und ein Träger bereitgestellt. Das Verbindungselement weist eine zusammenhängende metallische Verbindungsschicht und eine Mehrzahl von metallischen Durchkontaktierungen auf, wobei die Durchkontaktierungen durch Isolationsbereiche von der Verbindungsschicht lateral beabstandet sind. Zur Herstellung einer mechanischen und elektrischen Verbindung zwischen dem Halbleiterchip und dem Träger wird das Verbindungselement umgeschmolzen, wobei die Isolationsbereiche mit einem gasförmigen Medium gefüllt und hermetisch abgeschlossen werden. Die Aufheizung des Verbindungselements wird insbesondere in einer Heizkammer bei einem ersten Gasdruck durchgeführt. Zur Erzielung einer verbesserten Durchschlagfestigkeit der Isolationsbereiche kann das gasförmige Medium ein Isoliergas enthalten, das im Vergleich zum Stickstoff eine höhere Durchbruchfeldstärke aufweist. Alternativ oder ergänzend kann der erste Gasdruck vor der hermetischen Abdichtung der Isolationsbereiche gesenkt werden, sodass in den darauffolgenden hermetisch abgeschlossenen Isolationsbereichen ein Gasdruck herrscht,

der kleiner als der erste Gasdruck ist. Insbesondere ist der Gasdruck in den abgeschlossenen Isolationsbereichen kleiner als 1 mbar.

5 Zum Beispiel wird der erste Gasdruck, der insbesondere für eine effiziente thermische Ankopplung benötigt wird, unmittelbar vor der hermetischen Abdichtung der Isolationsbereiche reduziert, etwa unmittelbar nach dem Erreichen der Schmelztemperatur oder der Solidustemperatur
10 des Materials der Verbindungsschicht und/oder der Durchkontaktierungen. Werden die Isolationsbereiche bei einem reduzierten Gasdruck hermetisch abgedichtet, herrscht in den darauffolgenden hermetisch abgeschlossenen Isolationsbereichen der reduzierte Gasdruck, der kleiner als
15 der ursprüngliche erste Gasdruck ist.

Es wurde festgestellt, dass die kritische elektrische Feldstärke für dielektrischen Durchbruch für eine vorgegebene Geometrie der Isolationsbereiche im Wesentlichen von der
20 Gasfüllung der Isolationsbereiche und von dem darin herrschenden Druck abhängt. In sehr geringen Druckbereichen steigt die Durchbruchfeldstärke der Gasfüllung mit der Reduzierung des Gasdrucks. Zudem hängt die Durchbruchfeldstärke direkt von der Zusammensetzung der
25 Gasfüllung ab. Insbesondere wird die Durchbruchfeldstärke der Gasfüllung stark erhöht, wenn diese ein Gasgemisch ist, das ein Isoliergas wie SF_6 oder $\text{C}_5\text{F}_{10}\text{O}$ oder ein anderes fluoriertes Gas aufweist oder im Wesentlichen aus einem solchen Isoliergas besteht.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist der Halbleiterchip eine Mehrzahl von aktiven Bereichen, etwa in Form von individuell ansteuerbaren Bildpunkten auf. Der

Träger umfasst bevorzugt eine Mehrzahl von Schaltern, die zur Ansteuerung der aktiven Bereiche vorgesehen sind. Die aktiven Bereiche können über die Durchkontaktierungen mit den Schaltern elektrisch leitend verbunden sein.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird das Umschmelzen des Verbindungselements in einer Heizkammer durchgeführt, wobei die thermische Ankopplung eines Heizblocks der Heizkammer an das Verbindungselement bei dem ersten Gasdruck stattfindet, der zwischen einschließlich 1 mbar und 2000 mbar ist, zum Beispiel zwischen einschließlich 100 mbar und 2000 mbar, 150 mbar und 1500 mbar, 200 mbar und 1200 mbar oder zwischen einschließlich 300 mbar und 1000 mbar.

15

Für die thermische Ankopplung kann ein Trägergas wie H_2 oder N_2 in die Heizkammer zugeführt werden. Es ist möglich, dass das Isoliergas, etwa ein fluoriertes Gas wie SF_6 oder $C_5F_{10}O$, bereits mit dem Trägergas oder erst während des Umschmelzprozesses nachträglich in die Heizkammer beziehungsweise in die Isolationsbereiche zugeführt wird, zum Beispiel unmittelbar vor der hermetischen Abdichtung der Isolationsbereiche. Insbesondere nach einem Reinigungsprozeß und etwa kurz vor dem Erreichen der Schmelztemperatur oder der Solidustemperatur des Materials der Verbindungsschicht und/oder der Durchkontaktierungen wird die Heizkammer mit dem Isoliergas geflutet, welches im Vergleich zur Umgebungsluft oder zum Sauerstoff oder Stickstoff eine höhere Durchbruchfeldstärke aufweist. Im Zweifel werden zum Vergleich die Durchbruchfeldstärken bei Normalbedingung oder bei dem in den Isolationsbereichen tatsächlich herrschenden Gasdruck etwa bei einer Temperatur von 20 °C bestimmt.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird das gasförmige Medium, das bevorzugt das Isoliergas enthält, in den Isolationsbereichen eingeschlossen, sodass in den hermetisch abgeschlossenen Isolationsbereichen der erste Gasdruck herrscht. Der erste Gasdruck ist im Wesentlichen der Gasdruck, der für die thermische Ankopplung des Heizblocks der Heizkammer an das Verbindungselement eingerichtet ist. Insbesondere wird die Schmelztemperatur oder die Solidustemperatur der Verbindungsschicht beziehungsweise der Durchkontaktierungen bei dem ersten Gasdruck erzielt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird der erste Gasdruck gesenkt, insbesondere auf den Gasdruck, der in den Isolationsbereichen eingeschlossen wird. Der Gasdruck in den Isolationsbereichen ist beispielsweise zwischen einschließlich 1 mbar und 10^{-7} mbar. Mit anderen Worten wird der erste Gasdruck insbesondere unmittelbar vor der hermetischen Abdichtung auf den in den darauffolgenden in den Isolationsbereichen eingeschlossenen Gasdruck reduziert. Zum Beispiel ist der Gasdruck in den Isolationsbereichen zwischen einschließlich 1 mbar und 10^{-5} mbar, zwischen einschließlich 1 mbar und 10^{-3} mbar oder zwischen einschließlich 0,1 mbar und 10^{-5} mbar, zum Beispiel zwischen einschließlich 0,01 mbar und 10^{-5} mbar.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird bei der Aufheizung des Verbindungselements ein Trägergas verwendet, wobei vor der hermetischen Abdichtung der Isolationsbereiche das Isoliergas, welches verschieden von dem Trägergas ist, in die Isolationsbereiche zugeführt wird. Das in den Isolationsbereichen eingeschlossene gasförmige Medium kann ein Gasgemisch aus dem Trägergas und dem

Isoliergas sein. Insbesondere kann das Gasgemisch zum Teil Umgebungsluft aufweisen.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist
5 der Halbleiterchip ein Aufwachssubstrat auf, das vor dem Verbinden des Halbleiterchips mit dem Verbindungselement als mechanisch stabilisierendes Substrat des Halbleiterchips dient. Nach der Befestigung des Halbleiterchips an dem Verbindungselement wird das Aufwachssubstrat bevorzugt
10 gedünnt, strukturiert oder von dem Halbleiterchip entfernt. Die Bearbeitung des Aufwachssubstrats kann vor oder nach der Befestigung des Verbindungselements an dem Träger durchgeführt werden. Das Verbindungselement dient somit als mechanisch stabilisierender Zwischenträger des Bauelements.
15 Auf einen weiteren Hilfsträger, der die Halbleiterschichtenfolge bei der Strukturierung oder Entfernung des Aufwachssubstrats mechanisch stabilisiert, kann verzichtet werden.
- 20 Die Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterchips kann durch ein Epitaxie-Verfahren auf dem Aufwachssubstrat aufgebracht sein. Zum Beispiel ist die n-leitende Halbleiterschicht zwischen dem Aufwachssubstrat und der aktiven Schicht angeordnet. Wird das Aufwachssubstrat gedünnt, strukturiert
25 oder vom Halbleiterchip abgelöst, lassen sich besonders gute Hell-Dunkel-Kontraste zwischen benachbarten Bildpunkten sowie eine hohe Effizienz des Halbleiterchips verwirklichen.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist das
30 Verbindungselement bereits bei der Bereitstellung an dem Halbleiterchip oder an dem Träger befestigt. Zum Beispiel wurde das Verbindungselement zuvor direkt auf den Halbleiterchip oder auf den Träger strukturiert aufgebracht.

Es ist auch denkbar, dass das Verbindungselement durch flächiges Aufbringen einer Schicht und durch teilweises Entfernen dieser Schicht gebildet wird. Außerdem ist es möglich, dass das Verbindungselement zuvor mit dem Halbleiterchip oder mit dem Träger befestigt wurde. Es ist auch denkbar, dass das Verbindungselement bei der Bereitstellung zwei getrennte Teilbereiche aufweist, wobei ein Teilbereich an dem Halbleiterchip befestigt oder direkt auf dem Halbleiterchip gebildet ist, und wobei der andere Teilbereich an dem Träger befestigt oder direkt auf dem Träger gebildet ist. Jeder der Teilbereiche kann eine Teilverbindungsschicht und mehrere Teildurchkontaktierungen aufweisen. Das Umschmelzen des Verbindungselements führt insbesondere dazu, dass die getrennten Teilbereiche zusammengeführt werden, wodurch eine mechanische und elektrische Verbindung zwischen dem Halbleiterchip und dem Träger hergestellt wird.

Es wird ein Bauelement mit einem Halbleiterchip, einem Verbindungselement und einem Träger angegeben. Die oben beschriebenen Verfahren sind zur Herstellung eines hier beschriebenen Bauelements besonders geeignet. Die im Zusammenhang mit dem Bauelement beschriebenen Merkmale können daher für die Verfahren herangezogen werden und umgekehrt.

In mindestens einer Ausführungsform eines Bauelements umfasst dieses einen Halbleiterchip, ein Verbindungselement und einen Träger, wobei der Halbleiterchip über das Verbindungselement, insbesondere direkt über das Verbindungselement, mit dem Träger mechanisch und elektrisch verbunden ist. Das Verbindungselement weist eine zusammenhängende metallische Verbindungsschicht und eine Mehrzahl von metallischen Durchkontaktierungen auf, die sich vertikal durch die

Verbindungsschicht hindurch erstrecken und durch Isolationsbereiche von der Verbindungsschicht lateral beabstandet sind. Die Isolationsbereiche sind mit einem gasförmigen Medium gefüllt und hermetisch abgeschlossen, wobei das gasförmige Medium ein Isoliergas enthält, das im Vergleich zum Stickstoff eine höhere Durchbruchfeldstärke aufweist. Alternativ oder ergänzend kann das Bauelement derart ausgeführt sein, dass in den hermetisch abgeschlossenen Isolationsbereichen ein Gasdruck herrscht, der kleiner als 1 mbar ist. Der Halbleiterchip weist zum Beispiel eine Mehrzahl von individuell ansteuerbaren aktiven Bereichen in Form von Bildpunkten auf. Der Träger enthält eine Mehrzahl von Schaltern, die zur Ansteuerung der aktiven Bereiche eingerichtet sind, wobei die aktiven Bereiche über die Durchkontaktierungen mit den Schaltern elektrisch leitend verbunden sind.

Sind die Isolationsbereiche mit einem solchen Isoliergas gefüllt und/oder herrscht in den hermetisch abgeschlossenen Isolationsbereichen lediglich ein solcher geringer Gasdruck, weisen die Isolationsbereiche ausreichend große Durchbruchfeldstärke auf, sodass ein minimaler lateraler Abstand zwischen den Durchkontaktierungen oder zwischen der Verbindungsschicht und den Durchkontaktierungen besonders klein gewählt werden kann. Bis auf Herstellungstoleranzen wird der kleinste zulässige Isolationsabstand durch das Befüllen mit dem Isoliergas und/oder durch den geringen Gasdruck signifikant reduziert, sodass eine höhere Dichte an Durchkontaktierungen ohne erhöhtes Risiko bezüglich eines möglichen elektrischen Kurzschlusses erzielt werden kann. Anders ausgedrückt kann zum Beispiel bei einer 3D-Integration eines Halbleiterchips mit einem Aktivmatrixelement ein gesondert gefertigtes Verbindungselement verwendet werden,

wobei ein Isolationsabstand zwischen einer nicht einfach zusammenhängenden Verbindungsschicht des Verbindungselements und einer Mehrzahl von Durchkontaktierungen des Verbindungselements signifikant verringert werden kann.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist jede der Durchkontaktierungen in lateralen Richtungen von dem gasförmigen Medium vollständig umgeben. Das gasförmige Medium bewirkt die elektrische Isolation zwischen den

10 Durchkontaktierungen und zwischen der Verbindungsschicht und den Durchkontaktierungen. Zwischen den Durchkontaktierungen und/oder zwischen der Verbindungsschicht und den Durchkontaktierungen ist das Bauelement insbesondere frei von einem Material in festem oder flüssigem Aggregatzustand etwa
15 frei von einem Kunststoff, einem Polymer oder frei von einem Siliziumoxid wie SiO_2 oder von einem Siliziumnitrid wie SiN . Insbesondere kann das Verbindungselement zu zumindest 50 Vol-
%, 60 Vol-% oder 75 Vol-% oder 85 Vol-% aus einem Metall bestehen. Der restliche Anteil des Verbindungselements kann
20 mindestens 15 Vol-%, 25 Vol-%, 30 Vol-% oder mindestens 40 Vol-% und beispielsweise durch die Isolationsbereiche gebildet sein. Es ist möglich, dass das Verbindungselement ausschließlich aus metallischen Materialien und den mit dem gasförmigen Medium gefüllten Isolationsbereichen besteht.

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements oder des Verfahrens ist das Isoliergas ein fluoriertes Gas, zum Beispiel Schwefelhexafluorid SF_6 und/oder Perfluorovalerylfluorid $\text{C}_5\text{F}_{10}\text{O}$ oder ein anderes im Hinblick
30 auf die Durchbruchfeldstärke zumindest gleichwertiges Isoliergas. Aus Umweltschutzgesichtspunkten ist $\text{C}_5\text{F}_{10}\text{O}$ gegenüber SF_6 bevorzugt. Weitere fluorierte Gase sind zum Beispiel CF_3I oder $\text{c-C}_4\text{F}_8$, Perfluoroketone (PFK), z.B. C5-PFK

oder $\text{CF}_3\text{COCF}(\text{CF}_3)_2$ und Perfluornitrilen (PFN), z.B. C4-PFN
oder $(\text{CF}_3)_2\text{CFCN}$, Chlorotrifluoroethan $(\text{CF}_3\text{CHCl}_2)$,
1,1,1,3,4,4,4-Heptafluoro-3-Trifluoromethyl-2-Butanon
 $((\text{CF}_3)_2\text{CFC}(\text{O})\text{CF}_3)$ oder 2,3,3,3-Tetrafluoro-2-Trifluoromethyl-
5 Propanenitril $((\text{CF}_3)_2\text{CFCN})$.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist das
gasförmige Medium ein Gasgemisch, wobei das Isoliergas einen
Stoffmengenanteil insbesondere zwischen einschließlich 30
10 Mol-% und 99 Mol-%, 50 Mol-% und 99 Mol-%, 70 Mol-% und 99
Mol-% oder zwischen einschließlich 90 Mol-% und 99 Mol-%
aufweist. Die Beimengung weniger gut isolierender Gase
beträgt bevorzugt weniger als 1 Mol-%, weniger als 10 Mol-%
oder weniger als 50 Mol-%.

15 Zum Beispiel kann das Gasgemisch neben einem fluorierten Gas
wie $\text{C}_5\text{F}_{10}\text{O}$ und/oder SF_6 andere Gase wie N_2 , CO_2 , CF_4 , O_2
und/oder H_2 enthalten.

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements enthält
das gasförmige Medium das Isoliergas, welches im Vergleich
zum Stickstoff eine höhere Durchbruchfeldstärke aufweist,
wobei der Gasdruck in den Isolationsbereichen zwischen
einschließlich 1 mbar und 2000 mbar ist.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist das
gasförmige Medium frei von einem Isoliergas, das im Vergleich
zum Stickstoff eine höhere Durchbruchfeldstärke aufweist,
wobei der Gasdruck in den Isolationsbereichen zwischen
30 einschließlich 1 mbar und 10^{-7} mbar ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements enthält
das gasförmige Medium Stickstoff, dessen Stoffmengenanteil in

den Isolationsbereichen mindestens 60 Mol-%, 70 Mol-%, 80 Mol-%, 90 Mol-% oder mindestens 95 Mol-% ist, wobei der Gasdruck in den Isolationsbereichen zwischen einschließlich 1 mbar und 10^{-7} mbar ist. Bei einem derart geringen Gasdruck
5 kann das gasförmige Medium, das insbesondere vorwiegend oder ausschließlich aus Stickstoff besteht, eine ausreichende Durchbruchfeldstärke aufweisen, sodass ein minimaler lateraler Abstand zwischen den Durchkontaktierungen oder zwischen den Durchkontaktierungen und der Verbindungsschicht
10 besonders klein gewählt werden kann.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements oder des Verfahrens weist das in den Isolationsbereichen eingeschlossene gasförmige Medium eine mittlere
15 Durchbruchfeldstärke E_m auf. Das Verbindungselement weist einen minimalen lateralen Abstand D_{min} und einen mittleren lateralen Abstand D_m zwischen der Verbindungsschicht und den jeweiligen Durchkontaktierungen auf. Insbesondere ist das Produkt $D_{min} \cdot E_m$ zwischen einschließlich 0,5 V und 10 V, zum
20 Beispiel zwischen einschließlich 2 V und 10 V, 3 V und 10 V, 4 V und 10 V oder zwischen einschließlich 6 V und 10 V. Bevorzugt ist das Verhältnis D_m/D_{min} zwischen einschließlich 1 und 4, zum Beispiel zwischen einschließlich 1,5 und 4 etwa zwischen einschließlich 2 und 4.

25 Weist das Verbindungselement zum Beispiel genau zwei oder mehrere Durchkontaktierungen in einem gemeinsamen Durchbruch auf, kann das Produkt $D_{min} \cdot E_m$ ebenfalls zwischen einschließlich 0,5 V und 10 V und das Verhältnis D_m/D_{min}
30 zwischen einschließlich 1 und 4 sein, wobei D_{min} und D_m ein minimaler lateraler Abstand beziehungsweise ein mittlerer lateraler Abstand zwischen benachbarten Durchkontaktierungen in den jeweiligen gemeinsamen Durchbrüchen sind.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements oder des Verfahrens sind die Verbindungsschicht und die Durchkontaktierungen aus einem Lotmaterial oder aus Lotmaterialien gebildet. Die Verbindungsschicht und die Durchkontaktierungen können die gleiche Materialzusammensetzung aufweisen. Insbesondere sind sie aus dem gleichen Material oder aus gleichen Materialien gebildet.

Sind die Verbindungsschicht und die Durchkontaktierungen zumindest teilweise aus einem Haftvermittlermaterial, etwa aus einem Lotmaterial, gebildet, kann der Halbleiterchip direkt über das Verbindungselement mit dem Träger mechanisch und elektrisch verbunden werden. Das Verbindungselement kann direkt an den Halbleiterchip und/oder an den Träger angrenzen. Insbesondere ist das Bauelement frei von weiteren Schichten, etwa frei von weiteren Haftvermittlerschichten, die nicht als Bestandteile des Halbleiterchips, des Verbindungselements und/oder des Trägers ausgeführt und zwischen dem Verbindungselement und dem Halbleiterchip und/oder zwischen dem Verbindungselement und dem Träger angeordnet sind. Mit anderen Worten kann das Verbindungselement als einzige Schicht oder als einziger Schichtenstapel zwischen dem Halbleiterchip und dem Träger ausgeführt sein. Insbesondere ist der Halbleiterchip ausschließlich durch Bildung einer metallischen Verbindung, etwa einer Lotverbindung insbesondere aus rein eutektischen Lotsystemen, oder einer rein intermetallischen Verbindung permanent mit dem dem Träger fixiert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements oder des Verfahrens ist jeder aktive Bereich genau einer der Durchkontaktierungen oder genau einem Paar aus zwei benachbarten Durchkontaktierungen uneindeutig zugeordnet.

Die aktiven Bereiche sind insbesondere über die Durchkontaktierungen mit den Schaltern elektrisch leitend verbunden und können im Betrieb des Halbleiterchips über die Schalter individuell oder gruppenweise ansteuerbar ausgeführt
5 sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements oder des Verfahrens weist der Halbleiterchip eine Halbleiterschichtenfolge mit einer zur Strahlungserzeugung
10 oder zur Strahlungsdetektion eingerichteten aktiven Schicht auf, wobei die aktive Schicht entlang der gesamten lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips zusammenhängend ausgeführt ist. Alternativ oder ergänzend ist es möglich, dass die Halbleiterschichtenfolge eine erste Halbleiterschicht, eine
15 zweite Halbleiterschicht und eine dazwischenliegende und zur Strahlungserzeugung oder zur Strahlungsdetektion eingerichtete aktive Schicht aufweist, wobei zumindest eine dieser Schichten etwa durch Trenngräben in eine Mehrzahl von einander lateral beabstandeten Teilschichten unterteilt ist.
20 Es ist möglich, dass nur die erste Halbleiterschicht oder nur die zweite Halbleiterschicht in eine Mehrzahl von lateral beabstandeten Teilschichten unterteilt ist. Zusätzlich ist es denkbar, die aktive Schicht zusammen mit der ersten oder zweiten Halbleiterschicht in eine Mehrzahl von einander
25 lateral beabstandeten aktiven Teilschichten unterteilt ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements oder des Verfahrens ist das Bauelement als optoelektronisches Bauelement ausgeführt. Das Bauelement kann einen einzigen
30 Halbleiterchip oder eine Mehrzahl von Halbleiterchips aufweisen, die insbesondere auf einem gemeinsamen Träger angeordnet sind. Zur Befestigung der Halbleiterchips auf dem Träger kann ein gemeinsames Verbindungselement oder eine

Mehrzahl von solchen nebeneinander angeordneten Verbindungselementen verwendet werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements weist
5 das Verbindungselement eine Oberseite und eine Unterseite auf. Insbesondere sind die Oberseite und die Unterseite durch Oberflächen der Verbindungsschicht und/oder der Durchkontaktierungen gebildet. Die Verbindungsschicht kann in
10 vertikaler Richtung bündig mit der Oberseite und/oder der Unterseite abschließen. Der Halbleiterchip kann in einem Auflagebereich in direktem Kontakt mit der Oberseite des Verbindungselements und mit diesem mechanisch stabil verbunden sein. Die Durchkontaktierungen sind durch Isolationsbereiche von der Verbindungsschicht und/oder
15 voneinander elektrisch isoliert. Der Halbleiterchip kann durch das Verbindungselement mechanisch stabil und elektrisch leitend mit dem direkt an der Unterseite des Verbindungselements befindlichen Träger verbunden sein. Die Verbindungsschicht kann einer der elektrischen Polaritäten des
20 Bauelements zugeordnet sein. Alternativ ist es möglich, dass die Verbindungsschicht von dem Halbleiterchip elektrisch isoliert ist und lediglich als stabilisierende Schicht für den Halbleiterchip und als elektrische Abschirmung für die innenliegenden Durchkontaktierungen dient. Bevorzugt liegt
25 das Verbindungselement großflächig auf dem Halbleiterchip auf. Auf diese Weise kann das Verbindungselement gleichzeitig als Kühlelement dienen, um die im Betrieb von dem Halbleiterchip erzeugte Wärme effektiv zum Beispiel über den Träger abzuführen.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements oder des Verfahrens beträgt die Fläche des Auflagebereichs in Draufsicht auf den Halbleiterchip mindestens $7/12$ oder $3/4$

oder 5/6 der Fläche einer der Oberseite zugewandten
Montageseite des Halbleiterchips. Die Montageseite erstreckt
sich beispielsweise über die gesamte laterale Ausdehnung des
Halbleiterchips. Über einen solchen Flächenanteil wird dann
5 der Halbleiterchip mechanisch von dem Verbindungselement
getragen oder gestützt. Ein solch großflächiger
Auflagebereich, in dem festes Material des Halbleiterchips
mit festem Material des Verbindungselements in direktem
Kontakt steht, sorgt insbesondere für eine effektive
10 Wärmeabfuhr der im Halbleiterchip erzeugten Wärme.

Insbesondere weist der Halbleiterchip vor der Befestigung auf
dem Verbindungselement freizugängliche Kontaktelemente auf
der Montageseite auf, wobei die Kontaktelemente nach der
15 Befestigung des Halbleiterchips auf dem Verbindungselement
unmittelbar an die Durchkontaktierungen oder an die
Verbindungsschicht angrenzen können. Die Kontaktelemente sind
insbesondere als freizugängliche Bestandteile oder
freizugängliche Schichten einer Kontaktstruktur des
20 Halbleiterchips ausgeführt. Die Kontaktstruktur kann
unmittelbar an die Halbleiterschichtenfolge angrenzen, sodass
der Halbleiterchip insbesondere frei von weiteren mechanisch
selbsttragenden Schichten ist, die in der vertikalen Richtung
etwa zwischen der Halbleiterschichtenfolge und der
25 Kontaktstruktur oder zwischen der Halbleiterschichtenfolge
und der Montageseite angeordnet sind.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements oder
des Verfahrens sind die Durchkontaktierungen mit ersten
30 Kontaktelementen des Trägers in direktem elektrischem und
mechanischem Kontakt. Insbesondere unterscheiden sich die
Kontaktelemente des Halbleiterchips oder des Trägers von den
Durchkontaktierungen des Verbindungselements zum Beispiel

hinsichtlich der Materialzusammensetzung. Des Weiteren sind die Durchkontaktierungen entlang der vertikalen Richtung insbesondere nicht einstückig mit den Kontaktelementen des Halbleiterchips und/oder des Trägers ausgebildet, sondern
5 grenzen lediglich an diese an. Mikroskopisch sind zum Beispiel Grenzflächen zwischen den Durchkontaktierungen und den zugehörigen Kontaktelementen erkennbar.

Entlang der vertikalen Richtung können die Verbindungsschicht
10 und/oder die Durchkontaktierungen jeweils einen Mehrschichtenaufbau aus mehreren übereinanderliegenden und verschiedenen metallischen Einzelschichten aufweisen. Zum Beispiel umfasst der Mehrschichtenaufbau eine Au/AuSn-, Cr/Ni/Sn/Ti/Au-, Ti/Pt/Sn/In- oder Ti/Pt/Sn/Ti/Au-
15 Schichtenfolge. Die Ti-Schicht ist insbesondere als temporäre Barriere eingerichtet. Die außenliegenden Schichten der Verbindungsschicht und/oder der Durchkontaktierungen sind bevorzugt aus einem Lotmaterial gebildet. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der Verbindungsschicht und/oder bei den
20 Durchkontaktierungen um Lotelemente, die in einem Lötprozess aufgeschmolzene und anschließend ausgehärtete Regionen aufweisen. Beispielsweise liegt der Schmelzpunkt der Verbindungsschicht und/oder der Durchkontaktierungen bei mindestens 180 °C, 250 °C, 280 °C oder 350 °C bis 450 °C
25 (Weichlot) oder bei mindestens 450 °C (Hartlot).

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Verbindungsschicht elektrisch leitend mit dem Halbleiterchip oder mit jedem aktiven Bereich verbunden. Die
30 Verbindungsschicht kann beispielsweise für alle aktiven Bereiche einen gemeinsamen Gegenkontakt zu den Durchkontaktierungen bilden. Im Betrieb können über die Durchkontaktierungen und über den Gegenkontakt elektrische

Ladungsträger in den Halbleiterchip injiziert werden. Über die Durchkontaktierungen können die aktiven Bereiche einzeln und unabhängig voneinander angesteuert werden.

5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Verbindungsschicht elektrisch von dem Halbleiterchip isoliert und bildet keinen elektrischen Kontakt zu dem Halbleiterchip. Auf der Montageseite in Region der Verbindungsschicht kann der Halbleiterchip dann beispielsweise eine isolierende
10 Schicht aufweisen, die die Verbindungsschicht von dem Halbleiterchip elektrisch isoliert. Die isolierende Schicht überdeckt dann in Draufsicht die Verbindungsschicht. In Regionen der Durchkontaktierungen ist der Halbleiterchip insbesondere frei von der isolierenden Schicht. Jeder aktive
15 Bereich kann über zwei Durchkontaktierungen elektrisch kontaktiert werden. Die zwei Durchkontaktierungen können in demselben Durchbruch oder in zwei unterschiedlichen Durchbrüchen der Verbindungsschicht angeordnet sein. Auch ist es möglich, dass manche Durchkontaktierungen am Rand des
20 Bauelements angeordnet sind und lateral nicht vollständig von der Verbindungsschicht umgeben sind. In diesem Fall kann für die Isolierung der randseitigen Durchkontaktierungen ein anderes Medium, etwa ein festes isolierendes Medium, verwendet werden. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich,
25 dass der laterale Abstand von den randseitigen Durchkontaktierungen zu der Verbindungsschicht vergrößert wird. Sind zwei Durchkontaktierungen in demselben Durchbruch angeordnet, sind diese insbesondere durch das gasförmige Medium voneinander elektrisch isoliert.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements oder des Verfahrens weist das Verbindungselement eine vertikale Schichtdicke von zumindest 0,5 μm , 3 μm , 5 μm oder 10 μm auf.

Alternativ oder zusätzlich kann die Schichtdicke des Verbindungselements höchstens 100 μm , 50 μm , 40 μm oder 30 μm sein. Die Schichtdicke wird dabei zwischen der Oberseite und der Unterseite gemessen. Die Durchkontaktierungen können jeweils eine laterale Ausdehnung von zumindest 1 μm oder 5 μm oder 10 μm oder 20 μm aufweisen. Alternativ oder zusätzlich beträgt die laterale Ausdehnung der Durchkontaktierungen jeweils höchstens 80 μm , 70 μm , 60 μm , 30 μm , 10 μm oder 5 μm . Der laterale Abstand zwischen den benachbarten Durchkontaktierungen in einem gemeinsamen Durchbruch und/oder zwischen der Verbindungsschicht und den Durchkontaktierungen kann zumindest 0,5 μm oder 2 μm oder 5 μm oder 10 μm sein. Alternativ oder zusätzlich ist der Abstand höchstens 50 μm , 40 μm , 30 μm , 20 μm , 10 μm , 5 μm oder 3 μm . Dieser Abstand entspricht der Dicke der Isolationsbereiche.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist der Halbleiterchip frei von einem Aufwachssubstrat. Frei von einem Aufwachssubstrat bedeutet hier insbesondere, dass das Aufwachssubstrat vollständig entfernt ist oder dass durchaus noch Reste eines Aufwachssubstrats auf der Halbleiterschichtenfolge angeordnet sein können, diese aber nicht ausreichen, um alleine den Halbleiterchip zu stabilisieren. Insbesondere können die Reste des Aufwachssubstrats eine Auskoppelstruktur auf der Strahlungsaustrittsfläche oder Strahlungseintrittsfläche des Halbleiterchips bilden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Bauelements ist der Halbleiterchip mechanisch nicht selbsttragend. Das heißt, ohne zusätzliche Trägerelemente wie das Verbindungselement und/oder den Träger des Bauelements würde der Halbleiterchip brechen oder bis zur Unbrauchbarkeit verformen. Vorliegend

wird der Halbleiterchip zum Beispiel durch den Träger und/oder das Verbindungselement stabilisiert und mechanisch getragen. Das Bauelement ist insbesondere frei von weiteren Trägerelementen. Insbesondere ist der Halbleiterchip selbst
5 frei von einem stabilisierenden Substrat.

Weitere Vorteile, bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen des Bauelements oder des Verfahrens ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren 1A
10 bis 4B erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Figur 1A ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung eines Bauelements in schematischer Schnittansicht;
15

Figuren 1B und 1C verschiedene Ausführungsbeispiele eines Verfahrens zur Herstellung eines Bauelements;

Figur 1D schematische Darstellung eines Teilbereichs eines Verbindungselements; und
20

Figuren 2A, 2B, 3A, 3B, 3C, 3D, 4A und 4B schematische Darstellungen verschiedener Ausführungsbeispiele eines Bauelements jeweils in Schnittansicht oder in Draufsicht.
25

Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren sind jeweils schematische Darstellungen und daher nicht unbedingt maßstabsgetreu. Vielmehr können vergleichsweise
30 kleine Elemente und insbesondere Schichtdicken zur Verdeutlichung übertrieben groß dargestellt sein.

Gemäß Figur 1A werden in einem Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements 100 ein Träger 3, ein Verbindungselement 2 und ein Halbleiterchip 1 bereitgestellt.

5 Der Halbleiterchip 1 weist eine Halbleiterschichtenfolge 11 auf, die insbesondere auf einem Aufwachssubstrat 140 epitaktisch aufgewachsen ist. Zum Beispiel ist der Halbleiterchip 1 ein pixelierter Halbleiterchip 1 mit einer auf AlGaInN basierenden Halbleiterschichtenfolge 11 und einem
10 Aufwachssubstrat 140 insbesondere aus Saphir.

Der Halbleiterchip 1 weist eine Halbleiterschichtenfolge 11 zwischen einer Montageseite 18 und einer der Montageseite 18 gegenüberliegenden Strahlungsausstrittsfläche 14 oder
15 Strahlungseintrittsfläche 14 auf. Die Halbleiterschichtenfolge 11 umfasst eine erste Halbleiterschicht 16 und eine zweite Halbleiterschicht 17. Die erste Halbleiterschicht 16 ist beispielsweise eine p-leitende Schicht, wobei die zweite Halbleiterschicht 17 zum
20 Beispiel eine n-leitende Schicht ist, oder umgekehrt. Zwischen der ersten Halbleiterschicht 16 und der zweiten Halbleiterschicht 17 ist eine aktive Schicht 12, beispielsweise in Form eines pn-Übergangs, angeordnet.

25 Insbesondere weist der Halbleiterchip 1 oder die Halbleiterschichtenfolge 11 eine Mehrzahl von aktiven Bereichen 10 insbesondere in Form von Bildpunkten 10 auf. Der Halbleiterchip kann mindestens 10, 50, 100, 200 oder 1000 solche Bildpunkte umfassen. Die lateralen Abmessungen eines
30 Bildpunkts 10 betragen beispielsweise zwischen einschließlich 3 μm und 300 μm , zum Beispiel zwischen einschließlich 30 μm und 300 μm . Die Strahlungsausstrittsfläche 14 des Halbleiterchips 1 hat beispielsweise eine Fläche zwischen

einschließlich 1 mm² und 50 mm². Es ist möglich, dass der Halbleiterchip 1 ein hochauflösendes Display, zum Beispiel für Full HD Anwendungen, bildet. In diesem Fall können die Bildpunkte 10 auch lateraler Abmessungen einschließlich 1 µm und 10 µm, etwa zwischen einschließlich 1 µm und 5 µm aufweisen. Auch ist es möglich, dass der Halbleiterchip 1 als pixelierte Lichtquelle in Scheinwerfervorrichtungen, insbesondere für Fahrzeuge, ausgebildet ist. Anwendungen des Halbleiterchips 1 in Außen- oder Innenraumbelichtungen sind ebenfalls denkbar.

Jeder der aktiven Bereiche 10 weist Teilbereiche der ersten Halbleiterschicht 17, der zweiten Halbleiterschicht 16 und der aktiven Schicht 12 auf. In lateralen Richtungen befinden sich Trennbereiche 10T zwischen benachbarten aktiven Bereichen 10. Die Trennbereiche 10T können Bestandteile der Halbleiterschichtenfolge 11 sein. Aufgrund der geringen Querleitfähigkeit der Halbleiterschichten 16 und/oder 17 können die aktiven Bereiche 10 im Wesentlichen unabhängig voneinander angesteuert werden. Abweichend von Figur 1A ist es möglich, dass die Trennbereiche 10T als Trenngräben ausgeführt sind. Die Trenngräben können in Form von Öffnungen in der Halbleiterschichtenfolge 11 ausgebildet sein. Es ist denkbar, dass die Trenngräben mit einem elektrisch isolierenden Material gefüllt sind.

Jedem aktiven Bereich 10 sind ein erstes Kontaktelement 13 und ein zweites Kontaktelement 15 des Halbleiterchips 1 zugeordnet. Die Kontaktelemente 13 und 15 sind insbesondere auf der Montageseite 18 zumindest bereichsweise frei zugänglich. Das erste Kontaktelement 13 ist zur elektrischen Kontaktierung der ersten Halbleiterschicht 16 eingerichtet. Der Halbleiterchip 1 kann eine Mehrzahl solcher ersten

Kontaktelemente 13 aufweisen, die in der lateralen Richtung voneinander räumlich beabstandet sind. Insbesondere sind die ersten Kontaktelemente 13 in Draufsicht durch die Trennbereiche 10T voneinander beabstandet. Insbesondere bestimmen die lateralen Ausdehnungen der ersten Kontaktelemente 13 die lateralen Abmessungen eines aktiven Bereichs 10. Jedem aktiven Bereich 10 kann ein erstes Kontaktelement 13 eineindeutig zugeordnet sein. Das heißt, jedem aktiven Bereich 10 kann ein erstes Kontaktelement 13 eindeutig zugeordnet sein, und umgekehrt.

Das zweite Kontaktelement 15 ist zur elektrischen Kontaktierung der ersten Halbleiterschicht 16 eingerichtet. Das zweite Kontaktelement 15 kann eine Anschlussschicht 11H aufweisen, die insbesondere strahlungsreflektierend ausgeführt ist. Die Anschlussschicht 11H kann auf der Montageseite 18 vollständig oder zumindest teilweise frei zugänglich sein. Das zweite Kontaktelement 15 weist außerdem zumindest einen Durchkontakt 11D auf, der mit der Anschlussschicht 11H elektrisch leitend verbunden ist. Der Durchkontakt 11D erstreckt sich entlang der vertikalen Richtung insbesondere durch das erste Kontaktelement 13, die erste Halbleiterschicht 16 und die aktive Schicht 12 hindurch in die zweite Halbleiterschicht 17 hinein.

Gemäß Figur 1A weist der Halbleiterchip 1 eine Mehrzahl solcher Durchkontakte 11D auf, wobei jedem aktiven Bereich 10 ein Durchkontakt 11D oder mehrere Durchkontakte 11D zugeordnet sein kann/können. Es ist möglich, dass die Anschlussschicht 11H zusammenhängend ausgeführt ist und alle Durchkontakte 11D mit der Anschlussschicht 11H elektrisch leitend verbunden sind. Auch ist es möglich, dass die Anschlussschicht 11H mehrere voneinander lateral beabstandete

Teilschichten aufweist, die jeweils mit genau einem Durchkontakt 11D oder mit mehreren Durchkontakten 11D elektrisch leitend verbunden sind.

5 Der Halbleiterchip 1 weist eine Isolierungsstruktur 11I auf. Durch die Isolierungsstruktur 11I ist das erste Kontaktelement 13 von dem zweiten Kontaktelement 15 elektrisch isoliert. Verschiedene erste Kontaktelemente 13 können durch die Isolierungsstruktur 11I voneinander
10 elektrisch isoliert sein. In lateralen Richtungen können die Durchkontakte 11D von der Isolierungsstruktur 11I umschlossen sein. Bevorzugt befinden sich ausschließlich die Isolierungsstruktur 11I, die ersten Kontaktelemente 13 und das zweite Kontaktelement 15 oder mehrere zweite
15 Kontaktelemente 15 in vertikaler Richtung zwischen der Montageseite 18 und der Halbleiterschichtenfolge 11. Abweichend von der Figur 1A ist es möglich, dass die Isolierungsstruktur 11I eine Isolierungsschicht 19 aufweist, die das zweite Kontaktelement 15 auf der Montageseite 18
20 zumindest teilweise abdeckt (Figur 3A).

Figur 1A zeigt, wie das Verbindungselement 2 insbesondere in Form einer strukturierten Metallschicht auf die Montageseite 18 des Halbleiterchips 1 aufgebracht werden kann. Das
25 Verbindungselement 2 ist aus einer Verbindungsschicht 22, Durchkontaktierungen 23 und Isolationsbereichen 24 gebildet. Das Verbindungselement 2 weist eine Oberseite 20 und eine der Oberseite 20 gegenüberliegende Unterseite 21 auf, wobei die Oberseite 20 und die Unterseite 21 durch Oberflächen der
30 Verbindungsschicht 22 und der Durchkontaktierungen 23 gebildet sind. Die Verbindungsschicht 22 und die Durchkontaktierungen 23 können zumindest teilweise oder

ausschließlich aus einem Lotmaterial gebildet sein. Die Isolationsbereiche 24 sind insbesondere Hohlräume.

Das Verbindungselement 2 kann einen Hilfsträger 29 aufweisen,
5 auf dem die Durchkontaktierungen 23 und die Verbindungsschicht 22 angeordnet sind. Der Hilfsträger 29 kann eine haftvermittelnde Oberfläche, etwa eine klebende Oberfläche aufweisen. Nach dem Befestigen des Halbleiterchips 1 auf dem Verbindungselement 2 kann der Hilfsträger 29
10 nachträglich entfernt werden, wodurch die Unterseite 21 freigelegt wird. Es ist denkbar, dass das Verbindungselement 2 auf der Oberseite 20 ebenfalls einen solchen Hilfsträger aufweisen, der etwa vor dem Befestigen des Halbleiterchips 1 auf dem Verbindungselement 2 entfernt wird.

15 Alternativ ist es möglich, dass das Verbindungselement 2 direkt auf dem Halbleiterchip 1 oder auf dem Träger 3 gebildet ist, beispielsweise mit Hilfe einer strukturierten Maske und/oder eines Galvanisierungsprozesses. Auch ist es
20 denkbar, dass das Verbindungselement 2 zwei analoge getrennte Teilbereiche aufweist, wobei jeder Teilbereich den gleichen in der Figur 1A dargestellten Aufbau des Verbindungselements 2 aufweisen kann und am Halbleiterchip 1 oder auf dem Träger 3 befestigt ist. In solchen Fällen kann auf den Hilfsträger
25 29 verzichtet werden.

Es werden somit der Halbleiterchip 1, das Verbindungselement 2 und der Träger 3 bereitgestellt, wobei das
Verbindungselement 2 bei der Bereitstellung bereits an dem
30 Halbleiterchip 1 und/oder an dem Träger 3 befestigt ist. Dabei sind der Halbleiterchip 1 und der Träger 3 weiterhin voneinander getrennt. Erst durch das Umschmelzen des Verbindungselements 2 oder der Teilbereiche des

Verbindungselements 2 erfolgt die mechanische und elektrische Verbindung zwischen dem Halbleiterchip 1 und dem Träger 3. Abhängig davon, wie das Verbindungselement 2 bereitgestellt wird, das heißt als Teil des Halbleiterchips 1, als Teil des Trägers 3 oder sowohl als Teil des Halbleiterchips 1 als auch als Teil des Trägers 3, befindet sich eine Umschmelzlinie U in Querschnittansicht oder die Umschmelzebene U unmittelbar an der Oberseite 20 oder unmittelbar an der Unterseite 21 oder zwischen in vertikale Richtung zwischen der Oberseite 20 und der Unterseite 21 des Verbindungselements 2 (Figur 2A).

Die Umschmelzlinie U in Querschnittansicht und die Umschmelzebene U sind dabei die beim Umschmelzen des Verbindungselements 2 entstehende Verbindungslinie U beziehungsweise Verbindungsebene U. Mikroskopisch können die Verbindungslinie U und die Verbindungsebene U im fertiggestellten Bauelement 100 eventuell daran erkannt werden, dass das Bauelement 100 an diesen Stellen insbesondere aufgrund von Herstellungstoleranzen innere abgerundete Sprünge oder abgerundete Stufen oder andere verfahrenstypische Spuren aufweist. Die abgerundeten Sprünge oder die Stufen sind insbesondere Folgen des Lotverfahrens, bei dem sich die Durchkontaktierungen 23 und die Verbindungsschicht 22 zeitweise im flüssigen Zustand befinden. In den Isolationsbereichen 24 können die Durchkontaktierungen 23 und die Verbindungsschicht 22 Seitenflanken aufweisen, die insbesondere stetig ausgebildet sind. Die Seitenflanken weisen insbesondere keine waagerechten Konturen auf. Vielmehr können die Seitenflanken bereichsweise konkave und/oder konvexe Krümmungen aufweisen. Zum Beispiel können mit Hilfe einer Ionenfeinstrahlanlage die Position der Umschmelzlinie U oder der Umschmelzebene U und

verfahrenstypische Spuren etwa anhand eines geringen Versatzes in den Isolationsbereichen 24 festgestellt werden.

Der Träger 3 kann als Aktivmatrixelement mit einer Vielzahl von Schaltern 30 und einer Vielzahl von Kontaktelementen 33 und 35 ausgeführt sein. Die Kontaktelemente 33 und 35 können auf einer Oberfläche des Trägers 3 zumindest bereichsweise frei zugänglich sein. Zum Beispiel ist der Träger 3 bereichsweise mit einer Ti/Pt/Au-Schicht beschichtet. Jeder Schalter 30 kann über ein erstes Kontaktelement 33 des Trägers 3 eineindeutig mit einer der Durchkontaktierungen 23 und mit einem aktiven Bereich 10 verbunden sein. Die Schalter 30 sind beispielsweise Transistoren. Über die Schalter 30 kann jeder der aktiven Bereiche 10 einzeln und unabhängig voneinander angesteuert werden.

In den Figuren 1B und 1C werden anhand verschiedener Diagramme unterschiedliche Ausführungsbeispiele eines Verfahrens zur Herstellung eines Bauelements 100 schematisch dargestellt, bei dem das Verbindungselement 2 zwischen dem Halbleiterchip 1 und dem Träger 3 befestigt wird.

In den Figuren 1B und 1C sind Diagramme für Druck p und Temperatur T als Funktion der Zeit t dargestellt. Nach einer ersten Aufheizphase und einer Reinigungsphase C zum Beispiel mit Ameisensäure erfolgt die Auffüllphase F. Während dieser Phasen steigt die Temperatur in der Heizkammer oder die Temperatur des Verbindungselements 2 im Wesentlichen monoton bis zu einer kritischen Temperatur T_c an, die insbesondere durch die Schmelztemperatur oder die Solidustemperatur des Materials des Verbindungselements 2 angegeben ist. Für eine effiziente thermische Ankopplung der Heizkammer an das Verbindungselement 2 erfolgen/erfolgt die Aufheizphase, die

Reinigungsphase und/oder die Auffüllphase bei einem Gasdruck P1. Wie in den Figuren 1B und 1C dargestellt, kann der Gasdruck insbesondere zwischen den Phasen kurzzeitig reduziert werden, etwa wenn gasförmiges Medium aus der Heizkammer abgepumpt oder in die Heizkammer zugeführt wird. Die thermische Ankopplung der einzelnen Komponenten, also des Halbleiterchips 1, des Verbindungselements 2 und des Trägers 3, wird durch den in der Heizkammer herrschenden Gasdruck insbesondere eines Trägergases sichergestellt. Beim Umschmelzen kann die Heizkammer mit einem Isoliergas, zum Beispiel mit N₂, SF₆, C₅F₁₀O oder einer gleichwertigen Alternative geflutet werden. Vor oder nach dem Umschmelzen kann das in der Heizkammer befindliche Gas abgepumpt werden. Bei Bedarf kann das Gas wiedergewonnen und für spätere Prozeßschritte wiederverwendet werden.

Es ist denkbar, dass vor dem hermetischen Abschließen der Isolationsbereiche 24 das Verbindungselement 2 zunächst temporär mit dem Träger 3 und/oder mit dem Halbleiterchip 1 verbunden wird. Hierfür kann ein Reibschweißverfahren, insbesondere ein Ultraschallreibschweißen Anwendung finden. Nach dem Auffüllen der Isolationsbereiche 24 mit dem gasförmigen Medium können die Isolationsbereiche 24 hermetisch abgeschlossen werden, etwa mittels eines Lotverfahrens.

Die in den Figuren 1B und 1C dargestellten Ausführungsformen unterscheiden sich hauptsächlich in der letzten Aufheizphase insbesondere in der Anwesenheit des gasförmigen Mediums, das in den Isolationsbereichen 24 eingeschlossen werden sollte. Die Zusammensetzung des gasförmigen Mediums wird insbesondere in der Auffüllphase F bestimmt. Während der Auffüllphase F kann die Heizkammer mit einem Isoliergas wie Stickstoff, SF₆

und/oder $C_5F_{10}O$ geflutet werden. In der letzten Aufheizphase, in der die kritische Temperatur T_c erreicht wird, bleibt der Gasdruck p bevorzugt unmittelbar vor dem Erreichen, beim Erreichen und kurz nach dem Erreichen der kritischen Temperatur T_c im Wesentlichen konstant bei P_1 . In den hermetisch abgeschlossenen Isolationsbereichen 24 herrscht dann der erste Gasdruck P_1 . Insbesondere enthält das gasförmige Medium in diesem Fall das Isoliergas, welches im Vergleich zum Stickstoff eine höhere Durchbruchfeldstärke aufweist. Das Isoliergas ist zum Beispiel ein fluoriertes Gas wie SF_6 oder $C_5F_{10}O$.

Im Unterschied zur Figur 1B wird der Gasdruck P_1 gemäß Figur 1C in der letzten Aufheizphase, insbesondere unmittelbar vor dem Erreichen der kritischen Temperatur T_c , auf den Gasdruck P reduziert, der in den Isolationsbereichen 24 eingeschlossen werden sollte. In diesem Fall kann das in den Isolationsbereichen 24 eingeschlossene gasförmige Medium hauptsächlich oder ausschließlich Gase aufweisen, die im Vergleich zu einem fluorierten Gas wie SF_6 und/oder $C_5F_{10}O$ eine geringe Durchbruchfeldstärke aufweisen. Zum Beispiel ist das gasförmige Medium eine Stickstofffüllung. Alternativ ist es möglich, dass das gasförmige Medium zumindest ein Isoliergas enthält, welches im Vergleich zum Stickstoff eine höhere Durchbruchfeldstärke aufweist. Anders als bei einer Vakuumisolation besteht hier kein wesentliches Risiko, im Laufe der Zeit die Isolationswirkung durch Leckage zu verlieren, zumal große Moleküle vernachlässigbare Permeation durch das Material des Verbindungselements 2, insbesondere durch das Lotmaterial, zeigen.

Zur Durchführung der beiden Ausführungsformen nach Figuren 1B und 1C kann außerdem ähnliches bewährtes Montageverfahren im

Wesentlichen beibehalten werden, da zum Beispiel keine zusätzliche Montageanlage zur Bestückung der einzelnen Komponente benötigt wird.

5 Figur 1D zeigt eine photoähnliche Darstellung eines Ausschnitts des Verbindungselements 2. Das hier dargestellte Ergebnis einer Rasterelektronenmikrographie zeigt die Durchkontaktierung 23 in Form einer Lotinsel, die in lateralen Richtungen von der Verbindungsschicht 22 in Form
10 einer Lotsee umgeben ist. Die Durchkontaktierung 23 ist allseitig durch den Isolationsbereich 24 in Form eines Trennrings von der Verbindungsschicht 22 räumlich beabstandet. Der Isolationsbereich 24 ist mit einem gasförmigen Medium gefüllt, das zum Beispiel Stickstoff
15 und/oder bevorzugt ein fluoriertes Gas wie SF_6 oder $\text{C}_5\text{F}_{10}\text{O}$ enthält.

Nach dem dauerhaften Befestigen des Halbleiterchips 1 auf dem Verbindungselement 2 kann das Aufwachssubstrat 140 zum
20 Beispiel mittels eines Laser-Liftoff-Prozesses von dem Halbleiterchip 1 abgelöst werden. Auch kann das Aufwachssubstrat 140 gedünnt oder zu Auskoppelstrukturen auf der Strahlungseintrittsfläche oder Strahlungsaustrittsfläche 14 des Halbleiterchips 1 strukturiert werden (Figur 2A). Als
25 eine Alternative zur Formung der Ein- oder Auskoppelstrukturen kann die zweite Halbleiterschicht 17 selbst strukturiert sein.

Das hier beschriebene Verfahren kann im Waferverbund
30 stattfinden. Es ist möglich, dass mehrere Halbleiterchips 1 und/oder mehrere Träger 3 zunächst jeweils als Teil eines Wafers ausgeführt sind. Nach dem Aufbringen des Verbindungselements 2 können die Wafer zu einzelnen

Bauelementen 10 oder zu einzelnen Halbleiterchips 1 mit dem vereinzeltten Verbindungselement 2 und/oder zu einzelnen Trägern 3 mit dem vereinzeltten Verbindungselement 2 zertrennt werden. Das Verbinden des Halbleiterchips 1 mit dem zugehörigen Träger 3 kann als sogenannter Chip-to-Wafer Prozess oder Wafer-to-Wafer Prozess ausgeführt werden.

Figur 2A zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Bauelements 100 in Schnittansicht. Das Bauelement 100 ist durch ein hier beschriebenes Verfahren, insbesondere durch das in der Figur 1A dargestellte Verfahren herstellbar. Die im Zusammenhang mit dem Verfahren gemäß Figur 1A beschriebenen Merkmale können daher auch für das in der Figur 2A dargestellte Bauelement 100 herangezogen werden, und umgekehrt.

Das Bauelement 100 umfasst einen Halbleiterchip 1, der über ein Verbindungselement 2 auf einem Träger 3 befestigt ist. Das Verbindungselement 2 ist insbesondere in direktem Kontakt sowohl mit dem Halbleiterchip 1 und als auch mit dem Träger 3. Der Halbleiterchip 1 ist in lateraler Richtung in mehrere benachbarte aktive Bereiche 10 unterteilt. Jeder aktive Bereich 10 kann dabei einzeln und unabhängig voneinander angesteuert werden, sodass die Strahlungsausstrittsfläche 14 des Halbleiterchips 1 insbesondere ein pixeliertes Display bildet. Jeder aktive Bereich in Form eines Bildpunkts 10 kann ein Pixel des Displays bilden. Es ist möglich, dass die aktiven Bereiche 10 gruppenweise angesteuert werden können.

Der Halbleiterchip 1 weist insbesondere eine gemeinsame Elektrode aus dem zweiten Kontaktelement 15 oder aus den zweiten Kontaktelementen 15 auf. Die gemeinsame Elektrode ist über die Verbindungsschicht 22 mit einem Kontaktelement 35 des Trägers 3 elektrisch leitend verbunden. Die

Verbindungsschicht 22 bildet somit für alle aktiven Bereiche 10 einen gemeinsamen Gegenkontakt zu den durch die Durchkontaktierungen 23 gebildeten Kontakten. Außerdem enthält der Halbleiterchip 1 eine Mehrzahl von ersten 5 individuellen Kontaktelementen 13, die jeweils für die elektrische Kontaktierung eines aktiven Bereichs 10 eingerichtet sind. Die Kontaktelemente 13 sind jeweils über eine der Durchkontaktierungen 23 mit einem der ersten Kontaktelemente 33 und somit mit einem der Schalter 30 des 10 Trägers 3 elektrisch leitend verbunden. Die Durchkontaktierungen 23 sind in lateraler Richtung so angeordnet, dass sie mit den ersten Kontaktelementen 13 des Halbleiterchips 1 überlappen und in direktem elektrischem und mechanischem Kontakt zu den ersten Kontaktelementen 13 15 stehen.

Gemäß Figur 2A erfolgt die Kontaktierung der zweiten Halbleiterschicht 17 der Halbleiterschichtenfolge 1 über die Verbindungsschicht 22. Die Kontaktierung der ersten 20 Halbleiterschicht 16 oder die Kontaktierung der Teilbereiche der ersten Halbleiterschicht 16 erfolgt dagegen über die Durchkontaktierungen 23.

In Figur 2B ist eine Draufsicht auf das Verbindungselement 2 25 entlang der Schnittebene AA' der Figur 2A gezeigt, während die Figur 2A eine Schnittansicht durch das Bauelement 100 entlang der gestrichelten Ebene BB' der Figur 2B zeigt. Zu erkennen ist hier, dass jedem der aktiven Bereiche 10, angedeutet durch die gestrichelten Rechtecke, eine 30 Durchkontaktierung 23 zugeordnet ist, die ringsum vollständig von dem Isolationsbereich 24 und der Verbindungsschicht 22 umgeben ist.

Das in der Figur 3A dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem in der Figur 2A dargestellten Ausführungsbeispiel eines Bauelements 100. Im Unterschied hierzu weist das Bauelement 100 eine Isolationsschicht 19 auf, die den Halbleiterchip 1 von der Verbindungsschicht 22 elektrisch isoliert. Die Isolationsschicht 19 kann zusammenhängend ausgeführt sein. Insbesondere weist die Isolationsschicht 19 eine Mehrzahl von Öffnungen auf, durch die die Durchkontaktierungen 23 hindurch erstrecken. Die Isolationsschicht 19 kann als strukturierte Maske zur Aufbringung der Durchkontaktierungen 23 auf den Halbleiterchip 1, insbesondere auf die Kontaktelemente 15 beziehungsweise auf die Anschlussschicht 15 dienen, wobei die Maske nach dem Ausbilden der Durchkontaktierungen 23 am Halbleiterchip 1 verbleibt.

Zur elektrischen Kontaktierung des Kontaktelements 15 oder der Anschlussschicht 15 weist das Verbindungselement 2 zumindest eine weitere Durchkontaktierung 25 auf, die das Kontaktelement 15 mit dem Träger 3, insbesondere mit einem Kontaktelement 35 des Trägers 3, elektrisch verbindet. Auch die weitere Durchkontaktierung 25 kann in lateralen Richtungen von einem Isolationsbereich 24 und/oder von der Verbindungsschicht 22 vollständig umgeben sein, wobei die weitere Durchkontaktierung 25 von der Verbindungsschicht 22 lateral beabstandet und von dieser elektrisch isoliert ist. Die Verbindungsschicht 22 kann somit von dem Halbleiterchip 1 und/oder vom Träger 3 elektrisch isoliert sein.

In Figur 3B ist eine Draufsicht auf das Verbindungselement 2 entlang der Schnittebene AA' der Figur 3A gezeigt, während die Figur 3A eine Schnittansicht durch das Bauelement 100 entlang der gestrichelten Ebene BB' der Figur 3B zeigt. Zu

erkennen ist hier, dass das Verbindungselement 2 eine Mehrzahl von weiteren Durchkontaktierungen 25 aufweist. Die weiteren Durchkontaktierungen 25 befinden sich insbesondere an einem Rand des Verbindungselements 2, können allerdings von der Verbindungsschicht 22 in lateralen Richtungen vollständig umgeben sein.

Das in der Figur 3C dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem in der Figur 3B dargestellten Ausführungsbeispiel eines Bauelements 100. In Figur 3B sind die Querschnittsflächen der weiteren Durchkontaktierungen 25 aus Halbkreisen oder Kreissegmenten und Rechtecken zusammengesetzt. Im Unterschied hierzu weisen die weiteren Durchkontaktierungen 25 gemäß Figur 3C jeweils einen dreieckigen Querschnitt auf. Die Durchkontaktierung 23 und die weiteren Durchkontaktierungen 25 können auch andere Querschnittsflächen aufweisen, etwa kreisförmige, viereckige oder elliptische Querschnittsflächen aufweisen.

Das in der Figur 3D dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem in der Figur 3B oder 3C dargestellten Ausführungsbeispiel eines Bauelements 100. Im Unterschied hierzu weist das Verbindungselement 2 eine einzige weitere Durchkontaktierung 25 auf, die sich entlang einer lateralen Richtung über einen Großteil der Ausdehnung des Verbindungselements 2 erstreckt.

Das in der Figur 4A dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem in der Figur 3A dargestellten Ausführungsbeispiel eines Bauelements 100. Um Unterschied hierzu befindet sich nicht nur eine einzige Durchkontaktierung 23 in einer Öffnung oder in einem Durchbruch der Verbindungsschicht 22. Vielmehr existiert zu

jeder Durchkontaktierung 23 eine daneben angeordnete weitere Durchkontaktierung 25.

Die Durchkontaktierung 23 und die weitere Durchkontaktierung
5 25 bilden ein Durchkontaktierungspaar insbesondere zur elektrischen Kontaktierung eines aktiven Bereichs 10 und sind in einer gemeinsamen Öffnung der Verbindungsschicht 22 angeordnet. Untereinander sind die Durchkontaktierung 23 und die weitere Durchkontaktierung 25 nicht durch die
10 Verbindungsschicht 22 sondern lediglich durch den Isolationsbereich 24 getrennt. An dem Träger 3 ist jeder Durchkontaktierung 23 und jeder weiteren Durchkontaktierung 25 ein eigener Schalter 30 zugeordnet, sodass sowohl über die Durchkontaktierungen 23 als auch über die weiteren
15 Durchkontaktierungen 25 die aktiven Bereiche 10 einzeln und unabhängig voneinander bestromt werden können. Die weiteren Durchkontaktierungen 25 sind jeweils mit einem der zweiten Kontaktelementen 15 des Halbleiterchips elektrisch leitend verbunden, wobei die zweiten Kontaktelemente 15 in lateralen
20 Richtungen voneinander räumlich getrennt sein können.

In Figur 4B ist eine Draufsicht auf das Verbindungselement 2 entlang der Schnittebene AA' der Figur 4A gezeigt, während die Figur 4A eine Schnittansicht durch das Bauelement 100
25 entlang der gestrichelten Ebene BB' der Figur 4B zeigt. In der Draufsicht der Figur 4B ist zu erkennen, dass in jeder Öffnung der Verbindungsschicht 22 eine Durchkontaktierung 23 und eine Durchkontaktierung 25 angeordnet sind, die untereinander durch den Isolationsbereich 24 getrennt sind.

30

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2019 103 761.1, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

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

Bezugszeichenliste

	1	Halbleiterchip
	2	Verbindungselement
5	3	Träger/ Aktivmatrixelement
	10	aktiver Bereich/ Bildpunkt/ Pixel
	10T	Trennbereich, Trenngraben
	11	Halbleiterschichtenfolge
10	11D	Durchkontakt
	11I	Isolationsstruktur
	11H	Anschlussschicht
	12	aktive Schicht
	13	erstes Kontaktelement des Halbleiterchips
15	14	Strahlungsausstrittsfläche/ Strahlungsausstrittsfläche
	15	zweites Kontaktelement des Halbleiterchips
	16	erste Halbleiterschicht
	17	zweite Halbleiterschicht
20	18	Montageseite des Halbleiterchips
	19	Isolationsschicht
	20	Oberseite des Verbindungselements
	21	Unterseite des Verbindungselements
25	22	Verbindungsschicht
	23	Durchkontaktierung
	24	Isolationsbereich
	25	weitere Durchkontaktierung
	29	Hilfsträger
30		
	30	Schalter
	33	erstes Kontaktelement des Trägers
	35	zweites Kontaktelement des Trägers

	100	optoelektronisches Bauelement
	140	Aufwachssubstrat
	C	Reinigungsphase
5	F	Auffüllphase
	p	Druck
	P, P1	Gasdruck
	U	Umschmelz-, Verbindungslinie, Umschmelz-, Verbindungsebene
10	t	Zeit
	T	Temperatur
	Tc	kritische Temperatur

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauelements (100) mit folgenden Schritten:

- 5 - Bereitstellen eines Halbleiterchips (1), eines
Verbindungselements (2) und eines Trägers (3), wobei das
Verbindungselement eine zusammenhängende metallische
Verbindungsschicht (22) und eine Mehrzahl von metallischen
10 Durchkontaktierungen (23) aufweist, die durch
Isolationsbereiche (24) von der Verbindungsschicht lateral
beabstandet sind; und
- Umschmelzen des Verbindungselements zur Herstellung einer
mechanischen und elektrischen Verbindung zwischen dem
Halbleiterchip und dem Träger, wobei die
15 Isolationsbereiche mit einem gasförmigen Medium gefüllt
und hermetisch abgeschlossen werden, und wobei die
Aufheizung des Verbindungselements bei einem ersten
Gasdruck (P1) durchgeführt wird und zur Erzielung einer
verbesserten Durchschlagfestigkeit der Isolationsbereiche
- 20 - das gasförmige Medium ein Isoliergas enthält, das im
Vergleich zum Stickstoff eine höhere
Durchbruchfeldstärke aufweist, oder
- der erste Gasdruck vor der hermetischen Abdichtung der
Isolationsbereiche gesenkt wird, sodass in den
25 darauffolgenden hermetisch abgeschlossenen
Isolationsbereichen ein Gasdruck (P) herrscht, der
kleiner als der erste Gasdruck ist und kleiner als 1
mbar ist.

- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem das Umschmelzen des Verbindungselements (2) in einer
Heizkammer durchgeführt wird, wobei die thermische Ankopplung
eines Heizblocks der Heizkammer an das Verbindungselement bei

dem ersten Gasdruck (P1) stattfindet, der zwischen einschließlich 1 mbar und 2000 mbar ist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 bei dem in den Isolationsbereichen (24) das gasförmige Medium mit dem Isoliergas eingeschlossen wird und in den hermetisch abgeschlossenen Isolationsbereichen der erste Gasdruck (P1) herrscht.

10 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, bei dem erste Gasdruck (P1) gesenkt wird und der Gasdruck (P) in den Isolationsbereichen (24) zwischen einschließlich 1 mbar und 10^{-7} mbar ist.

15 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem bei der Aufheizung des Verbindungselements (2) ein Trägergas verwendet wird und vor der hermetischen Abdichtung der Isolationsbereiche (24) das Isoliergas, welches verschieden von dem Trägergas ist, in die Isolationsbereiche
20 zugeführt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Halbleiterchip (1) ein Aufwachssubstrat (140) aufweist, das vor dem Verbinden des Halbleiterchips mit dem
25 Verbindungselement (2) als mechanisch stabilisierendes Substrat des Halbleiterchips dient und nach der Befestigung des Halbleiterchips an dem Verbindungselement gedünnt, strukturiert oder von dem Halbleiterchip entfernt wird.

30 7. Bauelement (100) mit einem Halbleiterchip (1), einem Verbindungselement (2) und einem Träger (3), wobei
– der Halbleiterchip über das Verbindungselement mit dem Träger mechanisch und elektrisch verbunden ist,

- das Verbindungselement eine zusammenhängende metallische Verbindungsschicht (22) und eine Mehrzahl von metallischen Durchkontaktierungen (23) aufweist, die sich vertikal durch die Verbindungsschicht hindurch erstrecken und durch Isolationsbereiche (24) von der Verbindungsschicht lateral beabstandet sind,
 - die Isolationsbereiche mit einem gasförmigen Medium gefüllt und hermetisch abgeschlossen sind, wobei
 - das gasförmige Medium ein Isoliergas enthält, das im Vergleich zum Stickstoff eine höhere Durchbruchfeldstärke aufweist, oder
 - in den hermetisch abgeschlossenen Isolationsbereichen ein Gasdruck (P) herrscht, der kleiner als 1 mbar ist.
8. Bauelement (100) nach Anspruch 7, bei dem
- der Halbleiterchip eine Mehrzahl von aktiven Bereichen (10) aufweist, und
 - der Träger eine Mehrzahl von Schaltern (30) enthält, die zur Ansteuerung der aktiven Bereiche eingerichtet sind, wobei die aktiven Bereiche über die Durchkontaktierungen (23) mit den Schaltern elektrisch leitend verbunden sind.
9. Bauelement (100) nach Anspruch 7 oder 8, wobei das Isoliergas ein fluoriertes Gas ist.
10. Bauelement (100) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei das gasförmige Medium ein Gasgemisch ist und das Isoliergas einen Stoffmengenanteil zwischen einschließlich 30 Mol-% und 99 Mol-% aufweist.
11. Bauelement (100) nach einem der Ansprüche 7 bis 10,

bei dem das gasförmige Medium das Isoliergas enthält, welches im Vergleich zum Stickstoff eine höhere Durchbruchfeldstärke aufweist, wobei der Gasdruck (P) in den Isolationsbereichen (24) zwischen einschließlich 1 mbar und 2000 mbar ist.

5

12. Bauelement (100) nach Anspruch 7, bei dem das gasförmige Medium frei von einem Isoliergas ist, das im Vergleich zum Stickstoff eine höhere Durchbruchfeldstärke aufweist, wobei der Gasdruck (P) in den Isolationsbereichen (24) zwischen einschließlich 1 mbar und 10^{-7} mbar ist.

10

13. Bauelement (100) nach Anspruch 7, bei dem das gasförmige Medium Stickstoff enthält, dessen Stoffmengenanteil in den Isolationsbereichen (24) mindestens 60 Mol-% ist, wobei der Gasdruck (P) in den Isolationsbereichen zwischen einschließlich 1 mbar und 10^{-7} mbar ist.

15

20

14. Bauelement (100) oder Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem

– das in den Isolationsbereichen (24) eingeschlossene gasförmige Medium eine mittlere Durchbruchfeldstärke E_m aufweist, und

25

– das Verbindungselement (2) einen minimalen lateralen Abstand D_{min} und einen mittleren lateralen Abstand D_m zwischen der Verbindungsschicht (22) und den jeweiligen Durchkontaktierungen (23) aufweist,

wobei

30

– das Produkt $D_{min} \cdot E_m$ zwischen einschließlich 0,5 V und 10 V ist, und

– das Verhältnis D_m/D_{min} zwischen einschließlich 1 und 4 ist.

15. Bauelement (100) oder Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Verbindungsschicht (22) und die Durchkontaktierungen (23) aus einem Lotmaterial oder aus Lotmaterialien gebildet sind.

5

16. Bauelement (100) oder Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Verbindungsschicht (22) und die Durchkontaktierungen (23) die gleiche Materialzusammensetzung aufweisen.

10

17. Bauelement (100) oder Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem

- der Halbleiterchip (2) eine Mehrzahl von individuell ansteuerbaren Bildpunkten (10) aufweist,
- 15 - der Träger (3) eine Mehrzahl von Schaltern (30) enthält, die zur Ansteuerung der Bildpunkte eingerichtet sind,
- jeder Bildpunkt (10) genau einer der Durchkontaktierungen (23) oder genau einem Paar aus zwei benachbarten Durchkontaktierungen eineindeutig zugeordnet ist, und
- 20 - die Bildpunkte (10) über die Durchkontaktierungen mit den Schaltern (30) elektrisch leitend verbunden sind und im Betrieb des Halbleiterchips (1) über die Schalter (30) individuell oder gruppenweise ansteuerbar ausgeführt sind.

25 18. Bauelement (100) oder Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Halbleiterchip (1) eine Halbleiterschichtenfolge (11) mit einer zur Strahlungserzeugung oder zur Strahlungsdetektion eingerichteten aktiven Schicht (12) aufweist, wobei die
30 aktive Schicht entlang der gesamten lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips zusammenhängend ausgeführt ist.

19. Bauelement (100) oder Verfahren nach einem der Ansprüche
1 bis 17, bei dem der Halbleiterchip (1) eine
Halbleiterschichtenfolge (11) enthält, die eine erste
Halbleiterschicht (17) eines ersten Ladungsträgertyps, eine
5 zweite Halbleiterschicht (16) eines zweiten Ladungsträgertyps
und eine dazwischenliegende, zur Strahlungserzeugung oder zur
Strahlungsdetektion eingerichtete aktive Schicht (12)
aufweist, wobei zumindest eine dieser Schichten durch
Trenngräben in eine Mehrzahl von einander lateral
10 beabstandeten Teilschichten unterteilt ist.

FIG 1A

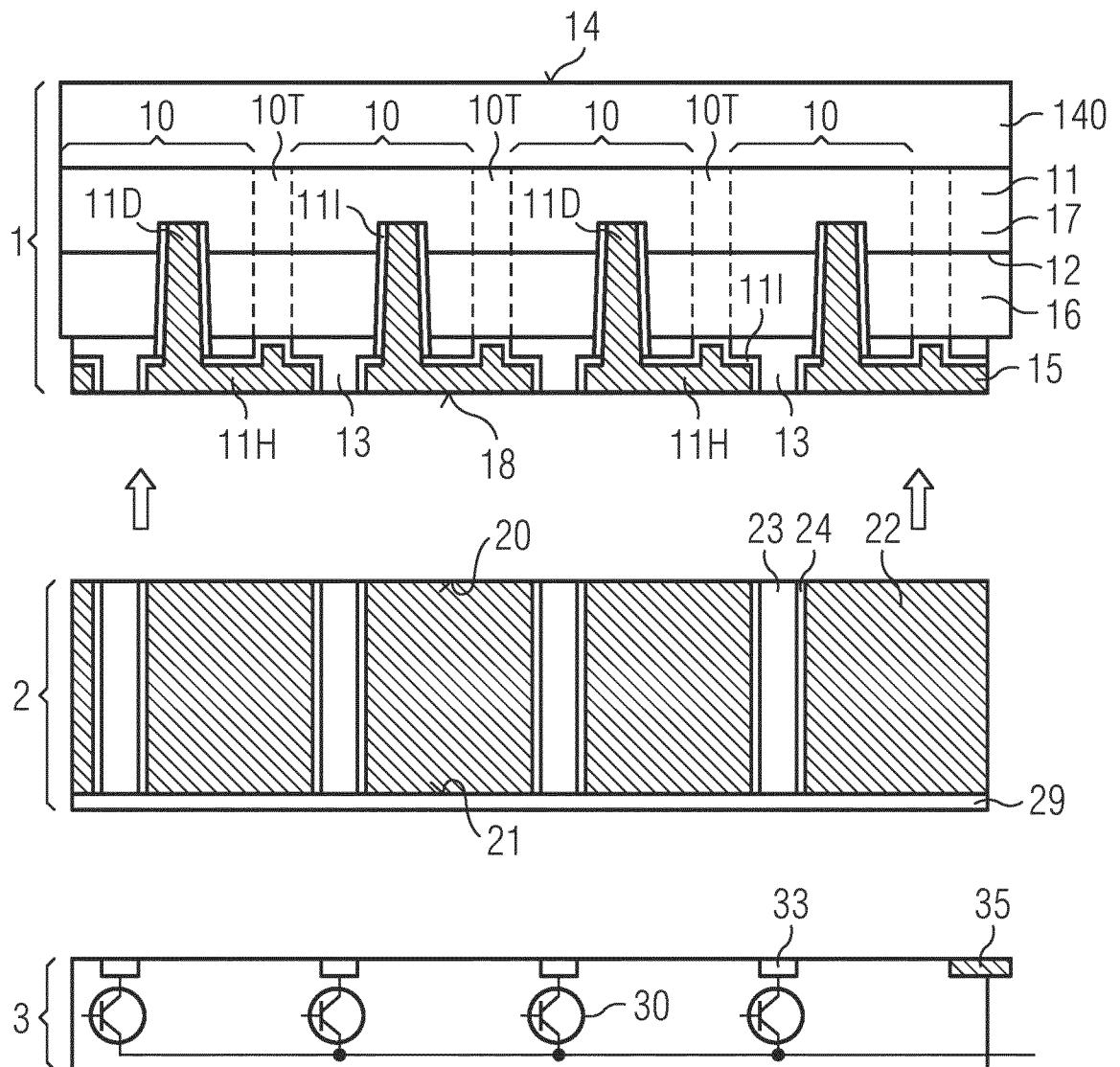


FIG 1B

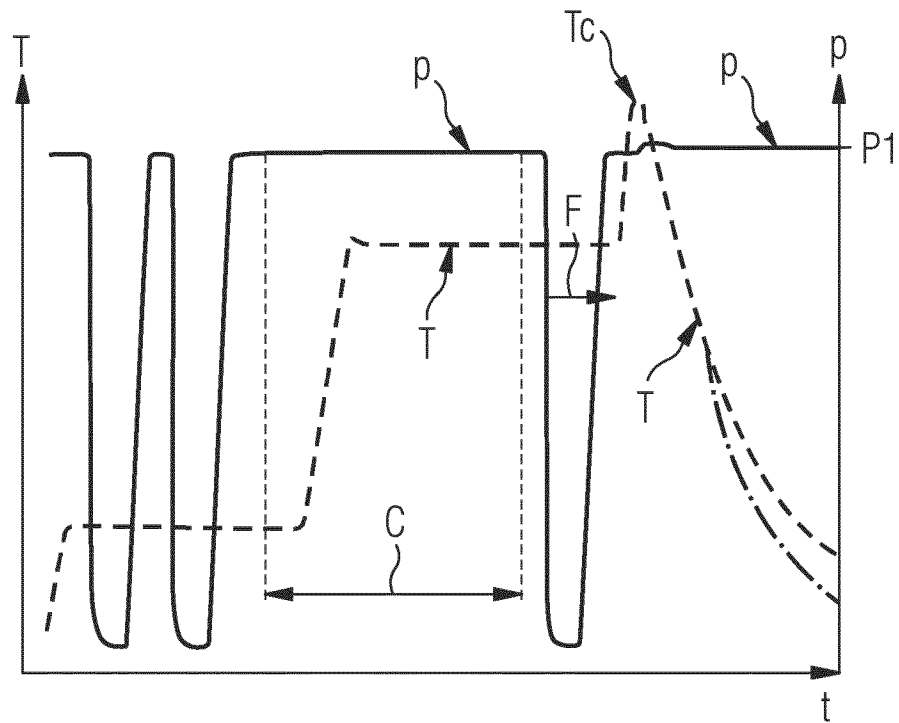


FIG 1C

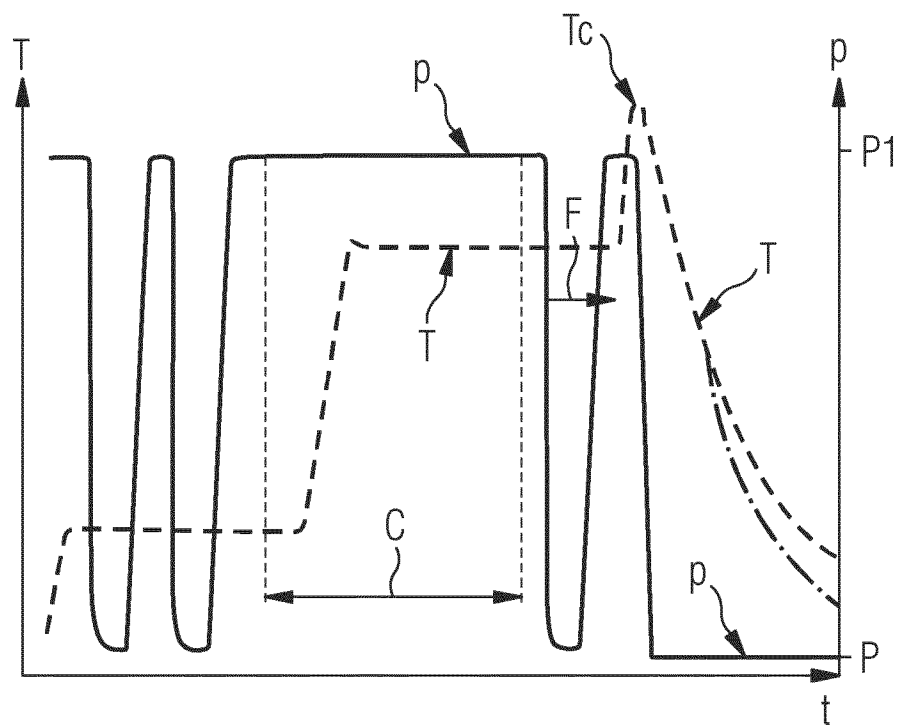


FIG 1D

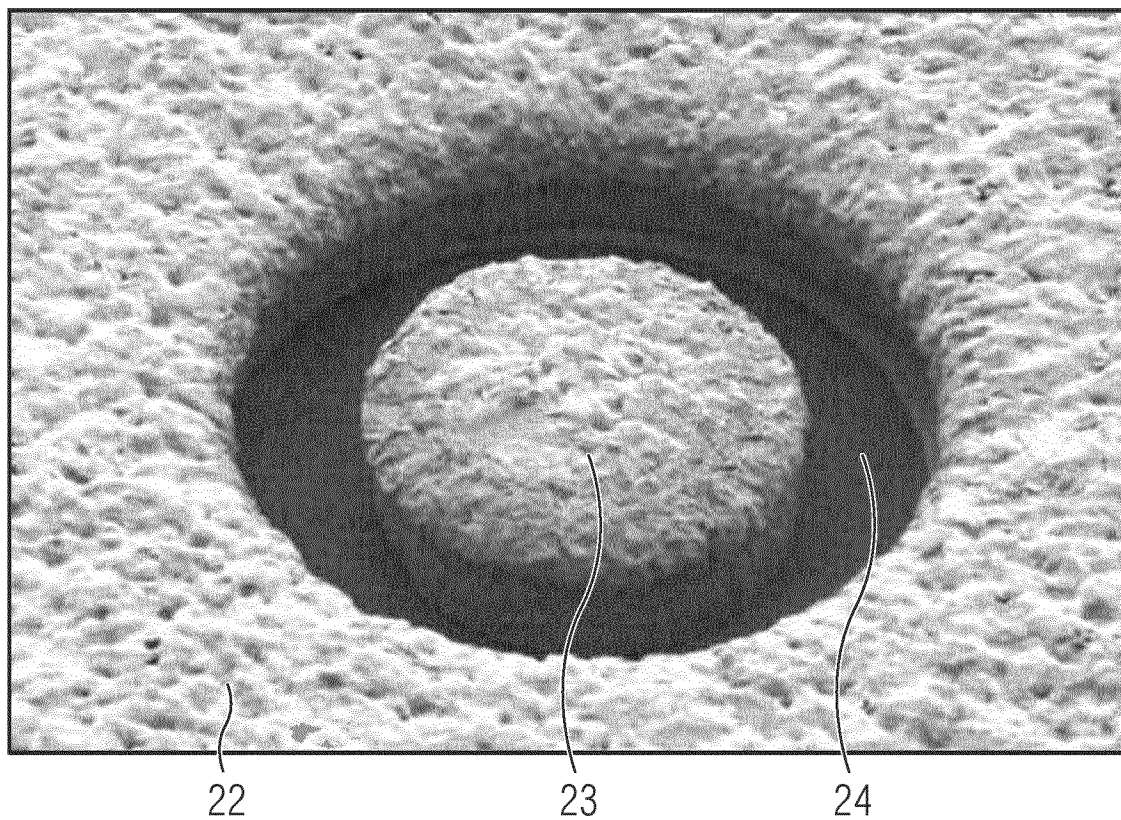


FIG 2A

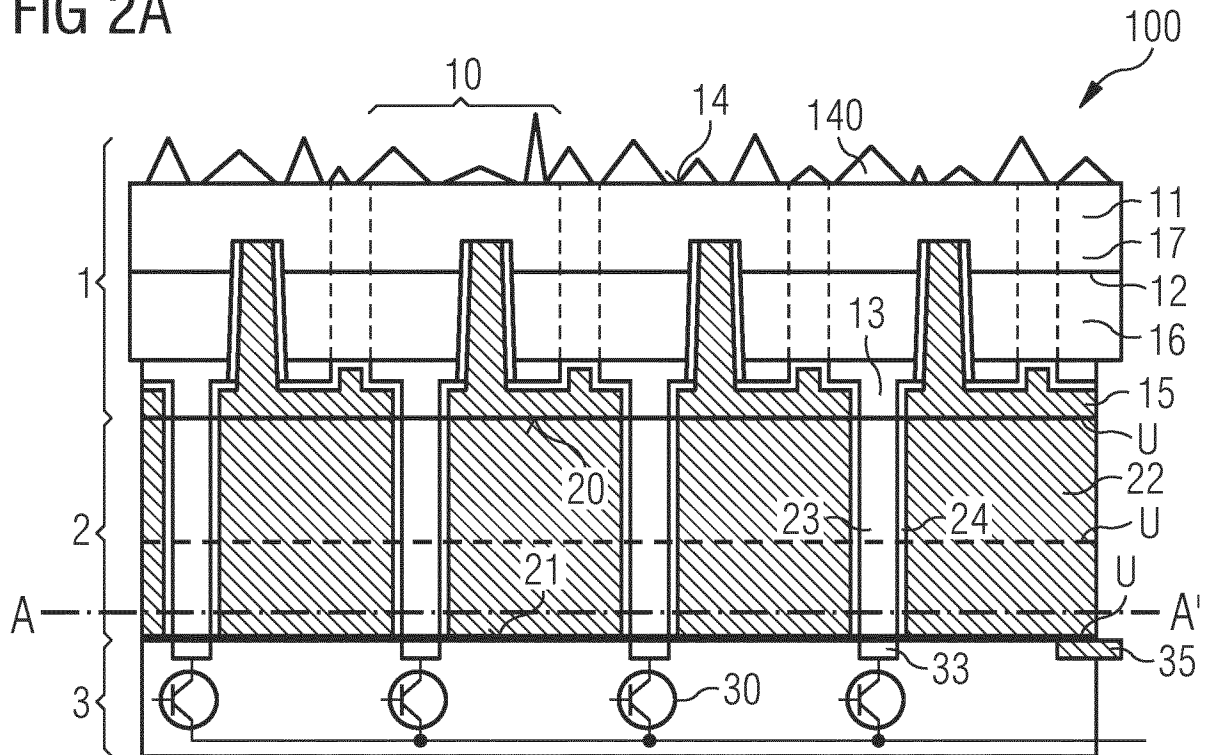


FIG 2B

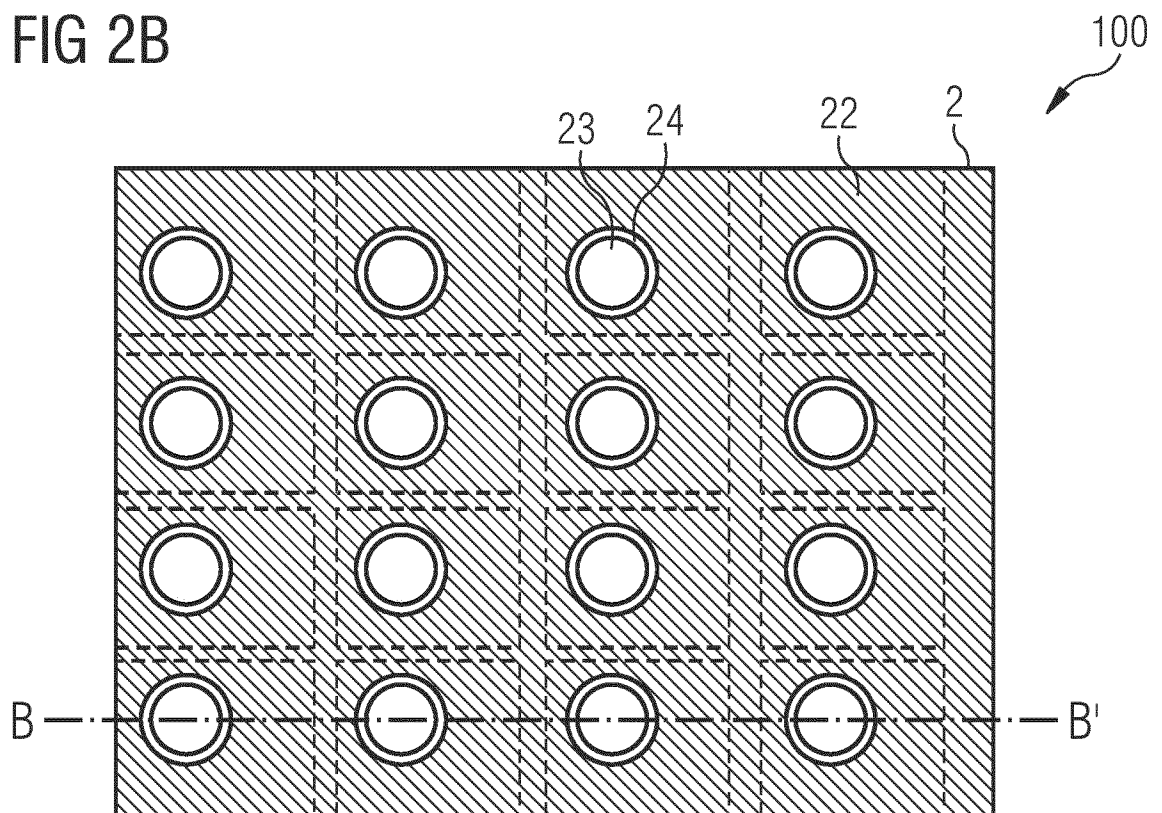


FIG 3A

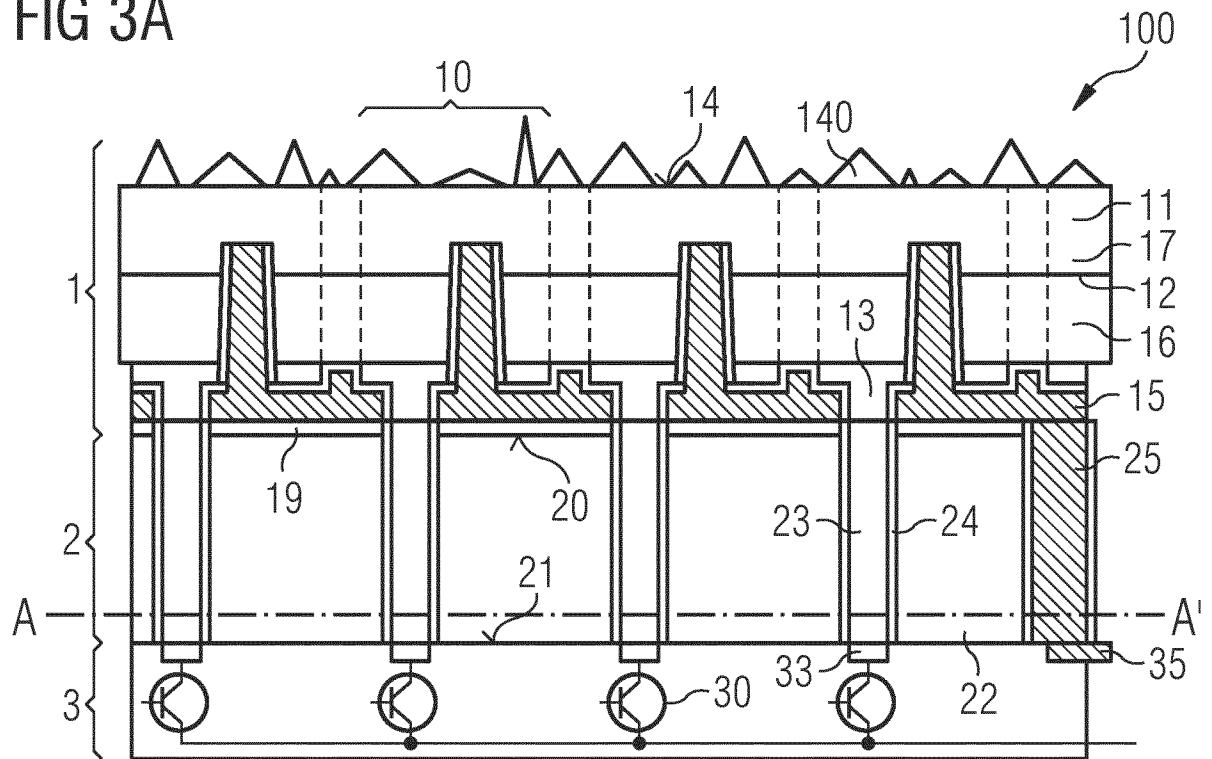


FIG 3B

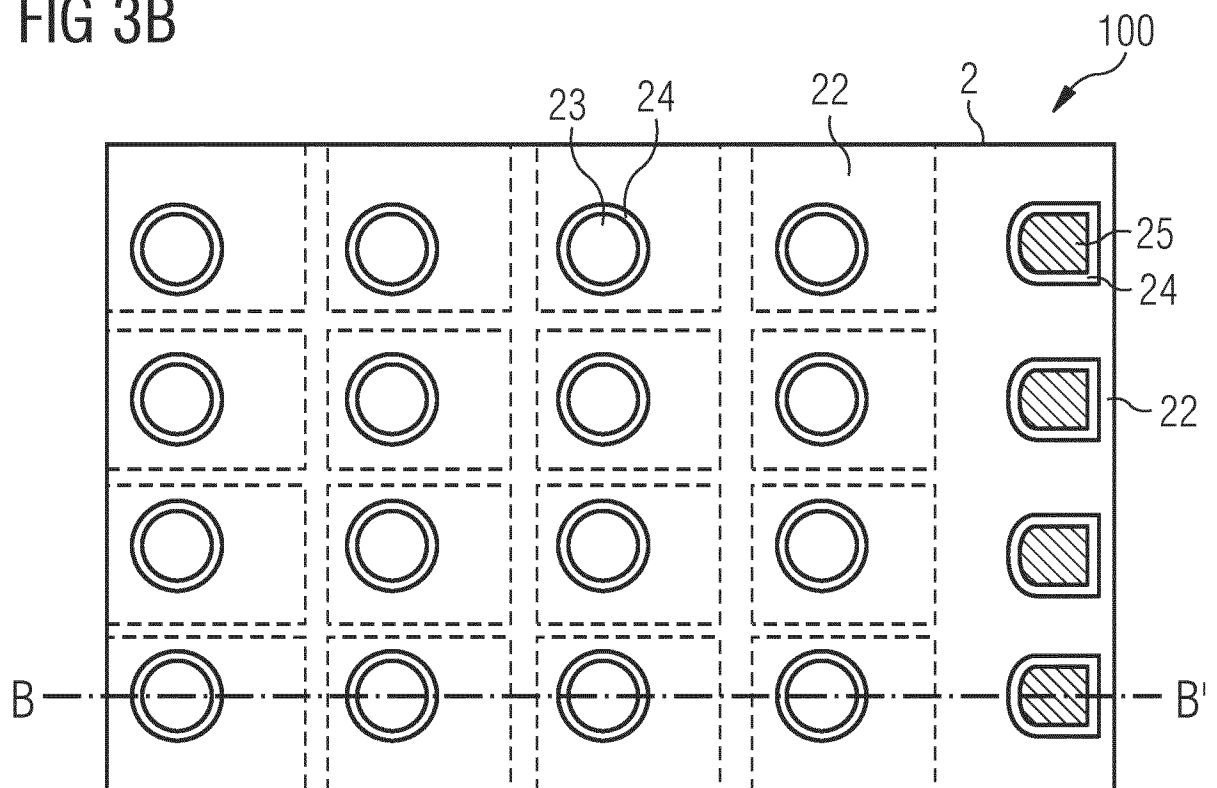


FIG 3C

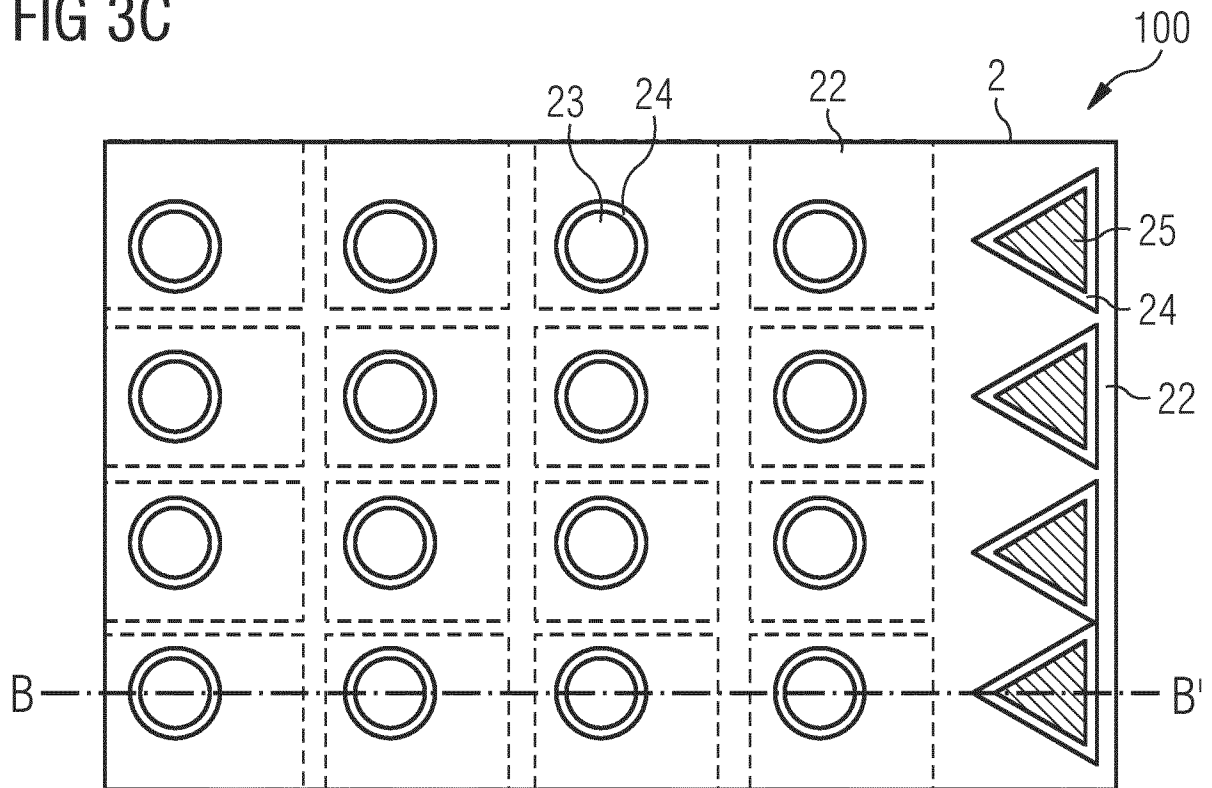


FIG 3D

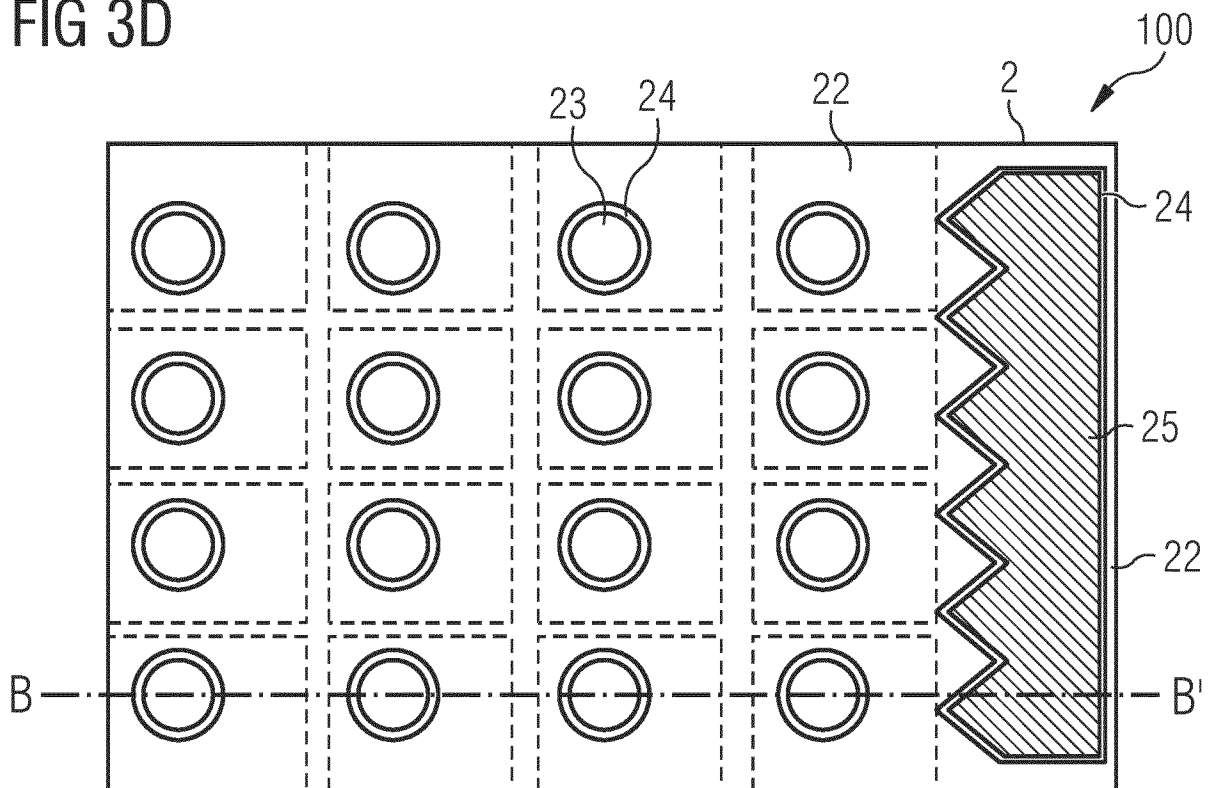


FIG 4A

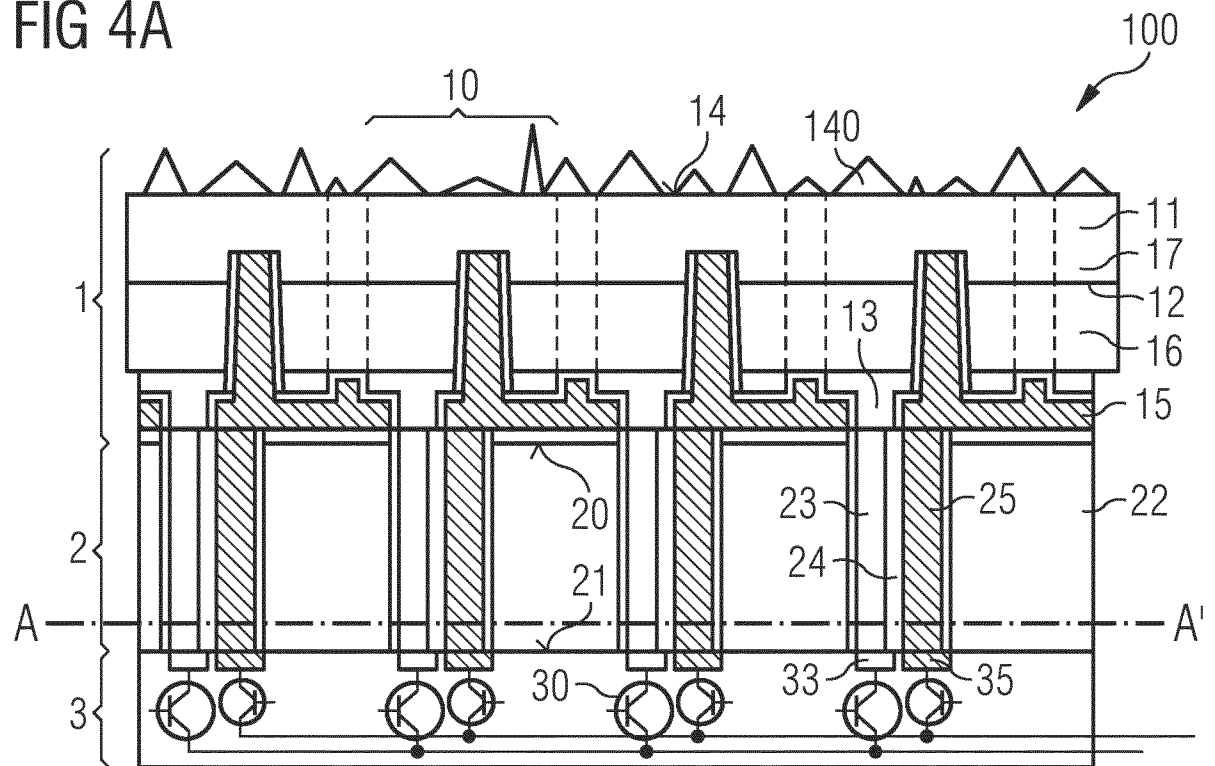
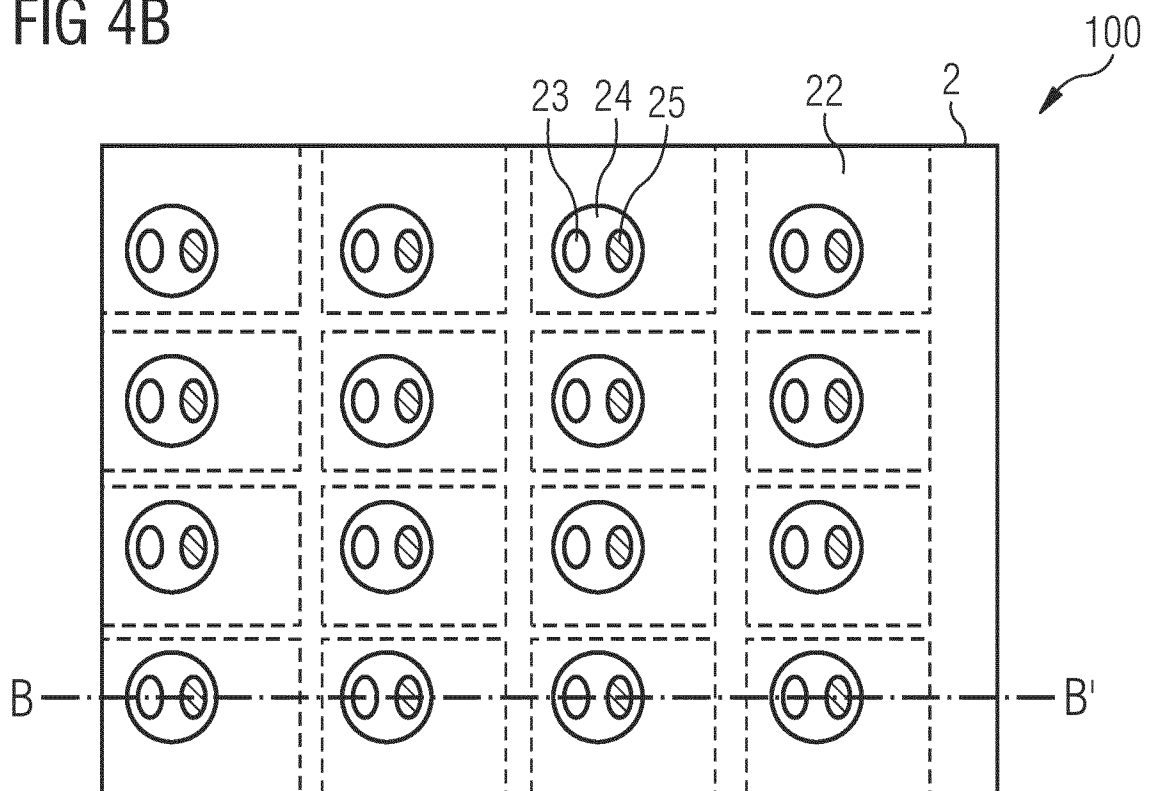


FIG 4B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/050582

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 33/64**(2010.01)i; **H01L 33/62**(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102015108545 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 01 December 2016 (2016-12-01) the whole document	1-19
A	DE 102016100351 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 13 July 2017 (2017-07-13) paragraph [0039]; claims 1-13; figures 1A-8B	1,7
A	DE 102015100686 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21 July 2016 (2016-07-21) claims 1-15; figures 1a-4b	1,7
A	DE 102011056888 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 27 June 2013 (2013-06-27) claims 13-15; figures 1-7D	1,7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 March 2020

Date of mailing of the international search report

02 April 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

But, Gabriela-Ileana

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/050582

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
DE	102015108545	A1	01 December 2016	CN	107667436	A	06 February 2018
				DE	102015108545	A1	01 December 2016
				DE	112016002417	A5	08 March 2018
				JP	2018516460	A	21 June 2018
				KR	20180013975	A	07 February 2018
				TW	201705517	A	01 February 2017
				US	2018151548	A1	31 May 2018
				WO	2016193071	A1	08 December 2016
DE	102016100351	A1	13 July 2017	DE	102016100351	A1	13 July 2017
				US	2019013351	A1	10 January 2019
				WO	2017121659	A1	20 July 2017
DE	102015100686	A1	21 July 2016	CN	107210334	A	26 September 2017
				DE	102015100686	A1	21 July 2016
				DE	112016000371	A5	19 October 2017
				JP	2018507547	A	15 March 2018
				KR	20170106438	A	20 September 2017
				US	2018012801	A1	11 January 2018
				WO	2016116316	A1	28 July 2016
DE	102011056888	A1	27 June 2013	CN	104011864	A	27 August 2014
				CN	107464822	A	12 December 2017
				DE	102011056888	A1	27 June 2013
				DE	112012005357	A5	28 August 2014
				JP	6072824	B2	01 February 2017
				JP	2015501085	A	08 January 2015
				JP	2017098568	A	01 June 2017
				JP	2018207114	A	27 December 2018
				KR	20140116382	A	02 October 2014
				US	2015014716	A1	15 January 2015
				US	2016247855	A1	25 August 2016
				US	2017352700	A1	07 December 2017
				WO	2013092304	A1	27 June 2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L33/64 H01L33/62
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2015 108545 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 1. Dezember 2016 (2016-12-01) das ganze Dokument	1-19
A	DE 10 2016 100351 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 13. Juli 2017 (2017-07-13) Absatz [0039]; Ansprüche 1-13; Abbildungen 1A-8B	1,7
A	DE 10 2015 100686 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21. Juli 2016 (2016-07-21) Ansprüche 1-15; Abbildungen 1a-4b	1,7
	- / - -	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. März 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/04/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

But, Gabriela-Ileana

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2011 056888 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 27. Juni 2013 (2013-06-27) Ansprüche 13-15; Abbildungen 1-7D -----	1,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/050582

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102015108545 A1	01-12-2016	CN 107667436 A	06-02-2018
		DE 102015108545 A1	01-12-2016
		DE 112016002417 A5	08-03-2018
		JP 2018516460 A	21-06-2018
		KR 20180013975 A	07-02-2018
		TW 201705517 A	01-02-2017
		US 2018151548 A1	31-05-2018
		WO 2016193071 A1	08-12-2016

DE 102016100351 A1	13-07-2017	DE 102016100351 A1	13-07-2017
		US 2019013351 A1	10-01-2019
		WO 2017121659 A1	20-07-2017

DE 102015100686 A1	21-07-2016	CN 107210334 A	26-09-2017
		DE 102015100686 A1	21-07-2016
		DE 112016000371 A5	19-10-2017
		JP 2018507547 A	15-03-2018
		KR 20170106438 A	20-09-2017
		US 2018012801 A1	11-01-2018
		WO 2016116316 A1	28-07-2016

DE 102011056888 A1	27-06-2013	CN 104011864 A	27-08-2014
		CN 107464822 A	12-12-2017
		DE 102011056888 A1	27-06-2013
		DE 112012005357 A5	28-08-2014
		JP 6072824 B2	01-02-2017
		JP 2015501085 A	08-01-2015
		JP 2017098568 A	01-06-2017
		JP 2018207114 A	27-12-2018
		KR 20140116382 A	02-10-2014
		US 2015014716 A1	15-01-2015
		US 2016247855 A1	25-08-2016
		US 2017352700 A1	07-12-2017
		WO 2013092304 A1	27-06-2013
