(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
19. März 2020 (19.03.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/053346 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/40 (2010.01) *H01L 33/46* (2010.01)
H01L 33/38 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/074387

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. September 2019 (12.09.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 122 492.3
14. September 2018 (14.09.2018) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OLED GMBH** [DE/DE]; Leibnizstraße 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **EICHINGER, Christian**; Mittelweg 6, 93173 Wenzenbach (DE). **PERZLMAIER, Korbinian**; Barbara-Blomberg-Str. 42, 93055 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **MÜLLER HOFFMANN & PARTNER PATENTANWÄLTE 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,

WO 2020/053346 A1

(54) **Title:** OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT HAVING A FIRST AND SECOND METAL LAYER, AND METHOD FOR PRODUCING THE OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT

(54) **Bezeichnung:** OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT MIT EINER ERSTEN UND ZWEITEN METALLSCHICHT SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DES OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTS

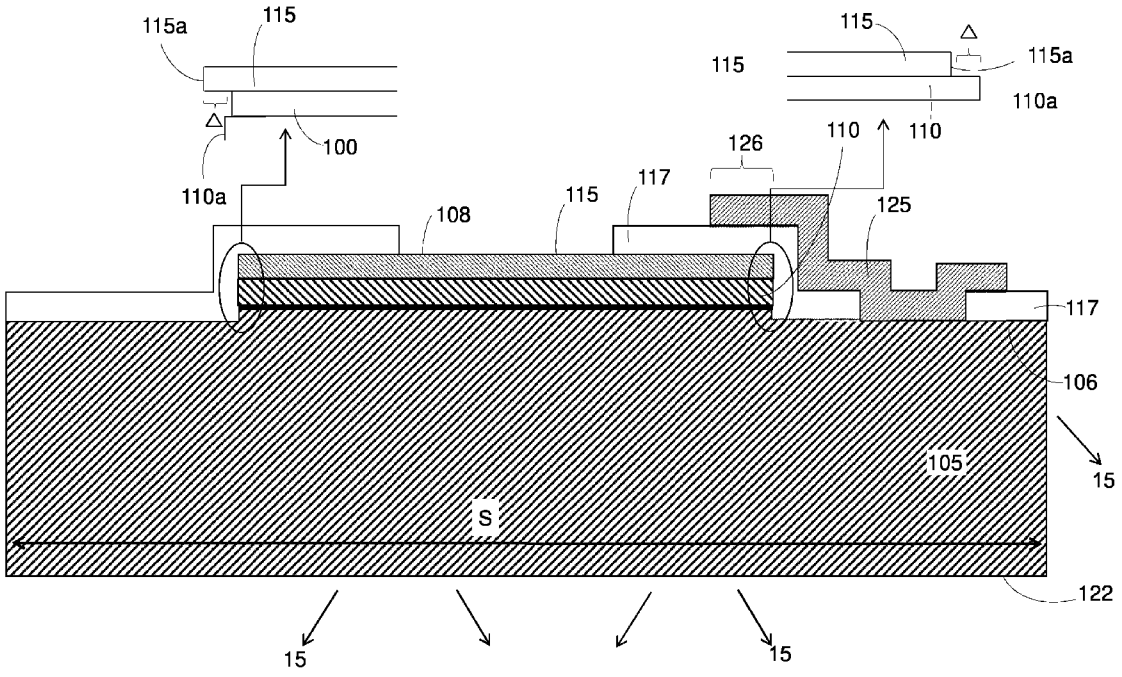


Fig. 1A

(57) **Abstract:** The invention relates to an optoelectronic semiconductor component (10) comprising a first semiconductor layer (110) of a first conductivity type, a second semiconductor layer (105) of a second conductivity type, and an active zone (108), wherein the first semiconductor layer (110) and the second semiconductor layer are structured to form a mesa such that parts of the second semiconductor layer (105) are not covered by the first semiconductor layer (110) and a section of the active zone is exposed in the region of a mesa flank. The optoelectronic semiconductor component also comprises a passivation layer (117) which is arranged over parts of the first

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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)*

semiconductor layer (110) and over parts of the second semiconductor layer (105), as well as over the exposed section of the active zone (108). The optoelectronic semiconductor component also contains a first metal layer (115) and a second metal layer (125). The second metal layer (125) covers the passivation layer (117) in the region of the mesa flank. The composition of the first metal layer (115) next to the first semiconductor layer (110) is consistent along a horizontal direction.

(57) Zusammenfassung: Ein optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) umfasst eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp, eine zweite Halbleiterschicht (105) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, sowie eine aktive Zone (108), wobei die erste Halbleiterschicht (110) und diezweite Halbleiterschicht unter Ausbildung einer Mesa so strukturiert sind, dass Teile der zweiten Halbleiterschicht (105) nicht mit der ersten Halbleiterschicht (110) bedeckt sind und ein Abschnitt der aktiven Zone im Bereich einer Mesaflanke freiliegt. Das optoelektronische Halbleiterbauelement weist ferner eine Passivierungsschicht (117) auf, die über Teilen der ersten Halbleiter- schicht (110) und über Teilen der zweiten Halbleiterschicht (105) sowie über dem freiliegenden Abschnitt der aktiven Zone angeordnet (108) ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement enthält darüber hinaus eine erste Metallschicht (115) und eine zweite Metallschicht (125). Die zweite Metallschicht (125) bedeckt die Passivierungsschicht (117) im Bereich der Mesaflanke.Eine Zusammensetzung der ersten Metallschicht (115) benachbart zur ersten Halbleiterschicht (110) ist entlang einer horizontalen Richtung gleichbleibend.

OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT MIT EINER ERSTEN UND ZWEITEN METALLSCHICHT SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DES OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTS

HINTERGRUND

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 10 2018 122 492.3, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

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, beispielsweise weil eine entsprechende Spannung angelegt wird, wird elektromagnetische Strahlung erzeugt.

Generell werden neue Konzepte gesucht, mit denen auch bei fortschreitender Miniaturisierung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente die Auskoppeleffizienz optimiert werden kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes optoelektronisches Bauelement zur Verfügung zu stellen.

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.

ZUSAMMENFASSUNG

Ein optoelektronisches Halbleiterbauelement umfasst eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp, eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp sowie eine aktive Zone. Die erste Halbleiterschicht ist über der zweiten Halbleiterschicht angeordnet. Die aktive Zone ist zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht angeordnet. Die erste Halbleiterschicht und die zweite Halbleiterschicht sind unter Ausbildung einer Mesa so strukturiert, dass Teile der zweiten Halbleiterschicht nicht mit der ersten Halbleiterschicht bedeckt sind und ein Abschnitt der aktiven Zone im Bereich einer Mesaflanke freiliegt. Das optoelektronische Halbleiterbauelement weist ferner eine Passivierungsschicht auf, die über Teilen der ersten Halbleiterschicht und über Teilen der zweiten Halbleiterschicht sowie über dem freiliegenden Abschnitt der aktiven Zone angeordnet ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement enthält darüber hinaus eine erste Metallschicht, die mit der ersten Halbleiterschicht elektrisch leitend verbunden ist, und eine zweite Metallschicht, die mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch leitend verbunden ist. Die zweite Metallschicht bedeckt die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke. Eine Zusammensetzung der ersten Metallschicht benachbart zur ersten Halbleiterschicht ist entlang einer horizontalen Richtung gleichbleibend. Ein Metall der ersten oder der zweiten Metallschicht kann jeweils aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Gold, Nickel, Chrom und Palladium ausgewählt sein. Beispielsweise ist ein Metall der ersten oder der zweiten Metallschicht jeweils Rhodium oder Palladium ist.

Die erste Metallschicht kann direkt an die erste Halbleiterschicht angrenzen. Eine laterale Positionierung der ersten Metallschicht kann sich um weniger als 100 nm von der lateralen Positionierung der strukturierten ersten Halbleiterschicht unterscheiden.

Gemäß Ausführungsformen ist ein horizontal verlaufender Teil der zweiten Metallschicht über der ersten Metallschicht angeordnet.

Das optoelektronische Halbleiterbauelement kann weiterhin eine metallische Spiegelschicht aufweisen, die von der zweiten Halbleiterschicht und der zweiten Metallschicht elektrisch isoliert ist und über einem Teil der zweiten Halbleiterschicht angeordnet ist. Ein Metall der metallischen Spiegelschicht kann aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Gold, Nickel, Chrom und Palladium ausgewählt sein. Die metallische Spiegelschicht kann mit der ersten Metallschicht verbunden sein.

Beispielsweise kann die erste Metallschicht lateral mindestens teilweise von der zweiten Metallschicht, der metallischen Spiegelschicht oder einer Kombination dieser Schichten umgeben sein.

Gemäß weiteren Ausführungsformen umfasst ein optoelektronisches Halbleiterbauelement eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp, eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp sowie eine aktive Zone. Die erste Halbleiterschicht ist über der zweiten Halbleiterschicht angeordnet. Die aktive Zone ist zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht angeordnet. Die erste Halbleiterschicht und die zweite Halbleiterschicht sind unter Ausbildung einer Mesa so strukturiert, dass Teile der zweiten Halbleiterschicht nicht mit der ersten Halbleiterschicht bedeckt sind und ein Abschnitt der aktiven Zone im Bereich einer Mesaflanke freiliegt. Das optoelektronische Halbleiterbauelement weist ferner eine Passivierungsschicht auf, die über Teilen der ersten Halbleiterschicht und über Teilen der zweiten Halbleiterschicht sowie über dem freiliegenden Abschnitt der aktiven Zone angeordnet ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement

enthält darüber hinaus eine erste Metallschicht, die mit der ersten Halbleiterschicht elektrisch leitend verbunden ist, und eine zweite Metallschicht, die mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch leitend verbunden ist. Die zweite Metallschicht bedeckt die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke. Weiterhin bedeckt die erste Metallschicht oder eine von der zweiten Metallschicht elektrisch getrennte metallische Spiegelschicht die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke.

Ein Metall der ersten oder der zweiten Metallschicht kann jeweils aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Gold, Nickel, Chrom und Palladium ausgewählt sein. Beispielsweise unterscheidet sich eine laterale Positionierung der ersten Metallschicht um weniger als 100 nm von der lateralen Positionierung der strukturierten ersten Halbleiterschicht.

Beispielsweise ist die metallische Spiegelschicht mit der ersten Metallschicht verbunden.

Weiterhin kann ein Teil der metallischen Spiegelschicht über einem Teil der zweiten Halbleiterschicht angeordnet sein.

Eine laterale Größe des beschriebenen optoelektronischen Halbleiterbauelements kann kleiner als 70 µm sein.

Ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements umfasst das Ausbilden eines Halbleiterschichtstapels aus einer ersten Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp, einer zweiten Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp und einer aktiven Zone, wobei die aktive Zone zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht angeordnet wird. Das Verfahren umfasst weiterhin das Strukturieren einer Mesa, so dass Teile der zweiten Halbleiterschicht

nicht mit der ersten Halbleiterschicht bedeckt sind und ein Abschnitt der aktiven Zone im Bereich einer Mesaflanke freiliegt. Das Verfahren umfasst darüber hinaus das Ausbilden einer Passivierungsschicht über Teilen der ersten Halbleiterschicht, über Teilen der zweiten Halbleiterschicht und über dem freiliegenden Abschnitt des aktiven Bereichs, das Ausbilden einer ersten Metallschicht, die mit der ersten Halbleiterschicht elektrisch verbunden ist, und das Ausbilden einer zweiten Metallschicht, die mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch verbunden ist. Dabei bedeckt die zweite Metallschicht die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke. Eine Zusammensetzung der ersten Metallschicht benachbart zur ersten Halbleiterschicht ist entlang einer horizontalen Richtung gleichbleibend.

Gemäß weiteren Ausführungsformen bedeckt die erste Metallschicht oder eine von der zweiten Metallschicht elektrisch getrennte metallische Spiegelschicht die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke.

Das Verfahren kann weiter das Ätzen eines Teils der ersten Metallschicht, wodurch eine strukturierte erste Metallschicht erhalten wird, und das Ätzen eines Teils der ersten Halbleiterschicht umfassen. Dabei kann die strukturierte erste Metallschicht als Ätzmaske zum Ätzen der ersten Halbleiterschicht verwendet werden.

Gemäß Ausführungsformen umfasst eine optoelektronische Vorrichtung das vorstehend beschriebene optoelektronische Halbleiterbauelement. Die optoelektronische Vorrichtung kann aus einer Anzeigevorrichtung, einer Beleuchtungsvorrichtung für Fahrzeuge oder einer Beleuchtungsvorrichtung ausgewählt sein.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

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 unmittelbar 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.

Fig. 1A zeigt eine vertikale Querschnittsansicht eines Beispiels eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen.

Fig. 1B zeigt eine Draufsicht auf ein optoelektronisches Halbleiterbauelement gemäß Ausführungsformen.

Fig. 2A bis 2F sind vertikale Querschnittsansichten eines Werkstücks bei der Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen.

Fig. 3A ist eine Querschnittsansicht zur Veranschaulichung weiterer Komponenten des optoelektronischen Halbleiterbauelements.

Fig. 3B ist eine Draufsicht auf ein Beispiel eines optoelektronischen Halbleiterbauelements.

Fig. 3C ist eine Draufsicht auf ein Beispiel eines optoelektronischen Halbleiterbauelements.

Fig. 4A zeigt eine vertikale Querschnittsansicht zur Veranschaulichung weiterer Komponenten des optoelektronischen Halbleiterbauelements.

Fig. 4B ist eine Draufsicht auf ein Beispiel eines optoelektronischen Halbleiterbauelements.

Fig. 4C ist eine vertikale Querschnittsansicht eines Beispiels eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß weiteren Ausführungsformen.

Fig. 5 zeigt Komponenten eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß weiteren Ausführungsformen.

Fig. 6A, 6B und 6C fassen jeweils ein Verfahren gemäß Ausführungsformen zusammen.

Fig. 7A zeigt eine schematische Ansicht einer optoelektronischen Vorrichtung gemäß Ausführungsformen.

Fig. 7B zeigt eine schematische Ansicht einer optoelektronischen Vorrichtung gemäß Ausführungsformen.

DETAILBESCHREIBUNG

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", "hinter", "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.

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.

Die Begriffe "Wafer" oder "Halbleitersubstrat", die in der folgenden Beschreibung verwendet sind, können jegliche auf Halbleiter beruhende Struktur umfassen, die eine Halbleiteroberfläche hat. Wafer und Struktur sind so zu verstehen, dass sie dotierte und undotierte Halbleiter, epitaktische Halbleiterschichten, gegebenenfalls getragen durch eine Basisunterlage, und weitere Halbleiterstrukturen einschließen. Beispielsweise kann eine Schicht aus einem ersten Halbleitermaterial auf einem Wachstumssubstrat aus einem zweiten Halbleitermaterial oder aus einem isolierenden Material, beispielsweise Saphir, gewachsen sein. Je nach Verwendungszweck kann der Halbleiter auf einem direkten oder einem indirekten Halbleitermaterial basieren. Beispiele für zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung besonders geeignete Halbleitermaterialien umfassen insbesondere Nitrid-Halbleiterverbindungen, durch die beispielsweise ultraviolettes, blaues oder langwelligeres Licht erzeugt werden kann, wie beispielsweise GaN, InGaN, AlN, AlGaN, AlGaInN, Phosphid-Halbleiterverbindungen, durch die beispielsweise grünes oder langwelligeres Licht erzeugt werden kann, wie beispielsweise GaAsP, AlGaInP, GaP, AlGaP, sowie weitere Halbleitermaterialien wie AlGaAs, SiC, ZnSe, GaAs, ZnO, Ga_2O_3, Diamant, hexagonales BN und Kombinatio-

nen der genannten Materialien. Das stöchiometrische Verhältnis der ternären Verbindungen 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 Halbleitersubstrats oder Halbleiterkörpers verläuft. Dies kann beispielsweise die Oberfläche eines Wafers oder eines Die oder eines Chips sein.

Der Begriff "vertikal", wie er in dieser Beschreibung verwendet wird, soll eine Orientierung beschreiben, die im Wesentlichen senkrecht zu der ersten Oberfläche des Halbleitersubstrats oder Halbleiterkörpers verläuft.

Soweit hier die Begriffe "haben", "enthalten", "umfassen", "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 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. Der Begriff

„elektrisch verbunden" umfasst auch Tunnelkontakte zwischen den verbundenen Elementen.

Fig. 1A zeigt eine schematische Querschnittsansicht durch einen Teil eines optoelektronischen Halbleiterbauelements 10 gemäß Ausführungsformen. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst eine erste Halbleiterschicht 110 von einem ersten Leitfähigkeitstyp, beispielsweise p-Typ und eine zweite Halbleiterschicht 105 von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, beispielsweise n-Typ. Die erste Halbleiterschicht 110 ist beispielsweise über der zweiten Halbleiterschicht 105 angeordnet. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst weiterhin eine erste Metallschicht 115 über der ersten Halbleiterschicht 110. Die erste Metallschicht 115 ist mit der ersten Halbleiterschicht 110 elektrisch leitend verbunden. Ein Metall der ersten Metallschicht kann aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Palladium, Gold, Nickel und Chrom ausgewählt sein. Weitere Beispiele für das Metall der ersten Metallschicht 115 umfassen Gold, Titan und Tantal. Eine Zusammensetzung der ersten Metallschicht 115 benachbart zur ersten Halbleiterschicht 110 ist entlang einer horizontalen Richtung gleichbleibend. Anders ausgedrückt weist die erste Metallschicht 115 in einem Bereich benachbart oder angrenzend an die erste Halbleiterschicht 110 eine einheitliche Zusammensetzung auf. Beispielsweise umfasst sie benachbart oder angrenzend an die erste Halbleiterschicht 110 entlang einer horizontalen Richtung keine unterschiedlichen Bereiche mit jeweils unterschiedlicher Zusammensetzung.

Die erste Metallschicht 115 kann in direktem Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht 110 ausgebildet sein. Gemäß weiteren Ausführungsformen können beispielsweise Haftvermittlungsschichten zwischen der ersten Halbleiterschicht 110 und der ersten Metallschicht 115 angeordnet sein. Der Begriff „benachbart zur ersten Halbleiterschicht" betrifft in diesem Zusam-

menhang den Teil der ersten Metallschicht 115, der abgesehen von Haftvermittlungsschichten, an die erste Halbleiterschicht 110 angrenzt. Auf diese Weise steht entlang einer horizontalen Richtung immer dasselbe Metall oder dieselbe Metallzusammensetzung in Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht 110.

Gemäß Ausführungsformen unterscheidet sich eine laterale Positionierung der ersten Metallschicht 115 um weniger als 100 nm von der lateralen Positionierung der leitfähigen Schicht(en) zwischen erster Halbleiterschicht 110 und erster Metallschicht 115. Beispiele für Materialien von Haftvermittlungsschichten umfassen Ti, Cr, Pt, Ni, Ta und WTi, Zn und Metalloxide wie beispielsweise ITO (Indiumzinnoxid), IZO (Indiumzinkoxid)oder InO (Indiumoxid). Wenn ein Metall aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Palladium, Gold, Chrom und Nickel verwendet wird, kann die Metallschicht insbesondere unter Feuchtigkeit relativ stabil sein, ohne dass gemäß Ausführungsformen eine Einkapselung der ersten Metallschicht 115 zum Schutz vor Feuchtigkeit und anderen Umwelteinflüssen erforderlich ist. Entsprechend weist die erste Metallschicht 115 benachbart zur ersten Halbleiterschicht entlang einer horizontalen Richtung eine gleichbleibende Zusammensetzung auf.

Die Haftvermittlungsschicht kann beispielsweise eine Schichtdicke von mehr als 0,1 nm oder mehr als 5 nm oder mehr, z.B. 50 nm oder mehr haben. Die Metallschicht kann beispielsweise eine Schichtdicke von mehr als 50 nm haben, beispielsweise 70 oder 80 nm. Ab etwa 70 oder 80 nm ist beispielsweise eine Rhodium-Schicht optisch dicht. Die Schichtdicke der ersten Metallschicht 115 kann mehrere hundert nm, beispielsweise mehr als 500 nm betragen. Die Schichtdicke der Metallschicht kann in Abhängigkeit davon ausgewählt werden, ob die strukturierte Metallschicht in einem Verfahren zur Herstellung des optoelektronischen Bauelements als Hartmaske während eines Ätzver-

fahrens verwendet wird. Weiterhin kann die Schichtdicke danach ausgewählt werden, ob die Metallschicht als Stromführungsschicht einzusetzen ist. Beispielsweise kann über der ersten Metallschicht eine weitere Haftvermittlungsschicht aus einem der vorstehend genannten Materialien aufgebracht sein.

Die verwendeten Halbleitermaterialien können beispielsweise Nitridhalbleitermaterialien oder Phosphidhalbleitermaterialien umfassen. Beispielsweise kann eine aktive Zone 108 zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht 110, 105 angeordnet sein. Die aktive Zone 108 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. Die Bezeichnung „Quantentopf-Struktur" entfaltet hierbei keine Bedeutung hinsichtlich der Dimensionalität der Quantisierung. Sie umfasst somit unter anderem Quantentröge, Quantendrähte und Quantenpunkte sowie jeder Kombination dieser Schichten. Von dem Halbleiterbauelement 10 emittierte elektromagnetische Strahlung 15 wird beispielsweise über eine zweite Hauptoberfläche 122 der zweiten Halbleiterschicht 105 ausgegeben. Zusätzlich kann emittierte elektromagnetische Strahlung 15 über Seitenwände der zweiten Halbleiterschicht 105 ausgegeben werden. Das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 stellt somit ein Flip-Chip-Bauelement dar, bei dem Kontakte zum Kontaktieren der Halbleiterschichten auf einer Seite des Halbleiterschichtstapels, die von der Lichtemissionsoberfläche 122 abgewandt ist, angeordnet sind.

Eine isolierende oder Passivierungsschicht 117 ist über Teilen der ersten Metallschicht 115 sowie über Teilen der zweiten Halbleiterschicht 105 angeordnet. Beispielsweise kann die Passivierungsschicht 117 SiO, SiN, Al_2O_3, SiON, Ta_xO_y, TiN, AlN, Ti_xO_y oder eine Kombination dieser Materialien enthalten. Das

stöchiometrische Verhältnis der Komponenten der beschriebenen isolierenden Schichten kann variieren. Die Passivierungsschicht 117 ist beispielsweise über Teilen des optoelektronisch „aktiven Bereichs", d.h. des Teils des optoelektronischen Bauelements, in dem elektromagnetische Strahlung erzeugt wird, angeordnet.

Beispielsweise kann die erste Metallschicht 115 direkt an die Passivierungsschicht 117 angrenzen.

Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst weiterhin eine zweite Metallschicht 125 über der zweiten Halbleiterschicht 105, die mit der zweiten Halbleiterschicht 105 elektrisch leitend verbunden ist. Ein Metall der zweiten Metallschicht 125 kann aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Palladium, Nickel, Chrom und Gold ausgewählt sein. Zusätzlich können, wie in Verbindung mit der ersten Metallschicht 115 diskutiert, Haftvermittlungsschichten zwischen zweiter Metallschicht 125 und zweiter Halbleiterschicht 105 angeordnet sein. Die erste und die zweite Metallschicht wirken jeweils als eine hochreflektierende Spiegelschicht auf der von der Emissionsoberfläche 122 abgewandten Seite des optoelektronischen Halbleiterbauelements 10. Strahlung, die von dem aktiven Gebiet 108 in Richtung der ersten Hauptoberfläche 111 der ersten Halbleiterschicht 110 emittiert wird, kann durch die erste und die zweite Metallschicht 115, 125 in einem hohen Maße in Richtung der Emissionsoberfläche 122 reflektiert werden.
Der Stapel, der die erste Halbleiterschicht 110 und die erste Metallschicht 115 enthält, ist zu einer Mesa 113 geätzt. Das heißt, nicht alle Teile der zweiten Halbleiterschicht 105 sind mit der ersten Halbleiterschicht 110 bedeckt, sondern es gibt Teile, bei denen eine erste Hauptoberfläche 106 der zweiten Halbleiterschicht 105 freiliegt. In diesen Teilen kann die zweite Halbleiterschicht 105 elektrisch kontaktiert werden. Im

Bereich einer Mesaflanke liegt ein Abschnitt der aktiven Zone 108 frei. Ein Teil der Passivierungsschicht ist über der Mesaflanke angeordnet und bedeckt den freiliegenden Abschnitt der aktiven Zone. Ein weiterer Teil der zweiten Metallschicht 125 ist über der Passivierungsschicht 117 angeordnet. Der Teil der zweiten Metallschicht 125 bedeckt die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke und damit den freiliegenden Abschnitt der aktiven Zone 108.Dabei kann ein weiterer Teil der zweiten Metallschicht 125 derart über der ersten Halbleiterschicht 110 angeordnet sein, dass dieser Teil mit der ersten Metallschicht 115 überlappt und einen Überlappungsbereich 126 der Metallschichten bildet. Dadurch, dass die verschiedenen Metallschichten 115, 125 miteinander überlappen, wird ein hoher Grad an Reflexionsvermögen sichergestellt.

Gemäß Ausführungsformen, die in Fig. 1A dargestellt sind, unterscheidet sich eine laterale Positionierung der ersten Metallschicht 115 um weniger als 100 nm von der lateralen Positionierung der strukturierten ersten Halbleiterschicht 110. Mit anderen Worten, schließt die erste Metallschicht 115 lateral bündig mit der strukturierten ersten Halbleiterschicht 110 ab. Bei Verwendung eines der Metalle aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Palladium, Nickel, Chrom und Gold kann auch bei Feuchtigkeit eine Migration von Metallionen in Richtung des aktiven Bereiches 108 auch dann verhindert werden, wenn die erste Metallschicht 115 lateral bündig mit der ersten strukturierten Halbleiterschicht 110 abschließt und nicht, beispielsweise durch die Passivierungsschicht eingekapselt ist. Der Begriff „eine laterale Positionierung der ersten Metallschicht unterscheidet sich um weniger als 100 nm von der lateralen Positionierung der strukturierten ersten Halbleiterschicht“ oder „bündig abschließt“ heißt in diesem Zusammenhang, dass eine Seitenwand 115a der ersten Metallschicht 115 in horizontaler Richtung um weniger als 100 nm von einer Seitenwand 110a der

strukturierten ersten Halbleiterschicht 110 verschoben ist. Die horizontale Richtung kann dabei der x-Richtung wie in Fig. 1A veranschaulicht entsprechen. Die Größe der Verschiebung Δ kann dabei, wie im oberen Teil der Fig. 1 veranschaulicht, sowohl positive als auch negative Werte annehmen. Anders ausgedrückt, kann die erste Metallschicht 115 auf jeder Seite um weniger als 100 nm über die erste Halbleiterschicht 110 hinausragen. Weiterhin kann die erste Halbleiterschicht auf jeder Seite um weniger als 100 nm über die erste Metallschicht 115 hinausragen. Dies kann beispielsweise erreicht werden, wenn die erste Metallschicht 115 und die erste Halbleiterschicht 110 unter Verwendung einer gemeinsamen Ätzmaske geätzt werden. Beispielsweise kann auch die erste Halbleiterschicht 110 unter Verwendung einer Ätzmaske, die die strukturierte erste Metallschicht enthält, geätzt werden.

Dadurch, dass die erste Metallschicht 115 lateral bündig mit der ersten strukturierten Halbleiterschicht 110 abschließt, kann ein größerer Teil der Chipfläche verspiegelt sein, im Vergleich mit einem Fall, indem die Fläche der Metallschicht 115 gegenüber der ersten Halbleiterschicht 110 verkleinert ist. Durch die Kombination der Merkmale, dass die zweite Metallschicht die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke bedeckt und die laterale Positionierung der ersten Metallschicht sich um weniger als 100 nm von der lateralen Positionierung der strukturierten ersten Halbleiterschicht unterscheidet, kann die reflektierende Fläche des Bauelements weiter vergrößert werden, wodurch die Effizienz des optoelektronischen Halbleiterbauelements weiter vergrößert wird. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann die erste Metallschicht 115 lateral nicht bündig mit der ersten strukturierten Halbleiterschicht 110 abschließen. Beispielsweise kann ein Teil der Passivierungsschicht 117 angrenzend an einen Teil der ersten

Hauptoberfläche 111 ersten Halbleiterschicht 110 angeordnet sein.

Beispielsweise kann eine laterale Größe s des in Fig. 1 gezeigten optoelektronischen Halbleiterbauelements kleiner als 100 µm, insbesondere kleiner 70 µm bis zu kleiner 10 µm sein. Beispielsweise kann eine laterale Ausdehnung s größer als 1 µm sein. Wie in Fig. 1A schematisch dargestellt, kann beispielsweise eine Schichtdicke der ersten Halbleiterschicht 110 kleiner sein als eine Schichtdicke der zweiten Halbleiterschicht 105. Beispielsweise kann die erste Halbleiterschicht 110 eine Schichtdicke von kleiner als 1 µm, beispielsweise kleiner als 200 nm haben. Die zweite Halbleiterschicht 105 kann eine Schichtdicke größer 1 µm, beispielsweise größer 3 µm oder größer 5 µm haben.

Fig. 1B ist eine Draufsicht auf das optoelektronische Halbleiterbauelement gemäß Ausführungsformen. Wie zu sehen ist, bildet die erste Metallschicht 115 einen ersten Bereich aus, die zweite Metallschicht 125 bildet einen zweiten Bereich aus, und die erste Metallschicht 115 ist durch die isolierende Schicht 117 von der zweiten Metallschicht 125 getrennt. Beispielsweise können die beiden flächig ausgebildeten Metallschichten jeweils elektrisch kontaktiert werden. Eine laterale Ausdehnung s des optoelektronischen Halbleiterbauelements beträgt beispielsweise weniger als 100 µm. Dadurch, dass Rhodium, Platin, Palladium, Gold, Nickel oder Chrom als Metall der ersten oder zweiten Metallschicht verwendet wird, kann einerseits eine exzellente Reflexionseigenschaft bereitgestellt werden. Weiterhin ist es - im Gegensatz zur Verwendung von Silber als Metall der ersten oder zweiten Metallschicht - nicht erforderlich, die Metallschicht durch weitere Schichten, die die für eine Reflexion zur Verfügung stehende Oberfläche verringern würden, einzukapseln.

Das optoelektronische Halbleiterbauelement kann somit eine erste oder eine zweite Metallschicht mit der entsprechenden Zusammensetzung enthalten. Gemäß weiteren Ausführungsformen ist jedoch auch möglich, dass sowohl das Metall der ersten Metallschicht als auch das Metall der zweiten Metallschicht aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Palladium, Gold, Nickel und Chrom ausgewählt ist.

Gemäß den in den Fig. 1A und 1B dargestellten Ausführungsformen kann die erste Halbleiterschicht 110 derart strukturiert sein, dass die erste Halbleiterschicht 110 von Bereichen, an denen eine erste Hauptoberfläche 106 der zweiten Halbleiterschicht 105 nicht von der ersten Halbleiterschicht 110 bedeckt ist, ringförmig umschlossen ist. Das optoelektronische Bauelement kann allgemein jede beliebige Form haben und muss nicht quadratisch sein.

Zur Herstellung des in den Fig. 1A und 1B gezeigten Halbleiterbauelements wird über einer ersten Hauptoberfläche 120 eines isolierenden Wachstumssubstrats 100, beispielsweise eines Saphirsubstrats 100, die zweite Halbleiterschicht 105 vom zweiten Leitfähigkeitstyp epitaktisch aufgewachsen. Nach Ausbilden der aktiven Zone 108 wird die erste Halbleiterschicht 110 über der ersten Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht epitaktisch aufgewachsen. Beispielsweise kann als Ergebnis die Fig. 2A gezeigte Struktur erhalten werden. Die erste Halbleiterschicht 110 und die zweite Halbleiterschicht 105 sind über der ersten Hauptoberfläche 120 eines isolierenden Substrats 100 angeordnet. Eine aktive Zone 108 ist zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht 110, 105 angeordnet.

In einem nächsten Schritt wird eine erste Metallschicht 115 über der ersten Hauptoberfläche 111 der ersten Halbleiter-

schicht 110 aufgebracht. Beispielsweise kann zunächst eine Haftvermittlungsschicht mit der vorstehend beschriebenen Schichtdicke und Zusammensetzung aufgebracht werden, gefolgt von der ersten Metallschicht 115. Die Metallschicht kann beispielsweise Rhodium, Platin, Palladium Gold, Nickel oder Chrom enthalten oder aus diesen Metallen bestehen. Ferner kann eine weitere Haftvermittlungsschicht mit der zuvor beschriebenen Zusammensetzung aufgebracht werden. Die erste Metallschicht 115 sowie gegebenenfalls die Haftvermittlungsschichten werden strukturiert, beispielsweise unter Verwendung von fotolithographischen und Ätzverfahren. Gemäß weiteren Ausführungsformen können alternativ oder zusätzlich Metallschichten auch strukturiert aufgebracht werden, beispielsweise durch Lift-Off-Verfahren.

Als Ergebnis kann beispielsweise die in Fig. 2B gezeigte Struktur erhalten werden. Wie zu sehen ist, ist die erste Metallschicht 115 über einem Teil der ersten Halbleiterschicht 110 angeordnet. Weitere Teile der ersten Hauptoberfläche 111 der ersten Halbleiterschicht 110 sind unbedeckt.

Gemäß weiteren Ausführungsformen kann nach Aufbringen der ersten Metallschicht zusätzlich eine Schutzschicht 118, beispielsweise aus Siliziumoxid, Siliziumnitrid, Photoresistmaterialien, Metalloxid wie beispielsweise Al_xO_y, Ta_xO_y, Ti_xO_y, Metallnitrid wie beispielsweise TiN, AlN oder anderen Materialien aufgebracht werden. Beispielsweise kann anschließend unter Verwendung der strukturierten ersten Metallschicht 115 sowie gegebenenfalls der Schutzschicht 118 ein Ätzverfahren zum Ätzen der ersten Halbleiterschicht 110 durchgeführt werden. Insbesondere kann die erste Metallschicht 115 mit einer Schichtdicke größer 500 nm als Hartmaske für das Ätzverfahren verwendet werden. Bei Verwendung der strukturierten ersten Metallschicht 115 als Hartmaske für das Ätzverfahren kann Flä-

che, die bei fotolithografischer Strukturierung eines Resistmaterials für eine korrekte Überlagerung erforderlich wäre, eingespart werden.

Beispielsweise kann das Ätzverfahren ein Plasma-Ätzverfahren sein oder ein Rücksputter-Verfahren oder ein anderes geeignetes Verfahren. Fig. 2C zeigt eine Querschnittsansicht des Werkstücks bei Durchführen des Ätzverfahrens 20. Wie zu sehen ist, werden Teile der zweiten Halbleiterschicht 105, die nicht mit der ersten Metallschicht 115 bedeckt sind, durch das Ätzverfahren geätzt. Die Teile der zweiten Halbleiterschicht 105, die mit der ersten Metallschicht 115 bedeckt sind, werden nicht geätzt. Als Ergebnis wird eine Mesa geätzt. Ein Bereich der aktiven Zone liegt im Bereich einer Mesaflanke frei und ist nicht nach außen hin abgedeckt.

Gemäß weiteren Ausführungsformen kann auch erst die Mesa geätzt werden. Sodann wird die erste Metallschicht 115 aufgebracht und strukturiert oder strukturiert aufgebracht.

Anschließend wird eine isolierende oder Passivierungsschicht 117 über der sich ergebenden Oberfläche aufgebracht. Die Passivierungsschicht bedeckt Teile der ersten Hauptoberfläche 106 der zweiten Halbleiterschicht 105 sowie die erste Metallschicht 115. Weiterhin bedeckt die Passivierungsschicht 117 mindestens einen Teil des freiliegenden Bereichs der aktiven Zone 108. Beispielsweise kann die Passivierungsschicht 117 die gesamte Mesaflanke bedecken. Beispielsweise kann die Passivierungsschicht 117 SiO, SiN, Al_2O_3, SiON, Ta_xO_y, TiN, AlN, Ti_xO_y oder eine Kombination dieser Materialien enthalten. Gemäß weiteren Ausgestaltungen kann die Passivierungsschicht 117 einen Schichtstapel aus mehreren isolierenden Schichten aufweisen. Eine Schichtdicke der Passivierungsschicht kann beispielsweise in einem Bereich von 10 bis 500 nm liegen. Es ist aber auch

möglich, dass die Schichtdicke kleiner als 10 nm oder größer als 500 nm ist.

Anschließend können Öffnungen in der isolierenden Schicht 117 beispielsweise unter Verwendung fotolithographischer Verfahren definiert werden. Fig. 2E zeigt eine Querschnittsansicht eines Beispiels eines sich ergebenden optoelektronischen Halbleiterbauelements. Wie zu sehen ist, ist ein Teil der ersten Metallschicht 115 unbedeckt. Weiterhin ist ein Teil der ersten Hauptoberfläche 106 der zweiten Halbleiterschicht 105 unbedeckt. Weitere Teile des optoelektronischen Halbleiterbauelements 10 sind mit der isolierenden Schicht 117 bedeckt.

Anschließend wird eine zweite Metallschicht 125 aufgebracht und strukturiert. Beispielsweise kann das Metall der zweiten Metallschicht ebenfalls aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Palladium Gold, Nickel und Chrom ausgewählt sein. Das Aufbringen der zweiten Metallschicht kann zunächst das Aufbringen einer Haftvermittlungsschicht zwischen zweiter Halbleiterschicht 105 und zweiter Metallschicht 125, wie in Verbindung mit der ersten Metallschicht 115 diskutiert, umfassen. Beispielsweise kann die zweite Metallschicht 125 ganzflächig aufgebracht werden und anschließend durch ein geeignetes Strukturierungsverfahren, welches fotolithographische und Ätzverfahren enthalten kann, strukturiert werden. Als Ergebnis kann beispielsweise die in Fig. 2F dargestellte Struktur erhalten werden.

Nach Entfernen des Wachstumssubstrats 100 kann die in Fig. 1A dargestellte Struktur erhalten werden.

Fig. 3A zeigt eine vertikale Querschnittsansicht von Ausführungsformen mit einer Spiegelschicht 127. Wie dargestellt, kann das optoelektronische Bauelement 10 zusätzlich eine Spiegelschicht 127 aus einem Metall, das aus der Gruppe aus Rhodi-

um, Platin, Palladium, Gold, Nickel und Chrom ausgewählt ist, enthalten, wobei die Spiegelschicht weitere Teile der Oberfläche des optoelektronischen Bauelements bedeckt. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann diese Spiegelschicht 127 von der zweiten Metallschicht 125 isoliert sein. Alternativ kann sie mit dieser elektrisch leitend verbunden sein und somit einen Teil der zweiten Metallschicht 125 bilden. Wie weiterhin zu sehen ist, ist die Spiegelschicht 127 über der isolierenden oder Passivierungsschicht 117 angeordnet. Beispielsweise kann die Spiegelschicht 127 direkt an die isolierende oder Passivierungsschicht 117 angrenzen. Weitere Teile der in Fig. 3A dargestellten Ausführungsformen sind ähnlich zu in den Fig. 1A und 1B dargestellten Teilen.

Fig. 3B ist eine Draufsicht auf das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 gemäß Ausführungsformen. Wie zu sehen ist, ist die zweite Metallschicht 125 derart ausgebildet, dass sie die erste Metallschicht 115 ringförmig umschließt. Das heißt, gemäß Ausführungsformen ist die in Fig. 3A dargestellte Spiegelschicht 127 mit der zweiten Metallschicht 125 elektrisch leitend verbunden und stellt somit selbst einen Teil der zweiten Metallschicht 125 dar. Die zweite Metallschicht 125 ist durch die isolierende Schicht 117 von der ersten Metallschicht 115 isoliert.

Fig. 3C ist eine horizontale Querschnittsansicht des optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß weiteren Ausführungsformen. Wie zu sehen ist, ist die Spiegelschicht 127 elektrisch von der zweiten Metallschicht 125 getrennt. Die Spiegelschicht 127 umgibt die erste Metallschicht 115 an drei Seiten der ersten Metallschicht 115.

Durch eine Anordnung der Spiegelschicht 127 oder der zweiten Metallschicht 125 wie in den Fig. 3B und 3C dargestellt, so

dass drei Seiten der ersten Metallschicht 115 von der Spiegelschicht 127 oder der zweiten Metallschicht 125 umschlossen ist, kann ein größerer Teil des erzeugten Lichtes reflektiert werden. Entsprechend wird die Effizienz des optoelektronischen Bauelements vergrößert. Das optoelektronische Halbleiterbauelement muss dabei nicht quadratisch sein sondern kann eine beliebige Form haben.

In dem in Fig. 3C dargestellten optoelektronischen Halbleiterbauelement wird somit das Merkmal, dass eine von der zweiten Metallschicht elektrisch getrennte metallische Spiegelschicht 127 die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke bedeckt, verwirklicht.

Gemäß weiteren Ausführungsformen, die in Fig. 4A dargestellt sind, ist es möglich, die Spiegelschicht 127 mit der ersten Metallschicht 115 zu verbinden, so dass die verspiegelte Fläche weiter vergrößert werden kann. Gemäß Ausführungsformen umfasst das optoelektronische Bauelement eine erste Metallschicht 115, die über der ersten Halbleiterschicht 110 angeordnet ist und mit dieser elektrisch leitend verbunden ist. Die zweite Metallschicht 125 ist elektrisch leitend mit der zweiten Halbleiterschicht 105 verbunden und weiterhin teilweise oberhalb der isolierenden Schicht 117 angeordnet. Die Spiegelschicht 127 ist zumindest teilweise oberhalb der isolierenden Schicht 117 angeordnet und mit der ersten Metallschicht 115 verbunden. Als Folge kann der Anteil der reflektierenden Oberfläche des optoelektronischen Halbleiterbauelements stark vergrößert werden. Gemäß Ausführungsformen kann die erste Metallschicht 115 direkt an die isolierende oder Passivierungsschicht 117 angrenzen. Zusätzlich oder alternativ kann die Spiegelschicht 127 direkt an die isolierende oder Passivierungsschicht 117 angrenzen.

In dem in Fig. 4A dargestellten optoelektronischen Halbleiterbauelement wird somit das Merkmal, dass die erste Metallschicht 115, 127 die Passivierungsschicht 117 im Bereich der Mesaflanke bedeckt, verwirklicht.

Dadurch, dass ein Metall der ersten Metallschicht, der zweiten Metallschicht und der Spiegelschicht aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Palladium Gold, Nickel und Chrom ausgewählt ist, kann eine verbesserte Stabilität der entsprechenden Metallschicht und somit eine verbesserte Zuverlässigkeit der Schicht bereitgestellt werden, ohne dass eine platzaufwendige Verkapselung der Schicht erforderlich ist. Entsprechend kann eine metallische Schicht über einen Großteil der zweiten Hauptoberfläche 106 der zweiten Halbleiterschicht bzw. der ersten Hauptoberfläche 111 der ersten Halbleiterschicht 110 bereitgestellt werden, wodurch ein hohes Reflexionsvermögen bereitgestellt wird.

Fig. 4B ist eine Draufsicht auf das optoelektronische Halbleiterbauelement. Wie zu sehen ist, ist der Anteil der Fläche des optoelektronischen Bauelements, der mit reflektierendem Material belegt ist, vergrößert.

Wie in den Figuren 3A bis 4B veranschaulicht, kann bei dem optoelektronischen Halbleiterbauelement die erste Halbleiterschicht 110 derart strukturiert sein, dass die erste Halbleiterschicht 110 von Bereichen, an denen eine erste Hauptoberfläche 106 der zweiten Halbleiterschicht 105 nicht von der ersten Halbleiterschicht 110 bedeckt ist, ringförmig umschlossen ist.

Weiterhin kann die erste Metallschicht 115 mindestens teilweise von der zweiten Metallschicht 125 umgeben sein. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann die erste Metallschicht 115 min-

destens teilweise von einer Kombination aus zweiter Metallschicht 125 und Spiegelschicht 127 umgeben sein. „Mindestens teilweise" bedeutet in diesem Fall, dass die zweite Metallschicht 125 oder die Kombination aus zweiter Metallschicht 125 und Spiegelschicht 127 abschnittsweise unterbrochen sein kann. Beispielsweise kann ein isolierendes Material zwischen den leitenden Abschnitten angeordnet sein. Gemäß Ausführungsformen kann ein größerer Anteil der Fläche, die die strukturierte erste Metallschicht umgibt, mit der zweiten Metallschicht 125 oder einer Kombination aus zweiter Metallschicht 125 und Spiegelschicht 127 bedeckt sein als mit isolierendem Material 117. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann „mindestens teilweise" bedeuten, dass die zweite Metallschicht 125 oder die Kombination aus zweiter Metallschicht 125 und Spiegelschicht 127 auf mindestens zwei Seiten der strukturierten ersten Metallschicht 115 angeordnet ist.

Fig. 4C zeigt eine Ausführungsform, bei der Teile der Passivierungsschicht 117 in Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht 110 ausgebildet sind. Beispielsweise kann dies dadurch realisiert werden, dass nach Strukturierung der Mesa die Passivierungsschicht 117 ausgebildet und strukturiert wird. Anschließend werden die erste Metallschicht 115 und die zweite Metallschicht ausgebildet und strukturiert. Beispielsweise kann dies durch gemeinsame Verfahrensschritte erfolgen. Die erste Metallschicht 115 kann derart ausgebildet werden, dass sie die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke bedeckt. Die zweite Metallschicht 125 kann in anderer Weise strukturiert sein als in Fig. 4C dargestellt.

Fig. 5 zeigt eine Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß weiteren Ausführungsformen. Ausgehend von der in den Fig. 2F, 3A oder 4A dargestellten Struktur kann das Wachstumssubstrat 100 von der zweiten Hauptoberfläche

der zweiten Halbleiterschicht 105 entfernt werden, so dass die zweite Hauptoberfläche 122 unbedeckt ist. Zusätzlich kann ein erstes Anschlusselement 128 in Kontakt mit der ersten Metallschicht 115 ausgebildet werden. Weiterhin kann ein zweites Anschlusselement 129 in Kontakt mit der zweiten Metallschicht 125 ausgebildet werden. Beispielsweise kann eine 200 bis 300 nm dicke Goldschicht aufgebracht werden, um das erste Anschlusselement 128 und das zweite Anschlusselement 129 zu bilden. Alternativ können das erste und zweite Anschlusselement 128, 129 auch in anderer Weise ausgebildet werden, beispielsweise durch Kleben oder Aufbringen einer anisotrop leitenden Folie. Dabei kann die zweite Halbleiterschicht 105 einen anderen vertikalen Querschnitt als dargestellt haben. Beispielsweise können die Flankenwinkel anders als dargestellt sein.

Auf diese Weise können die erste Metallschicht 115 und die zweite Metallschicht 125 zusätzlich zu ihrer Funktion als Spiegelschicht in einfacher Weise als Stromführungsschichten verwendet werden. Beispielsweise kann auf diese Weise auf zusätzliche Metallisierungsschichten für eine Kontaktierung verzichtet werden. Die Spiegelschicht erfüllt somit zusätzlich auch die Funktionalität einer Kontaktschicht.

Beispielsweise kann eine laterale Ausdehnung des ersten Anschlusselements 128 geringer sein als eine laterale Ausdehnung der ersten Metallschicht 115. Weiterhin kann eine laterale Ausdehnung des zweiten Anschlusses kleiner sein als eine laterale Ausdehnung der zweiten Metallschicht 125.

Die Fig. 6A bis 6B fassen jeweils Verfahren gemäß Ausführungsformen zusammen.

Ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements umfasst das Ausbilden (S100) eines Halb-

leiterschichtstapels aus einer ersten Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp, einer zweiten Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp und einer aktiven Zone, wobei die aktive Zone zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht angeordnet wird. Das Verfahren umfasst weiterhin das Strukturieren einer Mesa (S110), so dass Teile der zweiten Halbleiterschicht nicht mit der ersten Halbleiterschicht bedeckt sind und ein Abschnitt der aktiven Zone im Bereich einer Mesaflanke freiliegt. Das Verfahren umfasst darüber hinaus das Ausbilden einer Passivierungsschicht (S120) über Teilen der ersten Halbleiterschicht, über Teilen der zweiten Halbleiterschicht und über dem freiliegenden Abschnitt des aktiven Bereichs, das Ausbilden (S130) einer ersten Metallschicht, die mit der ersten Halbleiterschicht elektrisch verbunden ist, und das Ausbilden (S140) einer zweiten Metallschicht, die mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch verbunden ist. Dabei bedeckt die zweite Metallschicht die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke. Eine Zusammensetzung der ersten Metallschicht benachbart zur ersten Halbleiterschicht ist entlang einer horizontalen Richtung gleichbleibend.

Gemäß weiteren Ausführungsformen bedeckt die erste Metallschicht oder eine von der zweiten Metallschicht elektrisch getrennte metallische Spiegelschicht die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke.

Wie in Figur 6A dargestellt, kann nach Ausbilden (S100) des Halbleiterschichtstapels die erste Metallschicht ausgebildet werden (S130). Sodann wird eine Mesa strukturiert (S110). Anschließend wird die Passivierungsschicht ausgebildet (S120), und die zweite Metallschicht wird ausgebildet (S140).

Wie in Figur 6B dargestellt, kann nach Ausbilden (S100) des Halbleiterschichtstapels die Mesa strukturiert werden (S110).

Anschließend wird die erste Metallschicht ausgebildet (S130). Nachfolgend wird die Passivierungsschicht ausgebildet (S120), und die zweite Metallschicht wird ausgebildet (S140).

Wie in Figur 6C dargestellt, kann nach Ausbilden (S100) des Halbleiterschichtstapels die Mesa strukturiert werden (S110). Nachfolgend wird die Passivierungsschicht ausgebildet (S120). Anschließend wird die erste Metallschicht ausgebildet (S130), und die zweite Metallschicht wird ausgebildet (S140) Dabei können beispielsweise erste und zweite Metallschicht auch durch gemeinsame Abscheideprozesse von Metallschichten hergestellt werden.

Fig. 7A zeigt eine optoelektronische Vorrichtung gemäß Ausführungsformen. Die optoelektronische Vorrichtung 30 umfasst das beschriebene optoelektronische Halbleiterbauelement 10. Wie beschrieben worden ist, kann eine laterale Ausdehnung des optoelektronischen Halbleiterbauelements weiter verkleinert werden. Entsprechend ist es möglich, optoelektronische Halbleiterbauelemente bei einem sehr kleinen Abstand anzuordnen. Entsprechend kann die optoelektronische Vorrichtung beispielsweise eine Anordnung mit sehr vielen Bildelementen bei kleinem Abstand sein.

Fig. 7B zeigt eine schematische Ansicht einer optoelektronischen Vorrichtung 30 mit einer Vielzahl von optoelektronischen Bauelementen 10. Beispielsweise können die optoelektronischen Bauelemente 10 in Reihen und Spalten angeordnet sein. Es ist aber auch jedes andere Anordnungsmuster denkbar. Beispielsweise können die einzelnen optoelektronischen Bauelemente oder Halbleiterchips eine hexagonale Form haben. Beispielweise können in diesem Fall die einzelnen Chips jeweils so angeordnet sein, dass die Chips benachbarter Reihen zueinander versetzt sind, so dass eine größere Packungsdichte erzielbar ist. Wei-

terhin können die einzelnen optoelektronischen Bauelemente oder Halbleiterchips entsprechend einem RGB-Anordnungsmuster angeordnet sein.

Die optoelektronische Vorrichtung kann zum Beispiel eine Anzeigevorrichtung mit mehreren Millionen Pixeln sein. Weitere Beispiele für die optoelektronische Vorrichtung 30 sind Beleuchtungsvorrichtungen, beispielsweise für Fahrzeuge, beispielsweise ein Frontlicht mit pixeliertem Licht oder generelle Beleuchtungsvorrichtungen mit kleinen Lichtquellen, bei denen eine weitere Miniaturisierung der einzelnen Lichtelemente erwünscht ist.

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 emittierte elektromagnetische Strahlung
20 Ätzverfahren
30 Optoelektronische Vorrichtung
100 Substrat
105 zweite Halbleiterschicht
106 erste Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht
108 aktive Zone
110 erste Halbleiterschicht
110a Seitenwand der ersten Halbleiterschicht
111 erste Hauptoberfläche der ersten Halbleiterschicht
113 Mesa
115 erste Metallschicht
115a Seitenwand der ersten Metallschicht
117 Passivierungsschicht
118 Schutzschicht
120 erste Hauptoberfläche des Substrats
122 zweite Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht
125 zweite Metallschicht
126 Überlappungsbereich der metallischen Schichten
127 Spiegelschicht
128 erstes Anschlusselement
129 zweites Anschlusselement
130 zweite Hauptoberfläche des Substrats

PATENTANSPRÜCHE

1. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10), umfassend:

eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp,

eine zweite Halbleiterschicht (105) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, sowie eine aktive Zone (108), wobei die erste Halbleiterschicht (110) über der zweiten Halbleiterschicht (105) angeordnet ist, die aktive Zone (108) zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht (110, 105) angeordnet ist und die erste Halbleiterschicht (110) und die zweite Halbleiterschicht unter Ausbildung einer Mesa so strukturiert sind, dass Teile der zweiten Halbleiterschicht (105) nicht mit der ersten Halbleiterschicht (110) bedeckt sind und ein Abschnitt der aktiven Zone im Bereich einer Mesaflanke freiliegt,

eine Passivierungsschicht (117), die über Teilen der ersten Halbleiterschicht (110) und über Teilen der zweiten Halbleiterschicht (105) sowie über dem freiliegenden Abschnitt der aktiven Zone angeordnet (108) ist,

eine erste Metallschicht (115), die mit der ersten Halbleiterschicht (110) elektrisch leitend verbunden ist, und

eine zweite Metallschicht (125), die mit der zweiten Halbleiterschicht (105) elektrisch leitend verbunden ist,

wobei die zweite Metallschicht (125) die Passivierungsschicht (117) im Bereich der Mesaflanke bedeckt und eine Zusammensetzung der ersten Metallschicht (115) benachbart zur ersten Halbleiterschicht (110) entlang einer horizontalen Richtung gleichbleibend ist.

2. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 1, bei dem ein Metall der ersten oder der zweiten Me-

tallschicht (115, 125) jeweils aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Gold, Nickel, Chrom und Palladium ausgewählt ist.

3. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem ein Metall der ersten oder der zweiten Metallschicht (115, 125) jeweils Rhodium oder Palladium ist.

4. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die erste Metallschicht (115) direkt an die erste Halbleiterschicht (110) angrenzt und eine laterale Positionierung der ersten Metallschicht (115) sich um weniger als 100 nm von der lateralen Positionierung der strukturierten ersten Halbleiterschicht (110) unterscheidet.

5. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein horizontal verlaufender Teil der zweiten Metallschicht (125) über der ersten Metallschicht (115) angeordnet ist.

6. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einer metallischen Spiegelschicht (127), die von der zweiten Halbleiterschicht (105) und der zweiten Metallschicht (125) elektrisch isoliert ist und über einem Teil der zweiten Halbleiterschicht (105) angeordnet ist.

7. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 6, bei dem ein Metall der metallischen Spiegelschicht (127) aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Gold, Nickel, Chrom und Palladium ausgewählt ist.

8. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 6 oder 7, bei dem die metallische Spiegelschicht (127) mit der ersten Metallschicht (115) verbunden ist.

9. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die erste Metallschicht (115) lateral mindestens teilweise von der zweiten Metallschicht (125), der metallischen Spiegelschicht (127) oder einer Kombination dieser Schichten umgeben ist.

10. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10), umfassend:

eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp,

eine zweite Halbleiterschicht (105) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, sowie einer aktiven Zone (108), wobei die erste Halbleiterschicht (110) über der zweiten Halbleiterschicht (105) angeordnet ist, die aktive Zone (108) zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht (110, 105) angeordnet ist und die erste Halbleiterschicht (110) und die zweite Halbleiterschicht unter Ausbildung einer Mesa so strukturiert sind, dass Teile der zweiten Halbleiterschicht (105) nicht mit der ersten Halbleiterschicht (110) bedeckt sind und ein Abschnitt der aktiven Zone im Bereich einer Mesaflanke freiliegt,

eine Passivierungsschicht (117), die über Teilen der ersten Halbleiterschicht (110) und über Teilen der zweiten Halbleiterschicht (105) sowie über dem freiliegenden Abschnitt der aktiven Zone (108) angeordnet ist,

eine erste Metallschicht (115), die mit der ersten Halbleiterschicht (110) elektrisch leitend verbunden ist, und

eine zweite Metallschicht (125), die mit der zweiten Halbleiterschicht (105) elektrisch leitend verbunden ist, und

wobei die erste Metallschicht (115) oder eine von der zweiten Metallschicht (125) elektrisch getrennte metallische Spiegelschicht (127) die Passivierungsschicht (117) im Bereich der Mesaflanke bedeckt.

11. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 10, bei dem ein Metall der ersten oder der zweiten Metallschicht (115, 125) jeweils aus der Gruppe aus Rhodium, Platin, Gold, Nickel, Chrom und Palladium ausgewählt ist.

12. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 10 oder 11, bei dem eine laterale Positionierung der ersten Metallschicht (115) sich um weniger als 100 nm von der lateralen Positionierung der strukturierten ersten Halbleiterschicht (110) unterscheidet.

13. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, bei dem die metallische Spiegelschicht (127) mit der ersten Metallschicht (115) verbunden ist.

14. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 13, bei dem ein Teil der metallischen Spiegelschicht (127) über einem Teil der zweiten Halbleiterschicht (105) angeordnet ist.

15. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dessen laterale Größe kleiner als 70 µm ist.

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

Ausbilden (S100) eines Halbleiterschichtstapels aus einer ersten Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeits-

typ, einer zweiten Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp und einer aktiven Zone, wobei die aktive Zone zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht angeordnet wird,

Strukturieren einer Mesa (S110), so dass Teile der zweiten Halbleiterschicht nicht mit der ersten Halbleiterschicht bedeckt sind und ein Abschnitt der aktiven Zone im Bereich einer Mesaflanke freiliegt,

Ausbilden einer Passivierungsschicht (S120) über Teilen der ersten Halbleiterschicht, über Teilen der zweiten Halbleiterschicht und über dem freiliegenden Abschnitt des aktiven Bereichs,

Ausbilden (S130) einer ersten Metallschicht, die mit der ersten Halbleiterschicht elektrisch verbunden ist,

Ausbilden (S140) einer zweiten Metallschicht, die mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch verbunden ist,

wobei die zweite Metallschicht die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke bedeckt und eine Zusammensetzung der ersten Metallschicht (115) benachbart zur ersten Halbleiterschicht (110) entlang einer horizontalen Richtung gleichbleibend ist.

17. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements, umfassend:

Ausbilden (S100) eines Halbleiterschichtstapels aus einer ersten Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp, einer zweiten Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp und einer aktiven Zone, wobei die erste Halbleiterschicht über der zweiten Halbleiterschicht und die aktive Zone zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht angeordnet werden,

Strukturieren einer Mesa (S110), so dass Teile der zweiten Halbleiterschicht nicht mit der ersten Halbleiterschicht bedeckt sind und ein Abschnitt der aktiven Zone im Bereich einer Mesaflanke freiliegt,

Ausbilden einer Passivierungsschicht (S120) über Teilen der ersten Halbleiterschicht, über Teilen der zweiten Halbleiterschicht und über dem freiliegenden Abschnitt des aktiven Bereichs,

Ausbilden (S130) einer ersten Metallschicht, die mit der ersten Halbleiterschicht elektrisch verbunden ist,

Ausbilden (S140) einer zweiten Metallschicht, die mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch verbunden ist,

wobei die erste Metallschicht oder eine von der zweiten Metallschicht elektrisch getrennte metallische Spiegelschicht die Passivierungsschicht im Bereich der Mesaflanke bedeckt.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17,
weiterhin umfassend:

Ätzen eines Teils der ersten Metallschicht wodurch eine strukturierte erste Metallschicht erhalten wird,

wobei die erste Halbleiterschicht unter Verwendung der strukturierten ersten Metallschicht als Ätzmaske strukturiert wird.

19. Optoelektronische Vorrichtung (30) mit dem optoelektronischen Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15.

20. Optoelektronische Vorrichtung (30) nach Anspruch 19, die ausgewählt ist aus einer Anzeigevorrichtung, einer Beleuchtungsvorrichtung für Fahrzeuge oder einer Beleuchtungsvorrichtung.

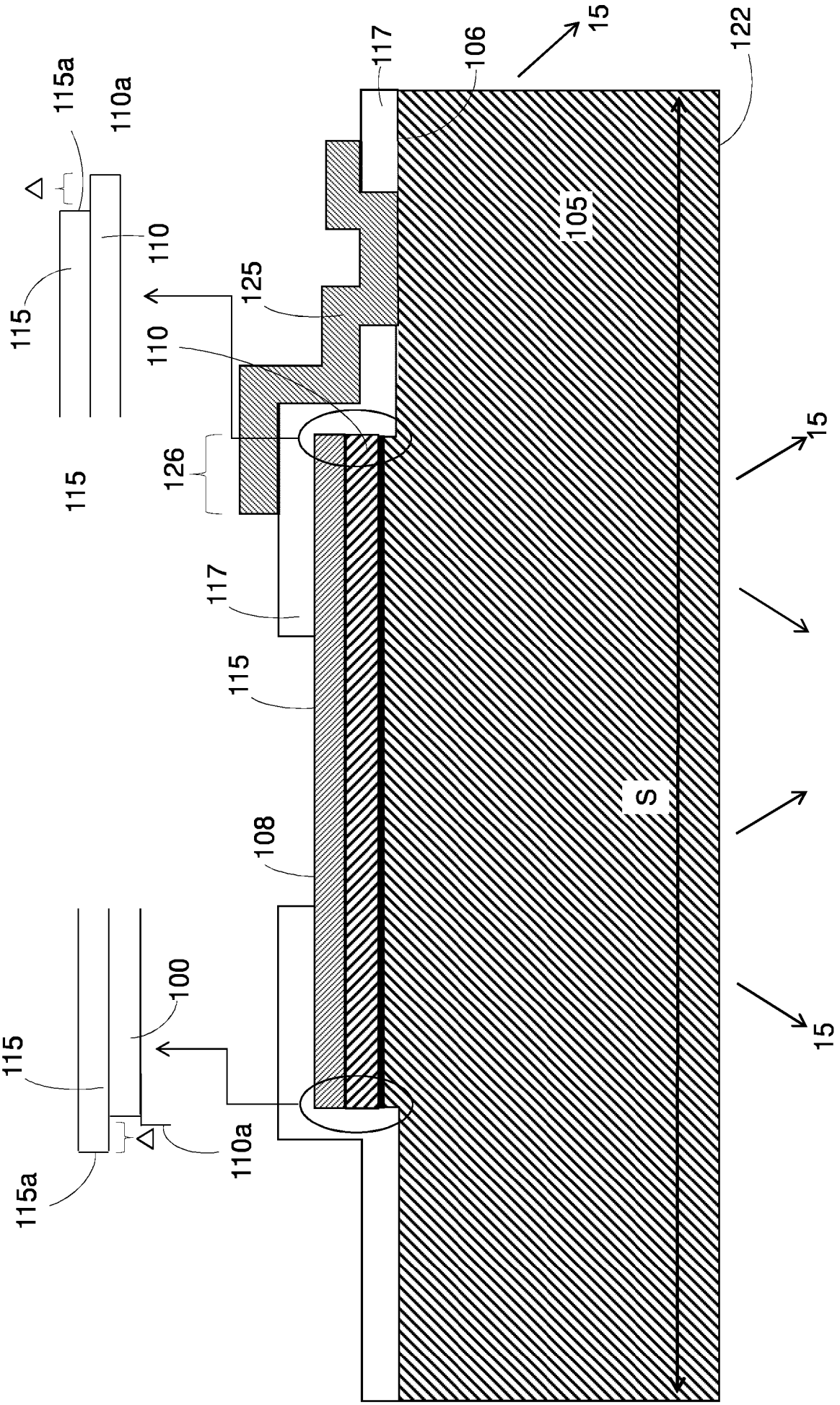

15
117
106
122
115a
110a
Δ
110
115
125
110
105
126
15
115
117
115
108
S
100
115
15
Δ
110a
115a

Fig. 1A

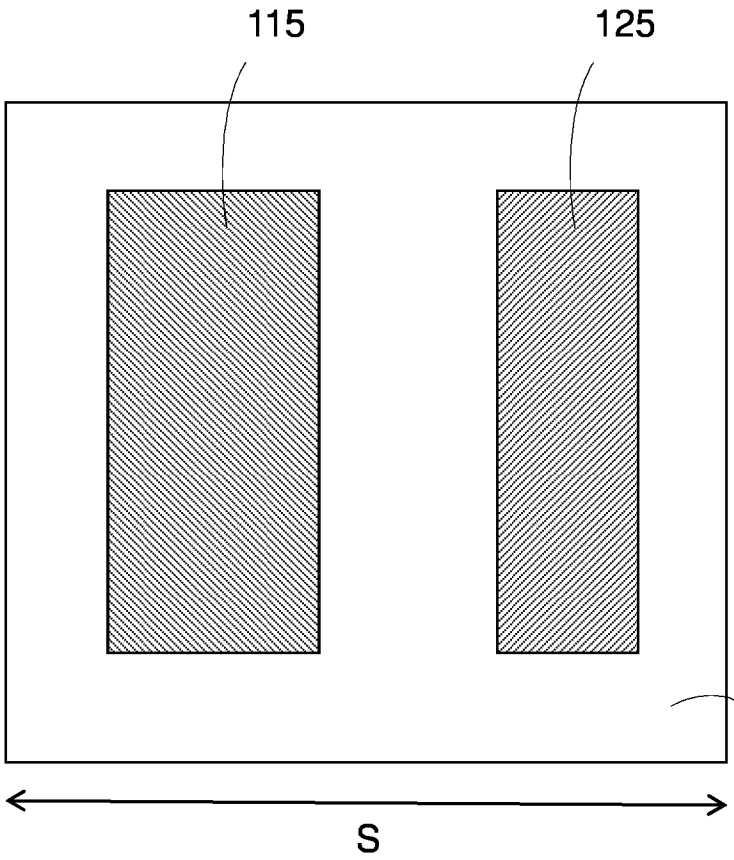


Fig. 1B

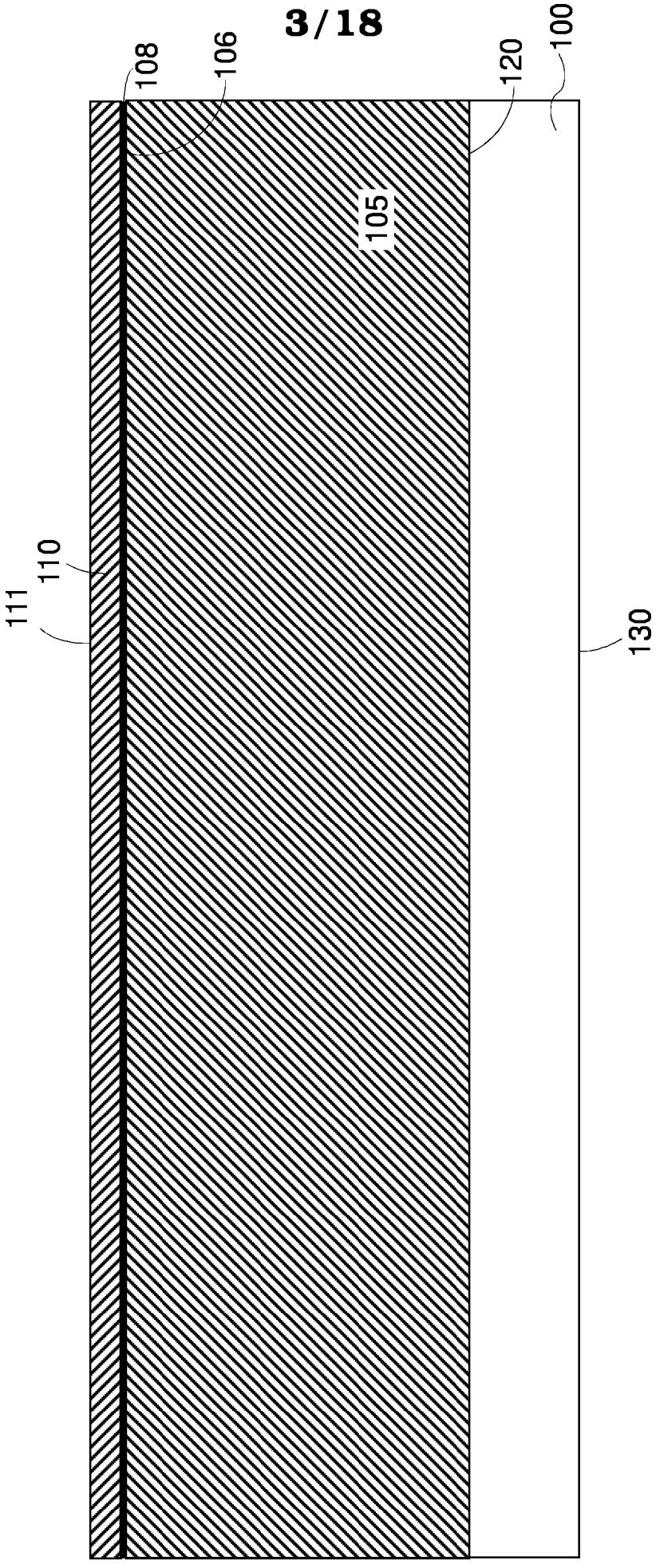


Fig. 2A

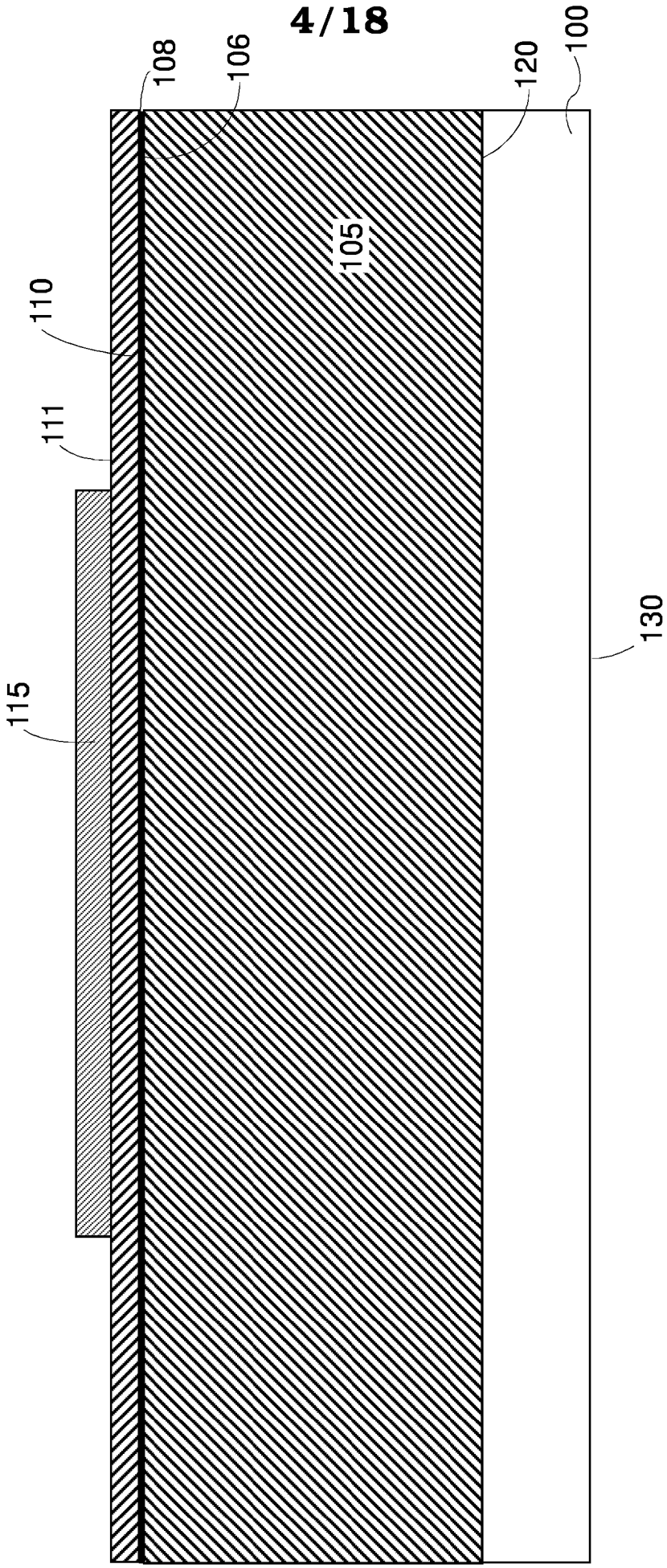


Fig. 2B

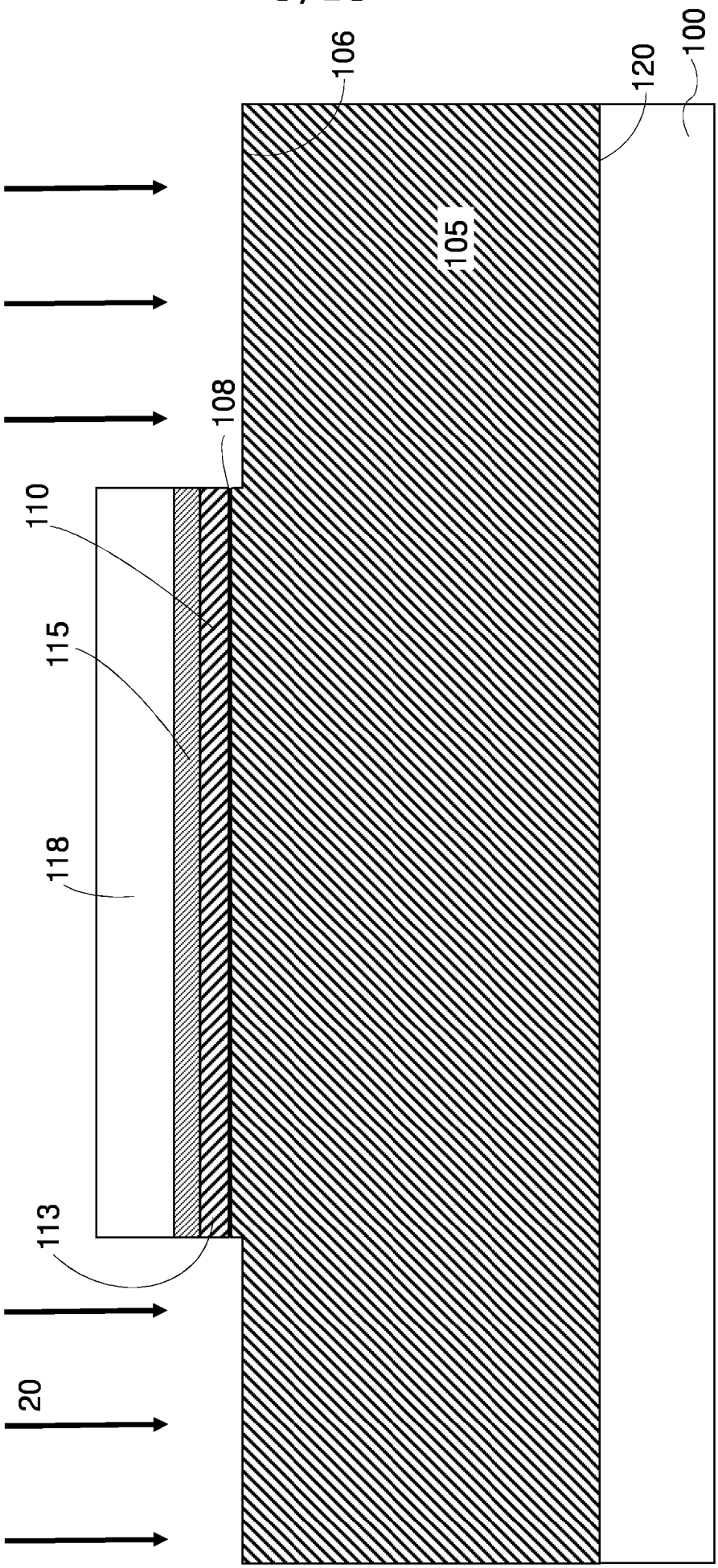


Fig. 2C

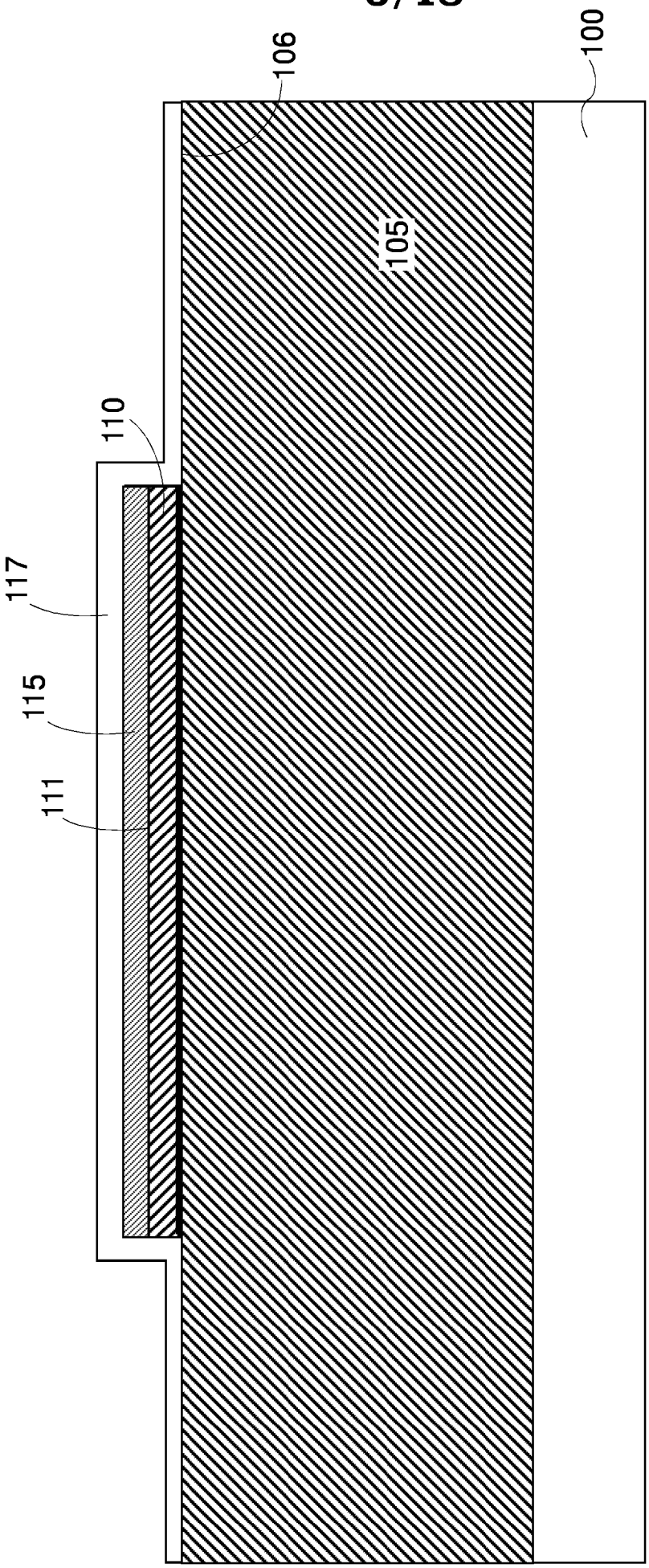


Fig. 2D

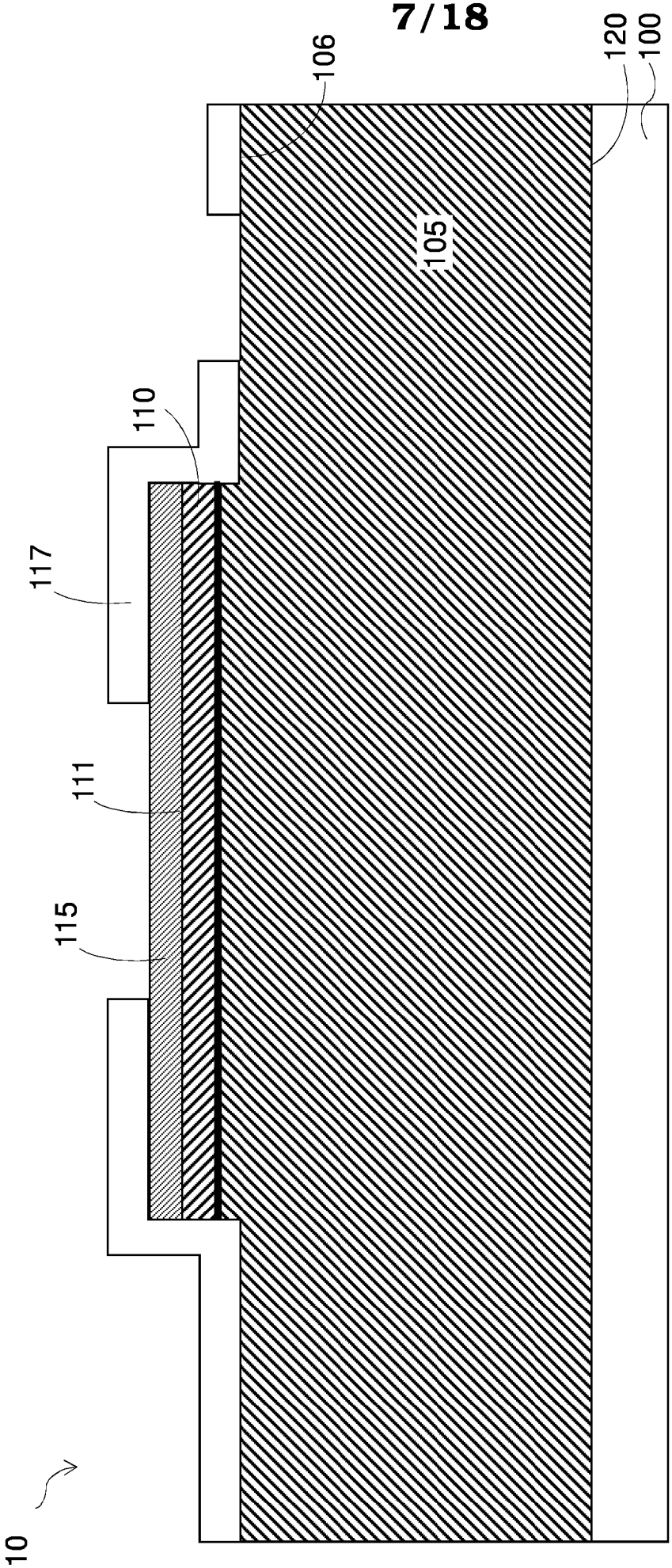


Fig. 2E

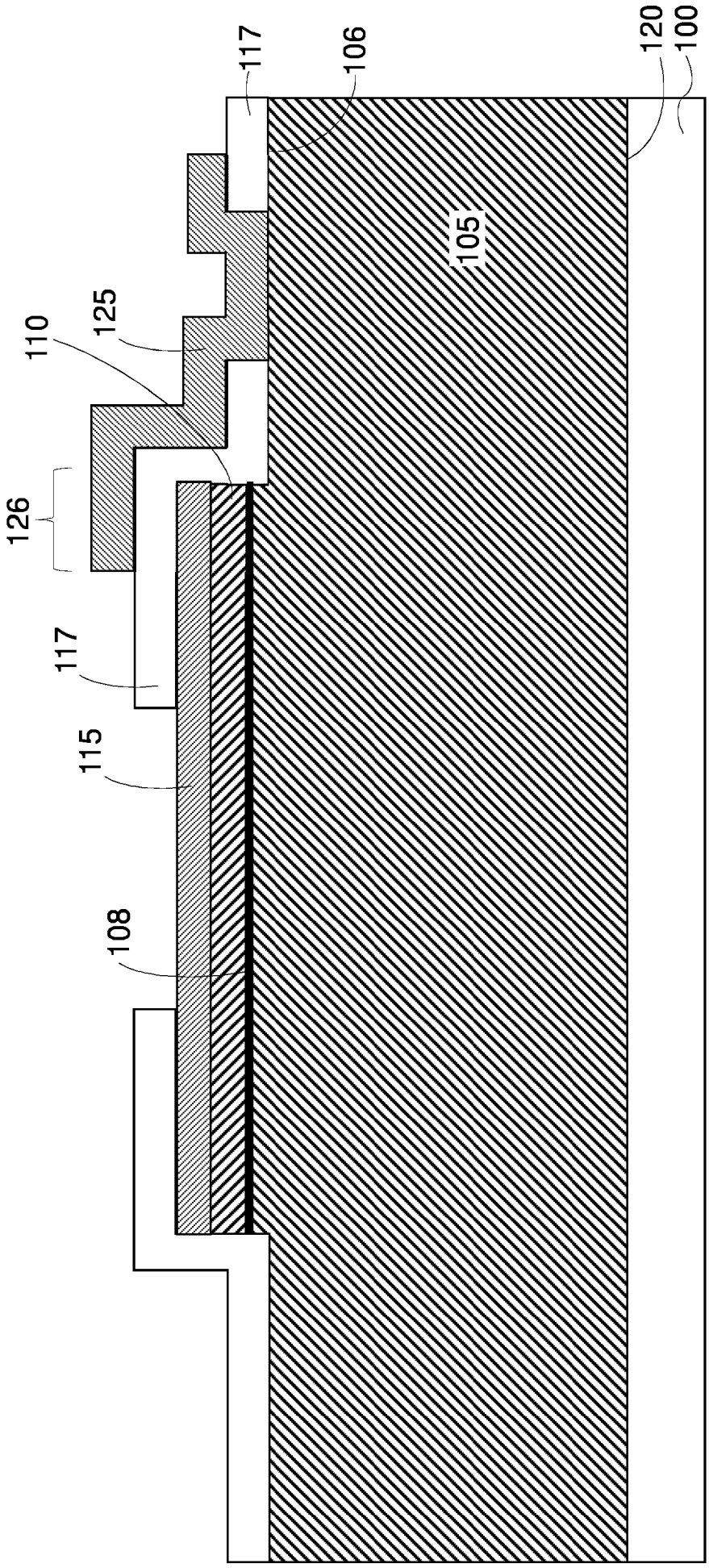


Fig. 2F

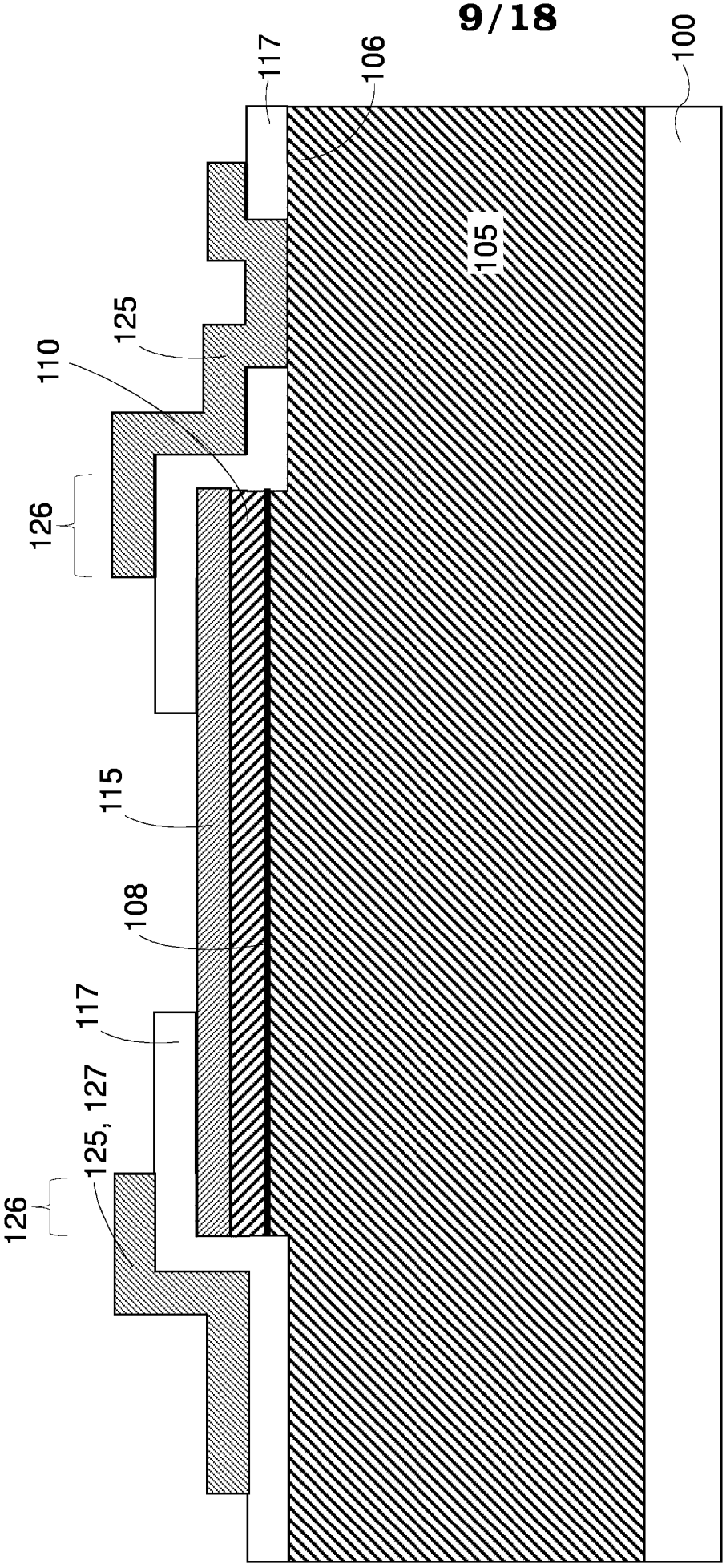


Fig. 3A

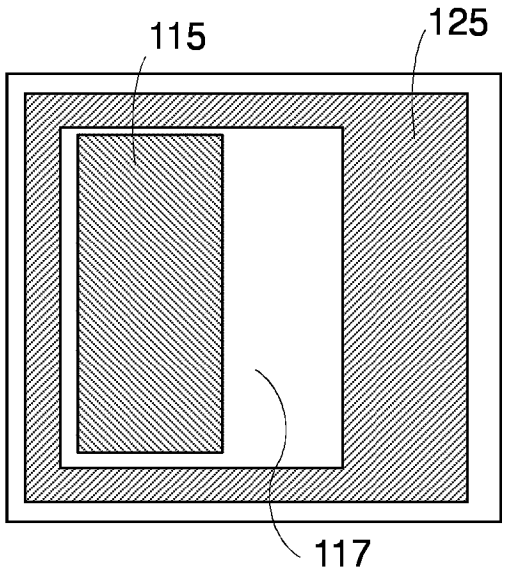


Fig. 3B

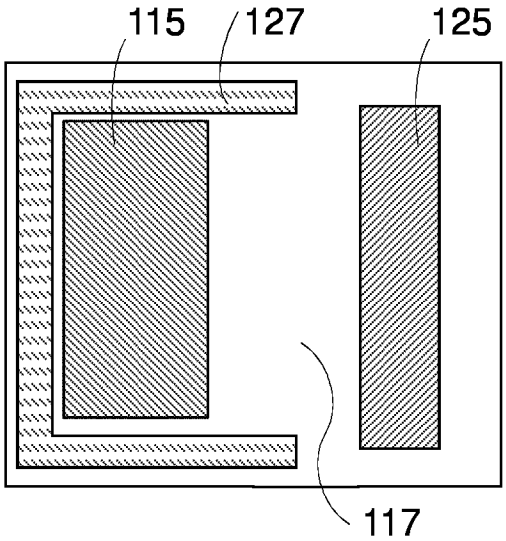


Fig. 3C

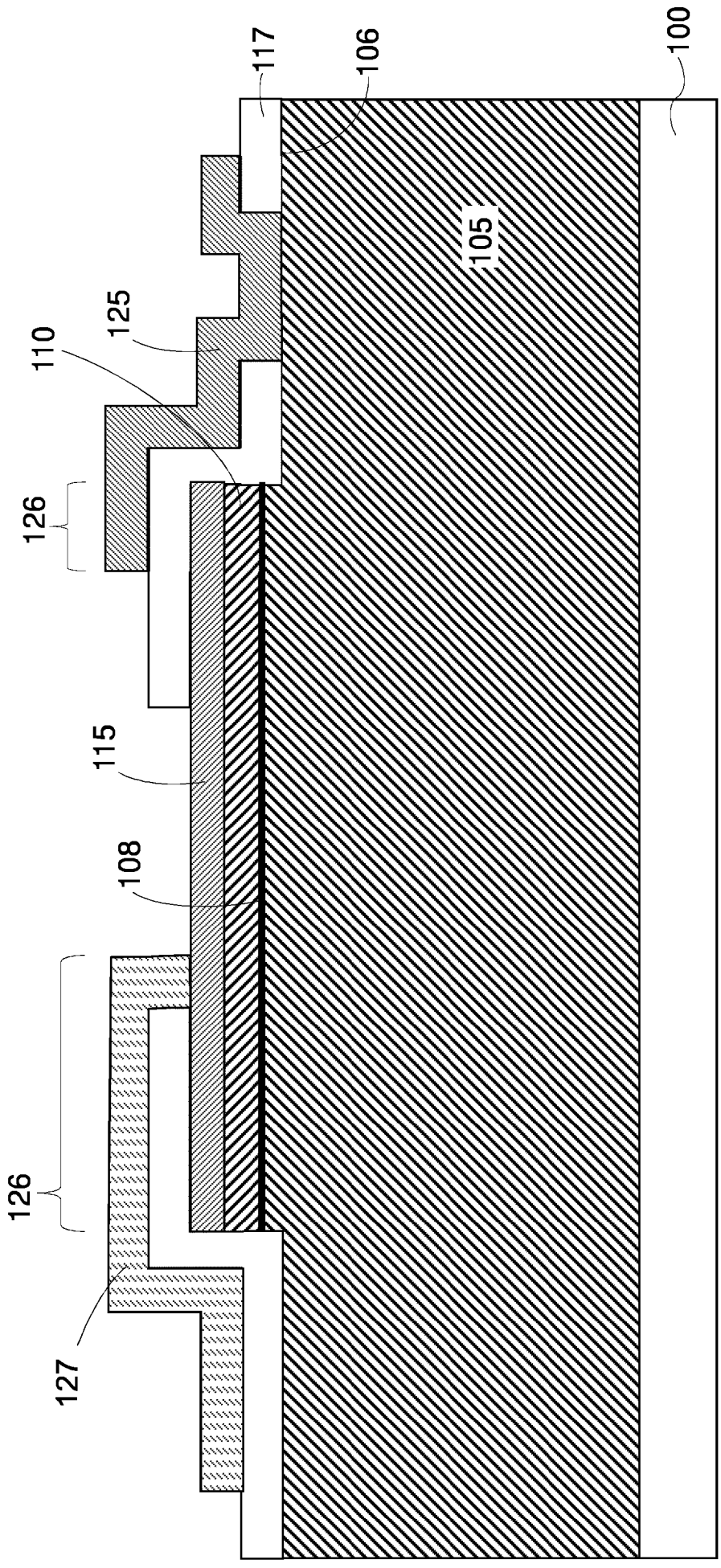


Fig. 4A

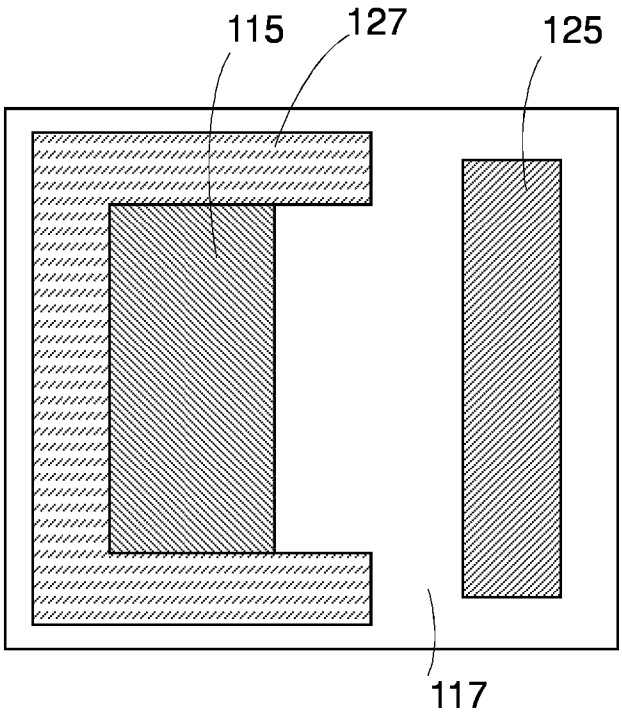


Fig. 4B

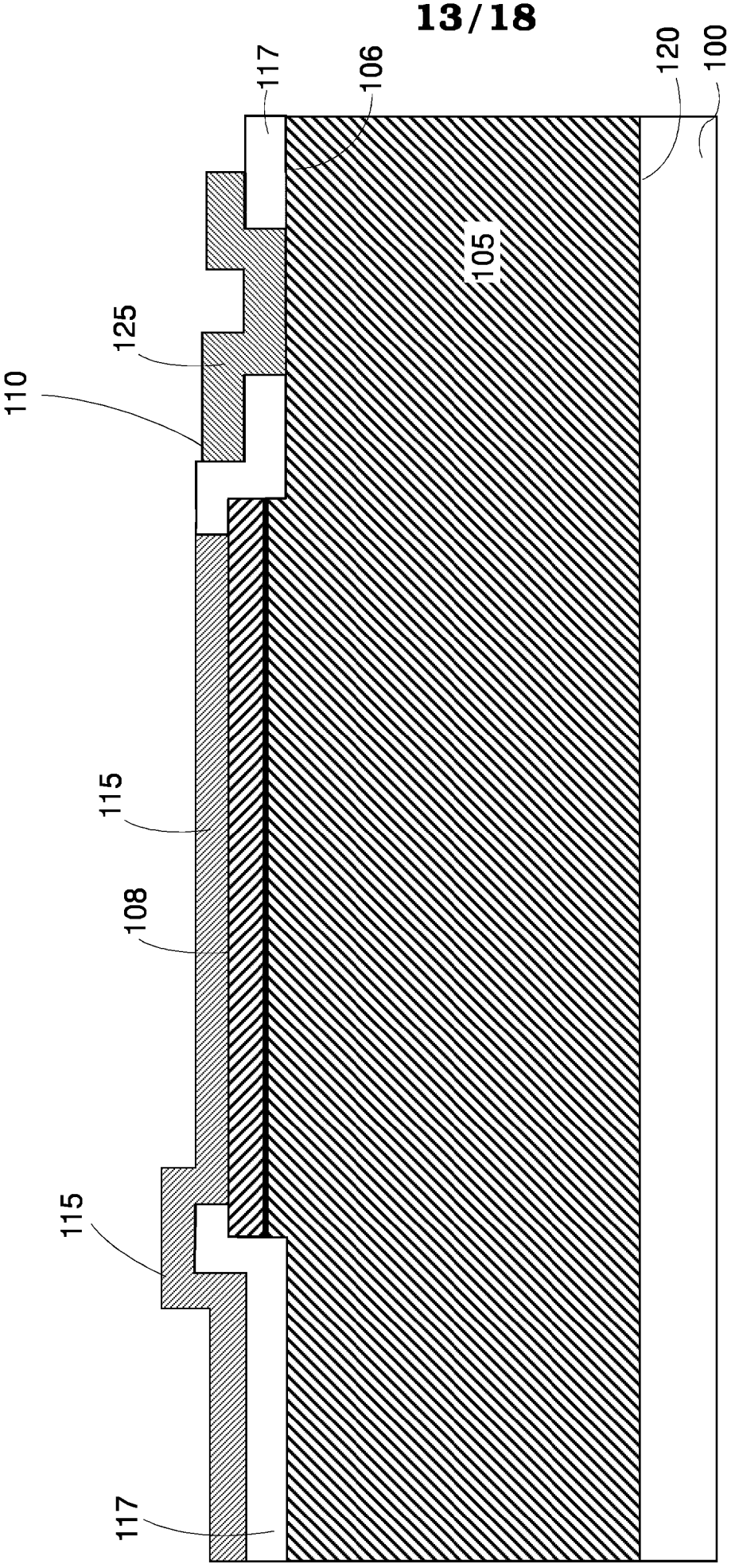


Fig. 4C

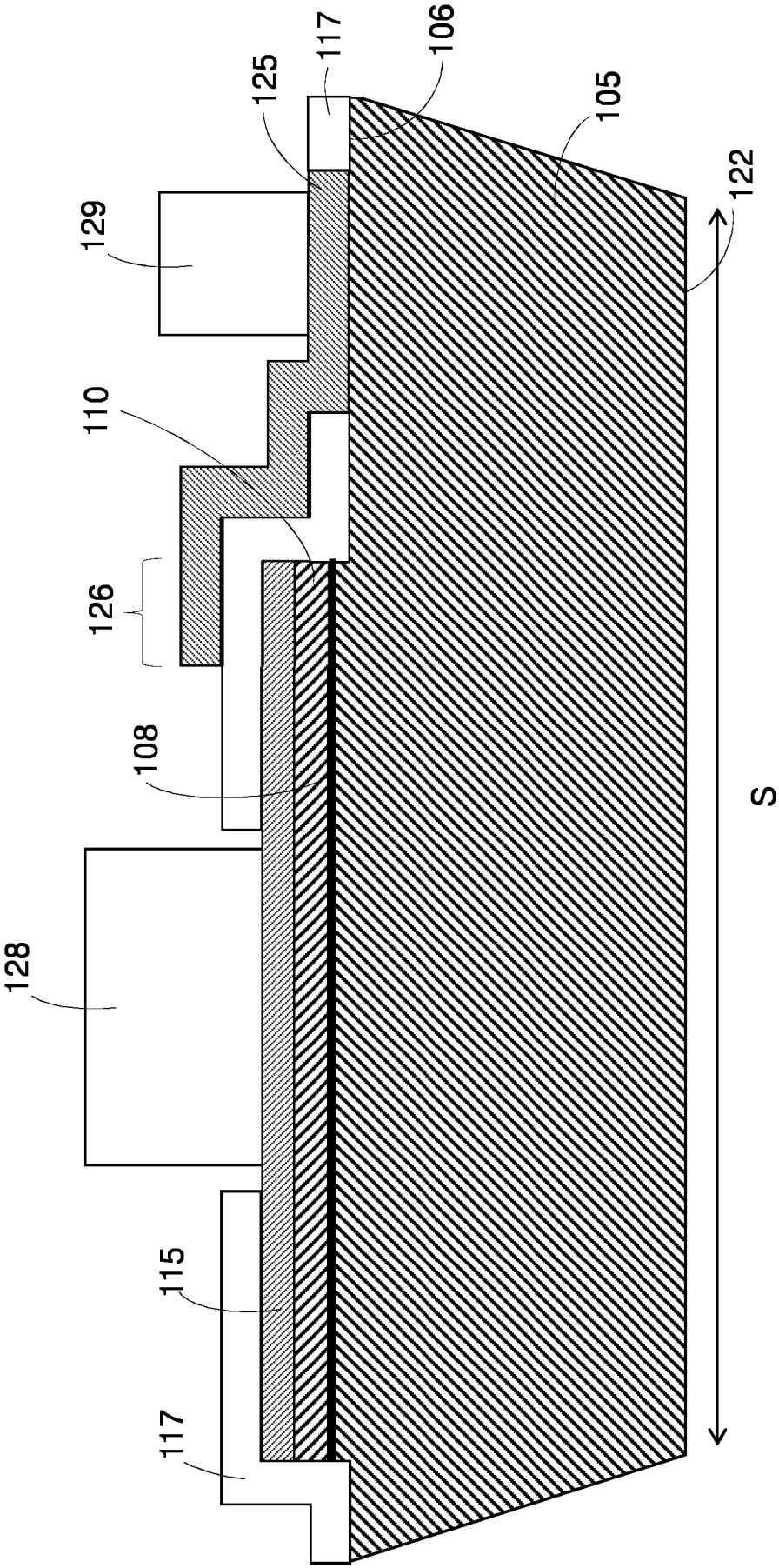


Fig. 5

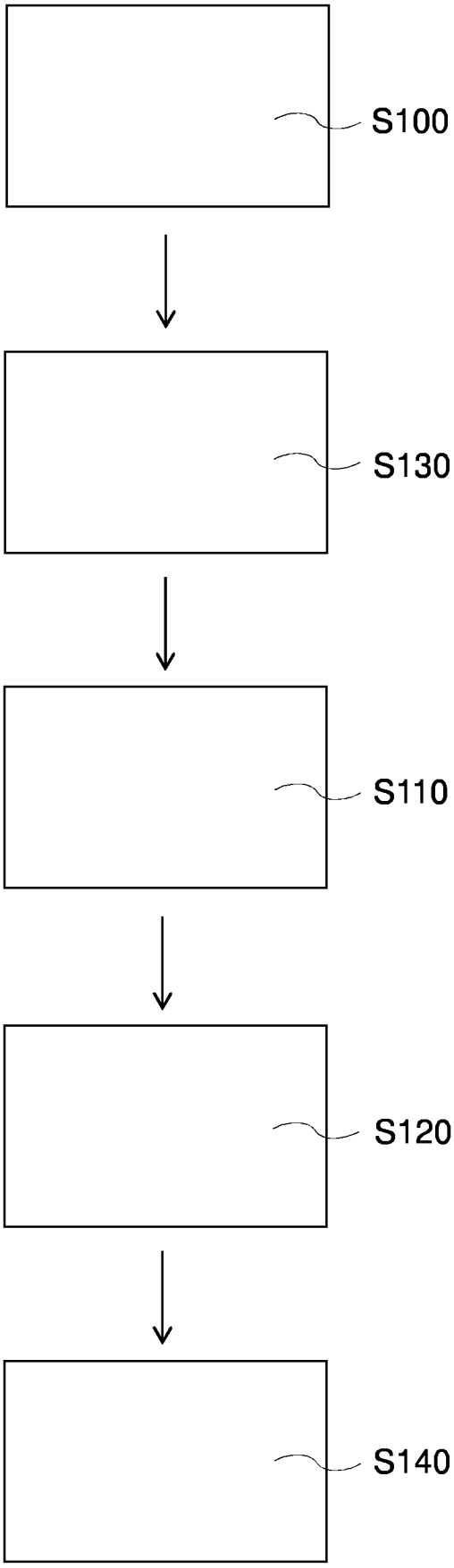


Fig. 6A

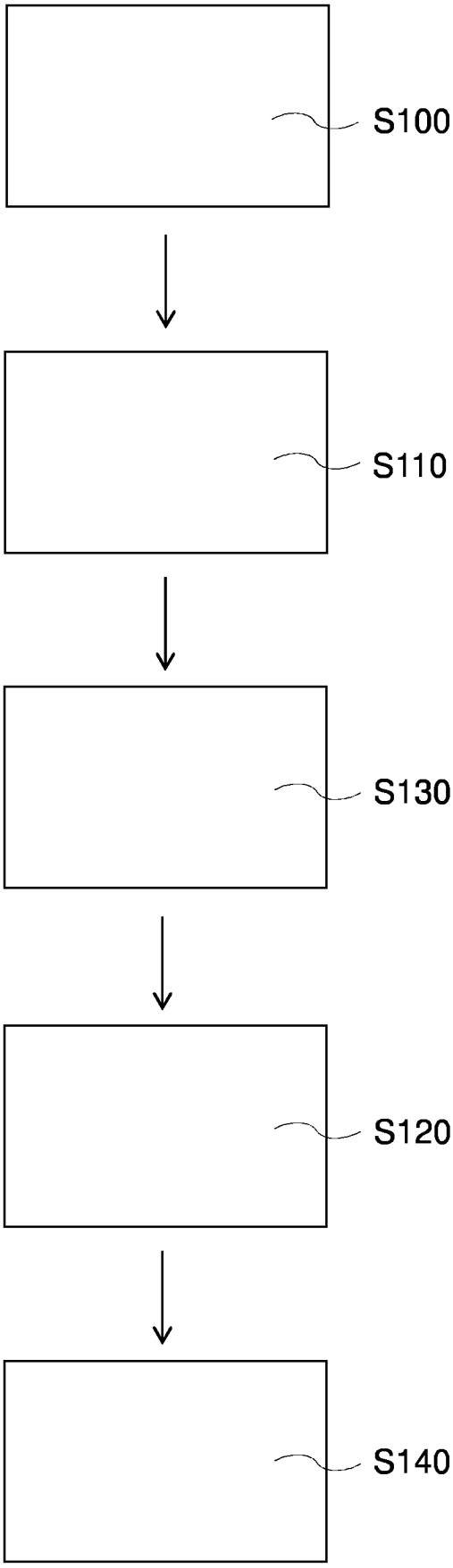


Fig. 6B

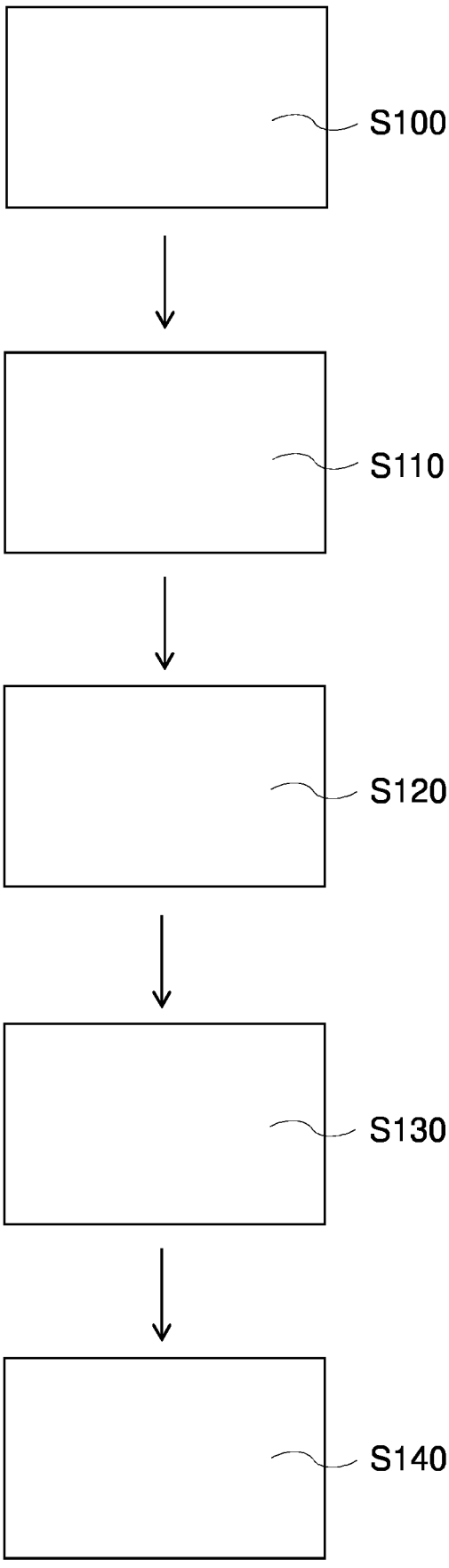


Fig. 6C

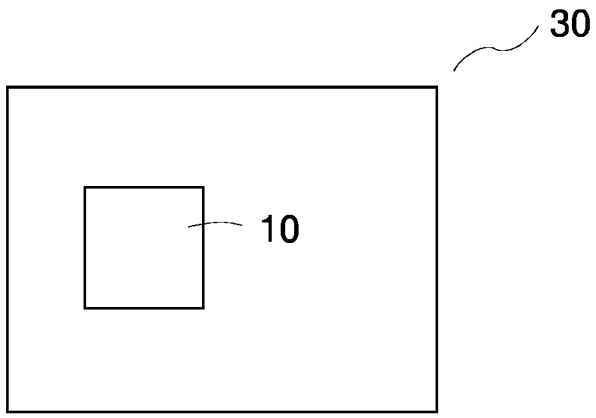


Fig. 7A

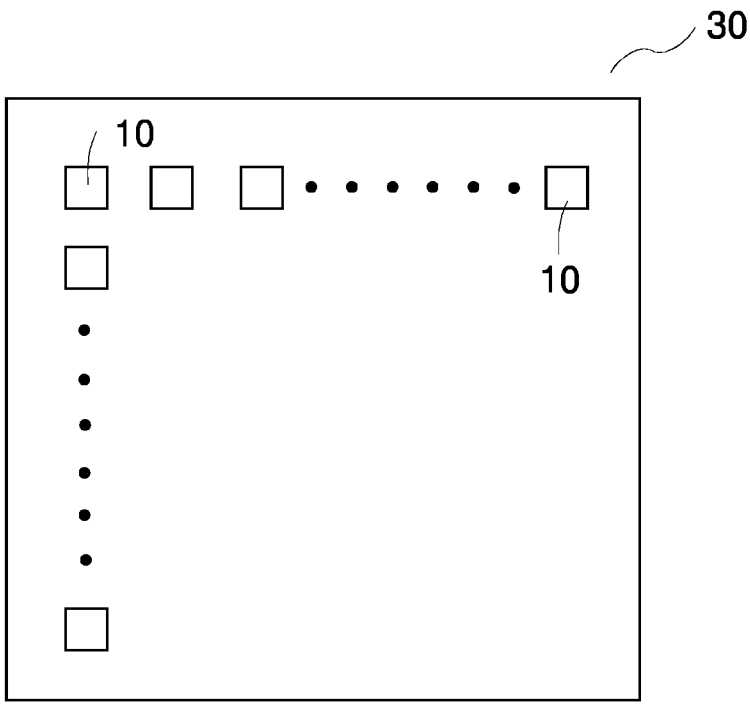


Fig. 7B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/074387

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 33/40(2010.01)i; *H01L 33/38*(2010.01)n; *H01L 33/46*(2010.01)n

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, INSPEC, IBM-TDB, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 104134734 A (APT GUANGZHOU ELECTRONICS LTD) 05 November 2014 (2014-11-05) figures 6,8-12 paragraphs [0076] - [0092]	4,12,18
X	DE 102015100578 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21 July 2016 (2016-07-21)	1-3,5-11,13-17,19,20
Y	figures 1,2 paragraphs [0050], [0052]	4,12,18
X	US 2017069681 A1 (LEE DONG KUK [KR] ET AL) 09 March 2017 (2017-03-09)	1-3,5,6,8-11, 13-17,19,20
Y	figures 1,2 paragraphs [0003], [0004], [0085], [0091]	4,12,18
X	US 2015372208 A1 (CHAE JONG HYEON [KR] ET AL) 24 December 2015 (2015-12-24)	1-3,5-11,13-17,19,20
Y	figures 6a,6b paragraphs [0003], [0087] - [0089]	4,12,18

☐ 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	Date of mailing of the international search report
11 December 2019	**19 December 2019**
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 **Adams, Richard** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/074387

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	104134734	A	05 November 2014	NONE			
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
US	2017069681	A1	09 March 2017	CN	106505065	A	15 March 2017
				KR	20170029077	A	15 March 2017
				US	2017069681	A1	09 March 2017
US	2015372208	A1	24 December 2015	US	2015372208	A1	24 December 2015
				US	2017098747	A1	06 April 2017
				US	2018233645	A1	16 August 2018

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/074387

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L33/40
ADD. H01L33/38 H01L33/46

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, INSPEC, IBM-TDB, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	CN 104 134 734 A (APT GUANGZHOU ELECTRONICS LTD) 5. November 2014 (2014-11-05) Abbildungen 6,8-12 Absätze [0076] - [0092] -----	4,12,18
X	DE 10 2015 100578 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21. Juli 2016 (2016-07-21)	1-3, 5-11, 13-17, 19,20
Y	Abbildungen 1,2 Absätze [0050], [0052] -----	4,12,18
	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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
11. Dezember 2019	19/12/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Adams, Richard

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/074387

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2017/069681 A1 (LEE DONG KUK [KR] ET AL) 9. März 2017 (2017-03-09)	1-3,5,6, 8-11, 13-17, 19,20
Y	Abbildungen 1,2 Absätze [0003], [0004], [0085], [0091] -----	4,12,18
X	US 2015/372208 A1 (CHAE JONG HYEON [KR] ET AL) 24. Dezember 2015 (2015-12-24)	1-3, 5-11, 13-17, 19,20
Y	Abbildungen 6a,6b Absätze [0003], [0087] - [0089] -----	4,12,18

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/074387

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 104134734 A	05-11-2014	KEINE	
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
US 2017069681 A1	09-03-2017	CN 106505065 A	15-03-2017
		KR 20170029077 A	15-03-2017
		US 2017069681 A1	09-03-2017
US 2015372208 A1	24-12-2015	US 2015372208 A1	24-12-2015
		US 2017098747 A1	06-04-2017
		US 2018233645 A1	16-08-2018