(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
03. Dezember 2020 (03.12.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/239749 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/22 (2010.01) *H01L 33/38* (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/064543

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Mai 2020 (26.05.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 114 169.9
27. Mai 2019 (27.05.2019) DE

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

(72) Erfinder: **PICKEL, Sebastian**; Babostr. 13, 93055 Regensburg (DE).

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

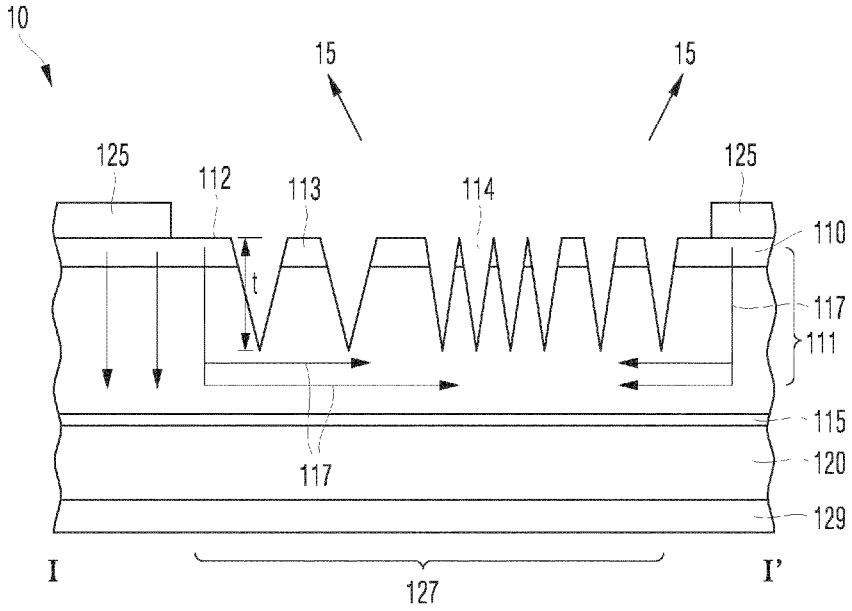
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, 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, 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.

WO 2020/239749 A1

(54) **Title:** OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT COMPRISING CONNECTION REGIONS, AND METHOD FOR PRODUCING THE OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT

(54) **Bezeichnung:** OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT MIT VERBINDUNGSBEREICHEN UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DES OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTS

Fig. 2A



(57) **Abstract:** The invention relates to an optoelectronic semiconductor component (10), comprising a first semiconductor layer stack (111), which comprises 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 has a first contact element (125) and a second contact element (129). The first semiconductor layer stack (111) and the second semiconductor layer (120) are arranged one above the other. The second semiconductor layer (120) is electrically connected to the second contact element (129). A part of a first main surface (112)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(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)*

of the first semiconductor layer stack (111) adjoins the first contact element (125), and a part of the first main surface (112) of the first semiconductor layer stack (111) is structured such that both a plurality of protruding regions (113) as well as connection regions (116) are formed. The connection regions (116) adjoin regions in which a part of the first main surface (112) of the first semiconductor layer stack (111) adjoins the first contact element (125), and the connection regions have a lateral extension which is greater than five times the average lateral extension of the protruding regions (113).

(57) Zusammenfassung: Ein optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) umfasst einen ersten Halbleiterschichtstapel (111), der eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp umfasst, sowie eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp. Das optoelektronische Halbleiterbauelement (10) weist ferner ein erstes Kontaktelement (125) und ein zweites Kontaktelement (129) auf. Der erste Halbleiterschichtstapel (111) und die zweite Halbleiterschicht (120) sind übereinander angeordnet. Die zweite Halbleiterschicht (120) ist mit dem zweiten Kontaktelement (129) elektrisch verbunden. Ein Teil einer ersten Hauptoberfläche (112) des ersten Halbleiterschichtstapels (111) grenzt an das erste Kontaktelement (125) an, und ein Teil der ersten Hauptoberfläche (112) des ersten Halbleiterschichtstapels (111) ist strukturiert, so dass sowohl eine Vielzahl hervorstehender Bereiche (113) als auch Verbindungsbereiche (116) ausgebildet sind. Die Verbindungsbereiche (116) grenzen an Bereiche, in denen ein Teil der ersten Hauptoberfläche (112) des ersten Halbleiterschichtstapels (111) an das erste Kontaktelement (125) angrenzt, an und haben eine laterale Ausdehnung, die größer als das 5-fache der mittleren lateralen Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche (113) ist.

OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT MIT VERBINDUNGSBEREICHEN UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DES OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTS

BESCHREIBUNG

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 114 169.9, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Eine Leuchtdiode (LED) ist eine lichtemittierende Vorrichtung, die auf Halbleitermaterialien basiert. Üblicherweise umfasst eine LED unterschiedlich dotierte Halbleiterschichten sowie eine aktive Zone. Wenn Elektronen und Löcher miteinander im Bereich der aktiven Zone rekombinieren, beispielsweise, weil eine entsprechende Spannung angelegt wird, wird elektromagnetische Strahlung erzeugt.

Generell wird nach Konzepten gesucht, mit denen die elektrische Kontaktierung der Halbleiterschichten verbessert werden kann.

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

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

Ein optoelektronisches Halbleiterbauelement umfasst einen ersten Halbleiterschichtstapel, der eine erste Halbleiterschicht

von einem ersten Leitfähigkeitstyp umfasst, sowie eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst weiterhin ein erstes Kontaktelement und ein zweites Kontaktelement, wobei der erste Halbleiterschichtstapel und die zweite Halbleiterschicht übereinander angeordnet sind und die zweite Halbleiterschicht mit dem zweiten Kontaktelement elektrisch verbunden ist. Ein Teil einer ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels grenzt an das erste Kontaktelement an, und ein Teil der ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels ist strukturiert, so dass sowohl eine Vielzahl hervorstehender Bereiche als auch Verbindungsbereiche ausgebildet sind Dabei grenzen die Verbindungsbereiche an Bereiche, in denen ein Teil der ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels an das erste Kontaktelement angrenzt, an und haben eine laterale Ausdehnung, die größer als das 5-fache der mittleren lateralen Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche ist.

Als laterale Ausdehnung der Verbindungsbereiche ist in diesem Zusammenhang eine laterale Ausdehnung des Teils der Verbindungsbereiche zu verstehen, der nicht an das erste Kontaktelement angrenzt. Dieser Teil des Verbindungsbereichs kann somit in einem Lichtemissionsbereich vorliegen, der nicht von dem ersten Kontaktelement bedeckt ist.

Gemäß weiteren Ausführungsformen können die Verbindungsbereiche auch eine laterale Ausdehnung haben, die größer als das 10-fache der mittleren lateralen Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche ist.

Beispielsweise kann bei der Bestimmung der mittleren lateralen Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche über diejenigen hervorstehenden Bereiche gemittelt werden, die nicht an das erste

Kontaktelement angrenzen und auch nicht an Bereiche der ersten Hauptoberfläche, in denen ein Teil der ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels an das erste Kontaktelement angrenzt, angrenzen. Beispielsweise können jeweils Vertiefungen innerhalb des Halbleiterschichtstapels ausgebildet sein, die die hervorstehenden Bereiche von dem ersten Kontaktelement oder von Bereichen der ersten Hauptoberfläche, die an das erste Kontaktelement angrenzen, trennen.

Gemäß Ausführungsformen umfasst das erste Kontaktelement ein elektrisch leitendes Material. Ein Teil desjenigen Teils der ersten Hauptoberfläche, der strukturiert ist, grenzt nicht an das erste Kontaktelement an und stellt einen Lichtemissionsbereich dar.

Beispielsweise erstrecken sich die Verbindungsbereiche jeweils von dem ersten Kontaktelement aus in den Lichtemissionsbereich hinein. Beispielsweise umschließt das erste Kontaktelement den Lichtemissionsbereich.

Gemäß Ausführungsformen erstreckt sich mindestens einer der Verbindungsbereiche bis zu einer Position innerhalb des Lichtemissionsbereichs, von der aus ein Abstand zu einem nächstliegenden Teil des ersten Kontaktelements größer als ein Drittel eines kleinsten Durchmessers des Lichtemissionsbereichs ist.

Gemäß Ausführungsformen ist eine äußerste Halbleiterschicht des ersten Halbleiterschichtstapels im Lichtemissionsbereich mindestens teilweise entfernt oder gedünnt. Das heißt, die äußerste Halbleiterschicht kann derart strukturiert sein, dass sie in bestimmten Bereichen, die beispielsweise photolithographisch definiert sein können, vollständig entfernt oder gedünnt ist. Gemäß Ausführungsformen kann die äußerste Halb-

leiterschicht auch vollständig aus dem Lichtemissionsbereich entfernt sein.

Beispielsweise kann eine laterale Ausdehnung der Verbindungsbereiche in einer Richtung senkrecht zu einer Erstreckungsrichtung größer als eine mittlere laterale Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche sein. Gemäß Ausführungsformen kann eine Strukturhöhe eines der Verbindungsbereiche größer als eine halbe mittlere laterale Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche sein.

Gemäß Ausführungsformen kann der erste Halbleiterschichtstapel Phosphid-Halbleiterschichten umfassen, und die äußerste erste Halbleiterschicht enthält ein Phosphid-Halbleitermaterial.

Gemäß weiteren Ausführungsformen kann ein Halbleitermaterial des ersten Halbleiterschichtstapels ein Nitrid- oder Arsenid-Halbleitermaterial umfassen.

Beispielsweise kann ein Bereich zwischen zwei hervorstehenden Bereichen eine vertikale Tiefe größer als 500 nm und kleiner als 3 µm haben.

Gemäß Ausführungsformen umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements das Ausbilden eines ersten Halbleiterschichtstapels, der erste Halbleiterschichten von einem ersten Leitfähigkeitstyp umfasst, sowie einer zweiten Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp. Das Verfahren umfasst weiterhin das Ausbilden eines ersten Kontaktelements und eines zweiten Kontaktelements, wobei der erste Halbleiterschichtstapel und die zweite Halbleiterschicht übereinander angeordnet werden. Die zweite Halbleiterschicht wird mit dem zweiten Kontaktelement elektrisch verbunden. Ein Teil einer ersten Hauptoberfläche des ersten

Halbleiterschichtstapels grenzt an das erste Kontaktelement an. Ein Teil der ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels wird strukturiert, so dass sowohl eine Vielzahl hervorstehender Bereiche als auch Verbindungsbereiche ausgebildet werden. Dabei grenzen die Verbindungsbereiche an Bereiche, in denen ein Teil der ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels an das erste Kontaktelement angrenzt, an und haben eine laterale Ausdehnung, die größer als das 5-fache der mittleren lateralen Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche ist.

Beispielsweise kann die Strukturierung photolithographisch unter Verwendung einer Photomaske erfolgen.

Das Verfahren kann ferner das Entfernen mindestens eines Teils einer äußersten Schicht des Halbleiterschichtstapels umfassen. Beispielsweise kann die äußerste Schicht des Halbleiterschichtstapels in vorbestimmten Bereichen entfernt oder gedünnt sein. Die vorbestimmten Bereiche können beispielsweise photolithographisch definiert sein. Gemäß Ausführungsformen kann die äußerste Schicht auch vollständig aus dem Lichtemissionsbereich entfernt sein.

Gemäß weiteren Ausführungsformen umfasst ein optoelektronisches Halbleiterbauelement einen ersten Halbleiterschichtstapel, der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp sowie eine epitaktische Verbindungsschicht umfasst, sowie eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst weiterhin ein erstes Kontaktelement und ein zweites Kontaktelement. Der erste Halbleiterschichtstapel und die zweite Halbleiterschicht sind übereinander angeordnet. Die zweite Halbleiterschicht ist mit dem zweiten Kontaktelement elektrisch verbunden. Ein Teil einer ersten Hauptoberfläche

des ersten Halbleiterschichtstapels grenzt an das erste Kontaktelement an, und ein Teil der ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels ist strukturiert, so dass sowohl eine Vielzahl hervorstehender Bereiche als auch Verbindungsbereiche ausgebildet sind. Ein Teil desjenigen Teils der ersten Hauptoberfläche, der strukturiert ist, grenzt nicht an das erste Kontaktelement an und stellt einen Lichtemissionsbereich dar. Die Verbindungsbereiche erstrecken sich jeweils von dem ersten Kontaktelement aus in den Lichtemissionsbereich hinein.

Beispielsweise grenzen die Verbindungsbereiche an Bereiche, in denen ein Teil der ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels an das erste Kontaktelement angrenzt, an.

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.

Figur 1A ist eine schematische Draufsicht auf Bereiche eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen.

Figur 1B ist eine schematische Draufsicht auf Bereiche eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß weiteren Ausführungsformen.

Figur 2A zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Teils eines optoelektronischen Halbleiterbauelements.

Figur 2B zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Teils eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß weiteren Ausführungsformen.

Figur 3A und 3B sind schematische Querschnittsansichten eines Teils eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen.

Figur 4 fasst ein Verfahren gemäß Ausführungsform zusammen.

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 "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 beispielsweise einer Wachstumsrichtung beim Aufwachsen von Schichten entsprechen.

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, beispielsweise einem GaAs-Substrat, einem GaN-Substrat oder einem Si-Substrat oder aus einem isolierenden Material, beispielsweise auf einem Saphirsubstrat, gewachsen sein.

Je nach Verwendungszweck kann der Halbleiter auf einem direkten oder einem indirekten Halbleitermaterial basieren. Bei-

spiele 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, 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, Ga_2O_3, 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.

Der Begriff „Substrat" umfasst generell isolierende, leitende oder Halbleitersubstrate.

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 mitei-

nander verbunden sein. Weitere Elemente können zwischen elektrisch verbundenen Elementen angeordnet sein.

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

Figur 1A zeigt eine schematische Draufsicht auf einen Teil eines optoelektronischen Halbleiterbauelements 10 gemäß Ausführungsformen. Der obere Teil der Figur 1A zeigt dabei eine vergrößerte Ansicht eines Teils der Oberfläche des optoelektronischen Halbleiterbauelements 10, der im unteren Teil der Fig. 1A dargestellt ist.

Figur 1A zeigt eine Draufsicht auf eine erste Hauptoberfläche 112 des optoelektronischen Halbleiterbauelements. Beispielsweise kann die durch das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 erzeugte elektromagnetische Strahlung 15 über die erste Hauptoberfläche 112 emittiert werden. Die erste Hauptoberfläche 112 stellt beispielsweise gleichzeitig eine erste Hauptoberfläche eines ersten Halbleiterschichtstapels dar, der genauer unter Bezugnahme auf Figur 2A erläutert werden wird. Ein erstes Kontaktelement 125 ist über einen Teil der ersten Hauptoberfläche 112 angeordnet. Beispielsweise ist das erste Kontaktelement 125 mit Schichten des ersten Halbleiterschichtstapels verbunden. Der Teil der ersten Hauptoberfläche 112, der nicht mit dem ersten Kontaktelement 125 bedeckt ist, kann beispielsweise als ein Lichtemissionsbereich 127 wirken. Beispielsweise kann das erste Kontaktelement 125 einen Lichtemissionsbereich 127 mindestens teilweise oder vollständig umgeben. Wie insbesondere in dem vergrößerten Bereich der Figur 1A dargestellt ist, weist die erste Hauptoberfläche 112 des Halbleiterschichtstapels eine Vielzahl hervorstehender Bereiche 113 auf. Weiterhin ist eine Vielzahl von Verbindungsbereichen 116 ausgebildet. Dabei können die Verbindungsbereiche 116

linienförmig ausgebildet sein und jeweils geradlinige Abschnitte aufweisen.

Die Verbindungsbereiche 116 grenzen an Bereiche, in denen ein Teil der ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels an das erste Kontaktelement angrenzt, an. Die Verbindungsbereiche 116 sind somit über diese Bereiche mit dem ersten Kontaktelement 125 elektrisch verbunden. Die Verbindungsbereiche 116 haben eine laterale Ausdehnung, die größer als das 5-fache der mittleren lateralen Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche ist. Die Verbindungsbereiche 116 können geradlinig ausgebildet sein, wie in Figur 1B gezeigt ist. Die Verbindungsbereiche 116 müssen aber nicht notwendigerweise geradlinig ausgebildet sein. Die Verbindungsbereiche 116 können beispielsweise auch gekrümmt oder aus mehreren aneinandergereihten geradlinigen Bereichen zusammengesetzt sein. Der Begriff „laterale Ausdehnung" bezeichnet dabei eine Länge der Verbindungsbereiche 116 in einer horizontalen Ebene. Bei gekrümmten Verbindungsbereichen 116 kann dies beispielsweise die Bogenlänge sein. Bei Verbindungsbereichen 116, die aus mehreren aneinandergereihten geradlinigen Bereichen zusammengesetzt sind, kann dies beispielsweise die Summe der Einzelstrecken sein.

Gemäß weiteren Ausführungsformen können die Verbindungsbereiche 116 in einer zu einer Erstreckungsrichtung senkrechten Richtung eine horizontale Abmessung (also Breite) haben, die größer ist als die mittlere horizontale Abmessung der hervorstehenden Bereiche 113.

Wie in Figur 1A dargestellt ist, können die Verbindungsbereiche 116 mehrere Verzweigungen aufweisen. Auf diese Weise wird eine effiziente laterale Stromverteilung erreicht. Beispielsweise kann das erste Kontaktelement ein elektrisch leitendes

Material umfassen. Die Verbindungsbereiche 116 sind in dem Lichtemissionsbereich 127 angeordnet und erstrecken sich von dem ersten Kontaktelement 125 aus in das Innere des Lichtemissionsbereichs 127.

Beispielsweise kann das Material des ersten Kontaktelements ein Metall oder eine Metalllegierung sein oder auch ein elektrisch leitendes Metalloxid umfassen. Das Material des ersten Kontaktelements 125 kann lichtundurchlässig oder auch transparent sein. Das Material des ersten Kontaktelements 125 kann beispielsweise eine Au-Ge-Legierung sein.

Die Verbindungsbereiche 116 können sich von dem ersten Kontaktelement 125 jeweils in den Lichtemissionsbereich 127 hinein erstrecken. Es ist vorgesehen, dass die Stromeinprägung über die ersten Kontaktelemente 125 sowie die Verbindungsbereiche 116 in den ersten Halbleiterschichtstapel hinein erfolgt.

Beispielsweise können sich die Verbindungsbereiche 116 von dem ersten Kontaktelement 125 in Richtung eines Mittelpunkts oder eines mittleren Bereichs des Lichtemissionsbereichs 127 erstrecken. Beispielsweise kann der Lichtemissionsbereich 127 jeweils rechteckig ausgeführt sein und einen kleineren Durchmesser und einen größeren Durchmesser aufweisen. Der Verbindungsbereich 116 kann sich bis zu einer Position P innerhalb des Lichtemissionsbereichs 127 erstrecken, von der aus ein Abstand d zu einem nächstliegenden Teil des ersten Kontaktelements 125 größer als ein Drittel eines kleinsten Durchmessers des Lichtemissionsbereichs ist. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann der Abstand von der Position zu dem nächstliegenden Teil des ersten Kontaktelements 125 größer als eine Hälfte des kleinsten Durchmessers des Lichtemissionsbereichs sein.

Gemäß weiteren Ausführungsformen der Lichtemissionsbereich eine beliebig andere Form haben. Auch in diesem Falle kann der Verbindungsbereich sich bis zu einer Position innerhalb des Lichtemissionsbereichs 127 erstrecken, von der aus ein Abstand zu einem nächstliegenden Teil des ersten Kontaktelements 125 größer als ein Drittel eines kleinsten Durchmessers des Lichtemissionsbereichs 127 ist. Auch in diesem Fall kann gemäß weiteren Ausführungsformen der Abstand von der Position zu dem nächstliegenden Teil des ersten Kontaktelements 125 größer als eine Hälfte des kleinsten Durchmessers des Lichtemissionsbereichs sein.

Beispielsweise kann der Lichtemissionsbereich 127 auch quadratisch oder eine andere Form mit einem Mittelpunkt haben. In diesem Fall kann sich beispielsweise der Verbindungsbereich 116 in Richtung des Mittelpunkts erstrecken. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann sich der Verbindungsbereich 116 auch in Richtung einer Mittellinie, die beispielsweise den Lichtemissionsbereich 127 in zwei gleich große Bereiche mit ungefähr gleicher Form aufteilt erstrecken. Der Verbindungsbereich kann sich mehrfach verzweigen. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann sich der Verbindungsbereich 116 auch in Richtung der Symmetrieachse des Lichtemissionsbereichs 127 erstrecken.

Figur 1B zeigt eine Draufsicht auf ein optoelektronisches Halbleiterbauelement gemäß weiteren Ausführungsformen. Prinzipiell sind das optoelektronische Halbleiterbauelement und die Verbindungsbereiche 116 wie in Figur 1A veranschaulicht aufgebaut. Wie in Figur 1B dargestellt ist, kann abweichend von Figur 1A der Verbindungsbereich 116 auch die Form einer Geraden haben und sich beispielsweise mit einem rechten Winkel von dem ersten Kontaktelement 125 aus in den Lichtemissionsbereich 127 hinein erstrecken. Wie in Figur 1B dargestellt ist, können beispielsweise die Verbindungsbereiche bei gleichen Abständen

entlang einer Längsrichtung des Lichtemissionsbereichs 127 angeordnet sein. Beispielsweise kann der Lichtemissionsbereich jeweils rechteckig ausgebildet sein und die Verbindungsbereiche sind entlang einer Längsachse, beispielsweise der y-Achse angeordnet, wobei die Verbindungsbereiche auf der linken Seite des Lichtemissionsbereichs 127 jeweils versetzt zu den Verbindungsbereichen auf der rechten Seite des Lichtemissionsbereichs 127 angeordnet sind und somit eine Art Interdigitalstruktur ausbilden. Auf diese Weise wird eine besonders gleichmäßige Stromzufuhr ermöglicht. Die weiteren Komponenten der Figur 1B sind ähnlich wie die der Figur 1A.

Wie in Figur 1B weiter veranschaulicht ist, haben die Verbindungsbereiche 116 eine laterale Ausdehnung s, die größer als das 5-fache der mittleren lateralen Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche 113 ist. Eine Breite b, d.h. eine laterale Ausdehnung in einer Richtung senkrecht zu einer Erstreckungsrichtung, kann beispielsweise größer als eine mittlere laterale Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche sein.

Figur 2A zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen. Die in Figur 2A gezeigte Querschnittsansicht ist zwischen I und I' angeordnet, wie in den Figuren 1A und 1B veranschaulicht ist.

Das in Figur 2A gezeigte optoelektronische Halbleiterbauelement 10 umfasst einen ersten Halbleiterschichtstapel 111, der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp, beispielsweise n-Typ, umfasst, sowie eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, beispielsweise p-Typ. Das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 umfasst weiterhin ein erstes Kontaktelement 125 und ein zweites Kontaktelement 129. Der erste Halbleiterschichtstapel 111 und

die zweite Halbleiterschicht 120 sind übereinander angeordnet. Die zweite Halbleiterschicht 120 ist mit dem zweiten Kontaktelement 129 elektrisch verbunden. Ein Teil einer ersten Hauptoberfläche 112 des ersten Halbleiterschichtstapels 111 grenzt an das erste Kontaktelement 125 an und ein Teil der ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels ist strukturiert, so dass sowohl eine Vielzahl hervorstehender Bereiche 113 als auch die vorstehend erläuterten Verbindungsbereiche 116 (nicht gezeigt in Fig. 2A) ausgebildet sind.

Beispielsweise kann eine aktive Zone 115 zwischen dem ersten Halbleiterschichtstapel 111 und der zweiten Halbleiterschicht 120 angeordnet sein.

Die aktive Zone 115 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 jede Kombination dieser Schichten.

Üblicherweise sind bei optoelektronischen Halbleiterbauelementen die Halbleiterschichten mit jeweils unterschiedlichem Leitfähigkeitstyp jeweils aus einer Vielzahl einzelner Halbleiterschichten unterschiedlicher Zusammensetzung und Schichtdicke aufgebaut. Die Halbleiterschichten werden üblicherweise epitaktisch aufgewachsen. So enthält das hier beschriebene optoelektronische Halbleiterbauelement einen ersten Halbleiterschichtstapel 111, der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp umfasst, sowie eine zweite Halbleiterschicht 120 von einem zweiten Leitfähigkeitstyp. Die

zweite Halbleiterschicht 120 kann ebenfalls als ein Schichtstapel aus mehreren Schichten aufgebaut sein. Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung umfasst das Merkmal „erster Halbleiterschichtstapel, der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp umfasst" auch die Möglichkeit, dass der erste Halbleiterschichtstapel nur eine einzige erste Halbleiterschicht aufweist.

Die oberste oder äußerste Schicht 110 des ersten Halbleiterschichtstapels 111 kann beispielsweise eine Verbindungsschicht darstellen. Die Verbindungsschicht kann beispielsweise derart ausgeführt sein, dass sie eine höhere Leitfähigkeit als andere Schichten innerhalb des ersten Halbleiterschichtstapels 111 hat. Die oberste oder äußerste Schicht 110 kann beispielsweise eine höhere Dotierung als andere Schichten innerhalb des ersten Halbleiterschichtstapels 111 haben. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann die oberste oder äußerste Schicht 110 ein anderes Zusammensetzungsverhältnis als andere Schichten innerhalb des ersten Halbleiterschichtstapels 111 haben. Weiterhin kann die Verbindungsschicht eine geringe Absorption haben, beispielsweise eine geringer Absorption als eine leitfähige Metalloxidschicht wie beispielsweise eine Indiumzinnoxidschicht. Beispielsweise kann sie eine Schichtdicke von etwa 80 bis 120 nm haben. Der erste Halbleiterschichtstapel 111 kann beispielsweise eine Schichtdicke von 3 bis 3,5 µm haben. Die zweite Halbleiterschicht 120 kann eine Schichtdicke von 1,5 bis 2 µm haben.

Üblicherweise wird die Lichtemissionsoberfläche eines optoelektronischen Halbleiterbauelements, d.h. die erste Hauptoberfläche 112 des ersten Halbleiterschichtstapels 111 strukturiert bzw. aufgeraut, um die Auskoppeleffizienz zu erhöhen. Durch diese Strukturierung wird eine Vielzahl von hervorstehenden Bereichen 113 ausgebildet.

Gemäß Ausführungsformen kann das erste Kontaktelement 125 an einen strukturierten Teil der ersten Hauptoberfläche 112 des ersten Halbleiterschichtstapels 111 angrenzen. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann die erste Hauptoberfläche 112 des ersten Halbleiterschichtstapels 111 in einem Bereich, in dem sie an das erste Kontaktelement 125 angrenzt, auch nicht strukturiert sein und eine planare Oberfläche ausbilden. Üblicherweise sind Vertiefungen 114 zwischen den benachbarten hervorstehenden Bereichen 113 ausgebildet. Die Vertiefungen 114 können sich dabei bis zu unterschiedlichen Tiefen t innerhalb des ersten Halbleiterschichtstapels 111 erstrecken. Beispielsweise kann eine Tiefe t der Vertiefungen 114 500 nm bis 2 µm oder, je nach Materialsystem bis 3 µm betragen, wobei eine Tiefe t der Vertiefungen 114 von der Oberkante der ersten Hauptoberfläche 112 aus gemessen ist. Die hervorstehenden Bereiche 113 können auch in einer zur dargestellten Schnittebene senkrechten Richtung benachbart zu einer Vertiefung 114 angeordnet sein. Das heißt, hervorstehende Bereiche 113 sind üblicherweise in zwei horizontalen Richtungen von Vertiefungen 114 umgeben. Generell sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung hervorstehende Bereiche 113 generell Bereiche des ersten Halbleiterschichtstapels 111, die gegenüber einer oder mehreren benachbarten Vertiefungen 114 hervorstehen. Beispielsweise kann eine Höhe der hervorstehenden Bereiche 113 jeweils unterschiedlich sein. Weiterhin kann eine horizontale Ausdehnung jeweils unterschiedlich sein.

Ein Material des zweiten Kontaktelements 129 kann identisch zu dem Material des ersten Kontaktelements 125 oder verschieden sein. Gemäß Ausführungsformen, die in Figur 2A veranschaulicht sind, kann das zweite Kontaktelement 129 auf einer von der aktiven Zone abgewandten Seite der zweiten Halbleiterschicht 120 angeordnet sein.

Figur 2A veranschaulicht weiterhin einen hypothetischen Stromfluss 117 schematisch ausgehend von dem ersten Kontaktelement 125. Wie in Figur 2A dargestellt ist, erfolgt eine Stromverteilung insbesondere zunächst in vertikaler Richtung und sodann in horizontaler Richtung. Das heißt, bei der in Figur 2A gezeigten Strukturierung der ersten Hauptoberfläche 112 findet eine Stromverteilung über Bereiche unterhalb der Vertiefung 114 statt.

Figur 2B zeigt eine Querschnittsansicht des optoelektronischen Halbleiterbauelements zwischen I und I‘ gemäß weiteren Ausführungsformen. Die in Figur 2B gezeigten Ausführungsformen unterscheiden sich von den in Figur 2A gezeigten Ausführungsformen insbesondere durch die veränderte Position des zweiten Kontaktelements 129. Wie in Figur 2B gezeigt ist, ist das zweite Kontaktelement 129 hier auf der Seite der zweiten Halbleiterschicht 120, die der ersten Hauptoberfläche 112 des Halbleiterschichtstapels 111 zugewandt ist, angeordnet.
Figur 3A zeigt eine Querschnittsansicht des optoelektronischen Halbleiterbauelements zwischen II und II', wie beispielsweise in Figur 1B gezeigt ist.

Wie in Figur 3A gezeigt ist, ist ein Teil der ersten Hauptoberfläche 112 des ersten Halbleiterschichtstapels 111 derart strukturiert, dass Verbindungsbereiche 116 wie vorstehend erläutert ausgebildet werden. Beispielsweise können die Verbindungsbereiche 116 unstrukturierte Bereiche des Halbleiterschichtstapels 111 sein. Die Verbindungsbereiche grenzen an Bereiche, in denen ein Teil der ersten Hauptoberfläche 112 des ersten Halbleiterschichtstapels an das erste Kontaktelement 125 angrenzt, an.

Wie in Figur 3A weiterhin gezeigt ist, kann bei dieser Anordnung der Stromfluss 117 auch über Bereiche des Halbleiterschichtstapels 111 erfolgen, die in der Nähe der ersten Hauptoberfläche 112 liegen. Auf diese Weise kann die Stromeinprägung verbessert werden. Die Verbindungsbereiche 116 können sich, wie im linksseitigen Teil der Figur 3A gezeigt ist, zum einen in x-Richtung (siehe Figur 1B) erstrecken. Die oder weitere Verbindungsbereiche können sich auch in y-Richtung erstrecken. In diesem Fall kann ein Stromfluss 117 in einer zur Darstellungsebene senkrechten Richtung erfolgen, wie im rechtsseitigen Teil der Figur 3A angedeutet ist.

Figur 3A veranschaulicht weiterhin eine laterale Ausdehnung (Länge) s in Erstreckungsrichtung der Verbindungsbereiche und eine dazu senkrechte laterale Ausdehnung (Breite) b.

Wie in Figur 3A veranschaulicht ist, können die Verbindungsbereiche durch unstrukturierte Bereiche des ersten Halbleiterschichtstapels 111 verwirklicht werden. Beispielsweise können die Verbindungsbereiche 116 durch Teile der obersten oder abschließenden Halbleiterschicht 110 verwirklicht werden. Die oberste Halbleiterschicht 110 kann somit eine Verbindungsschicht darstellen, die epitaktisch gewachsen ist. Der Verbindungsbereich 116 kann vom ersten Leitfähigkeitstyp sein. Über den Verbindungsbereich 116 kann durch das optoelektronische Halbleiterbauelement erzeugte elektromagnetische Strahlung auskoppelbar sein. Das heißt, die erzeugte elektromagnetische Strahlung 15 wird nur zu einem geringen Anteil oder gar nicht von dem Verbindungsbereich absorbiert. Beispielsweise kann der Verbindungsbereich keine Schicht enthalten, die nicht epitaktisch gewachsen ist. Weiterhin kann eine Oberfläche des Verbindungsbereichs frei von einer nicht epitaktisch gewachsenen Schicht sein.

Gemäß weiteren Ausführungsformen kann, wie beispielsweise in Figur 3B gezeigt ist, der Verbindungsbereich 116 auch einem strukturierten Teil des ersten Halbleiterschichtstapels 111 entsprechen. In Figur 3B zeigen dieselben Bezugszeichen die gleichen Komponenten wie in Figur 3A. Abweichend von Figur 3A ist jedoch die oberste oder äußerste Schicht 110 des Halbleiterschichtstapels 111 zusätzlich strukturiert, so dass als Ergebnis der Verbindungsbereich 116 durch einen teilweise strukturierten Halbleiterschichtstapel 111 bereitgestellt wird. Beispielsweise kann eine Strukturhöhe h des Verbindungsbereichs 116 größer sein als eine halbe gemittelte Strukturhöhe 119 der hervorstehenden Bereiche 113 sein. Dabei wird die Strukturhöhe des Verbindungsbereichs sowie die gemittelte Strukturhöhe jeweils in Bezug auf eine horizontale Referenzebene 118 ermittelt. Beispielsweise kann die horizontale Referenzebene 118 diejenige horizontale Ebene sein, die einer Abschlussebene der tiefsten Vertiefungen 114 oder des Medians der Vertiefungen 114 entspricht. Weiterhin kann die gemittelte Strukturhöhe der hervorstehenden Bereiche ein Mittel jeweils der Strukturhöhen in Bezug auf diese Referenzebene 118 sein.

Wie in Figur 3B gezeigt ist, sind in der obersten Halbleiterschicht 110 hervorstehende Bereiche 113 strukturiert. Gemäß dieser Ausführungsform kann der Stromfluss durch einen Großteil der Tiefe des Halbleiterschichtstapels 111 innerhalb des Verbindungsbereichs 116 erfolgen.

Beispielsweise kann bei der in Figur 3B gezeigten Ausführungsform eine unterhalb der obersten oder äußersten Halbleiterschicht 110 angeordnete Halbleiterschicht die Verbindungsschicht darstellen. Gemäß Ausführungsformen kann die oberste oder äußerste Halbleiterschicht 110 im Lichtemissionsbereich vollständig entfernt sein. Beispielsweise kann die oberste oder äußerste Halbleiterschicht 110 derart strukturiert sein,

dass sie die gleiche oder annähernd die gleiche laterale Ausdehnung wie das erste Kontaktelement hat. Alternativ kann die oberste oder äußerste Halbleiterschicht in den Verbindungsbereichen 116 gedünnt sein und die Verbindungsschicht darstellen.

Figur 3B veranschaulicht weiterhin eine laterale Ausdehnung (Länge) s in Erstreckungsrichtung der Verbindungsbereiche und eine dazu senkrechte laterale Ausdehnung (Breite) b.

Beispielsweise kann der erste Halbleiterschichtstapel Phosphid-Halbleiterschichten umfassen. Weiterhin kann die oberste oder äußerste Halbleiterschicht 110 eine Phosphid-Halbleiterschicht sein. Beispielsweise kann das Materialsystem ein InGaAlP-Schichtsystem ein.

Gemäß weiteren Ausführungsformen kann ein Halbleitermaterial des ersten Halbleiterschichtstapels ein Nitrid- oder Arsenid-Halbleitermaterial umfassen.

Gemäß einer alternativen Betrachtungsweise umfasst ein optoelektronisches Halbleiterbauelement 10 einen ersten Halbleiterschichtstapel 111, der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp sowie eine epitaktische Verbindungsschicht umfasst, sowie eine zweite Halbleiterschicht 120 von einem zweiten Leitfähigkeitstyp. Das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 umfasst weiterhin ein erstes Kontaktelement 125 und ein zweites Kontaktelement 129. Der erste Halbleiterschichtstapel 111 und die zweite Halbleiterschicht 120 sind übereinander angeordnet. Die zweite Halbleiterschicht 120 ist mit dem zweiten Kontaktelement 129 elektrisch verbunden. Ein Teil einer ersten Hauptoberfläche 112 des ersten Halbleiterschichtstapels 111 grenzt an das erste Kontaktelement 125 an. Ein Teil der ersten Hauptoberfläche 112 des ersten

Halbleiterschichtstapels 111 ist strukturiert, so dass sowohl eine Vielzahl hervorstehender Bereiche 113 als auch Verbindungsbereiche 116 ausgebildet sind. Ein Teil desjenigen Teils der ersten Hauptoberfläche 112, der strukturiert ist, grenzt nicht an das erste Kontaktelement 125 an und stellt einen Lichtemissionsbereich 127 dar. Die Verbindungsbereiche 116 erstrecken sich jeweils von dem ersten Kontaktelement 125 aus in den Lichtemissionsbereich 127 hinein.

Beispielsweise grenzen die Verbindungsbereiche 116 an Bereiche, in denen ein Teil der ersten Hauptoberfläche 112 des ersten Halbleiterschichtstapels 111 an das erste Kontaktelement 125 angrenzt, an.

Figur 4 fasst ein Verfahren gemäß Ausführungsformen zusammen. Ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements umfasst das Ausbilden (S100) eines ersten Halbleiterschichtstapels, der erste Halbleiterschichten von einem ersten Leitfähigkeitstyp umfasst, sowie einer zweiten Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp. Das Verfahren umfasst weiterhin das Ausbilden (S110) eines ersten Kontaktelements und eines zweiten Kontaktelements. Der erste Halbleiterschichtstapel und die zweite Halbleiterschicht werden übereinander angeordnet. Die zweite Halbleiterschicht wird mit dem zweiten Kontaktelement elektrisch verbunden wird, wobei ein Teil einer ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels an das erste Kontaktelement angrenzt. Das Verfahren umfasst weiterhin das Strukturieren (S120) eines Teils der ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels, so dass sowohl eine Vielzahl hervorstehender Bereiche als auch Verbindungsbereiche ausgebildet werden, wobei die Verbindungsbereiche an Bereiche, in denen ein Teil der ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels an das erste Kontaktelement angrenzt, angrenzen und eine laterale

Ausdehnung haben, die größer als das 5-fache der mittleren lateralen Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche ist.

Beispielsweise kann das Ausbilden (S110) des ersten Kontaktelements vor dem Strukturieren (S120) des Teils der ersten Hauptoberfläche erfolgen. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann das Ausbilden (S110) des ersten Kontaktelements auch nach Strukturieren (S120) des Teils der ersten Hauptoberfläche durchgeführt werden.

Gemäß Ausführungsformen kann die Strukturierung der ersten Hauptoberfläche des ersten Halbleiterschichtstapels unter Verwendung von fotolithografischen Verfahren erfolgen. Dabei kann eine Fotomaske derart aufgebaut oder strukturiert sein, dass die Vertiefungen 114 derart ausgebildet werden, dass sowohl hervorstehende Bereiche 113 als auch Verbindungsbereiche 116 strukturiert werden können.

Dadurch, dass die erste Hauptoberfläche 112 wie beschrieben strukturiert ist, kann einerseits eine gute Auskopplung von erzeugter elektromagnetischer Strahlung als auch eine gute Einprägung von elektrischem Strom verwirklicht werden. Als Folge wird eine Reduzierung des Spannungsabfalls über das optoelektronische Halbleiterbauelement erreicht. Als Ergebnis kann die Effizienz des optoelektronischen Halbleiterbauelements erhöht 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.

5

BEZUGSZEICHENLISTE

10	optoelektronisches Halbleiterbauelement
15	emittierte elektromagnetische Strahlung
110	äußerste Halbleiterschicht
111	erster Halbleiterschichtstapel
112	erste Hauptoberfläche
113	hervorstehender Bereich
114	Vertiefung
115	aktive Zone
116	Verbindungsbereich
117	Stromfluss
118	horizontale Referenzebene
119	Mittellinie
120	zweite Halbleiterschicht
125	erstes Kontaktelement
127	Lichtemissionsbereich
129	zweites Kontaktelement

PATENTANSPRÜCHE

1. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10), umfassend:

einen ersten Halbleiterschichtstapel (111), der eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp umfasst, sowie eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp,

ein erstes Kontaktelement (125) und ein zweites Kontaktelement (129),

wobei der erste Halbleiterschichtstapel (111) und die zweite Halbleiterschicht (120) übereinander angeordnet sind,

die zweite Halbleiterschicht (120) mit dem zweiten Kontaktelement (129) elektrisch verbunden ist, und

wobei ein Teil einer ersten Hauptoberfläche (112) des ersten Halbleiterschichtstapels (111) an das erste Kontaktelement (125) angrenzt und ein Teil der ersten Hauptoberfläche (112) des ersten Halbleiterschichtstapels (111) strukturiert ist, so dass sowohl eine Vielzahl hervorstehender Bereiche (113) als auch Verbindungsbereiche (116) ausgebildet sind, wobei die Verbindungsbereiche (116) an Bereiche, in denen ein Teil der ersten Hauptoberfläche (112) des ersten Halbleiterschichtstapels (111) an das erste Kontaktelement (125) angrenzt, angrenzen und eine laterale Ausdehnung haben, die größer als das 5-fache der mittleren lateralen Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche (113) ist,

wobei mindestens einer der Verbindungsbereiche (116) einen Lichtemissionsbereich darstellt, der nicht mit einem leitfähigen Material bedeckt ist.

2. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 1, bei dem der erste Halbleiterschichtstapel (111) mindestens zwei Schichten aufweist und die Verbindungsbereiche (116) in der ersten Halbleiterschicht (110) ausgebildet sind.

3. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die erste Halbleiterschicht (110) eine höhere Leitfähigkeit als andere Schichten des Halbleiterstapels (111) hat.

4. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das erste Kontaktelement (125) ein elektrisch leitendes Material umfasst und ein Teil desjenigen Teils der ersten Hauptoberfläche (112), der strukturiert ist, nicht an das erste Kontaktelement (125) angrenzt und einen Lichtemissionsbereich (127) darstellt.

5. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem sich die Verbindungsbereiche (116) jeweils von dem ersten Kontaktelement (125) aus in den Lichtemissionsbereich (127) hinein erstrecken.

6. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das erste Kontaktelement (125) den Lichtemissionsbereich (127) umschließt.

7. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem sich mindestens einer der Verbindungsbereiche (116) bis zu einer Position innerhalb des Lichtemissionsbereichs (127) erstreckt, von der aus ein Abstand zu einem nächstliegenden Teil des ersten Kontaktelements (125) größer als ein Drittel eines kleinsten Durchmessers des Lichtemissionsbereichs (127) ist.

8. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei denen eine äußerste Halbleiterschicht (110) des ersten Halbleiterschichtstapels (111)

im Lichtemissionsbereich (127) mindestens teilweise entfernt oder gedünnt ist.

9. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine laterale Ausdehnung der Verbindungsbereiche (116) in einer Richtung senkrecht zu einer Erstreckungsrichtung größer als eine mittlere laterale Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche (113) ist.

10. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der hervorgehenden Ansprüche, bei dem eine Strukturhöhe eines der Verbindungsbereiche (116) größer als eine halbe mittlere laterale Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche (113) ist.

11. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der erste Halbleiterschichtstapel (111) Phosphid-Halbleiterschichten umfasst und eine äußerste erste Halbleiterschicht ein Phosphid-Halbleitermaterial enthält.

12. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem ein Halbleitermaterial des ersten Halbleiterschichtstapels (111) ein Nitrid- oder Arsenid-Halbleitermaterial umfasst.

13. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein Bereich zwischen zwei hervorstehenden Bereichen (113) eine vertikale Tiefe größer als 500 nm und kleiner als 3 µm hat.

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

Ausbilden (S100) eines ersten Halbleiterschichtstapels (111), der eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten

Leitfähigkeitstyp umfasst, sowie einer zweiten Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp,

Ausbilden (S110) eines ersten Kontaktelements (125) und eines zweiten Kontaktelements (126),

wobei der erste Halbleiterschichtstapel (111) und die zweite Halbleiterschicht (120) übereinander angeordnet werden,

die zweite Halbleiterschicht (120) mit dem zweiten Kontaktelement (126) elektrisch verbunden wird, und

wobei ein Teil einer ersten Hauptoberfläche (112) des ersten Halbleiterschichtstapels (111) an das erste Kontaktelement (125) angrenzt und das Verfahren weiterhin

Strukturieren (S120) eines Teils der ersten Hauptoberfläche (112) des ersten Halbleiterschichtstapels (111) umfasst, so dass sowohl eine Vielzahl hervorstehender Bereiche (113) als auch Verbindungsbereiche (116) ausgebildet werden, wobei die Verbindungsbereiche (116) an Bereiche, in denen ein Teil der ersten Hauptoberfläche (112) des ersten Halbleiterschichtstapels (111) an das erste Kontaktelement (125) angrenzt, angrenzen und eine laterale Ausdehnung haben, die größer als das 5-fache der mittleren lateralen Ausdehnung der hervorstehenden Bereiche (116) ist,

wobei mindestens einer der Verbindungsbereiche (116) einen Lichtemissionsbereich darstellt, der nicht mit einem leitfähigen Material bedeckt ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem die Strukturierung photolithographisch unter Verwendung einer Photomaske erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, ferner umfassend das Entfernen mindestens eines Teils einer äußersten Schicht (110) des Halbleiterschichtstapels (111).

17. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10), umfassend:

einen ersten Halbleiterschichtstapel (111), der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp sowie eine epitaktische Verbindungsschicht (110) umfasst, sowie eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp,

ein erstes Kontaktelement (125) und ein zweites Kontaktelement (126),

wobei der erste Halbleiterschichtstapel (111) und die zweite Halbleiterschicht (120) übereinander angeordnet sind,

die zweite Halbleiterschicht (120) mit dem zweiten Kontaktelement (126) elektrisch verbunden ist, und

wobei ein Teil einer ersten Hauptoberfläche (112) des ersten Halbleiterschichtstapels (111) an das erste Kontaktelement (125) angrenzt und ein Teil der ersten Hauptoberfläche (112) des ersten Halbleiterschichtstapels (111) strukturiert ist, so dass sowohl eine Vielzahl hervorstehender Bereiche (113) als auch Verbindungsbereiche (116) ausgebildet sind,

ein Teil desjenigen Teils der ersten Hauptoberfläche (112), der strukturiert ist, nicht an das erste Kontaktelement (125) angrenzt und einen Lichtemissionsbereich (127) darstellt und

sich die Verbindungsbereiche (116) jeweils von dem ersten Kontaktelement (125) aus in den Lichtemissionsbereich (127) hinein erstrecken und mindestens einer der Verbindungsbereiche (116) einen Lichtemissionsbereich darstellt, der nicht mit einem leitfähigen Material bedeckt ist.

18. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 17, bei dem die Verbindungsbereiche (116) an Bereiche, in denen ein Teil der ersten Hauptoberfläche (112) des ersten Halbleiterschichtstapels (111) an das erste Kontaktelement (125) angrenzt, angrenzen.

Fig. 1A

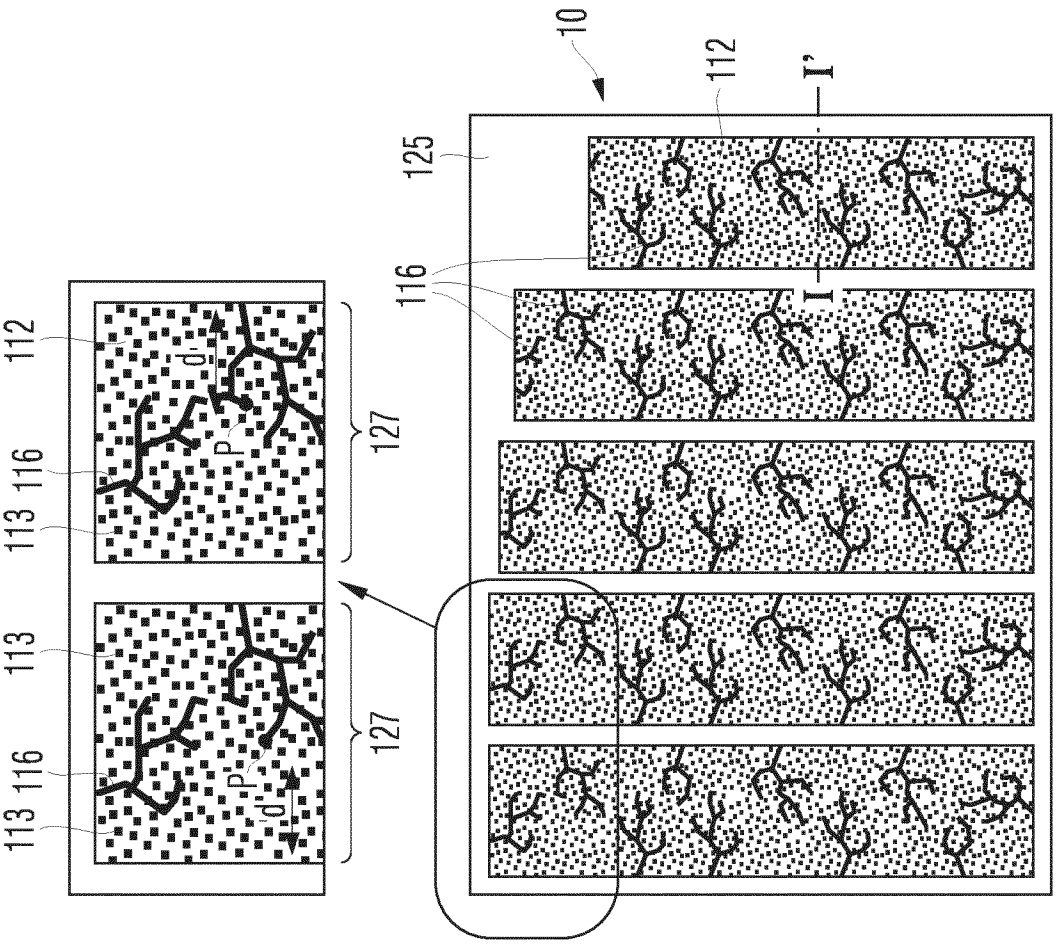

10
112
I'
125
116
I
127
113
113 116
d'
P'

Fig. 1B

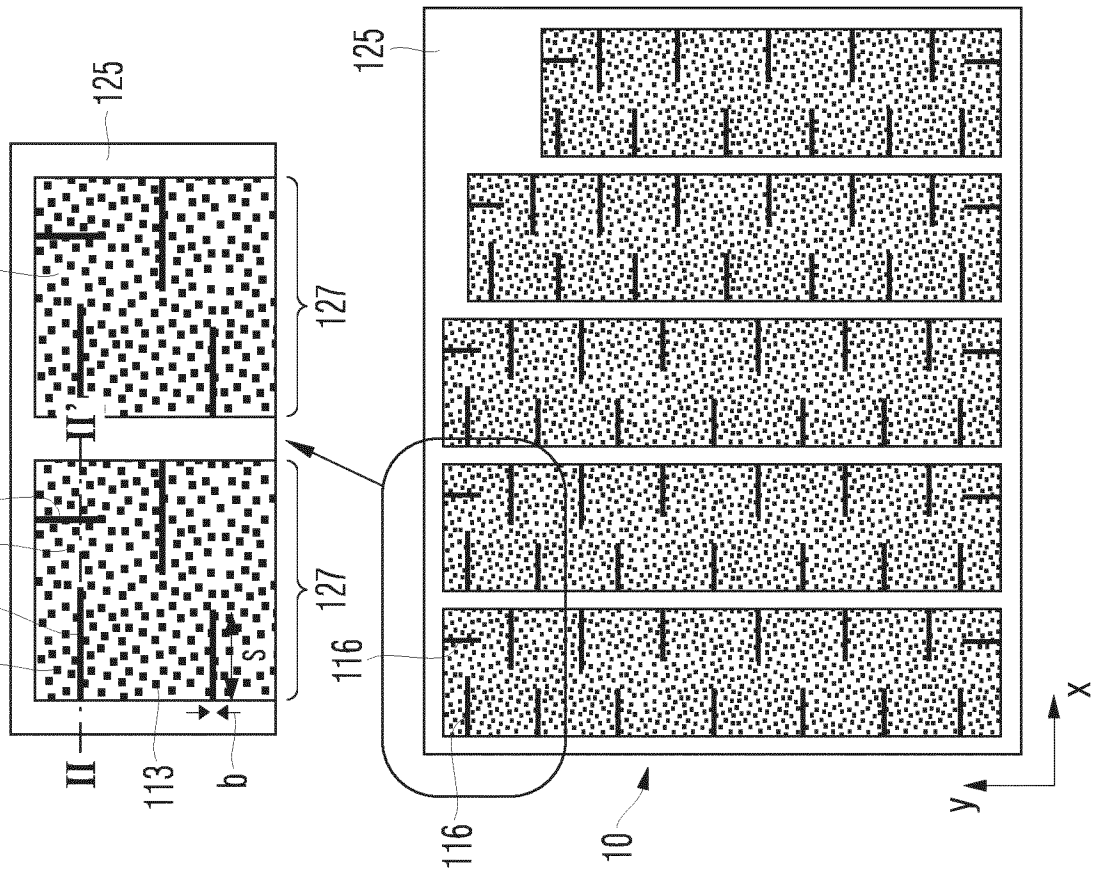

125
112
II'
127
116
113
113 116
S
II
113
b
116
10
x
y

Fig. 2A

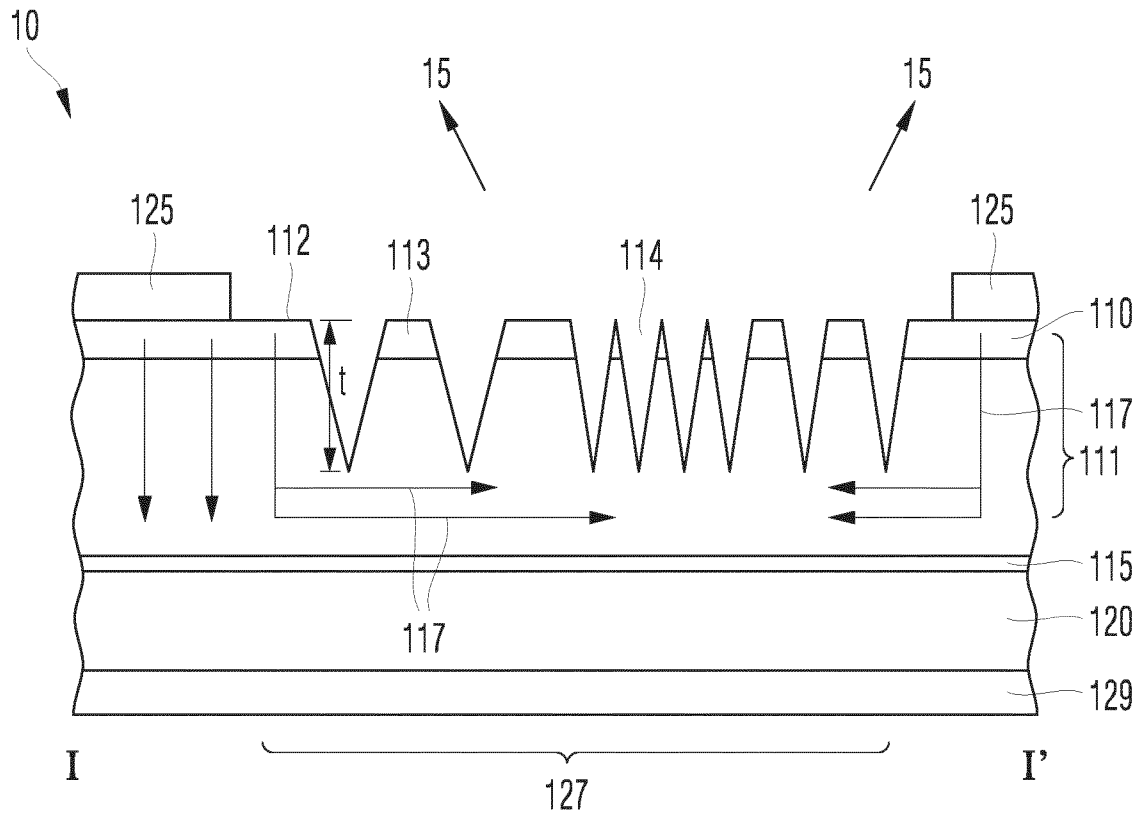


Fig. 2B

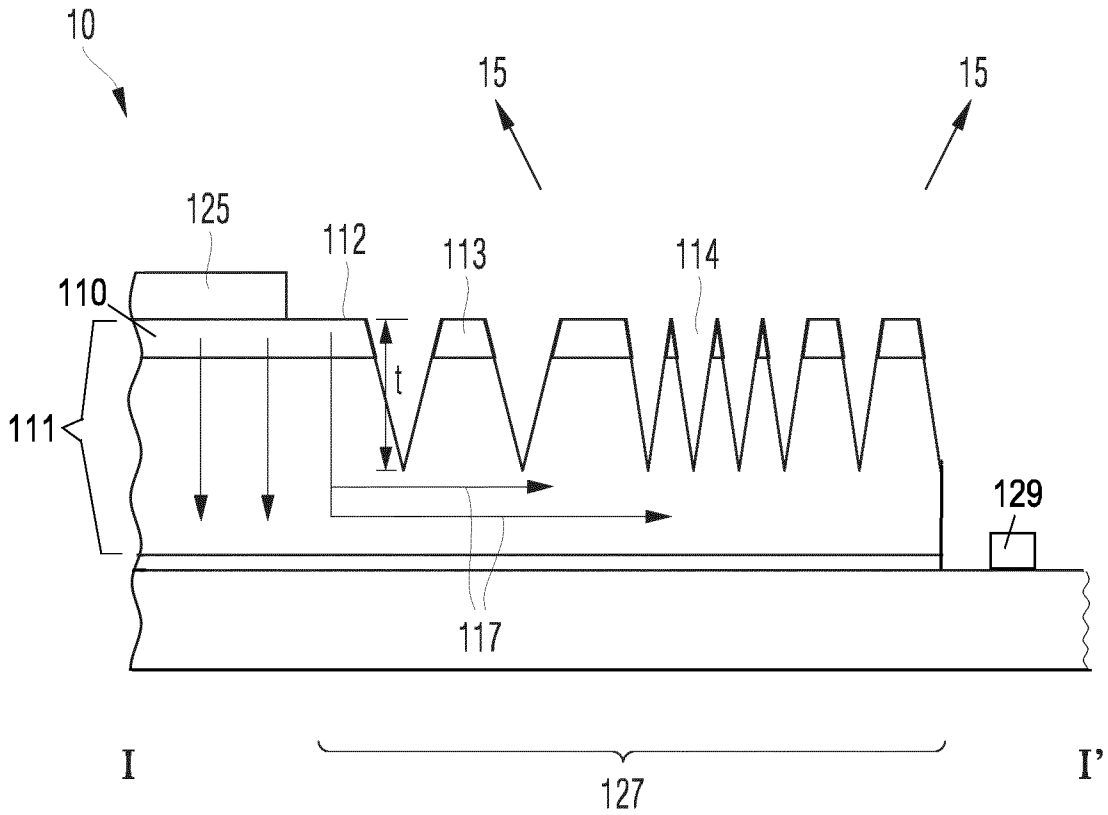


Fig. 3A

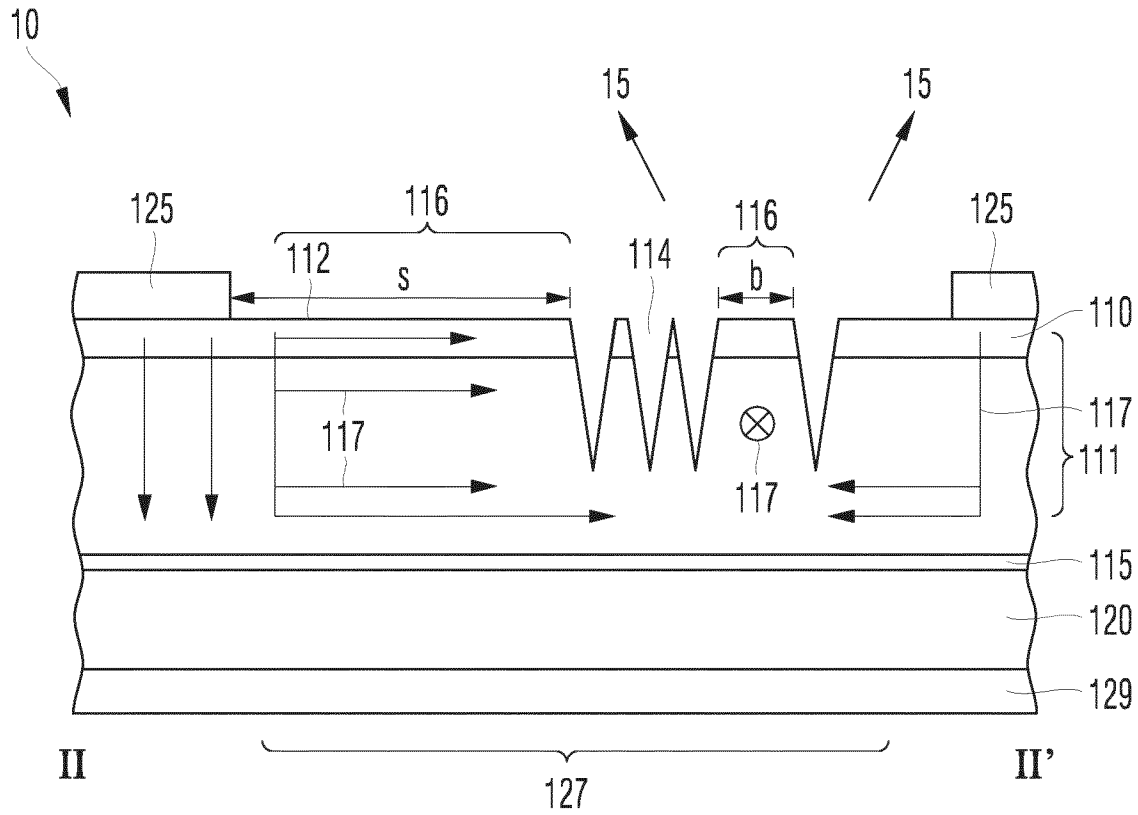

10
15
15
125
116
112
s
114
116
b
125
110
117
111
117
117
115
120
129
II
127
II'

Fig. 3B

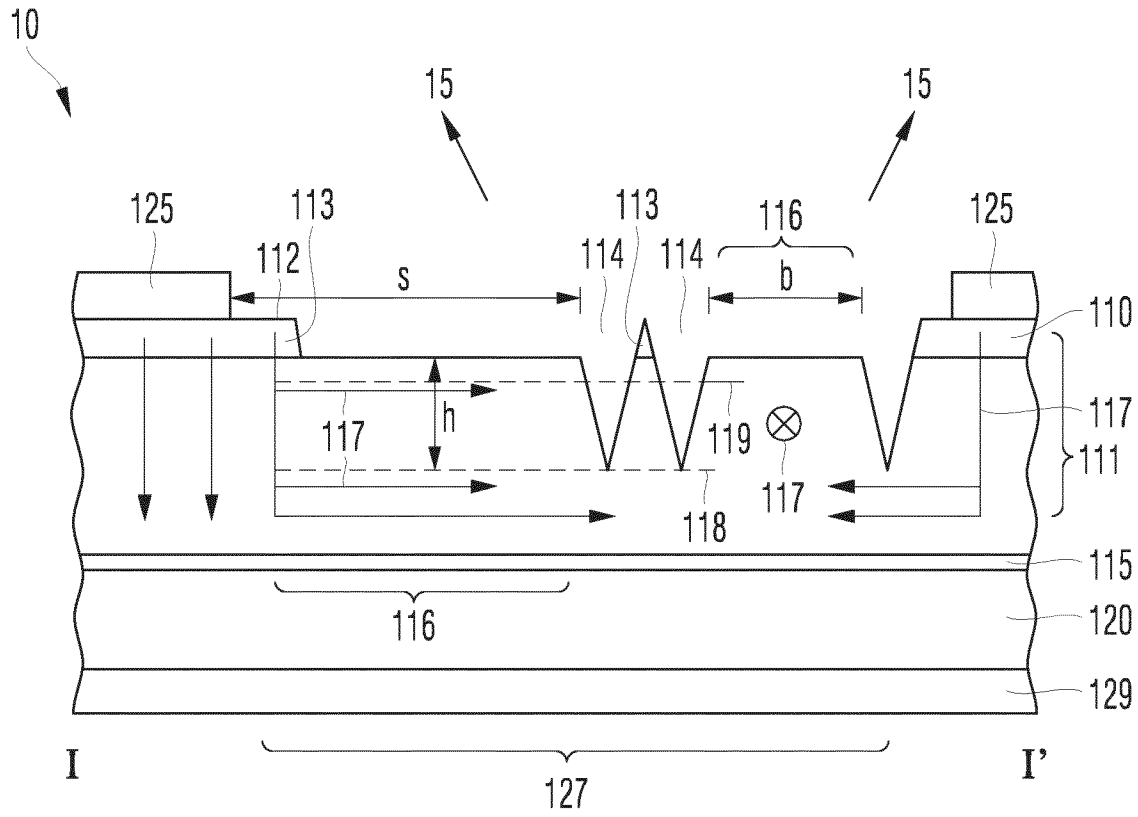
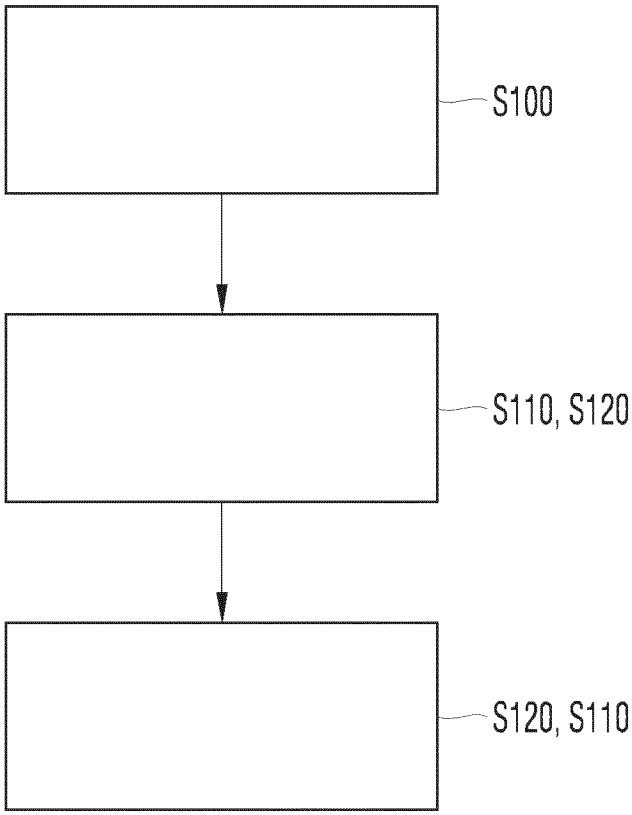

10
15
15
125
113
113
116
125
112
s
114
114
b
110
h
117
119
117
111
117
118
115
116
120
129
I
127
I'

Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/064543

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 33/22(2010.01)i; ***H01L 33/38***(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.
X	US 2018138370 A1 (SHIN CHAN SEOB [KR] ET AL) 17 May 2018 (2018-05-17) figures 1,2,3,4,5,6	1-18
X A	US 2019115502 A1 (ITO YOHEI [JP]) 18 April 2019 (2019-04-18) figures 8,9	1-6,8-18 7
X	US 2017256681 A1 (LIAO WEN-LUH [TW] ET AL) 07 September 2017 (2017-09-07) paragraphs [0021], [0027] figures 2A,2B	1,14,17
X	US 2016087158 A1 (LIM HYOUNG JIN [KR] ET AL) 24 March 2016 (2016-03-24) figures	1,14,17

☐ 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
26 August 2020	**03 September 2020**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Gijsbertsen, Hans** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/064543

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2018138370 A1	17 May 2018	CN 208352329 U	08 January 2019
		KR 20170008968 A	25 January 2017
		US 2018138370 A1	17 May 2018
		WO 2017010701 A1	19 January 2017
US 2019115502 A1	18 April 2019	CN 109686829 A	26 April 2019
		US 2019115502 A1	18 April 2019
US 2017256681 A1	07 September 2017	NONE	
US 2016087158 A1	24 March 2016	CN 106256026 A	21 December 2016
		DE 112015001917 T5	12 January 2017
		KR 20150121933 A	30 October 2015
		US 2016087158 A1	24 March 2016
		US 2017005231 A1	05 January 2017
		WO 2015163666 A1	29 October 2015

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/064543

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L33/22 H01L33/38
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.
X	US 2018/138370 A1 (SHIN CHAN SEOB [KR] ET AL) 17. Mai 2018 (2018-05-17) Abbildungen 1,2,3,4,5,6	1-18
X	US 2019/115502 A1 (ITO YOHEI [JP]) 18. April 2019 (2019-04-18)	1-6,8-18
A	Abbildungen 8,9	7
X	US 2017/256681 A1 (LIAO WEN-LUH [TW] ET AL) 7. September 2017 (2017-09-07) Absätze [0021], [0027] Abbildungen 2A,2B	1,14,17
X	US 2016/087158 A1 (LIM HYOUNG JIN [KR] ET AL) 24. März 2016 (2016-03-24) Abbildungen	1,14,17

☐ 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
26. August 2020	03/09/2020

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	Gijsbertsen, Hans

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/064543

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2018138370 A1	17-05-2018	CN 208352329 U	08-01-2019
		KR 20170008968 A	25-01-2017
		US 2018138370 A1	17-05-2018
		WO 2017010701 A1	19-01-2017
US 2019115502 A1	18-04-2019	CN 109686829 A	26-04-2019
		US 2019115502 A1	18-04-2019
US 2017256681 A1	07-09-2017	KEINE	
US 2016087158 A1	24-03-2016	CN 106256026 A	21-12-2016
		DE 112015001917 T5	12-01-2017
		KR 20150121933 A	30-10-2015
		US 2016087158 A1	24-03-2016
		US 2017005231 A1	05-01-2017
		WO 2015163666 A1	29-10-2015