

(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
23. Juli 2020 (23.07.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/148121 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/00 (2010.01) H01L 33/42 (2010.01)
H01L 33/14 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/050293

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. Januar 2020 (08.01.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 100 799.2
14. Januar 2019 (14.01.2019) DE

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

(72) Erfinder: **EBERHARD, Franz**; Flößerstr. 6, 93059 Regensburg (DE).

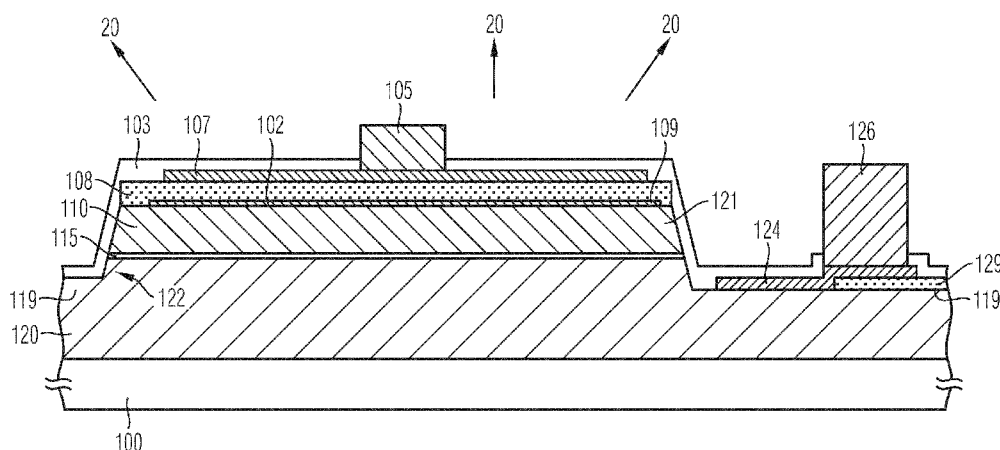
(74) Anwalt: **MÜLLER HOFFMANN & PARTNER PATENTANWÄLTE MBB**; St.-Martin-Strasse 58, 81541 München (DE).

(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.

(54) Title: OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) Bezeichnung: OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT UND DESSEN HERSTELLUNGSVERFAHREN

Fig. 1A



(57) Abstract: An optoelectronic semiconductor component (10) comprises a first semiconductor layer (110) of a first conductivity type and a second semiconductor layer (120) of a second conductivity type, the first and the second semiconductor layer (110, 120) being stacked one above the other. The optoelectronic semiconductor component (10) also comprises a first contact structure (105) and a contact layer (109) which is arranged above a face of the first semiconductor layer (110) that faces away from the second semiconductor layer (120), and which is connected to the first semiconductor layer (110). The optoelectronic semiconductor component (10) also contains a separating layer (108) which is arranged above a face of the contact layer (109) that faces away from the first semiconductor layer (110), and a current-spreading layer (107) which is arranged above a face of the separating layer (108) that faces away from the



(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)

contact layer (109). The first contact structure (105) is connected to the contact layer (109) via the current-spreading layer (107) and the separating layer (108). A layer stack which contains the contact layer (109), the separating layer (108) and the current-spreading layer (107) has anisotropic conductivity. The separating layer (108) is present in a region between the contact layer (109) and the current-spreading layer (107) as a continuous layer.

(57) **Zusammenfassung:** Ein optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) umfasst eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, wobei die erste und die zweite Halbleiterschicht (110, 120) übereinandergestapelt sind. Das optoelektronische Halbleiterbauelement (10) umfasst ferner eine erste Kontaktstruktur (105) und eine Kontaktschicht (109), die über einer von der zweiten Halbleiterschicht (120) abgewandten Seite der ersten Halbleiterschicht (110) angeordnet und mit der ersten Halbleiterschicht (110) verbunden ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement (10) enthält darüber hinaus eine Trennschicht (108), die über einer von der ersten Halbleiterschicht (110) abgewandten Seite der Kontaktschicht (109) angeordnet ist, und eine Stromaufweitungsschicht (107), die über einer von der Kontaktschicht (109) abgewandten Seite der Trennschicht (108) angeordnet ist. Dabei ist die erste Kontaktstruktur (105) über die Stromaufweitungsschicht (107) und die Trennschicht (108) mit der Kontaktschicht (109) verbunden. Ein Schichtstapel, der die Kontaktschicht (109), die Trennschicht (108) und die Stromaufweitungsschicht (107) enthält, weist eine anisotrope Leitfähigkeit auf. Die Trennschicht (108) liegt in einem Bereich zwischen Kontaktschicht (109) und Stromaufweitungsschicht (107) als durchgängige Schicht vor.

OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT UND DESSEN HERSTELLUNGSVERFAHREN

5 BESCHREIBUNG

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 100 799.2, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

10

Eine Leuchtdiode (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
15 elektromagnetische Strahlung erzeugt.

Generell werden Konzepte erforscht, durch welche eine Stromzuführung zu den Halbleiterschichten verbessert werden kann.

20

Weiterhin werden Konzepte erforscht, mit denen optoelektronische Halbleiterbauelemente weniger aufwändig herzustellen sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein

25

verbessertes optoelektronisches Halbleiterbauelement sowie ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements zur Verfügung zu stellen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Aufgabe durch den

30

Gegenstand und das Verfahren der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen sind in den abhängigen Patentansprüchen definiert.

Ein optoelektronisches Halbleiterbauelement umfasst eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, wobei die erste und die zweite Halbleiterschicht übereinandergestapelt sind. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst ferner eine erste Kontaktstruktur und eine Kontaktschicht, die über einer von der zweiten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten Halbleiterschicht angeordnet und mit der ersten Halbleiterschicht verbunden ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement enthält darüber hinaus eine Trennschicht, die über einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der Kontaktschicht angeordnet ist, und eine Stromaufweitungsschicht, die über einer von der Kontaktschicht abgewandten Seite der Trennschicht angeordnet ist. Dabei ist die erste Kontaktstruktur über die Stromaufweitungsschicht und die Trennschicht mit der Kontaktschicht verbunden. Ein Schichtstapel, der die Kontaktschicht, die Trennschicht und die Stromaufweitungsschicht enthält, weist eine anisotrope Leitfähigkeit auf. Die Trennschicht liegt in einem Bereich zwischen Kontaktschicht und Stromaufweitungsschicht als durchgängige Schicht vor.

Beispielsweise kann die Trennschicht eine isolierende Schicht mit einer Schichtdicke kleiner als 10 nm sein. Insbesondere kann eine Schichtdicke der Trennschicht in einem Bereich von 0,5 bis 5 nm liegen.

Gemäß weiteren Ausführungsformen kann die Trennschicht eine dielektrische Schicht mit einem leitfähigen Zusatz umfassen.

Weiterhin kann die Trennschicht eine dielektrische Schicht mit lokal erhöhter elektrischer Leitfähigkeit umfassen.

Gemäß weiteren Ausführungsformen kann ein optoelektronisches Halbleiterbauelement eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp umfassen, wobei die erste und
5 die zweite Halbleiterschicht übereinandergestapelt sind. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst ferner eine erste Kontaktstruktur und eine Kontaktschicht, die über einer von der zweiten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten Halbleiterschicht angeordnet und mit der ersten Halbleiter-
10 schicht verbunden ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement enthält darüber hinaus eine Trennschicht, die über einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der Kontaktschicht angeordnet ist, und eine Stromaufweitungsschicht, die über einer von der Kontaktschicht abgewandten Seite der
15 Trennschicht angeordnet ist. Dabei ist die erste Kontaktstruktur über die Stromaufweitungsschicht und die Trennschicht mit der Kontaktschicht verbunden. Ein Schichtstapel, der die Kontaktschicht, die Trennschicht und die Stromaufweitungsschicht enthält, weist eine anisotrope Leitfähigkeit auf. Die Trenn-
20 schicht umfasst ein leitfähiges transparentes Oxid mit einer Leitfähigkeit, die geringer als die Leitfähigkeit des Materials der Stromaufweitungsschicht ist.

Gemäß Ausführungsformen kann ein spezifischer Widerstand der
25 Trennschicht größer als das 10-, das 100-fache oder als das 1000-fache des spezifischen Widerstands der Stromaufweitungsschicht sein. Beispielsweise kann ein Material der Trennschicht aus mit Metallatomen dotiertem TiO_2 , $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$, undotiertem oder dotiertem ZnO , undotiertem oder dotiertem SnO_2 , NbO ,
30 MnO , MoO oder Kombinationen dieser Materialien ausgewählt sein.

Gemäß weiteren Ausführungsformen umfasst ein optoelektronisches Halbleiterbauelement eine erste Halbleiterschicht von

einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, wobei die erste und die zweite Halbleiterschicht übereinandergestapelt sind. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst ferner eine

5 erste Kontaktstruktur und eine Kontaktschicht, die über einer von der zweiten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten Halbleiterschicht angeordnet und mit der ersten Halbleiterschicht verbunden ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement enthält darüber hinaus eine Trennschicht, die über einer

10 von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der Kontaktschicht angeordnet ist, und eine Stromaufweitungsschicht, die über einer von der Kontaktschicht abgewandten Seite der Trennschicht angeordnet ist. Dabei ist die erste Kontaktstruktur über die Stromaufweitungsschicht und die Trennschicht mit

15 der Kontaktschicht verbunden. Ein Schichtstapel, der die Kontaktschicht, die Trennschicht und die Stromaufweitungsschicht enthält, weist eine anisotrope Leitfähigkeit auf. Die Trennschicht umfasst eine dielektrische Schicht, wobei eine Vielzahl von Poren in der dielektrischen Schicht angeordnet sind

20 und die Poren mindestens teilweise mit einem leitfähigen Material gefüllt sind.

Beispielsweise können die Poren eine größte Abmessung haben, die kleiner als $0,5\text{ }\mu\text{m}$ ist. Ein Abstand der Poren kann kleiner

25 als $10\text{ }\mu\text{m}$, beispielsweise kleiner als $1\text{ }\mu\text{m}$ sein.

Ein Verfahren zur Herstellung einer optoelektronischen Halbleiterbauelements umfasst das Ausbilden eines Halbleiterschichtstapels, der eine erste Halbleiterschicht von einem

30 ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp aufweist, und das Ausbilden einer Kontaktschicht nach Ausbilden der ersten Halbleiterschicht, wobei die Kontaktschicht mit der ersten Halbleiterschicht verbunden ist. Das Verfahren umfasst weiterhin das

Ausbilden einer Trennschicht nach Ausbilden der Kontaktschicht und das Ausbilden einer Stromaufweitungsschicht nach Ausbilden der Trennschicht. Dabei ist eine erste Kontaktstruktur über die Stromaufweitungsschicht und die Trennschicht mit der Kontaktschicht verbunden. Ein Schichtstapel, der die Kontaktschicht, die Trennschicht und die Stromaufweitungsschicht enthält, weist eine anisotrope Leitfähigkeit auf. Die Trennschicht liegt in einem Bereich zwischen Kontaktschicht und Stromaufweitungsschicht als durchgängige Schicht vor.

Beispielsweise kann das Ausbilden der Trennschicht das Durchführen eines ALD-Verfahrens zum Ausbilden einer dielektrischen Schicht umfassen.

Gemäß Ausführungsformen kann die Trennschicht unter einem flachen Winkel ausgebildet werden. Zum Beispiel kann die Trennschicht unter Verwendung eines GLAD-Verfahren („glazed angle deposition“) ausgebildet werden. Beispielsweise kann das Ausbilden der Trennschicht das Ausbilden eines leitfähigen transparenten Oxids mit einer Leitfähigkeit, die geringer als die Leitfähigkeit des Materials der Stromaufweitungsschicht ist, umfassen.

Beispielsweise kann die Trennschicht als dielektrische Schicht ausgebildet werden. Nachfolgend kann eine Leitfähigkeit der dielektrischen Schicht mittels Lasereinstrahlung lokal erhöht werden.

Gemäß allen hier beschriebenen Ausführungsformen kann eine Schichtdicke der Stromaufweitungsschicht größer als eine Schichtdicke der Kontaktschicht sein. Beispielsweise kann die Schichtdicke der Kontaktschicht 5 bis 25 nm betragen. Die Schichtdicke der Stromaufweitungsschicht kann beispielsweise 30 bis 150 nm betragen.

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.

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

Figur 1B zeigt eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Bereichs des optoelektronischen Halbleiterbauelements.

Figur 2A zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Bereichs eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen.

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

Figur 2C zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Bereichs eines optoelektronischen Halbleiterbauelements.

Figur 3A zeigt ein schematisches Layout eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen.

Figur 3B zeigt eine Querschnittsansicht des optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen.

Figur 3C zeigt ein schematisches Layout eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß weiteren Ausführungsformen.

Figur 4 fasst ein Verfahren gemäß Ausführungsformen zusammen.

Detailbeschreibung

10

In der folgenden Detailbeschreibung wird auf die begleitenden Zeichnungen Bezug genommen, die einen Teil der Offenbarung bilden und in denen zu Veranschaulichungszwecken spezifische Ausführungsbeispiele gezeigt sind. In diesem Zusammenhang wird eine Richtungsterminologie wie "Oberseite", "Boden", "Vorderseite", "Rückseite", "über", "auf", "vor", "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 Halb-

leiteroberfläche 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 auf einem Saphirsubstrat, gewachsen sein. Weitere Beispiele für Materialien von Wachstumssubstraten umfassen Glas, Siliziumdioxid, Quarz oder eine Keramik.

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

30

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

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.

5 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
10 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
15 Halbleiterkörpers verläuft. Die vertikale Richtung kann beispielsweise einer Wachstumsrichtung beim Aufwachsen von Schichten entsprechen.

Soweit hier die Begriffe "haben", "enthalten", "umfassen",
20 "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
25 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.

Figur 1A zeigt eine vertikale Querschnittsansicht eines opto-
elektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen.
Das in Figur 1A dargestellte optoelektronische Halbleiterbau-
element 10 kann beispielsweise eine Leuchtdiode (LED) sein.
Über einem geeigneten Träger 100 sind eine erste Halbleiter-
schicht 110 sowie eine zweite Halbleiterschicht 120 angeord-
net. Beispielsweise kann die erste Halbleiterschicht 110 mit
einem ersten Leitfähigkeitstyp, beispielsweise p-Typ dotiert
sein, und die zweite Halbleiterschicht 120 kann von einem
zweiten Leitfähigkeitstyp, beispielsweise n-Typ, sein. Bei-
spielsweise basieren die erste und die zweite Halbleiter-
schicht 110, 120 auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermate-
rial. Eine aktive Zone 115 kann zwischen der ersten Halb-
leiterschicht 110 und der zweiten Halbleiterschicht 120 ange-
ordnet sein.

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

Beispielsweise kann die zweite Halbleiterschicht 120 zwischen
der ersten Halbleiterschicht 110 und einem geeigneten Träger
100 angeordnet sein. Beispielsweise kann der Träger 100 ein
Aufwachssubstrat für die Halbleiterschichtfolge sein. Geeigne-
te Materialien für das Aufwachssubstrat oder den Träger können
beispielsweise Saphir, Siliziumcarbid oder Galliumnitrid um-

fassen. Eine Kontaktschicht 109 aus einem elektrisch leitfähigen Material kann über der ersten Halbleiterschicht 110 angeordnet sein. Beispielsweise kann die Kontaktschicht 109 aus einem leitfähigen Oxid, einem sogenannten "TCO ("Transparent
5 Conductive Oxide") aufgebaut sein. Beispiele umfassen insbesondere ITO (Indium-Zinnoxid), IZO (Indium-Zinkoxid) oder ein anderes transparentes leitfähiges Material. Die Kontaktschicht 109 kann beispielsweise direkt an die erste Halbleiterschicht 110 angrenzen.

10

Eine Trennschicht 108 ist auf einer von der ersten Halbleiterschicht 110 abgewandten Seite der Kontaktschicht 109 angeordnet. Eine Stromaufweitungsschicht 107 ist über einer von der Kontaktschicht 109 abgewandten Seite der Trennschicht 108 an-
15 geordnet. Der Schichtstapel, der die Kontaktschicht 109, die Trennschicht 108 und die Stromaufweitungsschicht 107 enthält, hat eine anisotrope Leitfähigkeit. Beispielsweise ist der spezifische Widerstand des Schichtstapels in einer horizontalen Richtung kleiner als in einer vertikalen Richtung. Gemäß Aus-
20 führungsformen kann der Schichtstapel aus der Kontaktschicht 109, der Trennschicht 108 und der Stromaufweitungsschicht bestehen. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann der Schichtstapel von der Kontaktschicht 109 und der Trennschicht 108 begrenzt sein. Der Schichtstapel weist somit eine größere Quer-
25 leitfähigkeit als vertikale Leitfähigkeit auf. Beispielsweise kann dies realisiert sein, indem die Trennschicht 108 eine geringere Leitfähigkeit als die Stromaufweitungsschicht 107 hat.

Spezifische Realisierungen der Trennschicht 108 werden nach-
30 folgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1B und 2A bis 2C beschrieben werden. Gemäß Ausführungsformen kann die Trennschicht aus einer oder mehreren Schichten aufgebaut sein.

Gemäß Ausführungsformen liegt in einem Bereich zwischen Kontaktschicht 109 und Stromaufweitungsschicht 107 die Trennschicht 108 als durchgängige Schicht vor. In diesem Bereich können beispielsweise keine speziellen Via-Öffnungen ausgebildet sein, über die ein elektrischer Kontakt zwischen der Kontaktschicht 109 und der Stromaufweitungsschicht 107 hergestellt werden kann.

Weiterhin umfasst das in Figur 1A dargestellte optoelektronische Halbleiterbauelement 10 eine erste Kontaktstruktur 105. Die erste Kontaktstruktur 105 ist über die Stromaufweitungsschicht 107 und die Trennschicht 108 mit der Kontaktschicht 109 verbunden.

Die Stromaufweitungsschicht 107 ist aus einem transparenten leitfähigen Material, beispielsweise einem leitenden Metalloxid wie beispielsweise ITO oder IZO aufgebaut.

Gemäß allen hier beschriebenen Ausführungsformen kann eine Schichtdicke der Stromaufweitungsschicht 107 größer als eine Schichtdicke der Kontaktschicht 109 sein. Beispielsweise kann die Schichtdicke der Kontaktschicht 109 5 bis 25 nm betragen. Die Schichtdicke der Stromaufweitungsschicht 107 kann beispielsweise 30 bis 150 nm betragen.

Bei dem in Figur 1A dargestellten optoelektronischen Halbleiterbauelement werden die Funktionen Stromverteilung und elektrischer Kontakt voneinander getrennt. Genauer gesagt, ist eine dünne Kontaktschicht 109 ganzflächig oder großflächig in Kontakt mit der ersten Halbleiterschicht 110 angeordnet. Aufgrund ihrer geringeren Schichtdicke hat die dünne Kontaktschicht 109 eine verringerte Querleitfähigkeit. Umgekehrt wird aufgrund der geringeren Schichtdicke weniger elektromagnetische Strahlung absorbiert. Die dickere Stromaufweitungsschicht

107 bewirkt eine verbesserte Querleitfähigkeit. Strahlungsverluste können beispielsweise über die Trennschicht 108 verringert werden, wie unter Bezugnahme auf die Figuren 2A und 2B erklärt werden wird.

5

Beispielsweise kann der Halbleiterschichtstapel zu einer Mesa 121 strukturiert sein. Entsprechend kann ein Teil einer ersten Hauptoberfläche 119 der zweiten Halbleiterschicht 120 freiliegend sein. Ein zweites elektrisches Kontaktelement 126 kann
10 beispielsweise die zweite Halbleiterschicht 120 im Bereich einer freiliegenden ersten Hauptoberfläche 119 kontaktieren. Beispielsweise kann das zweite Kontaktelement 126 über ein leitfähiges Material 124 mit der zweiten Halbleiterschicht 120 verbunden sein. Ein isolierendes Material 129 kann zwischen
15 dem zweiten Kontaktelement 126 und dem darunterliegenden Halbleitermaterial 120 angeordnet sein. Beispielsweise kann bei der in Fig. 1A gezeigten Querschnittsansicht der Teil, der links von dem zweiten Kontaktelement 126 angeordnet ist, auf der rechten Seite des zweiten Kontaktelements 126 fortgesetzt
20 werden.

Durch Anlegen einer Spannung zwischen der ersten Kontaktstruktur 105 und dem zweiten Kontaktelement 126 lässt sich ein Strom in das optoelektronische Halbleiterbauelement einprägen.
25 Dadurch kann eine Emission elektromagnetischer Strahlung 20, beispielsweise über eine erste Hauptoberfläche 102 der ersten Halbleiterschicht 110 bewirkt werden. Generell gilt, dass je gleichmäßiger dieser Strom ist, desto höher ist die erzielbare Lichtausbeute.

30

Das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 kann darüber hinaus eine Passivierungsschicht 103 aufweisen, die beispielsweise über der Stromaufweitungsschicht 107 angeordnet sein kann. Die Passivierungsschicht kann beispielsweise auch über

- den Seitenwänden 122 der Mesa 121 angeordnet sein und vollständig über der ersten Hauptoberfläche 102 der ersten Halbleiterschicht 110 und über freiliegenden Bereichen der zweiten Halbleiterschicht 120 angeordnet sein. Die Passivierungsschicht kann aus einem Material mit einem niedrigeren Brechungsindex als dem Brechungsindex der Stromaufweitungsschicht 107 ausgebildet sein. Beispielsweise kann die Passivierungsschicht Siliziumoxid enthalten.
- 5
- 10 Gemäß Ausführungsformen kann die Trennschicht 108 mit einer geringeren Leitfähigkeit als die Stromaufweitungsschicht durch eine sehr dünne isolierende Schicht realisiert werden. Figur 1B zeigt eine schematische Querschnittsansicht des Schichtstapels aus Kontaktschicht 109, Trennschicht 108 und Stromaufweitungsschicht 107. Beispielsweise kann die Trennschicht 108 nur
- 15 wenige Monolagen dick sein. Mögliche Materialien der Trennschicht umfassen beispielsweise Al_2O_3 , SiO_2 , Si_3N_4 , TiO_2 , TaO , Nb_2O_5 oder Kombinationen dieser Materialien, wobei die stöchiometrischen Verhältnisse auch anders als angegeben sein können.
- 20 Beispielsweise kann in diesem Fall die Trennschicht eine Schichtdicke kleiner als 10 nm haben. Beispielsweise kann die isolierende Schicht eine Schichtdicke größer als 0,5 nm haben. Gemäß Ausführungsformen kann diese Trennschicht 108 durch ein ALD-("Atomic Layer Deposition"-)Verfahren abgeschieden werden.
- 25 Dabei kann die Dicke auch bei sehr dünnen Schichten sehr genau eingestellt werden. Weiterhin können Oberflächenrauigkeiten über der Kontaktschicht 109 gut überformt werden. Als Ergebnis wird eine gleichmäßig isolierende oder gleichmäßig in vertikaler Richtung wenig leitende Trennschicht 108 bereitgestellt.
- 30 Beispielsweise können Ladungsträger durch die dünne isolierende Schicht 108 hindurchtunneln. Als Ergebnis weist die Trennschicht 108 eine geringere Leitfähigkeit als die Kontaktschicht 109 und die Stromaufweitungsschicht 107 auf. Entsprechend hat der Schichtstapel aus Kontaktschicht 109, Trenn-

schicht 108 und Stromaufweitungsschicht 107 eine anisotrope Leitfähigkeit, d.h. eine wesentlich größere Querleitfähigkeit als vertikale Leitfähigkeit.

- 5 Gemäß weiteren Ausführungsformen kann die Trennschicht 108 in der Weise ausgeführt sein, dass sie neben der elektrischen Eigenschaft einer geringen Leitfähigkeit auch eine optische Funktion hat. Hauptziel ist hier die Reduktion der Absorption, im Wesentlichen durch die Totalreflexion von flachen Strahlen
- 10 in der Trennschicht. Weiteres Ziel ist die Erhöhung der Transmission in einem relevanten Winkelbereich. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass die Trennschicht 108 eine Mindestschichtdicke und einen Brechungsindex aufweist, der beispielsweise an den Brechungsindex der Passivierungsschicht 103 angepasst ist. Beispielsweise kann eine Mindestschichtdicke der Trennschicht 20 nm betragen. Die Trennschicht 108 kann mehrere Einzelschichten mit verschiedenen Brechungsindizes und Schichtdicken aufweisen.
- 20 Figur 2A zeigt eine Querschnittsansicht durch den Schichtstapel aus Kontaktschicht 109, Trennschicht 108 und Stromaufweitungsschicht 107 gemäß weiteren Ausführungsformen. Wie in Figur 2A dargestellt ist, weist hier die Trennschicht 108 eine Mindestdicke d_3 von beispielsweise 20 bis 800 nm auf. Beispielsweise kann die Trennschicht ein leitfähiges transparentes Oxid mit einer Leitfähigkeit, die geringer als die Leitfähigkeit der Stromaufweitungsschicht 107, also beispielsweise Indium-Zinnoxid ist, umfassen. Weiterhin kann in diesem Fall das Material der Trennschicht ein niedrigeres Absorptionsver-
- 25 mögen als die Stromaufweitungsschicht 107 und die Kontaktschicht 109 haben. Beispielsweise kann die Trennschicht mit Metallatomen dotiertes TiO_2 enthalten. Beispielsweise kann das TiO_2 mit Niob dotiert sein. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann die Trennschicht 108 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$, undotiertes oder dotiertes
- 30

ZnO, undotiertes oder dotiertes SnO₂, NbO, MnO oder MoO enthalten.

Gemäß Ausführungsformen kann in diesen Fällen die Brechzahl
5 oder das Brechzahlprofil durch eine Abscheidung unter flachen Winkeln (oblique angle deposition oder glancing angle deposition (GLAD)) angepasst oder reduziert werden. Als Folge kann die Totalreflexion von flachen Strahlen in verbesserter Weise verwirklicht werden. Bei diesem Verfahren ist die Oberfläche
10 eines Werkstücks, über dem die Schicht abzuscheiden ist, in einem bestimmten Winkel gegenüber der Einfallsrichtung des zu wachsenden Materials angeordnet. Beispielsweise kann als Folge der Materialeintrag unter einem flachen Winkel kleiner als 45° bezogen auf die horizontale Oberfläche der Halbleiterschichten
15 erfolgen. Bei einer derartigen Geometrie können beispielsweise Abschattungseffekte durch aufgewachsene Bereiche auftreten. Als Folge wird eine Schicht nicht kontinuierlich sondern säulenförmig abgeschieden. Zwischen benachbarten Säulen können Fehlstellen oder Poren ausgebildet sein. Als Folge weist die
20 abgeschiedene Schicht einen niedrigeren Brechungsindex als das Volumenmaterial auf. Diese Art der Trennschicht 108 wird nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 2B noch genauer gezeigt werden.

25 Alternativ kann die Trennschicht 108 auch aus einem dielektrischen, isolierendem Material aufgebaut sein, in welchem Fehlstellen oder Poren ausgebildet sind. Das dielektrische, isolierende Material kann beispielsweise Siliziumnitrid, Siliziumoxid, Siliziumoxinitrid, Aluminiumoxid, Titanoxid, Tan-
30 taloxid, Nioboxid oder Kombinationen dieser Materialien enthalten. Die Poren sind teilweise mit einem leitfähigen Material, beispielsweise einem transparenten leitfähigen Oxid gefüllt. Beispielsweise können nur einige der Poren, beispielsweise Poren mit einem bestimmten Minstdurchmesser, mit leit-

fähigem Material gefüllt sein. Beispielsweise können Poren auch nicht vollständig gefüllt sein. Beispielsweise kann als leitendes Material ITO verwendet werden, das mit einem ALD-Verfahren abgeschieden wird. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann auch dotiertes oder undotiertes SnO₂ verwendet werden, das beispielsweise mit einem CVD-Verfahren abgeschieden wird. Nachfolgend kann dann beispielsweise die Stromaufweitungsschicht 107 ebenfalls über ein ALD-Verfahren oder auch über ein PVD-("Physical Vapor Deposition"-)Verfahren abgeschieden werden.

Beispielsweise können die Poren eine größte horizontale Abmessung kleiner als 0,5 µm haben. Ein Abstand der Poren kann beispielsweise kleiner als 10 µm sein, beispielsweise kleiner als 1 µm.

Gemäß weiteren Ausführungsformen kann die Trennschicht 108 eine dielektrische Schicht, beispielsweise wie vorstehend erwähnt, mit einem leitfähigen Zusatz umfassen.

Figur 2B zeigt eine Querschnittsansicht des Schichtstapels aus Kontaktschicht 109, Trennschicht 108 und Stromaufweitungsschicht 107 über einem Halbleiterkörper, der die erste Halbleiterschicht und die zweite Halbleiterschicht umfasst. Hier ist die Trennschicht 108 durch Abscheidung unter flachem Winkel abgeschieden. In Fig. 2B sind die säulenartigen Strukturen 113, die sich durch diese Art der Abscheidung ergeben, dargestellt und durch Fehlstellen oder Poren 112 voneinander getrennt.

Dadurch ergibt sich für die Trennschicht ein im Vergleich zu einer Trennschicht ohne säulenartige Strukturen 113 verringerter optischer Brechungsindex. Als Folge kann die Trennschicht 108 geeignet sein, von Halbleiterschichtstapel emittierte

elektromagnetische Strahlung 20, die unter flachen Winkeln ausgegeben würde, wieder in den Halbleitschichtstapel zu reflektieren.

- 5 Gemäß weiteren Ausführungsformen ist es möglich, die Leitfähigkeit der Trennschicht 108 lokal zu erhöhen.

Figur 2C zeigt eine schematische Querschnittsansicht des Schichtstapels aus Kontaktschicht 109, Trennschicht 108 und
10 Stromverteilungsschicht 107. Gemäß Figur 2C ist in dem Bereich 123 die Leitfähigkeit der Trennschicht 108 lokal erhöht. Beispielsweise kann diese Nachbehandlung eine lokale Laserbestrahlung umfassen. Dadurch kann beispielsweise ein Teil der Stromaufweitungs- oder Kontaktschicht in die Trennschicht 108
15 eindiffundieren und dort zu einem lokalen Strompfad führen. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann, beispielsweise, wenn ein Material der Trennschicht 108 ein transparentes leitfähiges Oxid umfasst, das Material der Trennschicht lokal ausgeheilt werden, wodurch die Leitfähigkeit erhöht wird. Weiterhin
20 kann durch die lokale Behandlung das Material der Trennschicht 108 verändert werden. Beispielsweise kann die Stöchiometrie des Materials der Trennschicht 108 lokal verändert werden.

Wie beschrieben worden ist, wird durch die spezielle Aus-
25 staltung der Trennschicht eine Trennschicht mit einem hohen aber definierten Widerstand bereitgestellt. Als Folge hat der Schichtstapel aus Kontaktschicht 109, Trennschicht 108 und Stromaufweitungsschicht 107 in lateraler Richtung eine hohe Leitfähigkeit. Weiterhin hat der Schichtstapel in vertikaler
30 Richtung eine begrenzte Leitfähigkeit. Auf diese Weise ist es möglich, ein sogenanntes Current-Crowding im Bereich der Kontaktstruktur 105 zu verhindern. Genauer gesagt wird durch die Anwesenheit der Trennschicht der Strom über einen größeren horizontalen Bereich verbreitert und konzentriert sich nicht nur

auf den Bereich, der unmittelbar an die erste Kontaktstruktur 105 angrenzt. Als Folge kann eine Stromeinprägung und damit Lichtemission homogenisiert werden. Dadurch, dass die Trennschicht 108 eine endliche Leitfähigkeit in vertikaler Richtung aufweist, kann ein elektrischer Kontakt zwischen Stromverteilungsschicht 107 und Kontaktschicht 109 ohne erhöhten technologischen Aufwand bewirkt werden. Zusätzlich ist es möglich, dass die Trennschicht 108 eine optische Funktion erfüllt, wie beschrieben worden ist.

10

Figur 3A zeigt ein schematisches Layout eines optoelektronischen Halbleiterbauelements 10 gemäß Ausführungsformen. Hier ist beispielsweise die erste Kontaktstruktur 105 als ein Kontaktfinger ausgebildet. Der Kontaktfinger kann rechteckig, ringförmig oder bogenförmig ausgebildet sein. Es sind aber beliebige andere Ausgestaltungen dieses Kontaktfingers möglich. Beispielsweise kann er kammförmig oder ähnlich der Aderung eines Blattes ausgestaltet sein. Weiterhin kann die erste Kontaktstruktur 105 eine Vielzahl von Kontaktfingern aufweisen, die identisch oder unterschiedlich zueinander ausgebildet sein können. Die erste Kontaktstruktur 105 ist über ein erstes Kontaktelement 106 elektrisch anschließbar. Weiterhin umfasst das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 ein zweites Kontaktelement 126.

25

Gemäß in Figur 3A dargestellten Ausführungsformen können beispielsweise eine erste Kontaktstruktur 105 zur elektrischen Kontaktierung der ersten Halbleiterschicht 110 und eine zweite Kontaktstruktur (nicht gezeigt in Figur 3A) in vertikaler Richtung übereinander ausgebildet sein. Dies wird unter Bezugnahme auf Figur 3B näher erläutert werden. Das zweite Kontaktelement 126 kann beispielsweise an einer Eckposition des Rechtecks, diagonal gegenüber dem ersten Kontaktelement 106 angeordnet sein. Beispielsweise kann die Kontaktierung der

30

zweiten Halbleiterschicht an einer Stelle erfolgen, die auf beiden Seiten von der ersten Halbleiterschicht 110 umgeben ist.

5 Figur 3B zeigt eine schematische Querschnittsansicht des optoelektronischen Halbleiterbauelements zwischen I und I', wie in Figur 3A angegeben ist. Über dem Träger 100 sind die zweite Halbleiterschicht 120 und die erste Halbleiterschicht 110 sowie gegebenenfalls die aktive Zone 115 angeordnet. Ein Teil
10 der ersten Halbleiterschicht 110 sowie der aktiven Zone 115 ist stellenweise entfernt, so dass ein Teil der ersten Oberfläche 119 der zweiten Halbleiterschicht 120 frei liegt. Eine zweite Kontaktstruktur 125 ist in diesem Bereich angeordnet. Teile der ersten und der zweiten Halbleiterschicht 110, 120
15 sind jeweils auf beiden Seiten der zweiten Kontaktstruktur 125 angeordnet. Die zweite Kontaktstruktur 125 ist beispielsweise an drei Seiten von einem isolierenden Material 129 umschlossen, so dass die zweite Kontaktstruktur 125 von der benachbarten Stromaufweitungsschicht 107 und der benachbarten ersten
20 Halbleiterschicht 110 elektrisch isoliert ist. Beispielsweise enthält die zweite Kontaktstruktur 125 ein Metall. Die erste Kontaktstruktur 105 kann in vertikaler Richtung über der zweiten Kontaktstruktur 125 angeordnet sein. Auf diese Weise lassen sich Absorptionsverluste der emittierten elektromagnetischen
25 Strahlung durch die Kontaktstrukturen reduzieren. Die erste Halbleiterschicht 110 ist über die Kontaktschicht 109, die Trennschicht 108 mit der Stromaufweitungsschicht 107 sowie der ersten Kontaktstruktur 105 elektrisch verbunden.

30 Figur 3C zeigt ein schematisches Layout eines Teils eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß weiteren Ausführungsformen. Wie in Figur 3C gezeigt, kann die erste Kontaktstruktur 105 und die zweite Kontaktstruktur 125 auch in räumlich voneinander getrennten Bereichen ausgeführt sein, wo-

bei beispielsweise der Halbleiterschichtstapel aus erster Halbleiterschicht 110 und zweiter Halbleiterschicht 120 zu einer Mesa strukturiert ist. Dabei ist ein Teil der ersten Hauptoberfläche 119 der zweiten Halbleiterschicht 120 freiliegend, wie auch in Figur 1A dargestellt. Wie in Figur 3C gezeigt ist, kann beispielsweise die erste Kontaktstruktur 105 über ein erstes Kontaktelement 106 elektrisch angeschlossen sein. Die zweite Kontaktstruktur 125 kann über ein zweites Kontaktelement 126 elektrisch angeschlossen sein.

10

Figur 4 veranschaulicht ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements. Das Verfahren umfasst das Ausbilden (S100) eines Halbleiterschichtstapels, der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp umfasst. Das Verfahren umfasst weiterhin das Ausbilden (S110) einer Kontaktschicht nach Ausbilden der ersten Halbleiterschicht, wobei die Kontaktschicht mit der ersten Halbleiterschicht verbunden ist. Das Verfahren umfasst darüber hinaus das Ausbilden einer Trennschicht (S120) nach Ausbilden der Kontaktschicht und das Ausbilden (S130) einer Stromaufweitungsschicht nach Ausbilden (S120) der Trennschicht. Dabei ist eine erste Kontaktstruktur über die Stromaufweitungsschicht und die Trennschicht mit der Kontaktschicht verbunden. Weiterhin weist ein Schichtstapel, der die Kontaktschicht, die Trennschicht und die Stromaufweitungsschicht enthält, eine anisotrope Leitfähigkeit auf. Die Trennschicht (108) liegt in einem Bereich zwischen Kontaktschicht (109) und Stromaufweitungsschicht (107) als durchgängige Schicht vor.

30

Beispielsweise kann das Ausbilden der Trennschicht das Durchführen eines ALD-Verfahrens zum Ausbilden einer dielektrischen Schicht umfassen. Beispielsweise kann die dielektrische

Schicht mit einer Schichtdicke von 0,5 bis 5 nm ausgebildet werden.

Wie beschrieben worden ist, kann durch das beschriebene Verfahren ein homogenerer elektrischer Kontakt zur ersten Halbleiterschicht bewirkt werden, ohne dass beispielweise technologische aufwändige Prozesse, beispielsweise zum Definieren von Kontaktlöchern in der Trennschicht erforderlich sind. Entsprechend kann das Herstellungsverfahren des optoelektronischen Halbleiterbauelements vereinfacht werden.

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

BEZUGSZEICHENLISTE

	10	Optoelektronisches Halbleiterbauelement
	15	Optoelektronisches Halbleiterbauelement
5	20	emittierte elektromagnetische Strahlung
	25	optoelektronische Vorrichtung
	100	Träger
	102	erste Hauptoberfläche der ersten Halbleiterschicht
	103	Passivierungsschicht
10	105	erste Kontaktstruktur
	106	erstes Kontaktelement
	107	Stromaufweitungsschicht
	108	Trennschicht
	109	Kontaktschicht
15	110	erste Halbleiterschicht
	112	Pore
	113	säulenartige Struktur
	115	aktive Zone
	119	erste Hauptoberfläche der zweiten Halbleiterschicht
20	120	zweite Halbleiterschicht
	121	Mesa
	122	Seitenwand der Mesa
	123	Bereich mit erhöhter Leitfähigkeit
	124	leitfähiges Material
25	125	zweite Kontaktstruktur
	126	zweites Kontaktelement
	129	isolierendes Material

PATENTANSPRÜCHE

1. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10), umfassend:
eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten
5 Leitfähigkeitstyp;
eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, wobei die erste und die zweite Halbleiterschicht (110, 120) übereinandergestapelt sind;
eine erste Kontaktstruktur (105);
10 eine Kontaktschicht (109), die über einer von der zweiten Halbleiterschicht (120) abgewandten Seite der ersten Halbleiterschicht (110) angeordnet und mit der ersten Halbleiterschicht (110) verbunden ist;
eine Trennschicht (108), die über einer von der ersten
15 Halbleiterschicht (110) abgewandten Seite der Kontaktschicht (109) angeordnet ist; und
eine Stromaufweitungsschicht (107), die über einer von der Kontaktschicht (109) abgewandten Seite der Trennschicht (108) angeordnet ist,
20 wobei die erste Kontaktstruktur (105) über die Stromaufweitungsschicht (107) und die Trennschicht (108) mit der Kontaktschicht (109) verbunden ist,
die Trennschicht (108) in einem Bereich zwischen Kontaktschicht (109) und Stromaufweitungsschicht (107) als durch-
25 gängige Schicht vorliegt, und
ein Schichtstapel, der die Kontaktschicht (109), die Trennschicht (108) und die Stromaufweitungsschicht (107) enthält, eine anisotrope Leitfähigkeit aufweist.
- 30 2. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 1, bei dem die Trennschicht (108) eine isolierende Schicht mit einer Schichtdicke kleiner als 10 nm ist.

3. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 2, bei dem eine Schichtdicke der Trennschicht (108) in einem Bereich von 0,5 bis 5 nm liegt.
- 5 4. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem in der Trennschicht (108) keine Via-Öffnungen ausgebildet sind.
5. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 1, bei dem die Trennschicht (108) eine dielektrische Schicht mit einem leitfähigen Zusatz umfasst.
- 10 6. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 1, bei dem die Trennschicht (108) eine dielektrische Schicht mit lokal erhöhter elektrischer Leitfähigkeit umfasst.
- 15 7. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10), umfassend:
- eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp;
- 20 eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, wobei die erste und die zweite Halbleiterschicht (110, 120) übereinandergestapelt sind;
- eine erste Kontaktstruktur (105);
- 25 eine Kontaktschicht (109), die über einer von der zweiten Halbleiterschicht (120) abgewandten Seite der ersten Halbleiterschicht (110) angeordnet und mit der ersten Halbleiterschicht (110) verbunden ist;
- eine Trennschicht (108), die über einer von der ersten Halbleiterschicht (110) abgewandten Seite der Kontaktschicht (109) angeordnet ist; und
- 30 eine Stromaufweitungsschicht (107), die über einer von der Kontaktschicht (109) abgewandten Seite der Trennschicht (108) angeordnet ist,

wobei die erste Kontaktstruktur (105) über die Stromaufweitungsschicht (107) und die Trennschicht (108) mit der Kontaktschicht (109) verbunden ist,

ein Schichtstapel, der die Kontaktschicht (109), die
5 Trennschicht (108) und die Stromaufweitungsschicht (107) enthält, eine anisotrope Leitfähigkeit aufweist, und

die Trennschicht (108) ein leitfähiges transparentes Oxid mit einer Leitfähigkeit, die geringer als die Leitfähigkeit des Materials der Stromaufweitungsschicht (107) ist, umfasst.
10 fasst.

8. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 7, bei dem ein Material der Trennschicht (108) ausgewählt ist aus mit Metallatomen dotiertem TiO_2 , $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$, undotiertem oder dotiertem ZnO , undotiertem oder dotiertem SnO_2 ,
15 NbO , MnO , MoO oder Kombinationen dieser Materialien.

9. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 7 oder 8, bei dem ein spezifischer Widerstand der
20 Trennschicht (108) größer als das 100-fache des spezifischen Widerstands der Stromaufweitungsschicht (107) ist.

10. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 9, bei dem ein spezifischer Widerstand der Trennschicht
25 (108) größer als das 1000-fache des spezifischen Widerstands der Stromaufweitungsschicht (107) ist.

11. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10), umfassend
eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten
30 Leitfähigkeitstyp;
eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, wobei die erste und die zweite Halbleiterschicht (110, 120) übereinandergestapelt sind;
eine erste Kontaktstruktur (105);

eine Kontaktschicht (109), die über einer von der zweiten Halbleiterschicht (120) abgewandten Seite der ersten Halbleiterschicht (110) angeordnet und mit der ersten Halbleiterschicht (110) verbunden ist;

5 eine Trennschicht (108), die über einer von der ersten Halbleiterschicht (110) abgewandten Seite der Kontaktschicht (109) angeordnet ist; und

eine Stromaufweitungsschicht (107), die über einer von der Kontaktschicht (109) abgewandten Seite der Trennschicht
10 (108) angeordnet ist,

wobei die erste Kontaktstruktur (105) über die Stromaufweitungsschicht (107) und die Trennschicht (108) mit der Kontaktschicht (109) verbunden ist,

die Trennschicht (108) eine dielektrische Schicht umfasst, wobei eine Vielzahl von Poren (112) in der dielektrischen Schicht angeordnet sind und die Poren (112) mindestens teilweise mit einem leitfähigen Material gefüllt sind, und
15 ein Schichtstapel, der die Kontaktschicht (109), die Trennschicht (108) und die Stromaufweitungsschicht (107) enthält,
20 hält, eine anisotrope Leitfähigkeit aufweist.

12. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 11, bei dem die Poren (112) eine größte Abmessung haben, die kleiner als 0,5 μm ist.

25 13. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 11 oder 12, bei dem die Poren (112) einen Abstand kleiner als 10 μm haben.

30 14. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Schichtdicke der Stromaufweitungsschicht (107) größer als die Schichtdicke der Kontaktschicht (109) ist.

15. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Schichtdicke der Kontaktschicht (109) 5 bis 25 nm beträgt.

5 16. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Schichtdicke der Stromaufweitungsschicht (107) 30 bis 150 nm beträgt.

10 17. Verfahren zur Herstellung einer optoelektronischen Halbleiterbauelements (10) mit
Ausbilden (S100) eines Halbleiterschichtstapels, der eine erste Halbleiterschicht (110) von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht (120) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp umfasst;

15 Ausbilden (S110) einer Kontaktschicht (109) nach Ausbilden der ersten Halbleiterschicht (110), wobei die Kontaktschicht (109) mit der ersten Halbleiterschicht (110) verbunden ist;

20 Ausbilden (S120) einer Trennschicht (108) nach Ausbilden der Kontaktschicht; und

Ausbilden einer Stromaufweitungsschicht (107) nach Ausbilden der Trennschicht (108),

25 wobei eine erste Kontaktstruktur (105) über die Stromaufweitungsschicht (107) und die Trennschicht (108) mit der Kontaktschicht (109) verbunden ist und

ein Schichtstapel, der die Kontaktschicht (109), die Trennschicht (108) und die Stromaufweitungsschicht (107) enthält, eine anisotrope Leitfähigkeit aufweist und die Trennschicht (108) in einem Bereich zwischen Kontaktschicht (109) und Stromaufweitungsschicht (107) als durchgängige Schicht
30 vorliegt.

18. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem das Ausbilden der Trennschicht (108) das Durchführen eines ALD-Verfahrens zum Ausbilden einer dielektrischen Schicht umfasst.

5 19. Verfahren nach Anspruch 18, bei dem die Trennschicht (108) durch ein GLAD-Verfahren („glanced angle deposition“) ausgebildet wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, bei dem
10 das Ausbilden der Trennschicht (108) das Ausbilden eines leitfähigen transparenten Oxids mit einer Leitfähigkeit, die geringer als die Leitfähigkeit des Materials der Stromaufweitungsschicht (107) ist, umfasst.

15 21. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem die Trennschicht (108) als dielektrische Schicht ausgebildet wird und nachfolgend eine Leitfähigkeit der dielektrischen Schicht mittels Lasereinstrahlung lokal erhöht wird.

20

25

Fig. 1A

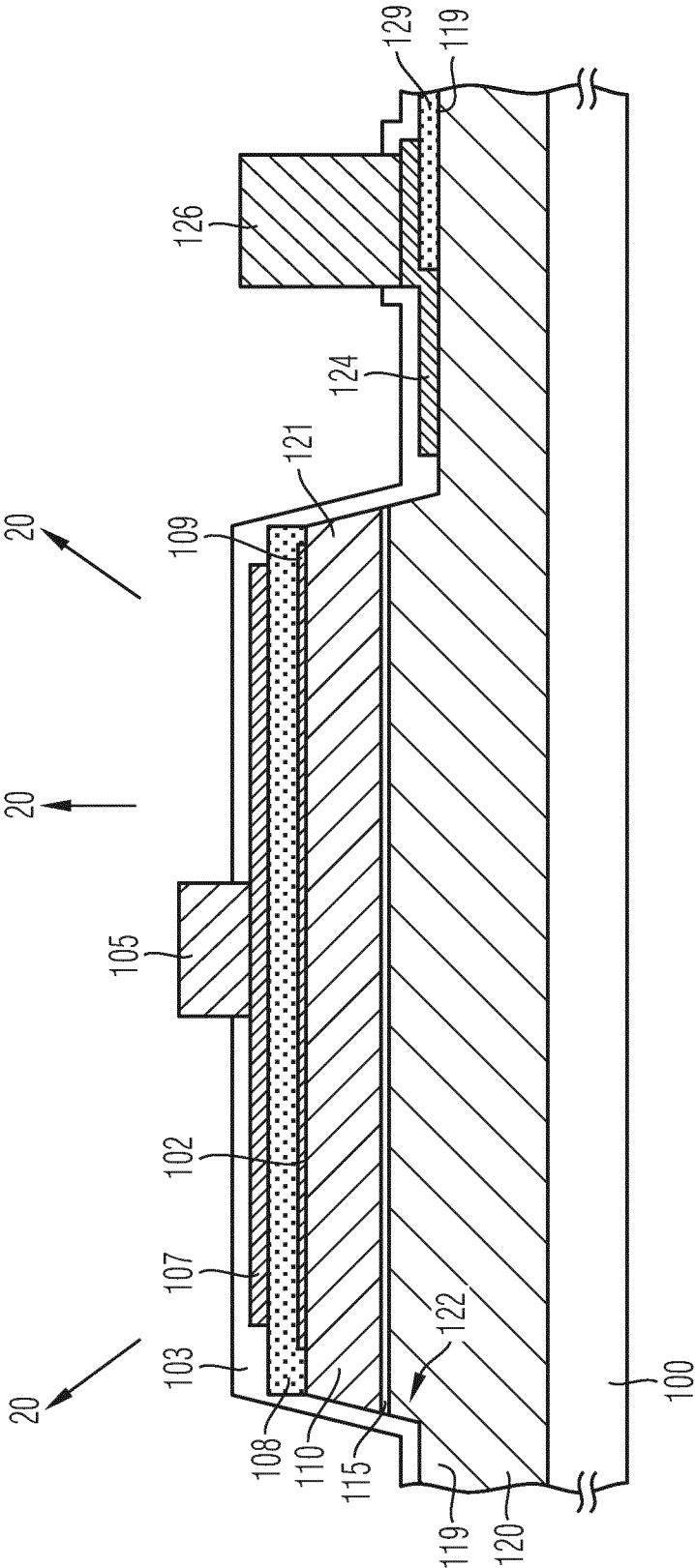


Fig. 1B

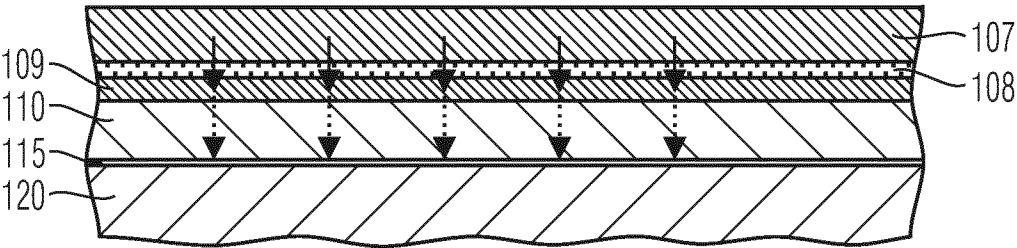


Fig. 2A

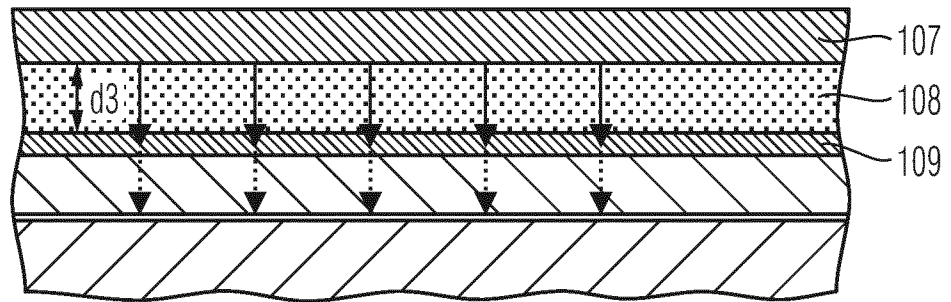


Fig. 2B

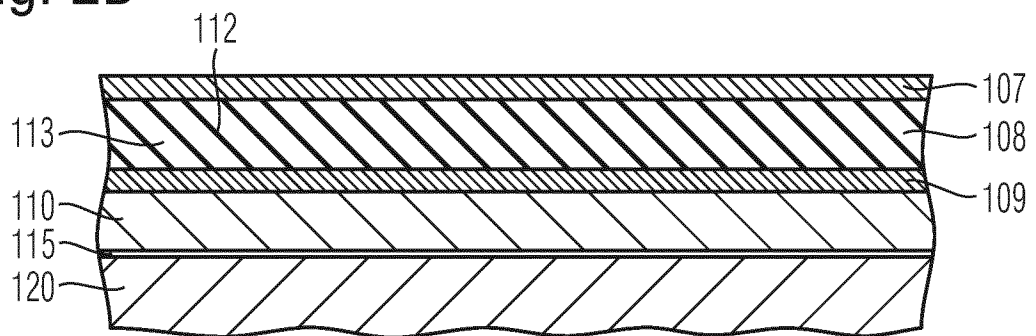


Fig. 2C

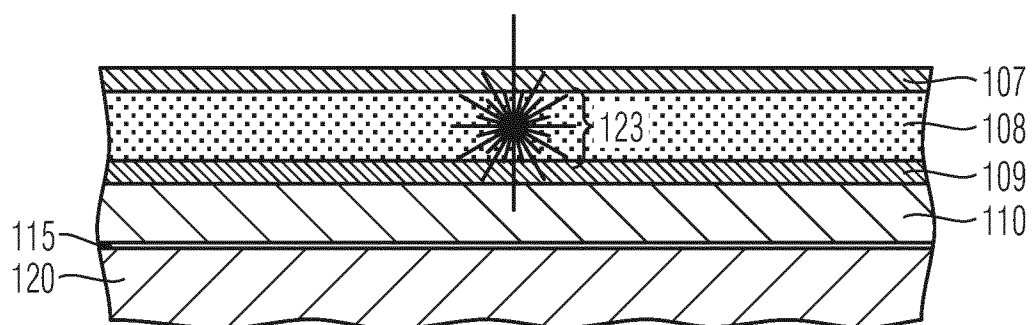


Fig. 3A

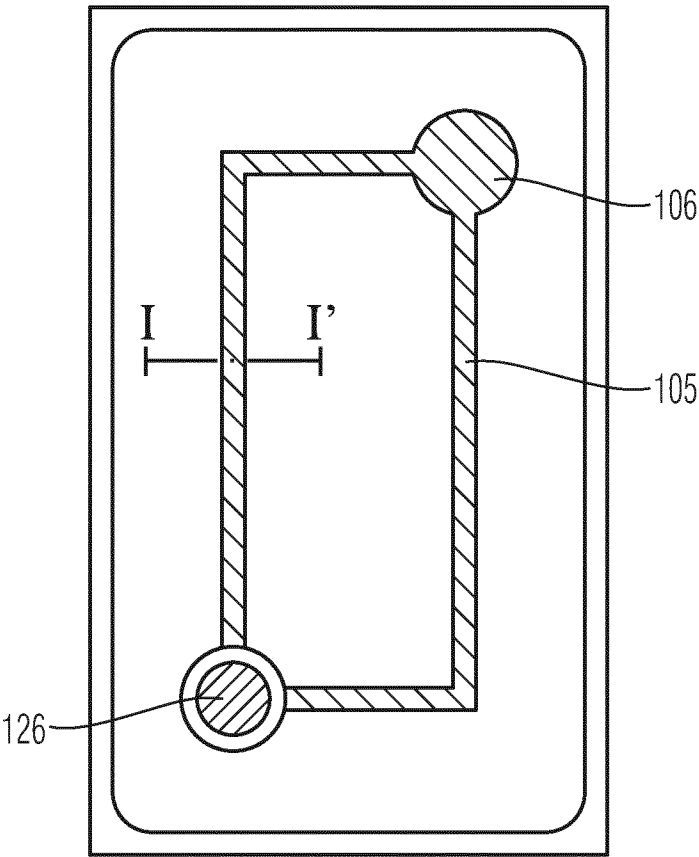


Fig. 3C

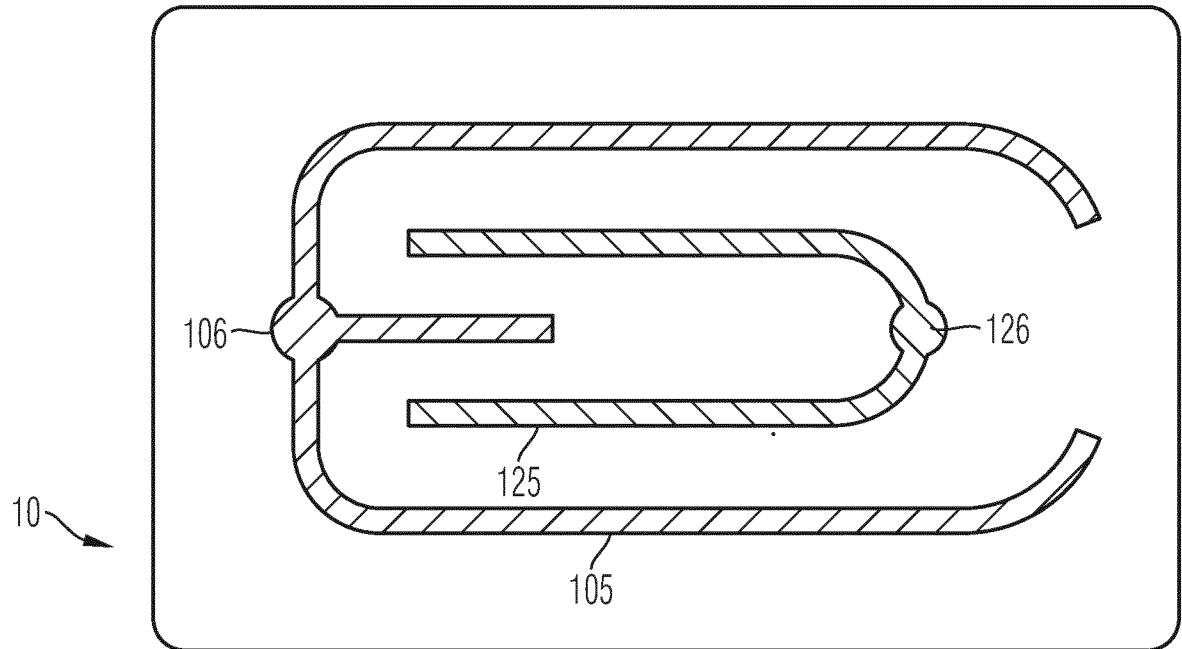
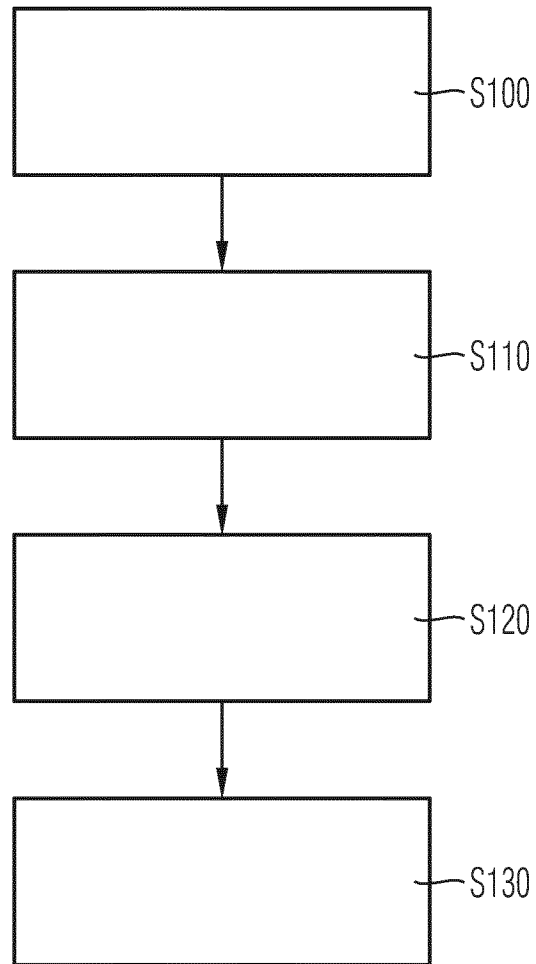


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/050293

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 33/00**(2010.01)i; **H01L 33/14**(2010.01)i; **H01L 33/42**(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 A	US 2005139825 A1 (SONG JUNE-O [KR] ET AL) 30 June 2005 (2005-06-30) paragraphs [0057] - [0111]; figures 1-6	1,3,4,7,14-17,20 2,5,6,8-13,18,19,21
A	DE 102005046190 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 05 April 2007 (2007-04-05) paragraphs [0034] - [0063]; figures 1A-3	1-17,20
A	WO 2008082244 A1 (EPIVALLEY CO LTD [KR]; PARK EUN HYUN [KR] ET AL.) 10 July 2008 (2008-07-10) page 6, line 18 - page 16, line 8; figures 3-9	1-17,20
A	DE 102010032834 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 02 February 2012 (2012-02-02) paragraphs [0011] - [0020], [0042] - [0052]; figure 1	1,3-5,7,11

☐ 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

16 March 2020

Date of mailing of the international search report

23 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

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

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

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

Authorized officer

Albrecht, Claus

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/050293

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2005139825	A1	30 June 2005	CN	1638165	A	13 July 2005
				JP	5084100	B2	28 November 2012
				JP	2005191572	A	14 July 2005
				KR	20050064500	A	29 June 2005
				US	2005139825	A1	30 June 2005
				US	2008145962	A1	19 June 2008
DE	102005046190	A1	05 April 2007	CN	101273468	A	24 September 2008
				DE	102005046190	A1	05 April 2007
				EP	1929552	A2	11 June 2008
				JP	2009510738	A	12 March 2009
				KR	20080068675	A	23 July 2008
				TW	I312205	B	11 July 2009
				US	2009262773	A1	22 October 2009
				WO	2007087769	A2	09 August 2007
WO	2008082244	A1	10 July 2008	KR	20080062962	A	03 July 2008
				WO	2008082244	A1	10 July 2008
DE	102010032834	A1	02 February 2012	CN	103053023	A	17 April 2013
				DE	102010032834	A1	02 February 2012
				US	2014110865	A1	24 April 2014
				WO	2012013822	A1	02 February 2012

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 69410	WEITERES VORGEHEN siehe Formblatt PCT/ISA/220 sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2020/050293	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 8 Januar 2020 (08-01-2020) (Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 14 Januar 2019 (14-01-2019)
Anmelder OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH	

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 4 Blätter.

☒

Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** beruht die internationale Recherche auf

☒

der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde

☐

einer Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache _____, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (Regeln 12.3 a) und 23.1 b)).

b. ☐

Dieser internationale Recherchenbericht wurde erstellt unter Berücksichtigung der **Berichtigung eines offensichtlichen Fehlers**, die nach Regel 91 von dieser Behörde genehmigt wurde bzw. dieser Behörde mitgeteilt wurde (Regel 43.6*bis*. (a)).

c. ☐

Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** siehe Feld Nr. I.

2. ☐

Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld Nr. II).

3. ☐

Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld Nr. III).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☐

wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒

wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT UND DESSEN HERSTELLUNGSVERFAHREN

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒

wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐

wurde der Wortlaut nach Regel 38.2 in der in Feld Nr. IV angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann dieser Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Hinsichtlich der Zeichnungen

a. ist folgende Abbildung der **Zeichnungen** mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1A

☒

wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐

wie von der Behörde ausgewählt, weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐

wie von der Behörde ausgewählt, weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

b. ☐

wird keine der Abbildungen mit der Zusammenfassung veröffentlicht.

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L33/00 H01L33/14 H01L33/42 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 A	US 2005/139825 A1 (SONG JUNE-O [KR] ET AL) 30. Juni 2005 (2005-06-30) Absätze [0057] - [0111]; Abbildungen 1-6 -----	1,3,4,7, 14-17,20 2,5,6, 8-13,18, 19,21
A	DE 10 2005 046190 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 5. April 2007 (2007-04-05) Absätze [0034] - [0063]; Abbildungen 1A-3 -----	1-17,20
A	WO 2008/082244 A1 (EPIVALLEY CO LTD [KR]; PARK EUN HYUN [KR] ET AL.) 10. Juli 2008 (2008-07-10) Seite 6, Zeile 18 - Seite 16, Zeile 8; Abbildungen 3-9 ----- -/--	1-17,20
☒ 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
16. März 2020		23/03/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Albrecht, Claus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2010 032834 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 2. Februar 2012 (2012-02-02) Absätze [0011] - [0020], [0042] - [0052]; Abbildung 1 -----	1,3-5,7, 11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/050293

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005139825 A1	30-06-2005	CN 1638165 A	13-07-2005
		JP 5084100 B2	28-11-2012
		JP 2005191572 A	14-07-2005
		KR 20050064500 A	29-06-2005
		US 2005139825 A1	30-06-2005
		US 2008145962 A1	19-06-2008

DE 102005046190 A1	05-04-2007	CN 101273468 A	24-09-2008
		DE 102005046190 A1	05-04-2007
		EP 1929552 A2	11-06-2008
		JP 2009510738 A	12-03-2009
		KR 20080068675 A	23-07-2008
		TW I312205 B	11-07-2009
		US 2009262773 A1	22-10-2009
		WO 2007087769 A2	09-08-2007

WO 2008082244 A1	10-07-2008	KR 20080062962 A	03-07-2008
		WO 2008082244 A1	10-07-2008

DE 102010032834 A1	02-02-2012	CN 103053023 A	17-04-2013
		DE 102010032834 A1	02-02-2012
		US 2014110865 A1	24-04-2014
		WO 2012013822 A1	02-02-2012
