

(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
24. September 2020 (24.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/187815 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/14 (2010.01) H01L 33/48 (2010.01)
H01L 33/38 (2010.01) H01L 33/60 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/057033

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. März 2020 (16.03.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 106 938.6
19. März 2019 (19.03.2019) DE

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

(72) Erfinder: **TANGRING, Ivar**; Gutenbergplatz 4, 93047
Regensburg (DE). **HUBER, Michael**; Buchenweg 4, 93077
Bad Abbach (DE).

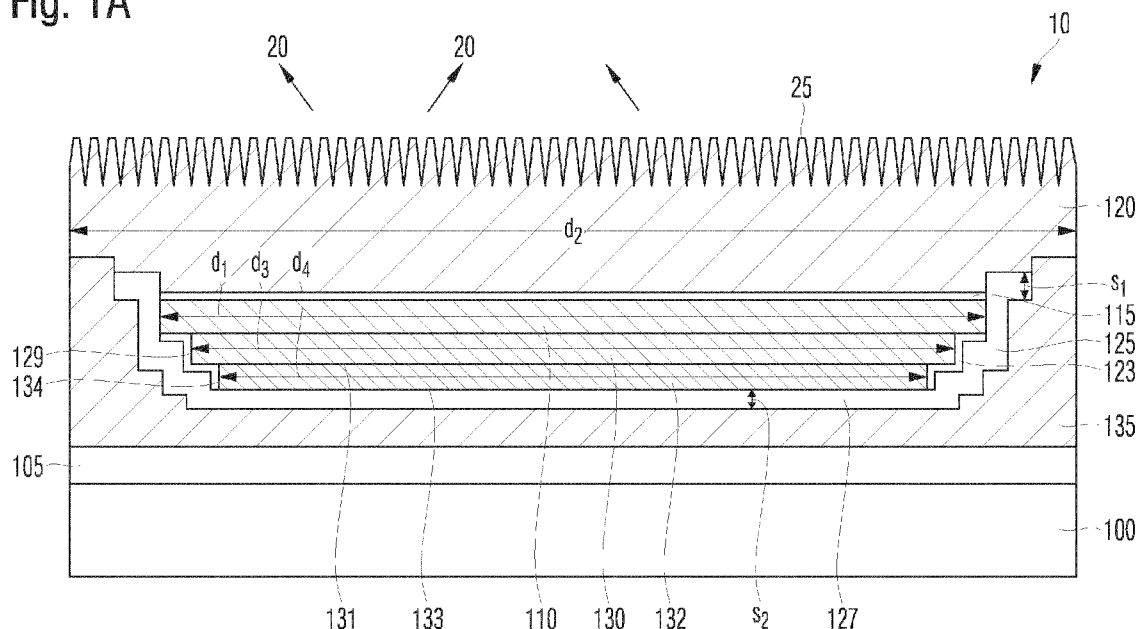
(74) Anwalt: **MÜLLER HOFFMANN & PARTNER PA-
TENTANWÄLTE MBB**; St.-Martin-Strasse 58, 81541
München (DE).

(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,

(54) Title: OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT WITH INSULATING LAYER, AND METHOD FOR PRO-
DUCING THE OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT

(54) Bezeichnung: OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT MIT ISOLIERENDER SCHICHT UND
VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DES OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTS

Fig. 1A



(57) Abstract: The invention relates to an optoelectronic semiconductor component (10) comprising a first semiconductor layer (110) of a first conductivity type and a second semiconductor layer (120) of a second conductivity type. The optoelectronic semiconductor component (10) additionally comprises a first contact layer (130), which is in direct contact with the first semiconductor layer (110) and is electrically conductive, a first insulating layer (125), which is formed over the first and the second semiconductor layer (110, 120), and a second current-dispersing structure (135) which is electrically connected to the second semiconductor layer (120). The maximum

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.

(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)

lateral extension of the second semiconductor layer (120) is greater than the maximum lateral extension of the first semiconductor layer (110) such that a stepped structure is formed, and the first insulating layer (125) is designed as a conformal layer over the stepped structure of the first and the second semiconductor layer. The optoelectronic semiconductor component additionally comprises a second insulating layer (127) between a horizontal surface of the first contact layer (130) and the second current-dispersing structure (135). The thickness of the second insulating layer (127) is less than the lowest thickness of the first insulating layer (125) over the stepped structure.

(57) Zusammenfassung: Ein optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) umfasst eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp. Das optoelektronische Halbleiterbauelement (10) umfasst ferner eine erste Kontaktschicht (130), die in direktem Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht (110) angeordnet ist und elektrisch leitfähig ist, und eine erste isolierende Schicht (125), die über der ersten und der zweiten Halbleiterschicht (110, 120) ausgebildet ist, sowie eine zweite Stromaufweitungsstruktur (135), die mit der zweiten Halbleiterschicht (120) elektrisch verbunden ist. Eine maximale laterale Ausdehnung der zweiten Halbleiterschicht (120) ist größer als die maximale laterale Ausdehnung der ersten Halbleiterschicht (110), so dass eine Stufenstruktur ausgebildet ist und die erste isolierende Schicht (125) als konforme Schicht über der Stufenstruktur der ersten und der zweiten Halbleiterschicht ausgebildet ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst ferner eine zweite isolierende Schicht (127) zwischen einer horizontalen Oberfläche der ersten Kontaktschicht (130) und der zweiten Stromaufweitungsstruktur (135). Eine Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht (127) ist kleiner als die kleinste Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht (125) über der Stufenstruktur.

OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT MIT ISOLIERENDER
SCHICHT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DES OPTOELEKTRONISCHEN
HALBLEITERBAUELEMENTS

5 **BESCHREIBUNG**

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 106 938.6, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

10

Eine lichtemittierende Diode (LED) ist eine lichtemittierende Vorrichtung, die auf Halbleitermaterialien basiert. Beispielsweise umfasst eine LED einen pn-Übergang. Wenn Elektronen und Löcher miteinander im Bereich des pn-Übergangs rekombinieren, 15 beispielsweise weil eine entsprechende Spannung angelegt wird, wird elektromagnetische Strahlung erzeugt.

20

Ein Problem beim Betrieb von LEDs ist die Erzeugung von Wärme. Um eine Effizienz der LEDs zu erhöhen, werden Konzepte gesucht, mit denen die erzeugte Wärme in verbesserter Weise abgeführt werden kann.

25

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes optoelektronisches Halbleiterbauelement sowie ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements zur Verfügung zu stellen.

30

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Aufgabe durch den Gegenstand und das Verfahren der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen sind in den abhängigen Patentansprüchen definiert.

Ein optoelektronisches Halbleiterbauelement umfasst eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine

zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, wobei die erste und die zweite Halbleiterschicht unter Ausbildung eines Halbleiterschichtstapels übereinander gestapelt sind. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst ferner eine erste Kontaktschicht die in direktem Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht angeordnet ist und elektrisch leitfähig ist, eine erste isolierende Schicht, die über der ersten und der zweiten Halbleiterschicht ausgebildet ist, und eine zweite Stromaufweitungsstruktur, die mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch verbunden ist. Eine maximale laterale Ausdehnung der zweiten Halbleiterschicht ist größer als die maximale laterale Ausdehnung der ersten Halbleiterschicht, so dass eine Stufenstruktur ausgebildet ist. Die erste isolierende Schicht ist als konforme Schicht über der Stufenstruktur der ersten und der zweiten Halbleiterschicht ausgebildet. Das optoelektronische Halbleiterbauelement weist ferner eine zweite isolierende Schicht zwischen einer horizontalen Oberfläche der ersten Kontaktschicht und der zweiten Stromaufweitungsstruktur auf, wobei eine Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht kleiner als die kleinste Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht über der Stufenstruktur ist.

Das optoelektronische Halbleiterbauelement weist gemäß Ausführungsformen ferner eine erste Stromaufweitungsschicht auf, die auf einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten Kontaktschicht und in direktem Kontakt mit der ersten Kontaktschicht angeordnet ist.

Beispielsweise ist die laterale Ausdehnung der Stromaufweitungsschicht kleiner als die laterale Ausdehnung der Kontaktschicht.

Die Stromaufweitungsschicht kann an mindestens zwei Seitenflächen der Kontaktschicht angrenzen.

Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst ferner eine Passivierungsschicht, die an freiliegende Bereiche der Stufenstruktur angrenzt. Die Passivierungsschicht kann von einer horizontalen Oberfläche der Stromaufweitungsschicht entfernt
5 sein.

Gemäß weiteren Ausführungsformen umfasst ein optoelektronisches Halbleiterbauelement eine erste Halbleiterschicht von
10 einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, wobei die erste und die zweite Halbleiterschicht unter Ausbildung eines Halbleiterschichtstapels übereinander gestapelt sind. Das optoelektronische Halbleiterbauelement weist ferner eine erste
15 Kontaktschicht auf, die in direktem Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht angeordnet ist und elektrisch leitfähig ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst darüber hinaus eine Passivierungsschicht, eine erste isolierende Schicht, die über der ersten und der zweiten Halbleiterschicht
20 ausgebildet ist, und eine zweite Stromaufweigungsstruktur, die mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch verbunden ist. Eine laterale Ausdehnung der zweiten Halbleiterschicht ist größer als die laterale Ausdehnung der ersten Halbleiterschicht, so dass eine Stufenstruktur ausgebildet ist, und die
25 Passivierungsschicht ist als konforme Schicht über einer Seitenfläche der Kontaktschicht ausgebildet. Das optoelektronische Halbleiterbauelement weist ferner eine zweite isolierende Schicht zwischen einer horizontalen Oberfläche der ersten Kontaktschicht und der zweiten Stromaufweigungsstruktur auf, wobei
30 bei eine Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht kleiner als die kleinste Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht über der Stufenstruktur ist.

Das optoelektronische Halbleiterbauelement weist gemäß Ausführungsformen ferner eine erste Stromaufweitungsschicht auf, die auf einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten Kontaktschicht und in direktem Kontakt mit der ersten Kontaktschicht angeordnet ist, wobei die erste Stromaufweitungsschicht an eine Seitenfläche der Kontaktschicht angrenzt.

Beispielsweise ist die laterale Ausdehnung der Stromaufweitungsschicht kleiner als die laterale Ausdehnung der Kontaktschicht.

Beispielsweise kann die Stromaufweitungsschicht an mindestens zwei Seitenflächen der Kontaktschicht angrenzen.

Gemäß Ausführungsformen ist die Passivierungsschicht von einer horizontalen Oberfläche der Stromaufweitungsschicht entfernt.

Beispielsweise ist die Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht kleiner als die Hälfte der kleinsten Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht über der Stufenstruktur. Gemäß weiteren Ausführungsformen ist die Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht kleiner als ein Drittel der kleinsten Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht über der Stufenstruktur.

Beispielsweise ist die zweite Stromaufweitungsstruktur mindestens abschnittsweise auf einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der horizontalen Oberfläche der ersten Kontaktschicht angeordnet.

Ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements umfasst das Ausbilden eines Schichtstapels, der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähig-

keitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp umfasst, das Ausbilden einer elektrisch leitfähigen ersten Kontaktschicht in direktem Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht, wobei eine maximale laterale Ausdehnung der zweiten Halbleiterschicht größer als die maximale laterale Ausdehnung der ersten Halbleiterschicht ist, so dass ein Werkstück mit einer Stufenstruktur ausgebildet wird, und das konforme Ausbilden einer ersten isolierenden Schicht über der Stufenstruktur der ersten und der zweiten Halbleiterschicht. Das Verfahren umfasst ferner das Ausbilden einer zweiten isolierenden Schicht über einer horizontalen Oberfläche der ersten Kontaktschicht, wobei eine Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht kleiner als die kleinste Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht über der Stufenstruktur ist, und das Ausbilden einer zweiten Stromaufweitungsstruktur über der zweiten isolierenden Schicht, wobei die zweite Kontaktstruktur mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch verbunden wird.

Das Verfahren kann ferner das Ausbilden einer ersten Stromaufweitungsschicht nach Ausbilden der Kontaktschicht umfassen.

Beispielsweise kann das Verfahren zusätzlich das Ausbilden einer Opfer-Metallschicht vor Ausbilden der ersten isolierenden Schicht umfassen. Das Verfahren kann weiterhin das Ausbilden einer Passivierungsschicht vor Ausbilden der ersten isolierenden Schicht umfassen.

Gemäß Ausführungsformen wird die erste isolierende Schicht über horizontalen Bereichen der Kontaktschicht ausgebildet und das Verfahren umfasst ein nachfolgendes Entfernen der ersten isolierenden Schicht von horizontalen Bereichen des Werkstücks vor dem Aufbringen der zweiten isolierenden Schicht.

Gemäß weiteren Ausführungsformen umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements das Ausbilden eines Schichtstapels, der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp umfasst, Ausbilden einer elektrisch leitfähigen ersten Kontaktschicht in direktem Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht, wobei eine maximale laterale Ausdehnung der zweiten Halbleiterschicht größer als die maximale laterale Ausdehnung der ersten Halbleiterschicht ist, so dass ein Werkstück mit einer Stufenstruktur ausgebildet wird, und konformes Ausbilden einer Passivierungsschicht über einer Seitenfläche der ersten Kontaktschicht. Das Verfahren umfasst ferner das Ausbilden einer ersten isolierenden Schicht über dem sich ergebenden Werkstück, Entfernen von Teilen der ersten isolierenden Schicht von einer horizontalen Oberfläche des Werkstücks, Ausbilden einer zweiten isolierenden Schicht über einer horizontalen Oberfläche der ersten Kontaktschicht, wobei eine Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht kleiner als die kleinste Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht über der Stufenstruktur ist, und Ausbilden einer zweiten Stromaufweitungsstruktur über der zweiten isolierenden Schicht, wobei die erste Kontaktschicht mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch verbunden ist.

Beispielsweise kann das Ausbilden der ersten isolierenden Schicht das Ausbilden einer ersten isolierenden Schicht umfassen, so dass eine horizontale Oberfläche der ersten isolierenden Schicht einen Mindestabstand zu einer ersten Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht hat, der größer ist als ein maximaler Abstand zwischen einer ersten Hauptoberfläche der Passivierungsschicht und der ersten Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht.

Gemäß Ausführungsformen umfasst eine optoelektronische Halbleitervorrichtung das optoelektronische Halbleiterbauelement wie vorstehend beschrieben.

5 Die begleitenden Zeichnungen dienen dem Verständnis von Ausführungsbeispielen der Erfindung. Die Zeichnungen veranschaulichen Ausführungsbeispiele und dienen zusammen mit der Beschreibung deren Erläuterung. Weitere Ausführungsbeispiele und zahlreiche der beabsichtigten Vorteile ergeben sich unmittel-
10 bar aus der nachfolgenden Detailbeschreibung. Die in den Zeichnungen gezeigten Elemente und Strukturen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu zueinander dargestellt. Gleiche Bezugszeichen verweisen auf gleiche oder einander entsprechende Elemente und Strukturen.

15

Figur 1A zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen.

20 Figur 1B zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß weiteren Ausführungsformen.

Figuren 2A bis 2F veranschaulichen schematische Querschnittsansichten eines Werkstücks bei Durchführung eines Verfahrens gemäß Ausführungsformen.

Figuren 3A bis 3D veranschaulichen schematische Querschnittsansichten eines Werkstücks bei Durchführung des Ver-
30 fahrens gemäß Ausführungsformen.

Figuren 4A bis 4D veranschaulichen schematische Querschnittsansichten eines Werkstücks bei Durchführung eines Verfahrens gemäß Ausführungsformen.

Figur 5 veranschaulicht eine schematische horizontale Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsform.

5

Figuren 6A und 6B zeigen Flussdiagramme zur Veranschaulichung des Verfahrens gemäß Ausführungsformen.

Figur 7 zeigt eine optoelektronische Vorrichtung gemäß Ausführungsform.

10

In der folgenden Detailbeschreibung wird auf die begleitenden Zeichnungen Bezug genommen, die einen Teil der Offenbarung bilden und in denen zu Veranschaulichungszwecken spezifische Ausführungsbeispiele gezeigt sind. In diesem Zusammenhang wird eine Richtungsterminologie wie "Oberseite", "Boden", "Vorderseite", "Rückseite", "über", "auf", "vor", "hinten", "vorne", "hinten" usw. auf die Ausrichtung der gerade beschriebenen Figuren bezogen. Da die Komponenten der Ausführungsbeispiele in unterschiedlichen Orientierungen positioniert werden können, dient die Richtungsterminologie nur der Erläuterung und ist in keiner Weise einschränkend.

15

20

Die Beschreibung der Ausführungsbeispiele ist nicht einschränkend, da auch andere Ausführungsbeispiele existieren und strukturelle oder logische Änderungen gemacht werden können, ohne dass dabei vom durch die Patentansprüche definierten Bereich abgewichen wird. Insbesondere können Elemente von im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen mit Elementen von anderen der beschriebenen Ausführungsbeispiele kombiniert werden, sofern sich aus dem Kontext nichts anderes ergibt.

25

30

Die im Rahmen der vorliegenden Beschreibung erwähnten Halbleitermaterialien können insbesondere auf einem direkten Halb-

leitematerial basieren. Beispiele für zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung besonders geeignete Halbleitermaterialien umfassen insbesondere Nitrid-Halbleiterverbindungen, durch die beispielsweise ultraviolette, blaues oder langwelligeres Licht erzeugt werden kann, wie beispielsweise GaN, InGaN, AlN, AlGaInN, AlGaInBN, Phosphid-Halbleiterverbindungen, durch die beispielsweise grünes oder langwelligeres Licht erzeugt werden kann, wie beispielsweise GaAsP, AlGaInP, GaP, AlGaP, sowie weitere Halbleitermaterialien wie GaAs, AlGaAs, InGaAs, AlInGaAs, SiC, ZnSe, ZnO, Ga₂O₃, Diamant, hexagonales BN und Kombinationen der genannten Materialien. Das stöchiometrische Verhältnis der Verbindungshalbleitermaterialien kann variieren. Weitere Beispiele für Halbleitermaterialien können Silizium, Silizium-Germanium und Germanium umfassen. Im Kontext der vorliegenden Beschreibung schließt der Begriff „Halbleiter“ auch organische Halbleitermaterialien ein.

Die Begriffe "lateral" und "horizontal", wie in dieser Beschreibung verwendet, sollen eine Orientierung oder Ausrichtung beschreiben, die im Wesentlichen parallel zu einer ersten Oberfläche eines Substrats oder Halbleiterkörpers verläuft. Dies kann beispielsweise die Oberfläche eines Wafers oder eines Chips (Die) sein.

Die horizontale Richtung kann beispielsweise in einer Ebene senkrecht zu einer Wachstumsrichtung beim Aufwachsen von Schichten liegen.

Der Begriff "vertikal", wie er in dieser Beschreibung verwendet wird, soll eine Orientierung beschreiben, die im Wesentlichen senkrecht zu der ersten Oberfläche eines Substrats oder Halbleiterkörpers verläuft. Die vertikale Richtung kann bei-

spielsweise einer Wachstumsrichtung beim Aufwachsen von Schichten entsprechen.

Soweit hier die Begriffe "haben", "enthalten", "umfassen",
5 "aufweisen" und dergleichen verwendet werden, handelt es sich um offene Begriffe, die auf das Vorhandensein der besagten Elemente oder Merkmale hinweisen, das Vorhandensein von weiteren Elementen oder Merkmalen aber nicht ausschließen. Die unbestimmten Artikel und die bestimmten Artikel umfassen sowohl
10 den Plural als auch den Singular, sofern sich aus dem Zusammenhang nicht eindeutig etwas anderes ergibt.

Im Kontext dieser Beschreibung bedeutet der Begriff „elektrisch verbunden“ eine niederohmige elektrische Verbindung zwischen den verbundenen Elementen. Die elektrisch verbundenen Elemente müssen nicht notwendigerweise direkt miteinander verbunden sein. Weitere Elemente können zwischen elektrisch verbundenen Elementen angeordnet sein.

20 Der Begriff „elektrisch verbunden“ umfasst auch Tunnelkontakte zwischen den verbundenen Elementen.

Figur 1A zeigt eine vertikale Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen.
25 Das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 umfasst eine erste Halbleiterschicht 110 von einem ersten Leitfähigkeitstyp, beispielsweise p-leitend sowie eine zweite Halbleiterschicht 120 von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, beispielsweise n-leitend. Die erste Halbleiterschicht 110 und die zweite Halbleiterschicht 120 sind unter Ausbildung eines Halbleiterschichtstapels übereinander gestapelt. Eine aktive Zone 115
30 kann zwischen der ersten Halbleiterschicht 110 und der zweiten Halbleiterschicht 120 angeordnet sein. Beispielsweise kann die aktive Zone geeignet sein, elektromagnetische Strahlung 20 zu

erzeugen oder aufzunehmen. Beispielsweise kann die erzeugte elektromagnetische Strahlung 20 über eine erste Hauptoberfläche 25 des optoelektronischen Halbleiterbauelements 10 ausgegeben werden. Weiterhin kann einfallende elektromagnetische Strahlung über die Hauptoberfläche 25 des optoelektronischen Halbleiterbauelements 10 in den Halbleiterschichtstapel eindringen. Beispielsweise kann die erste Hauptoberfläche 25 des optoelektronischen Halbleiterbauelements 10 strukturiert sein, um die Auskoppelleffizienz zu erhöhen.

10

Die aktive Zone kann beispielsweise einen pn-Übergang, eine Doppelheterostruktur, eine Einfach-Quantentopf-Struktur (SQW, single quantum well) oder eine Mehrfach-Quantentopf-Struktur (MQW, multi quantum well) zur Strahlungserzeugung aufweisen.

15 Die Bezeichnung „Quantentopf-Struktur“ entfaltet hierbei keine Bedeutung hinsichtlich der Dimensionalität der Quantisierung. Sie umfasst somit unter anderem Quantentröge, Quantendrähte und Quantenpunkte sowie jede Kombination dieser Schichten.

20 Eine erste Kontaktschicht 130 ist direkt angrenzend an die erste Halbleiterschicht 110 ausgebildet. Beispielsweise kann die erste Kontaktschicht 130 ein hochreflektierendes Material wie Silber enthalten. Gemäß Ausführungsformen kann die erste Kontaktschicht 130 auch mehrere Teilschichten umfassen, beispielsweise eine transparente Teilschicht auf der Seite der ersten Halbleiterschicht 130 sowie eine Teilschicht, die ein hochreflektierendes Material enthält. Die transparente Teilschicht kann beispielsweise Zinkoxid oder Indiumzinnoxid (ITO) enthalten. Gemäß Ausführungsformen kann weiterhin eine erste Stromaufweitungsschicht 132 auf der von der ersten Halbleiterschicht 110 abgewandten ersten Hauptoberfläche 131 der Kontaktschicht 130 angeordnet sein.

Eine laterale Ausdehnung d2 der zweiten Halbleiterschicht 120 ist größer als eine laterale Ausdehnung d1 der ersten Halbleiterschicht 110. Weiterhin ist die laterale Ausdehnung d1 der ersten Halbleiterschicht 110 größer als die laterale Ausdehnung d3 der Kontaktschicht 130. Entsprechend wird durch die zweite Halbleiterschicht 120, die erste Halbleiterschicht 110 und die erste Kontaktschicht 130 eine Stufenstruktur ausgebildet. Eine laterale Ausdehnung d4 der ersten Stromaufweitungsschicht 132 kann weiterhin kleiner als die laterale Ausdehnung d3 der ersten Kontaktschicht 130 sein. Entsprechend umfasst die Stufenstruktur in diesem Fall auch die erste Stromaufweitungsschicht 132. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann die erste Stromaufweitungsschicht 132 auch die erste Kontaktschicht 130 überformen. Beispielsweise ist in diesem Fall ein Teil der ersten Stromaufweitungsschicht 132 angrenzend an Seitenwände 129 der ersten Kontaktschicht 130 angeordnet und kapselt diese somit ein. Dies ist unter Bezugnahme auf die Figuren 3A bis 3D näher veranschaulicht. Beispielsweise kann ein Material der ersten Stromaufweitungsschicht 132 Au, Cu, Al, Ti, Pt oder Pd umfassen.

Die erste Isolationsschicht 125 ist nun an einer Seitenflanke der sich ergebenden Schichtstruktur angeordnet und bedeckt die Stufenstruktur. Das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 umfasst weiterhin eine zweite Stromaufweigungsstruktur 135, die mit der zweiten Halbleiterschicht 120 elektrisch leitend verbunden ist. Die zweite Stromaufweigungsstruktur 135 ist auf einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten Kontaktschicht 130 oder der ersten Stromaufweitungsschicht 132 angeordnet. Ein Material der zweiten Stromaufweigungsstruktur 135 kann beispielsweise Aluminium umfassen.

Eine zweite isolierende Schicht 127 ist zwischen einer horizontalen Oberfläche 131 der ersten Kontaktschicht 130 und der

zweiten Stromaufweitungsstruktur 135 angeordnet. Beispielsweise kann die zweite isolierende Schicht 127 an die horizontale Oberfläche 133 der ersten Stromaufweitungsschicht 132 angrenzen. Eine Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht 127 ist kleiner als die kleinste Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht 125 über der Stufenstruktur.

Beispielsweise kann ein Material der zweiten isolierenden Schicht 127 identisch zu dem Material der ersten isolierenden Schicht 125 sein. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann das Material der zweiten isolierenden Schicht 127 auch von dem Material der ersten isolierenden Schicht 125 verschieden sein. Beispielsweise kann die erste isolierende Schicht 125 einen Schichtstapel umfassen, der Siliziumoxid, Siliziumnitrid oder eine Kombination dieser Materialien umfasst.

Gemäß Ausführungsformen kann eine Passivierungsschicht 123 über mindestens einem Teil der Stufenstruktur ausgebildet sein. Beispielsweise kann die Passivierungsschicht 123 ein isolierendes Material, beispielsweise Aluminiumoxid enthalten. Beispielsweise kann die Passivierungsschicht 123 Seitenflächen 129 der ersten Kontaktschicht 130 sowie freiliegende horizontale Bereiche der angrenzenden ersten Halbleiterschicht 110 bedecken. Insbesondere kann die Passivierungsschicht über freiliegenden Oberflächenbereichen der ersten Kontaktschicht 130 angeordnet sein. Die Passivierungsschicht 123 kann weiterhin die horizontale Oberfläche 133 der ersten Stromaufweitungsschicht 132 bedecken. Die Passivierungsschicht 123 kann beispielsweise als konforme Schicht, beispielsweise durch ALD- ("Atomic Layer Deposition"-)Verfahren ausgebildet sein, so dass die erste Kontaktschicht 130 durch die Passivierungsschicht eingekapselt und eine Migration von Silberionen unterdrückt oder verhindert wird. Die Passivierungsschicht 123 kann geeignet sein, eine chemische Barriere gegenüber korrosiven

Gasen darzustellen. Darüber hinaus stellt die Passivierungsschicht 123 eine Schutzschicht gegenüber Umwelteinflüssen dar.

In dem in Figur 1A dargestellten optoelektronischen Halbleiterbauelement dient die zweite isolierende Schicht 127 zur elektrischen Isolation zwischen leitenden Schichten, die mit der ersten Halbleiterschicht 110 elektrisch verbunden sind und der zweiten Stromaufweitungsstruktur 135. Eine Schichtdicke s_2 der zweiten isolierenden Schicht 127 kann derart bemessen sein, dass sie einen elektrischen Durchbruch zwischen der zweiten Stromaufweitungsstruktur 135 und elektrisch leitfähigen Schichten, die mit der ersten Halbleiterschicht 110 verbunden sind, vermeidet. Beispielsweise kann eine Schichtdicke s_2 der zweiten isolierenden Schicht 127 kleiner als 300 nm, beispielsweise kleiner als 200 nm oder kleiner als 150 nm sein. Beispielsweise kann bei einer Schichtdicke s_2 von etwa 100 nm ein wirkungsvoller Schutz gegen Durchbruch bei einer Spannung bis zu etwa 50 V verhindert werden. Die erste isolierende Schicht 125, die die Stufenstruktur der ersten und der zweiten Halbleiterschicht bedeckt, verhindert ebenfalls einen elektrischen Durchbruch zwischen der zweiten Stromaufweitungsstruktur 135 und der ersten Halbleiterschicht 110 sowie den mit der ersten Halbleiterschicht verbundenen leitfähigen Schichten. Um diese Stufenstruktur optimal zu isolieren, wird eine Schichtdicke s_1 verwendet, die größer ist als eine Schichtdicke s_2 der zweiten isolierenden Schicht 127, die über der horizontalen Hauptoberfläche der ersten Kontaktschicht 130 oder ersten Stromaufweitungsschicht 132 angeordnet ist. Die erste isolierende Schicht 125 ist als konforme Schicht ausgebildet. Das heißt, in der ersten isolierenden Schicht 125 ist eine Stufenstruktur ausgebildet, die ungefähr der Stufenstruktur des Untergrundmaterials, d.h. der zweiten Halbleiterschicht 120, der ersten Halbleiterschicht 110 sowie der ersten Kontaktschicht 130 und gegebenenfalls der ersten Stromaufwei-

tungsschicht 132 entspricht. Beispielsweise kann die Dicke s_2 der zweiten isolierenden Schicht 127 kleiner als die Hälfte der Dicke s_1 oder sogar kleiner als ein Drittel der Dicke s_1 der ersten isolierenden Schicht 125 sein.

5

Wie nachfolgend erläutert werden wird, können beispielsweise die erste isolierende Schicht 125 und die zweite isolierende Schicht 127 jeweils durch unterschiedliche Prozesse hergestellt werden. Entsprechend können die erste und die zweite isolierende Schicht 125, 127 je nach Anwendungsfall optimiert werden. Aufgrund der reduzierten Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht 127 wird der thermische Widerstand zwischen der ersten Kontaktschicht 130 und der zweiten Stromaufweidungsstruktur 135 stark reduziert. Beispielsweise kann eine kleinste Schichtdicke s_1 der ersten isolierenden Schicht 125 etwa 600 nm betragen. Wird die Schichtdicke s_2 der zweiten isolierenden Schicht 127 gegenüber diesem Wert auf Werte wie vorstehend beschrieben verringert, so kann der thermische Widerstand der Isolationsschicht um etwa 80 % reduziert werden. Beispielsweise kann der thermische Widerstand der ersten isolierenden Schicht 125, 126 0,6 K/W betragen. Der thermische Widerstand der zweiten isolierenden Schicht 127 kann 0,1 K/W betragen.

Die zweite isolierende Schicht 127 überlappt mit der aktiven Zone 115, in der die elektromagnetische Strahlung erzeugt wird. Als Folge kann die Wärme in dem Bereich, in dem sie erzeugt wird, unmittelbar abgeführt werden. Als Ergebnis wird das optoelektronische Halbleiterbauelement abgekühlt, und die optische Ausgangsleistung und damit die Effizienz des optoelektronischen Halbleiterbauelements werden erhöht. Weiterhin kann durch den verringerten thermischen Widerstand auch eine Konversionsschicht über der ersten Hauptoberfläche 25 des optoelektronischen Halbleiterbauelements in verbesserter Weise

abgekühlt werden. Als Ergebnis wird die Temperatur in dem optoelektronischen Halbleiterbauelement in dem Konvertermaterial und in Verpackungsmaterialien verringert. Als Folge ergibt sich eine verlängerte Lebensdauer der LED.

5

Dadurch, dass beispielsweise die Passivierungsschicht 123 an die Seitenfläche 129 und benachbarte horizontale Oberflächen benachbarter Schichten angrenzt, kann eine effiziente Einkapselung der ersten Kontaktschicht 130 bewirkt werden. Bei einer
10 jeweils voneinander unabhängigen Einstellung der Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht 125 und der zweiten isolierenden Schicht 127 kann die Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht 125 vergleichsweise groß gewählt werden, ohne dass
15 dadurch der thermische Widerstand der zweiten isolierenden Schicht 127 erhöht wird. Entsprechend wird die Robustheit des Bauelements gegenüber dielektrischem Durchbruch oder gegenüber korrosiven Chemikalien nicht beeinträchtigt. Als weitere Folge der vergrößerten Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht 125 kann auch die Schichtdicke der ersten Stromaufweitungs-
20 schicht 132 weiter vergrößert werden. Beispielsweise kann die erste Stromaufweitungsschicht eine Schichtdicke von etwa 400 bis 600 nm, beispielsweise 500 nm haben. Als Folge kann die Stromaufweitung in die erste Halbleiterschicht 110 verbessert und gleichmäßiger gemacht werden. Als Ergebnis kann der Maxi-
25 malstrom erhöht werden, wodurch die Emission von dem optoelektronischen Halbleiterbauelement vergrößert werden kann.

Das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 kann weiterhin einen Träger 100, beispielsweise einen Siliziumträger umfas-
30 sen. Beispielsweise kann der Siliziumträger 100 durch ein geeignetes Verbindungsmaterial 105, beispielsweise Lot, mit der zweiten Stromaufweitungsstruktur 135 verbunden sein.

Figur 1B zeigt eine vertikale Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß weiteren Ausführungsformen. Abweichend von der in Figur 1A dargestellten Struktur ist hier die erste isolierende Schicht 126 nicht als konforme Schicht über der Stufenstruktur ausgebildet. Vielmehr ist die erste isolierende Schicht 126 als eine einebnende Schicht über der Stufenstruktur ausgebildet. Wie in Figur 1B gezeigt ist, ist die Passivierungsschicht 123 angrenzend an die Seitenflächen 129 der ersten Kontaktschicht 130 sowie über freiliegenden horizontalen Oberflächenbereichen der angrenzenden ersten Halbleiterschicht 110 sowie über einem freiliegenden Teil der ersten Hauptoberfläche 131 der ersten Kontaktschicht 130 angeordnet. Weiterhin kann die Passivierungsschicht 123 angrenzend an Seitenflächen 134 der ersten Stromaufweitungsschicht 132 angeordnet sein.

Gemäß Ausführungsformen kann ein Teil der Passivierungsschicht auch angrenzend an die erste Hauptoberfläche 133 der ersten Stromaufweitungsschicht 132 oder angrenzend an die erste Hauptoberfläche 131 der ersten Kontaktschicht 130 angeordnet sein.

Die Figuren 2A bis 2F veranschaulichen vertikale Querschnittsansichten eines Werkstücks bei der Herstellung des optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen. Eine zweite Halbleiterschicht 120 wird über einem Wachstumssubstrat (nicht gezeigt in Fig. 2) durch ein Epitaxieverfahren aufgebracht, gegebenenfalls gefolgt von Schichten zur Ausbildung der aktiven Zone (nicht dargestellt in den nachfolgenden Figuren) sowie der ersten Halbleiterschicht 110. Weiterhin wird die erste Kontaktschicht 130 sowie gegebenenfalls die erste Stromaufweitungsschicht 132 über der ersten Halbleiterschicht 110 aufgebracht. Zusätzlich kann eine Opfermetallschicht 137 über der ersten Stromaufweitungsschicht 132

ausgebildet werden. Beispielsweise kann die erste Stromaufweitungsschicht 132 Gold enthalten. Die Opfer-Metallschicht 137 kann beispielsweise ein härteres Metall als Gold, beispielsweise Chrom oder Nickel enthalten. Eine Schichtdicke der Opfer-Metallschicht 137 kann beispielsweise maximal 200 nm, beispielsweise weniger als 150 nm betragen. Die aufgetragenen Schichten werden unter Ausbildung einer Stufenstruktur wie in Fig. 2A dargestellt strukturiert. Ein Teil einer Oberfläche der zweiten Halbleiterschicht 120 ist beispielsweise nicht mit der ersten Halbleiterschicht 110 bedeckt. Ein Teil einer Oberfläche der ersten Halbleiterschicht 110 kann nicht mit der ersten Kontaktschicht 130 bedeckt sein. Ein Teil der ersten Kontaktschicht 130 kann nicht mit der ersten Stromaufweitungsschicht 132 bedeckt sein.

Nachfolgend wird eine Passivierungsschicht beispielsweise aus Al_2O_3 konform über der ersten Halbleiterschicht 110, den freiliegenden Bereichen der ersten Kontaktschicht 130, gegebenenfalls der ersten Stromaufweitungsschicht 132 sowie über der Opfer-Metallschicht 137 aufgebracht. Es bildet sich eine konforme Schicht aus. Beispielsweise kann eine Schichtdicke der Passivierungsschicht 123 mehr als 20 nm, beispielsweise etwa 30 bis 50 nm, beispielsweise 40 nm betragen. Eine Schichtdicke der Passivierungsschicht 123 kann beispielsweise weniger als 100 nm betragen. Sodann wird die erste isolierende Schicht 125 ganzflächig aufgebracht. Beispielsweise kann eine Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht 125 mehr als 400 nm, beispielsweise etwa 600 nm betragen. Die erste isolierende Schicht 125 kann beispielsweise mehrere Schichten aufweisen. Beispielsweise können die Schichten Siliziumoxid und Siliziumnitrid enthalten. Die erste isolierende Schicht 125 kann konform über der Stufenstruktur ausgebildet sein. Ein Teil der ersten isolierenden Schicht 125 grenzt direkt an die erste und an die zweite Halbleiterschicht 110, 120 an.

Figur 2A zeigt ein Beispiel einer sich ergebenden Querschnittsansicht. Anschließend wird eine Oberfläche der Opfer-Metallschicht 137 freigelegt. Beispielsweise kann dies durch
5 ein Polierverfahren, beispielsweise ein CMP-Verfahren ("chemisch-mechanisches Polieren") erfolgen. Ein Ende dieses Polierschritts kann beispielsweise durch einen verringerten Widerstand erkannt werden. Das Ende dieses Polierschritts kann auch daran erkannt werden, dass die Oberfläche der Opfer-
10 Metallschicht 137 erreicht wird.

Figur 2B zeigt eine Querschnittsansicht eines sich ergebenden Werkstücks. Wie in Fig. 2B gezeigt ist, ist nun eine horizontale Oberfläche über der ersten Kontaktschicht freigelegt bzw.
15 nicht mit isolierendem Material bedeckt. Anschließend kann beispielsweise durch ein selektives Ätzverfahren die verbleibende Opfer-Metallschicht 137 von der Oberfläche der ersten Stromaufweitungsschicht 132 entfernt werden. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann sie jedoch auch verbleiben.

20 Figur 2C zeigt ein Beispiel eines sich ergebenden Werkstücks. Nachfolgend wird die zweite isolierende Schicht 127 aufgebracht. Die zweite isolierende Schicht 127 hat eine Schichtdicke s_2 , die kleiner ist als die kleinste vertikale Schichtdicke s_1 der ersten isolierenden Schicht 125. Bei einer Stufenstruktur entspricht die kleinste vertikale Schichtdicke s_1 derjenigen Schichtdicke, die abgeschieden werden würde, wenn anstelle der Stufenstruktur eine horizontale Oberfläche vorliegen würde. Beispielsweise kann die Stufenstruktur größere
25 horizontale Bereiche aufweisen, über der jeweils die erste isolierende Schicht 125 mit gleichbleibender kleinster Schichtdicke s_1 abgeschieden ist.
30

Figur 2D zeigt Querschnittsansicht eines sich ergebenden Beispiels. Anschließend kann beispielsweise unter Verwendung fotolithografischer Verfahren die erste isolierende Schicht weiter strukturiert werden. Beispielsweise kann ein Teil der ersten isolierenden Schicht 125 über horizontalen Bereichen der zweiten Halbleiterschicht 120 entfernt werden.

Figur 2E zeigt eine Querschnittsansicht eines sich ergebenden Werkstücks. Anschließend kann das elektrisch leitende Material der zweiten Stromaufweitungsstruktur 135 über der sich ergebenden Oberfläche ausgebildet werden.

Figur 2F zeigt ein Beispiel einer Querschnittsansicht eines sich ergebenden Werkstücks. An den Stellen, an denen die erste isolierende Schicht 125 von horizontalen Bereichen der zweiten Halbleiterschicht 120 entfernt wurde, ist die zweite Stromaufweitungsstruktur 135 mit der zweiten Halbleiterschicht 120 elektrisch verbunden.

Die Figuren 3A bis 3D veranschaulichen ein Verfahren, bei dem die erste isolierende Schicht 126 nicht als konforme Schicht, sondern durch ein einebnendes Verfahren oder mit einer größeren Schichtdicke als der zu überformende Schichtstapel abgeschieden wird. Hat die erste isolierende Schicht 126 eine Schichtdicke die größer ist als die Höhe des zu überformenden Stapels, so wird der zwischen zwei zu überformenden Stapeln erzeugte Zwischenraum durch die erste isolierende Schicht 126 vollständig ausgefüllt.

Figur 3A zeigt ein Werkstück mit einem Schichtstapel, der ähnlich wie in Figur 2A ausgebildet ist. Eine konforme Passivierungsschicht 123 ist sowohl über der horizontalen Oberfläche 133 der ersten Stromaufweitungsschicht 132 als auch über den Seitenflanken und freiliegenden Oberflächenbereichen der Stu-

fenstruktur des Schichtstapels ausgebildet. Wie in Figur 3A gezeigt ist, ist die erste isolierende Schicht 126 mit einer größeren Schichtdicke als die Höhe des zu überformenden Schichtstapels ausgebildet. Gemäß Ausführungsformen kann zusätzlich eine Opfer-Metallschicht (nicht dargestellt in Figur 3A) über der ersten Hauptoberfläche 133 der ersten Stromaufweitungsschicht 132 ausgebildet sein. Zunächst wird ein Polierverfahren, beispielsweise ein CMP-Verfahren, durchgeführt, wodurch beispielsweise eine glatte, topographiefreie horizontale Oberfläche des Werkstücks erhalten wird. Beispielsweise kann ein Endpunkt dieses Polierverfahrens daran erkannt werden, dass die Reibungskraft minimal ist.

Anschließend kann gemäß Ausführungsformen eine Fotoresistmaske 139 über der sich ergebenden Oberfläche ausgebildet werden. Figur 3B zeigt eine Querschnittsansicht eines Beispiels eines sich ergebenden Werkstücks mit Fotoresistmaske 139.

Gemäß weiteren Ausführungsformen kann bei einer geeigneten Prozessführung die weitere Bearbeitung jedoch auch ohne Fotoresistmaske 139 erfolgen.

Anschließend wird ein Ätzverfahren durchgeführt, um eine erste Hauptoberfläche 133 der ersten Stromaufweitungsschicht 132 oder gegebenenfalls der Opfer-Metallschicht 137 freizulegen. Beispielsweise kann dies ein isotropes Ätzverfahren, beispielsweise auch ein Plasmaätzverfahren umfassen. Gemäß Ausführungsformen kann dieses Verfahren auf der Opfer-Metallschicht 137 stoppen.

Figur 3C zeigt ein Beispiel eines sich ergebenden Werkstücks. Nach Entfernen der optionalen Fotoresistmaske 137 wird eine dünne zweite isolierende Schicht 127 über der sich ergebenden Oberfläche ausgebildet. Eine Schichtdicke s_2 der zweiten iso-

lierenden Schicht 127 kann beispielsweise derart ausgewählt sein, um eine ausreichende Isolation zwischen der ersten Stromaufweitungsschicht 132 und der aufzubringenden zweiten Stromaufweigungsstruktur sicherzustellen. Beispielsweise kann
5 eine Schichtdicke s_2 der zweiten isolierenden Schicht 127 kleiner als die Schichtdicke s_1 der ersten isolierenden Schicht 126 sein. Beispielsweise kann die Schichtdicke s_1 der ersten isolierenden Schicht 126 der kleinsten vertikalen Abmessung der ersten isolierenden Schicht 126 über der Stufenstruktur entsprechen. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann
10 die Schichtdicke s_2 der zweiten isolierenden Schicht kleiner als die Hälfte oder ein Drittel von der Schichtdicke s_1 der ersten isolierenden Schicht 126 betragen. Beispielsweise kann die Schichtdicke s_2 der zweiten isolierenden Schicht kleiner
15 als 200 nm, beispielsweise kleiner als 150 nm, beispielsweise etwa 100 nm betragen.

Figur 3D zeigt eine Querschnittsansicht eines sich ergebenden Werkstücks. Eine weitere Bearbeitung des Werkstücks kann wie
20 unter Bezugnahme auf die Figuren 2E bis 2F beschrieben erfolgen.

Gemäß einer Modifikation von in Fig. 3A bis 3D beschriebenen Ausführungsformen kann ausgehend von der in Fig. 3A gezeigten
25 Struktur das Polierverfahren auch solange durchgeführt werden, bis eine Oberfläche der ersten Stromaufweitungsschicht 132 oder der Opfer-Metallschicht 137 unbedeckt ist. Sodann kann, wie unter Bezugnahme auf die Figuren 3C und 3D beschrieben, die zweite isolierende Schicht 127 ausgebildet werden.

30 Bei der folgenden Verfahrensvariante wird die erste isolierende Schicht 125 wiederum als konforme Schicht abgeschieden und nachfolgend durch eine maskierte Ätzung strukturiert.

Figur 4A zeigt ein Werkstück, das ähnlich wie das in Figur 2A gezeigte ausgebildet ist. Gegebenenfalls kann eine Opfer-Metallschicht 137 über der ersten Hauptoberfläche 133 der ersten Stromaufweitungsschicht 132 ausgebildet sein. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann die Opfer-Metallschicht 137 auch weggelassen werden. Eine Fotomaske 139 wird ausgebildet, die die horizontale Oberfläche 133 der ersten Stromaufweitungsschicht 132 zu einem Großteil unbedeckt lässt.

Figur 4B zeigt ein Beispiel eines sich ergebenden Werkstücks. Nachfolgend wird ein Ätzverfahren durchgeführt, wodurch eine horizontale Oberfläche 133 der ersten Stromaufweitungsschicht 132 freigelegt wird. Bei Anwesenheit der Opfer-Metallschicht 137 wird in diesem Schritt auch eine Oberfläche der Opfer-Metallschicht 137 freigelegt.

Figur 4C zeigt ein Beispiel eines sich ergebenden Werkstücks. Nach Entfernen des Fotoresistmaterials 139 wird eine dünne zweite isolierende Schicht 127 über der sich ergebenden Struktur abgeschieden.

Figur 4D zeigt ein Beispiel eines sich ergebenden Werkstücks. Nachfolgend können ähnliche Verfahren wie unter Bezugnahme auf die Figuren 2E und 2F beschrieben durchgeführt werden.

Gemäß den hier beschriebenen Ausführungsformen kann die zweite isolierende Schicht 127 durch ein anderes Verfahren als die erste isolierende Schicht 125, 126 abgeschieden werden. Beispielsweise kann zur Ausbildung der zweiten isolierenden Schicht 127 ein Sputter- oder Bedampfungsverfahren durchgeführt werden. Demgegenüber wird die konforme erste isolierende Schicht 125 beispielsweise durch ein ALD-Verfahren ausgebildet, durch welches eine zuverlässige Überformung der Stufenstruktur sichergestellt wird.

Figur 5 veranschaulicht eine horizontale Querschnittsansicht des optoelektronischen Halbleiterbauelements. Figur 5 veranschaulicht insbesondere die Flächenanteile der zweiten isolierenden Schicht 127 im Vergleich zu den Flächenanteilen der ersten isolierenden Schicht 125, 126. Die zweite isolierende Schicht 127 nimmt einen wesentlich größeren Flächenteil als die erste isolierende Schicht 125, 126 ein. Entsprechend lässt sich durch Verringerung des thermischen Widerstands im Bereich der zweiten isolierenden Schicht 127 die Wärmeabfuhr deutlich verbessern. Genauer gesagt, kann durch die Anwesenheit der zweiten isolierenden Schicht 127 mit reduzierter Schichtdicke der thermische Widerstand in einem Bereich von etwa 90 % der Chipoberfläche verringert werden. Als Folge kann der thermische Widerstand um etwa 70 bis 80% verringert werden. Entsprechend kann die Effizienz und Lebensdauer des Halbleiterbauelements stark vergrößert werden. Weiterhin kann über die zweite Kontaktstrukturen 135 Wärme abgeführt werden.

Figur 6A fasst ein Verfahren gemäß Ausführungsformen zusammen. Ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements umfasst das Ausbilden eines Schichtstapels (S100), der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp umfasst und das Ausbilden (S110) einer elektrisch leitfähigen ersten Kontaktschicht in direktem Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht, wobei eine laterale Ausdehnung der zweiten Halbleiterschicht größer als die laterale Ausdehnung der ersten Halbleiterschicht ist, so dass ein Werkstück mit einer Stufenstruktur ausgebildet wird. Das Verfahren umfasst weiterhin ein konformes Ausbilden (S120) einer ersten isolierenden Schicht über der Stufenstruktur der ersten und der zweiten Halbleiterschicht, das Ausbilden (S130) einer zweiten isolierenden Schicht über einer horizontalen Oberflä-

che der ersten Kontaktschicht, wobei eine Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht kleiner als die kleinste Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht über der Stufenstruktur ist, und das Ausbilden (S140) einer zweiten Stromaufweitungsstruktur über der zweiten isolierenden Schicht, wobei die zweite Kontaktstruktur mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch verbunden wird.

Figur 6B fasst ein Verfahren gemäß weiteren Ausführungsformen zusammen. Ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements umfasst das Ausbilden (S100) eines Schichtstapels, der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp umfasst und das Ausbilden (S110) einer elektrisch leitfähigen ersten Kontaktschicht in direktem Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht, wobei eine laterale Ausdehnung der zweiten Halbleiterschicht größer als die laterale Ausdehnung der ersten Halbleiterschicht ist, so dass ein Werkstück mit einer Stufenstruktur ausgebildet wird. Das Verfahren umfasst weiterhin das konforme Ausbilden (S115) einer Passivierungsschicht über einer Seitenfläche der ersten Kontaktschicht, das Ausbilden (S125) einer ersten isolierenden Schicht über dem sich ergebenden Werkstück. Das Verfahren umfasst weiterhin das Entfernen (S127) von Teilen der ersten isolierenden Schicht von einer horizontalen Oberfläche des Werkstücks, das Ausbilden (S130) einer zweiten isolierenden Schicht über einer horizontalen Oberfläche der ersten Kontaktschicht, wobei eine Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht kleiner als die kleinste Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht über der Stufenstruktur ist, und das Ausbilden (S140) einer zweiten Stromaufweitungsstruktur über der zweiten isolierenden Schicht, wobei die erste Kontaktschicht mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch verbunden ist.

Figur 7 zeigt eine optoelektronische Halbleitervorrichtung 30 gemäß Ausführungsformen. Die optoelektronische Halbleitervorrichtung 30 umfasst das vorstehend beschriebene optoelektronische Halbleiterbauelement 10, 15. Die optoelektronische Halbleitervorrichtung 30 kann beispielsweise ein KFZ-Scheinwerfer oder eine sehr starke Beleuchtungsvorrichtung, beispielsweise ein Scheinwerfer für Bühnenshows sein. Aufgrund der verbesserten Wärmeabfuhr kann die Leistungsdichte der optoelektronischen Halbleitervorrichtung vergrößert werden. Beispielsweise kann die optoelektronische Halbleitervorrichtung bei einer Leistungsdichte von mehr als 3-4 Watt/mm², beispielsweise mehr als 10 Watt /mm² betrieben werden. Entsprechend kann bei gleichbleibender Fläche die Leistung erhöht werden. Weiterhin kann - beispielsweise bei gleichbleibender Leistung - auch die Fläche der optoelektronischen Halbleitervorrichtung verkleinert werden. Dadurch ist es möglich, auch eine kleinere Optik für die optoelektronische Halbleitervorrichtung zu verwenden. Als Folge können Platz und Kosten eingespart werden.

Obwohl hierin spezifische Ausführungsformen veranschaulicht und beschrieben worden sind, werden Fachleute erkennen, dass die gezeigten und beschriebenen spezifischen Ausführungsformen durch eine Vielzahl von alternativen und/oder äquivalenten Ausgestaltungen ersetzt werden können, ohne vom Schutzbereich der Erfindung abzuweichen. Die Anmeldung soll jegliche Anpassungen oder Variationen der hierin diskutierten spezifischen Ausführungsformen abdecken. Daher wird die Erfindung nur durch die Ansprüche und deren Äquivalente beschränkt.

BEZUGSZEICHENLISTE

	10	optoelektronisches Halbleiterbauelement
	15	optoelektronisches Halbleiterbauelement
5	20	elektromagnetische Strahlung
	25	erste Hauptoberfläche des optoelektronischen Halbleiterbauelements
	30	optoelektronische Halbleitervorrichtung
	100	Träger
10	105	Verbindungsmaterial
	110	erste Halbleiterschicht
	115	aktive Zone
	120	zweite Halbleiterschicht
	123	Passivierungsschicht
15	125	erste isolierende Schicht
	126	erste isolierende Schicht
	127	zweite isolierende Schicht
	129	Seitenfläche der ersten Kontaktschicht
	130	erste Kontaktschicht
20	131	horizontale Oberfläche der ersten Kontaktschicht
	132	erste Stromaufweitungsschicht
	133	horizontale Oberfläche der ersten Stromaufweitungsschicht
	134	Seitenfläche der ersten Stromaufweitungsschicht
25	135	zweite Stromaufweigungsstruktur
	137	Opfer-Metallschicht
	139	Photoresistmaske

PATENTANSPRÜCHE

1. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10), umfassend:

5 eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp;

eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, wobei die erste und die zweite Halbleiterschicht (110, 120) unter Ausbildung eines Halbleiter-

10 schichtstapels übereinander gestapelt sind;

eine erste Kontaktschicht (130), die in direktem Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht (110) angeordnet ist und elektrisch leitfähig ist;

15 eine erste isolierende Schicht (125), die über der ersten und der zweiten Halbleiterschicht (110, 120) ausgebildet ist, und

eine zweite Stromaufweitungsstruktur (135), die mit der zweiten Halbleiterschicht (120) elektrisch verbunden ist,

20 wobei eine maximale laterale Ausdehnung der zweiten Halbleiterschicht (120) größer als die maximale laterale Ausdehnung der ersten Halbleiterschicht (110) ist, so dass eine Stufenstruktur ausgebildet ist und die erste isolierende Schicht (125) als konforme Schicht über der Stufenstruktur der ersten und der zweiten Halbleiterschicht ausgebildet ist und
25 jeweils an die erste und zweite Halbleiterschicht (110, 120) direkt angrenzt, und das optoelektronische Halbleiterbauelement ferner

eine zweite isolierende Schicht (127) zwischen einer horizontalen Oberfläche der ersten Kontaktschicht (130) und
30 der zweiten Stromaufweitungsstruktur (135) aufweist, wobei eine Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht (127) kleiner als die kleinste Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht (125) über der Stufenstruktur ist.

2. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach Anspruch 1, welches ferner eine erste Stromaufweitungsschicht (132) aufweist, die auf einer von der ersten Halbleiterschicht (110) abgewandten Seite der ersten Kontaktschicht (130) und in direktem Kontakt mit der ersten Kontaktschicht (130) angeordnet ist.

3. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach Anspruch 2, bei dem die laterale Ausdehnung der ersten Stromaufweitungsschicht (132) kleiner ist als die laterale Ausdehnung der Kontaktschicht (130).

4. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach Anspruch 2, bei dem die erste Stromaufweitungsschicht (132) an mindestens zwei Seitenflächen (129) der Kontaktschicht (130) angrenzt.

5. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einer Passivierungsschicht (123), die an freiliegende Bereiche der Stufenstruktur angrenzt.

6. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach Anspruch 5, bei dem die Passivierungsschicht (123) von einer horizontalen Oberfläche der ersten Stromaufweitungsschicht (132) entfernt ist.

7. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (15), umfassend:

30 eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp;

eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, wobei die erste und die zweite Halbleiter-

schicht (110, 120) unter Ausbildung eines Halbleiter-
schichtstapels übereinander gestapelt sind;

eine erste Kontaktschicht (130), die in direktem Kon-
takt mit der ersten Halbleiterschicht (110) angeordnet ist und
5 elektrisch leitfähig ist;

eine Passivierungsschicht (123);

eine erste isolierende Schicht (126), die über der ers-
ten und der zweiten Halbleiterschicht ausgebildet (110, 120)
ist, und

10 eine zweite Stromaufweitungsstruktur (135), die mit der
zweiten Halbleiterschicht (120) elektrisch verbunden ist,

wobei eine laterale Ausdehnung der zweiten Halbleiter-
schicht (120) größer als die laterale Ausdehnung der ersten
Halbleiterschicht (110) ist, so dass eine Stufenstruktur aus-
15 gebildet ist, und die Passivierungsschicht (123) als konforme
Schicht über einer Seitenfläche der Kontaktschicht (130) aus-
gebildet ist, und das optoelektronische Halbleiterbauelement
(15) ferner

eine zweite isolierende Schicht (127) zwischen einer
20 horizontalen Oberfläche der ersten Kontaktschicht (130) und
der zweiten Stromaufweitungsstruktur (135) aufweist, wobei ei-
ne Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht (127) kleiner
als die kleinste Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht
(126) über der Stufenstruktur ist.

25 8. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (15) nach An-
spruch 7, bei dem die erste isolierende Schicht (126) direkt
an die erste und an die zweite Halbleiterschicht (110, 120)
angrenzt.

30 9. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (15) nach An-
spruch 7 oder 8, welches ferner eine erste Stromaufweitungs-
schicht (132) aufweist, die auf einer von der ersten Halb-
leiterschicht (110) abgewandten Seite der ersten Kontakt-

schicht (130) und in direktem Kontakt mit der ersten Kontaktschicht (130) angeordnet ist, wobei die Passivierungsschicht (129) an eine Seitenfläche (129) der Kontaktschicht (130) angrenzt.

5

10. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (15) nach Anspruch 9, bei dem die laterale Ausdehnung der ersten Stromaufweitungsschicht (132) kleiner ist als die laterale Ausdehnung der Kontaktschicht (130).

10

11. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (15) nach Anspruch 9, bei dem die Stromaufweitungsschicht (132) an mindestens zwei Seitenflächen (129) der Kontaktschicht (130) angrenzt.

15

12. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (15) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei dem die Passivierungsschicht (123) von einer horizontalen Oberfläche (133) der ersten Stromaufweitungsschicht (132) entfernt ist.

20

13. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10, 15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht (127) kleiner als die Hälfte der kleinsten Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht (125, 126) über der Stufenstruktur ist.

25

14. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10, 15) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht (127) kleiner als ein Drittel der kleinsten Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht (125, 126) über der Stufenstruktur ist.

30

15. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements (10, 15), umfassend:

Ausbilden (S100) eines Schichtstapels, der eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp umfasst;

5 Ausbilden (S110) einer elektrisch leitfähigen ersten Kontaktschicht (130) in direktem Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht (110), wobei eine maximale laterale Ausdehnung der zweiten Halbleiterschicht (120) größer als die maximale laterale Ausdehnung der ersten Halbleiterschicht (110) ist, so
10 dass ein Werkstück mit einer Stufenstruktur ausgebildet wird;

 konformes Ausbilden (S120) einer ersten isolierenden Schicht (125) über der Stufenstruktur der ersten und der zweiten Halbleiterschicht (110, 120) und in direktem Kontakt mit jeweils der ersten und der zweiten Halbleiterschicht (110,
15 120),

 Ausbilden (S130) einer zweiten isolierenden Schicht (127) über einer horizontalen Oberfläche (131) der ersten Kontaktschicht (130), wobei eine Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht (127) kleiner als die kleinste Schichtdicke der
20 ersten isolierenden Schicht (125) über der Stufenstruktur ist;
und

 Ausbilden (S140) einer zweiten Stromaufweitungsstruktur (135) über der zweiten isolierenden Schicht (127), wobei die zweite Stromaufweitungsstruktur (135) mit der zweiten Halbleiterschicht (120) elektrisch verbunden wird.
25

16. Verfahren nach Anspruch 15, ferner umfassend das Ausbilden einer ersten Stromaufweitungsschicht (132) nach Ausbilden der Kontaktschicht (130).
30

17. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, ferner umfassend das Ausbilden einer Opfer-Metallschicht (137) vor Ausbilden der ersten isolierenden Schicht (125).

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, ferner umfassend das Ausbilden einer Passivierungsschicht (123) vor Ausbilden der ersten isolierenden Schicht (125).

5 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, bei dem die erste isolierende Schicht (125) über horizontalen Bereichen (131) der ersten Kontaktschicht (130) ausgebildet wird, und das Verfahren ein nachfolgendes Entfernen der ersten isolierenden Schicht (125) von horizontalen Bereichen des Werk-
10 stücks vor dem Aufbringen der zweiten isolierenden Schicht (127) umfasst.

20. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements, umfassend:

15 Ausbilden (S100) eines Schichtstapels, der eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp umfasst;

Ausbilden (S110) einer elektrisch leitfähigen ersten
20 Kontaktschicht (130) in direktem Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht (110), wobei eine maximale laterale Ausdehnung der zweiten Halbleiterschicht (120) größer als die maximale laterale Ausdehnung der ersten Halbleiterschicht (110) ist, so dass ein Werkstück mit einer Stufenstruktur ausgebildet wird;

25 konformes Ausbilden (S115) einer Passivierungsschicht (123) über einer Seitenfläche (129) der ersten Kontaktschicht (130),

Ausbilden (S125) einer ersten isolierenden Schicht (126) über dem sich ergebenden Werkstück;

30 Entfernen (S127) von Teilen der ersten isolierenden Schicht (125) von einer horizontalen Oberfläche des Werkstücks;

Ausbilden (S130) einer zweiten isolierenden Schicht (127) über einer horizontalen Oberfläche (131) der ersten Kon-

taktschicht (130), wobei eine Schichtdicke der zweiten isolierenden Schicht (127) kleiner als die kleinste Schichtdicke der ersten isolierenden Schicht (126) über der Stufenstruktur ist; und

5 Ausbilden (S140) einer zweiten Stromaufweitungsstruktur (135) über der zweiten isolierenden Schicht (127), wobei die zweite Stromaufweitungsstruktur (135) mit der zweiten Halbleiterschicht (120) elektrisch verbunden ist.

10 21. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem die erste isolierende Schicht (126) in direktem Kontakt mit der ersten und zweiten Halbleiterschicht (110, 120) ausgebildet wird.

15 22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, bei dem das Ausbilden der ersten isolierenden Schicht (126) das Ausbilden einer ersten isolierenden Schicht (126), so dass eine horizontale Oberfläche der ersten isolierenden Schicht einen Mindestabstand zu einer ersten Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht (120) hat, der größer ist als ein maximaler Abstand
20 zwischen einer ersten Hauptoberfläche der Passivierungsschicht (123) und der ersten Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht (120).

25 23. Optoelektronische Halbleitervorrichtung (30) mit dem optoelektronischen Halbleiterbauelement (10, 15) nach einem der Ansprüche 1 bis 14.

Fig. 1A

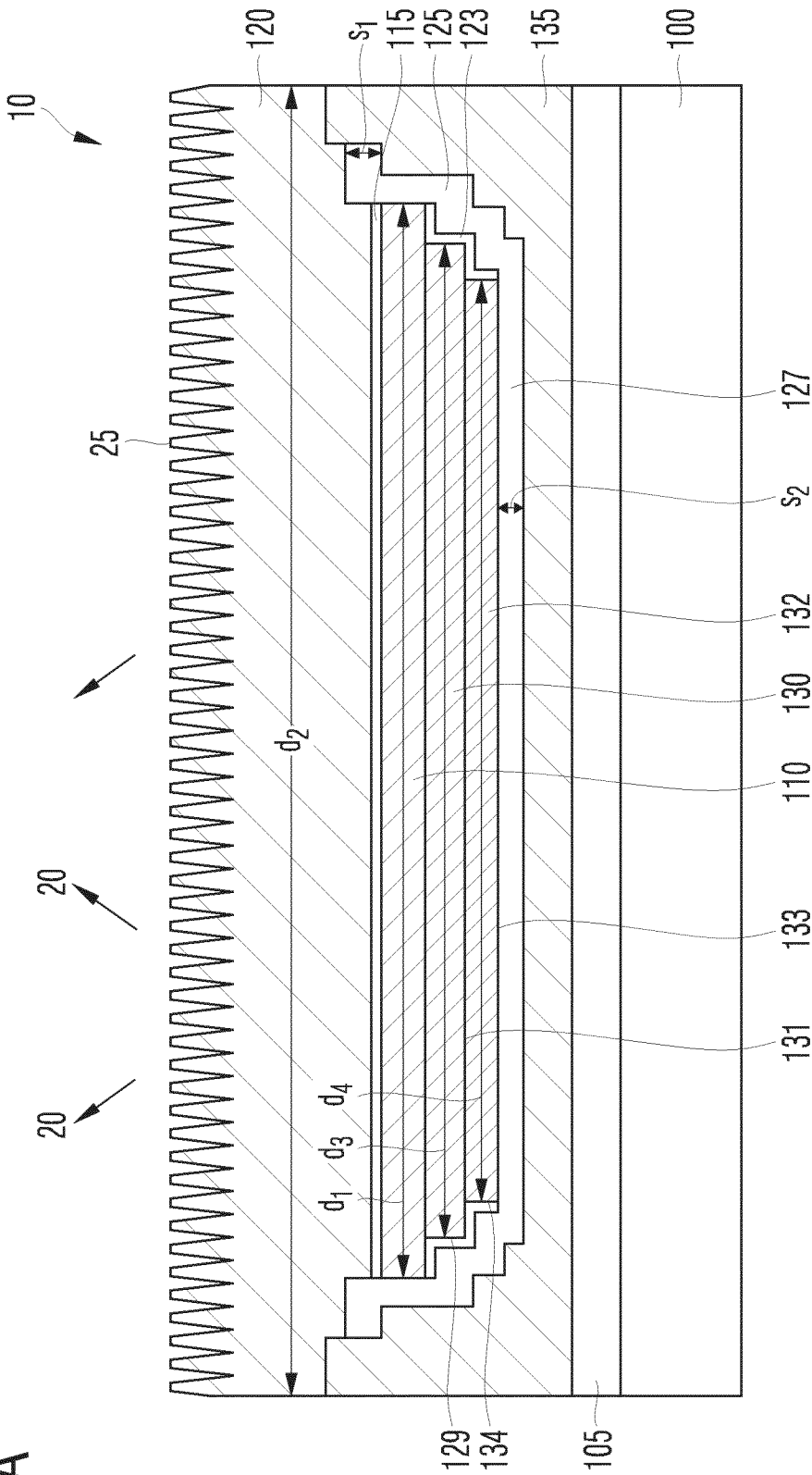
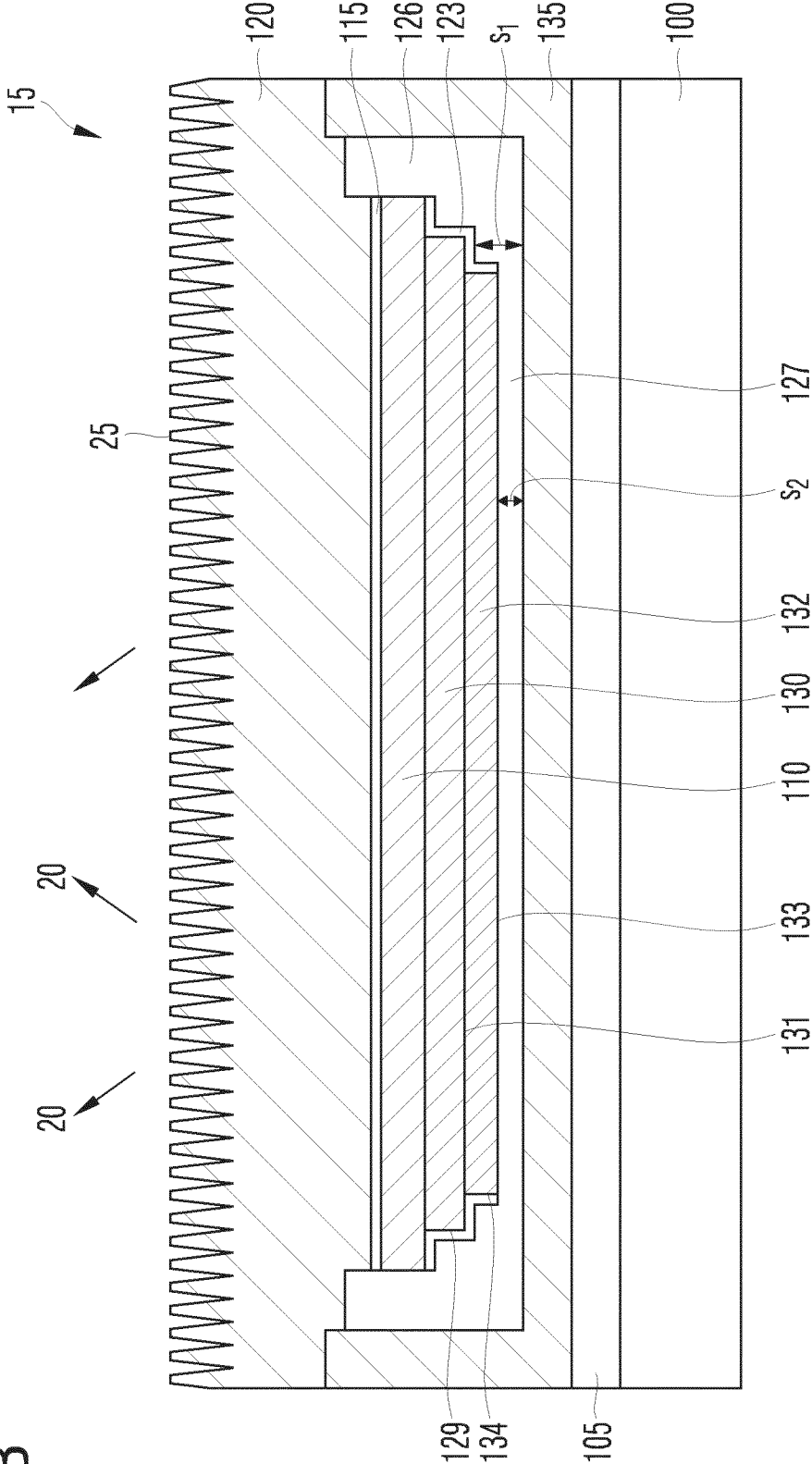


Fig. 1B



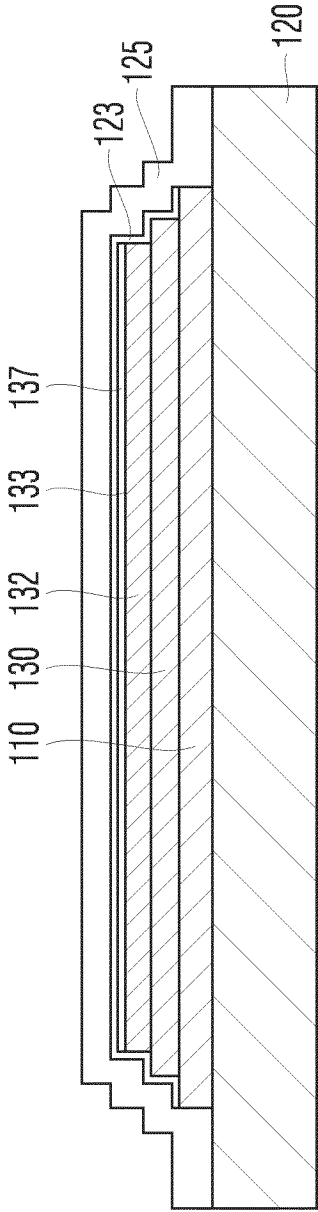


Fig. 2A

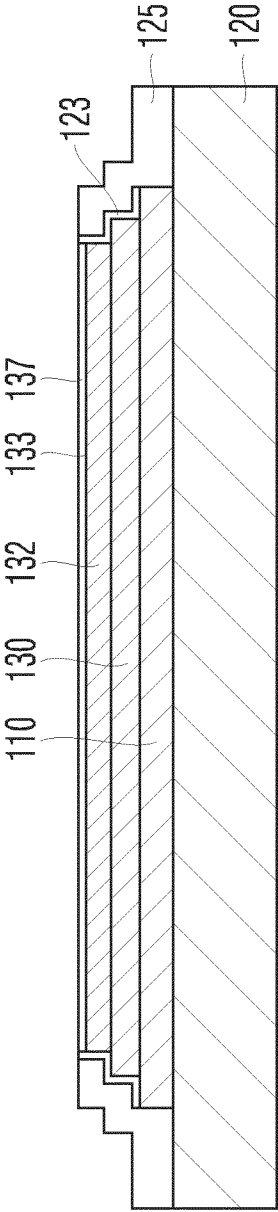


Fig. 2B

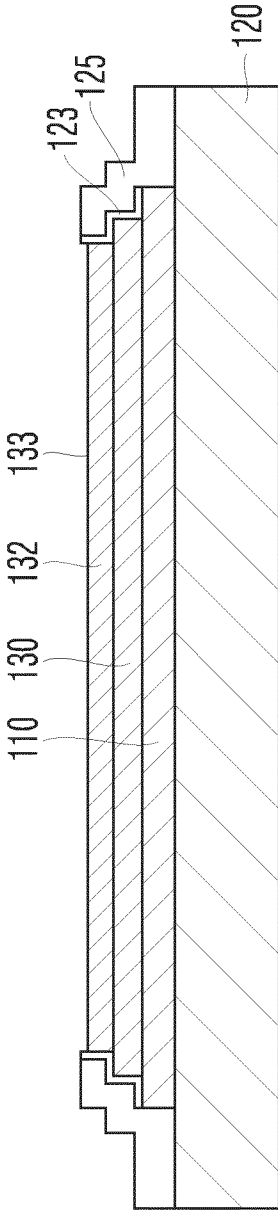


Fig. 2C

Fig. 2D

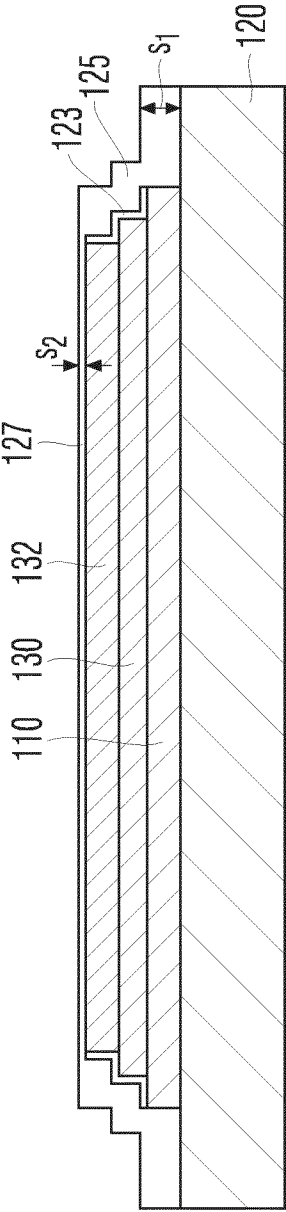


Fig. 2E

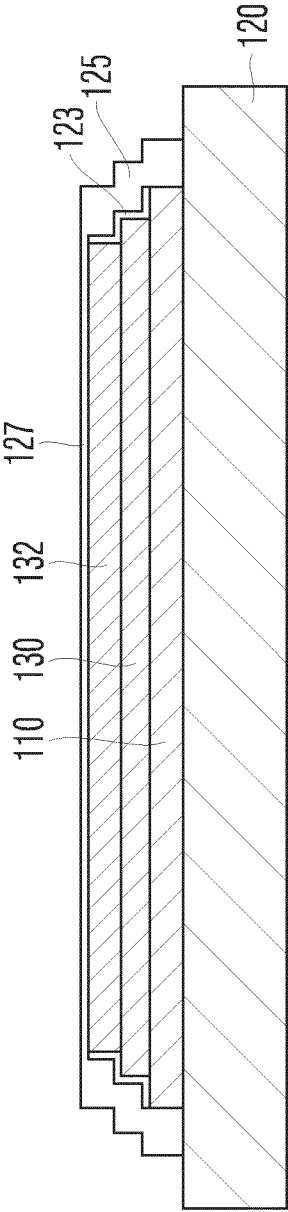


Fig. 2F

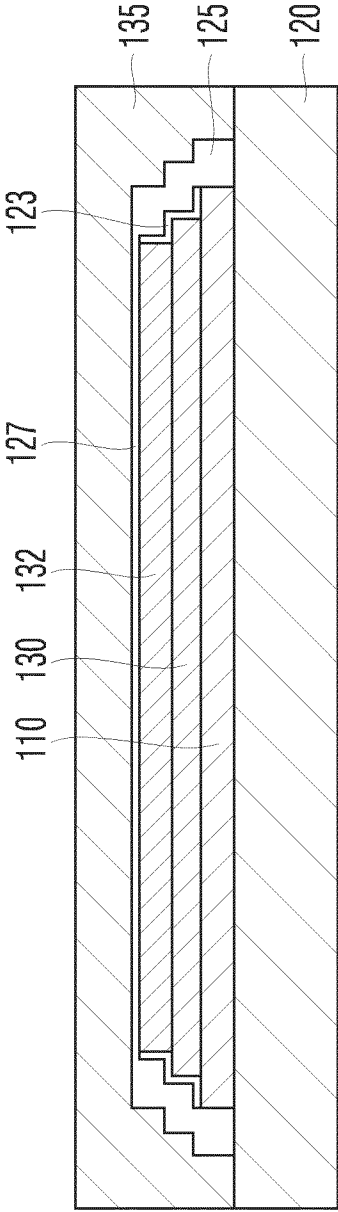


Fig. 3A

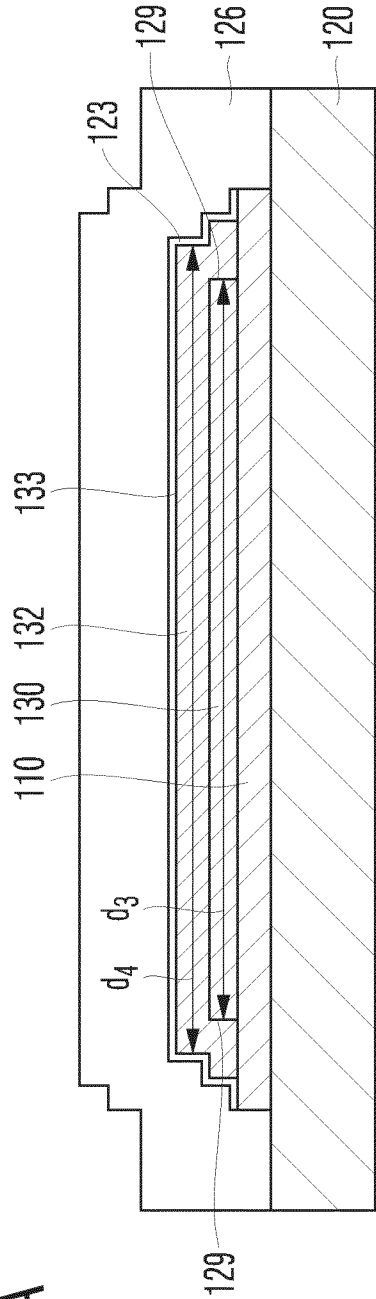


Fig. 3B

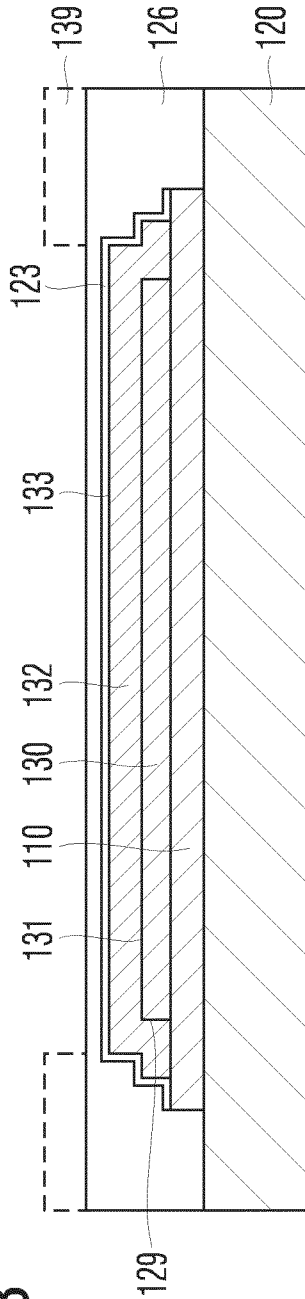


Fig. 3C

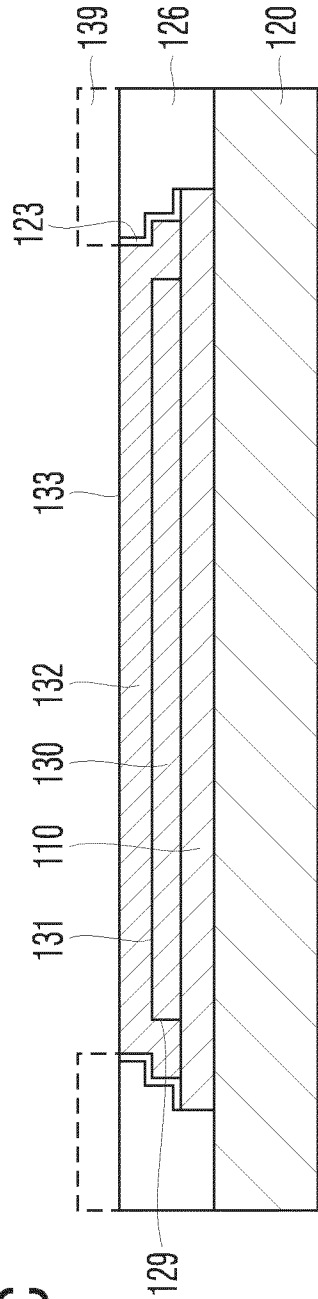


Fig. 3D

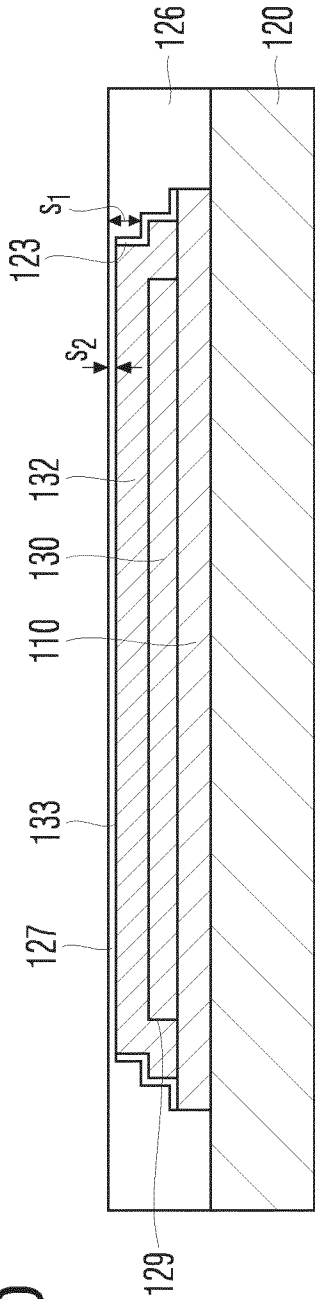


Fig. 4A

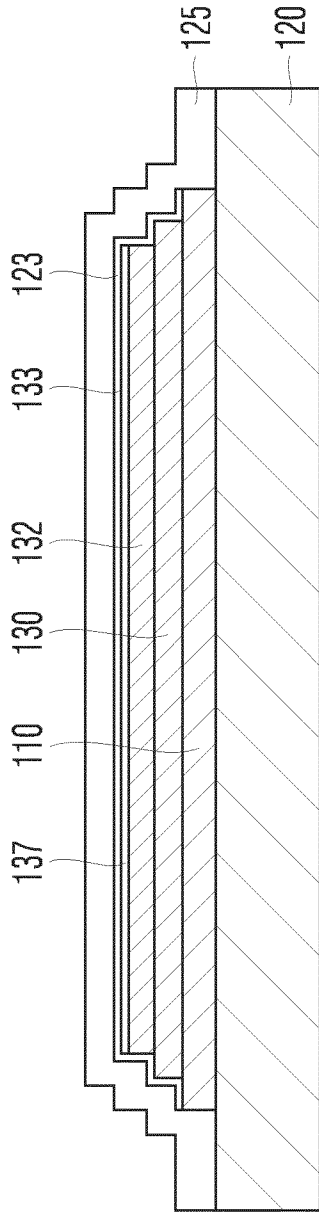
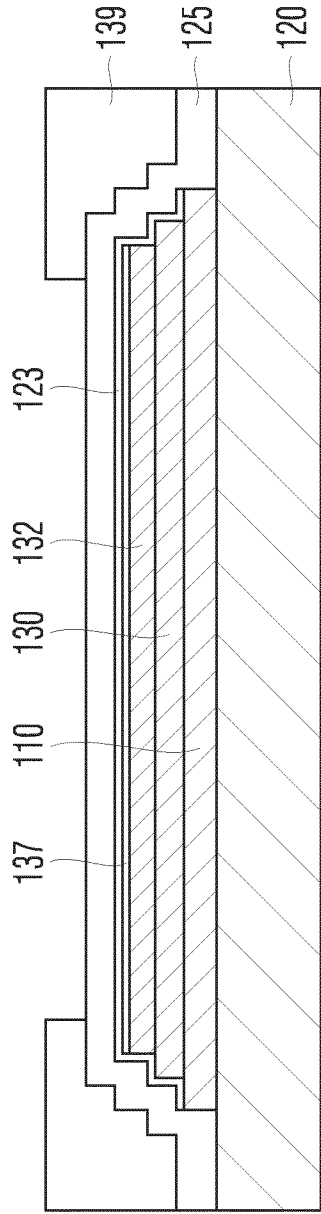


Fig. 4B



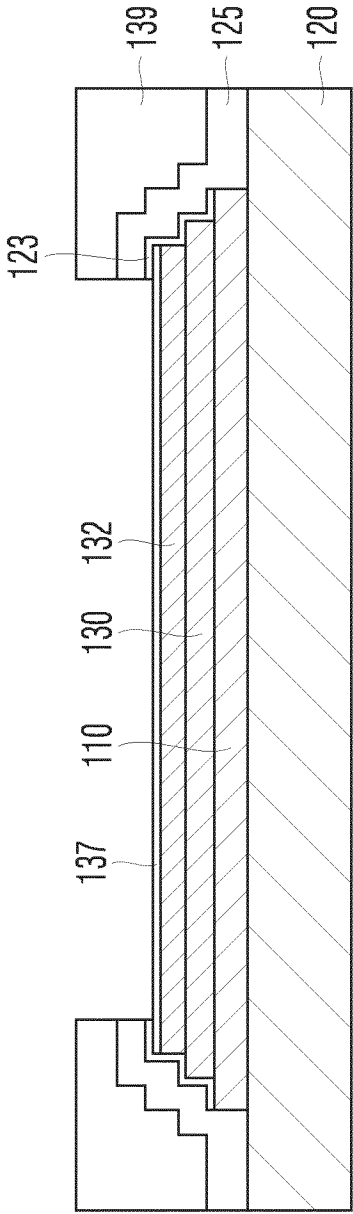


Fig. 4C

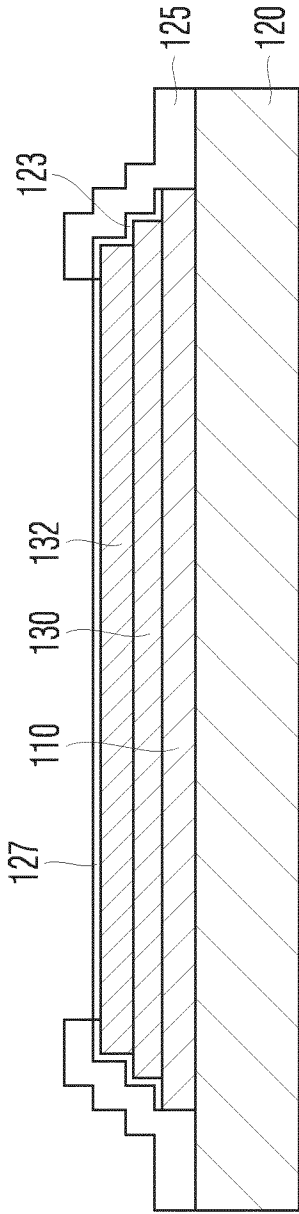


Fig. 4D

Fig. 5

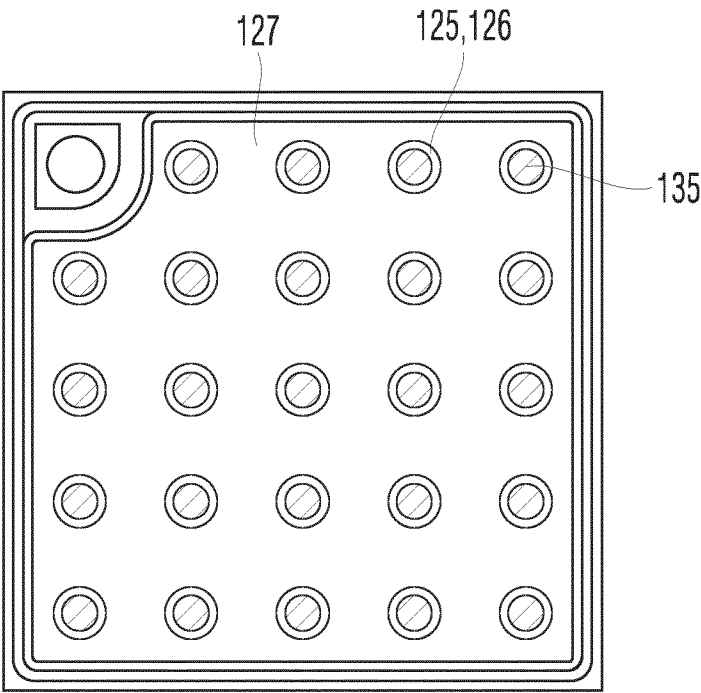
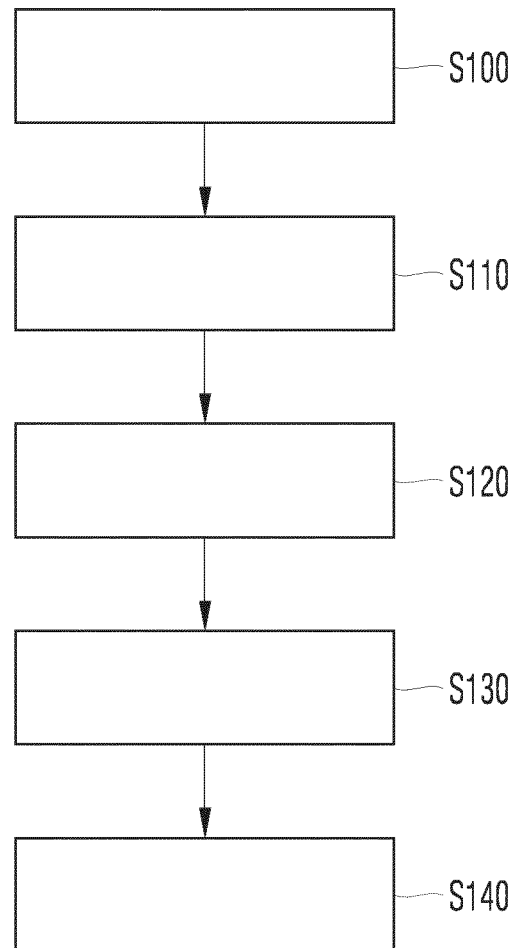


Fig. 6A



10/10

Fig. 6B

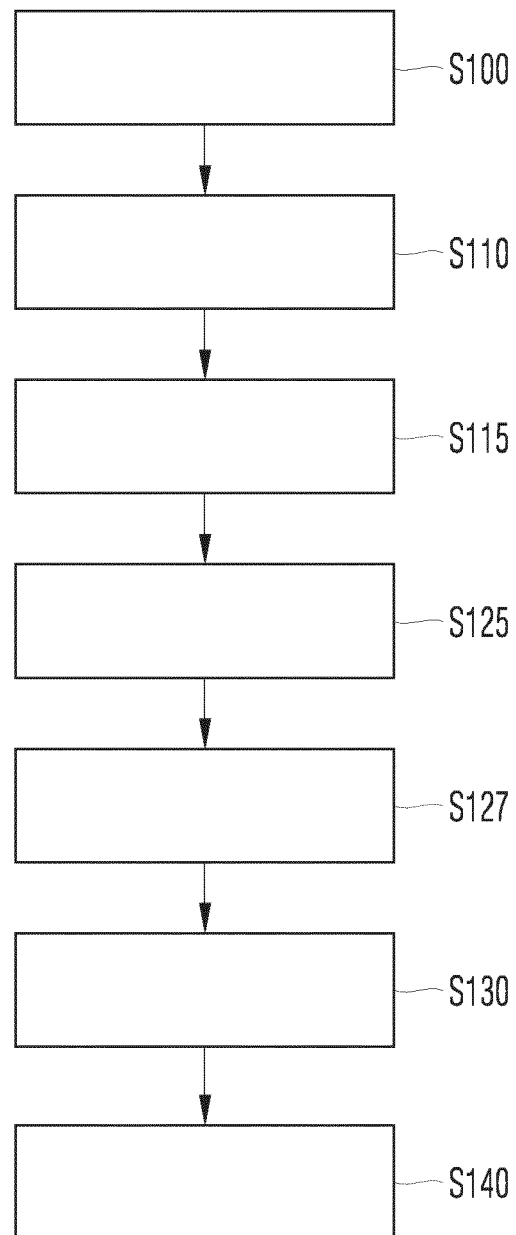
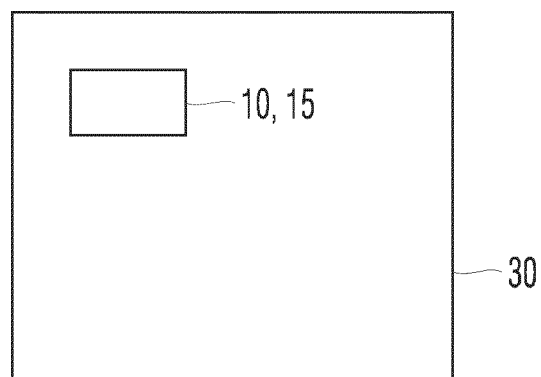


Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/057033

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 33/14**(2010.01)i; **H01L 33/38**(2010.01)i; **H01L 33/48**(2010.01)i; **H01L 33/60**(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	WO 2017060355 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 13 April 2017 (2017-04-13) the whole document	1-23
A	DE 102015100578 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21 July 2016 (2016-07-21) paragraph [0023] paragraph [0028] paragraph [0041] figures 1,3	1-23
A	DE 102016111113 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21 December 2017 (2017-12-21) paragraph [0016] claims 1-15; figure 3C	1-23
A	DE 102016124380 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 14 June 2018 (2018-06-14) paragraph [0059] figures 1-4	1-23



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

25 May 2020

Date of mailing of the international search report

05 June 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/EP2020/057033

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
WO	2017060355	A1	13 April 2017	DE	102015117198 A1	13 April 2017
				US	2018248083 A1	30 August 2018
				WO	2017060355 A1	13 April 2017
DE	102015100578	A1	21 July 2016	CN	107112392 A	29 August 2017
				DE	102015100578 A1	21 July 2016
				DE	112015005964 A5	12 October 2017
				JP	2018502461 A	25 January 2018
				KR	20170104484 A	15 September 2017
				US	2018358512 A1	13 December 2018
				WO	2016113032 A1	21 July 2016
DE	102016111113	A1	21 December 2017	DE	102016111113 A1	21 December 2017
				DE	112017002987 A5	21 February 2019
				US	2019140143 A1	09 May 2019
				WO	2017215910 A1	21 December 2017
DE	102016124380	A1	14 June 2018	NONE		

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L33/14 H01L33/38 H01L33/48 H01L33/60 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2017/060355 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 13. April 2017 (2017-04-13) das ganze Dokument	1-23
A	DE 10 2015 100578 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21. Juli 2016 (2016-07-21) Absatz [0023] Absatz [0028] Absatz [0041] Abbildungen 1,3	1-23
A	DE 10 2016 111113 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21. Dezember 2017 (2017-12-21) Absatz [0016] Ansprüche 1-15; Abbildung 3C	1-23
-/-		
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
25. Mai 2020		05/06/2020
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 2016 124380 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 14. Juni 2018 (2018-06-14) Absatz [0059] Abbildungen 1-4 -----	1-23

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/057033

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2017060355 A1	13-04-2017	DE 102015117198 A1	13-04-2017
		US 2018248083 A1	30-08-2018
		WO 2017060355 A1	13-04-2017

DE 102015100578 A1	21-07-2016	CN 107112392 A	29-08-2017
		DE 102015100578 A1	21-07-2016
		DE 112015005964 A5	12-10-2017
		JP 2018502461 A	25-01-2018
		KR 20170104484 A	15-09-2017
		US 2018358512 A1	13-12-2018
		WO 2016113032 A1	21-07-2016

DE 102016111113 A1	21-12-2017	DE 102016111113 A1	21-12-2017
		DE 112017002987 A5	21-02-2019
		US 2019140143 A1	09-05-2019
		WO 2017215910 A1	21-12-2017

DE 102016124380 A1	14-06-2018	KEINE	
