

(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
16. Januar 2020 (16.01.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/011931 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/068704

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Juli 2019 (11.07.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 117 018.1
13. Juli 2018 (13.07.2018) DE

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

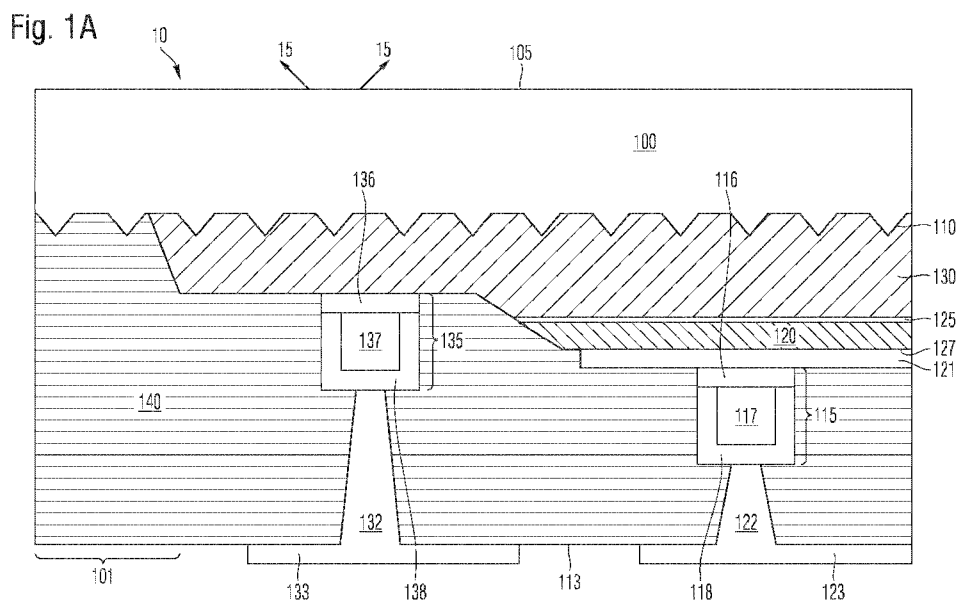
(72) Erfinder: **KOPP, Fabian**; 1H-7-2 Andaman at Quayside,
Jalan Seri Tanjung Pinang, Tanjung Tokong Penang, 10470
(MY). **MOLNAR, Attila**; ID-01-3A The Light Collection
II, Collection Jalan Pantai Sinaran, Gelugor, Penang, 11700
(MY). **EBERHARD, Franz**; Flößerstr. 6, 93059 Regens-
burg (DE).

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

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

(54) Title: OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT WITH A CURRENT SPREADING STRUCTURE CON-
TAINING SILVER, AND OPTOELECTRONIC DEVICE

(54) Bezeichnung: OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT MIT EINER SILBERHALTIGEN
STROMAUFWERTUNGSSTRUKTUR UND OPTOELEKTRONISCHE VORRICHTUNG



(57) Abstract: An optoelectronic semiconductor component (10) comprises a first semiconductor layer (120) of a first conductivity type with a first main surface (127), and a second semiconductor layer (130) of a second conductivity type, which is arranged on a side facing away from the first main surface (127) of the first semiconductor layer (120). The optoelectronic semiconductor component (10) further has, on the side of the first main surface (127), a first current spreading structure (115), which is connected in an electrically conductive manner to the first semiconductor layer (120), and a second current spreading structure (135), which is connected in an

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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

electrically conductive manner to the second semiconductor layer (130). The optoelectronic semiconductor component further contains a dielectric mirror layer (140), which is arranged on the side of the first main surface (127) of the first semiconductor layer (120) and on a side of the first or second current spreading structure (115, 135) facing away from the first semiconductor layer (120). At least one of the first and second current spreading structures (115, 135) contains silver.

(57) Zusammenfassung: Ein optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) umfasst eine erste Halbleiterschicht (120) von einem ersten Leitfähigkeitstyp mit einer ersten Hauptoberfläche (127) und eine zweite Halbleiterschicht (130) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, die auf einer von der ersten Hauptoberfläche (127) der ersten Halbleiterschicht (120) abgewandten Seite angeordnet ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement (10) weist ferner auf der Seite der ersten Hauptoberfläche (127) je eine erste Stromaufweitungsstruktur (115), die mit der ersten Halbleiterschicht (120) elektrisch leitend verbunden ist, und eine zweite Stromaufweitungsstruktur (135) auf, die mit der zweiten Halbleiterschicht (130) elektrisch leitend verbunden ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement enthält weiterhin eine dielektrische Spiegelschicht (140), die auf der Seite der ersten Hauptoberfläche (127) der ersten Halbleiterschicht (120) sowie an einer von der ersten Halbleiterschicht (120) abgewandten Seite der ersten oder zweiten Stromaufweitungsstruktur (115, 135) angeordnet ist. Mindestens eine der ersten und zweiten Stromaufweitungsstrukturen (115, 135) enthält Silber.

OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT MIT EINER
SILBERHALTIGEN STROMAUFWERTIGUNGSSTRUKTUR UND OPTOELEKTRONISCHE
VORRICHTUNG

5

HINTERGRUND

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 10 2018 117 018.1, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

10

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

Generell werden neue Konzepte gesucht, mit denen bei fortschreitender Miniaturisierung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente eine verbesserte elektrische Kontaktierung der Halbleiterschichten realisiert werden kann. Gleichzeitig soll die Auskoppelleffizienz des optoelektronischen Halbleiterbauelements verbessert werden.

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

30

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

ZUSAMMENFASSUNG

Gemäß Ausführungsformen umfasst ein optoelektronisches Halbleiterbauelement eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp mit einer ersten Hauptoberfläche und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, die auf einer von der ersten Hauptoberfläche der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite angeordnet ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement weist ferner auf der Seite der ersten Hauptoberfläche jeweils eine erste Stromaufweitungsstruktur, die mit der ersten Halbleiterschicht elektrisch leitend verbunden ist, sowie eine zweite Stromaufweitungsstruktur, die mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch leitend verbunden ist, auf. Das optoelektronische Halbleiterbauelement enthält darüber hinaus eine dielektrische Spiegelschicht, die auf der Seite der ersten Hauptoberfläche der ersten Halbleiterschicht sowie an einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten oder zweiten Stromaufweitungsstruktur angeordnet ist. Mindestens eine der ersten und zweiten Stromaufweitungsstrukturen enthält Silber.

Beispielsweise grenzt die dielektrische Spiegelschicht an Seitenwände der ersten und/oder der zweiten Stromaufweitungsstruktur an.

Gemäß Ausführungsformen weist die erste Stromaufweitungsstruktur eine erste Kontaktschicht und eine an die erste Kontaktschicht angrenzende erste Stromaufweitungsschicht aus Silber umfasst. Beispielsweise kann die erste Stromaufweitungsstruktur ferner eine erste Barrierenschicht aufweisen, wobei eine Kombination aus der ersten Kontaktschicht und der ersten Barrierenschicht die erste Stromaufweitungsschicht aus Silber vollständig umschließt.

Weiterhin kann die zweite Stromaufweitungsstruktur eine zweite Kontaktschicht und eine an die zweite Kontaktschicht angrenzende zweite Stromaufweitungsschicht aus Silber umfassen. Beispielsweise kann die zweite Stromaufweitungsstruktur ferner eine zweite Barrierenschicht aufweisen, wobei eine Kombination aus der zweiten Kontaktschicht und der zweiten Barrierenschicht die zweite Stromaufweitungsschicht aus Silber vollständig umschließt.

10

Das optoelektronische Halbleiterbauelement kann ferner ein erstes und ein zweites Bondpad aufweisen, wobei das erste Bondpad über ein erstes Verbindungselement mit der ersten Stromaufweitungsstruktur verbunden ist und das zweite Bondpad über ein zweites Verbindungselement mit der zweiten Stromaufweitungsstruktur verbunden ist, das erste und zweite Bondpad jeweils an einer von der ersten und zweiten Halbleiterschicht abgewandten Seite der dielektrischen Spiegelschicht angeordnet sind und das erste und zweite Verbindungselement sich jeweils durch die dielektrische Spiegelschicht erstrecken.

20

Das optoelektronische Halbleiterbauelement kann darüber hinaus eine transparente leitfähige Schicht zwischen der ersten Kontaktschicht der ersten Stromaufweitungsstruktur und der ersten Halbleiterschicht enthalten. Gemäß Ausführungsformen kann ein dielektrisches Spiegelement zwischen der transparenten leitfähigen Schicht und der ersten Halbleiterschicht angeordnet sein. Weiterhin kann ein dielektrisches Spiegelement zwischen zweiter Halbleiterschicht und zweiter Stromaufweitungsstruktur angeordnet sein.

30

Beispielsweise können die erste und zweite Halbleiterschicht über einem transparenten Substrat, welches eine erste Hauptoberfläche aufweist, auf einer von der ersten Hauptoberfläche

des Substrats abgewandten Seite angeordnet sein. Das optoelektronische Halbleiterbauelement kann beispielsweise erzeugte elektromagnetische Strahlung über die erste Hauptoberfläche des Substrats emittieren.

5

Gemäß Ausführungsformen kann die zweite Stromaufweitungsstruktur an einen Teil der ersten Halbleiterschicht angrenzen, wobei der Teil der ersten Halbleiterschicht von der ersten Stromaufweitungsstruktur isoliert ist.

10

Das optoelektronische Halbleiterbauelement kann darüber hinaus eine Metallstruktur aufweisen, die in der dielektrischen Spiegelschicht angeordnet ist oder an eine von der ersten Halbleiterschicht abgewandte Seite der dielektrischen Spiegelschicht angrenzt.

15

Ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements umfasst das Ausbilden eines Schichtstapels, der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp umfasst, über einem transparenten Substrat, wobei die zweite Halbleiterschicht zwischen der ersten Halbleiterschicht und dem Substrat angeordnet ist und eine erste Hauptoberfläche der ersten Halbleiterschicht auf einer von der zweiten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten Halbleiterschicht vorliegt. Das Verfahren umfasst ferner das Ausbilden einer ersten Stromaufweitungsstruktur, die mit der ersten Halbleiterschicht verbunden ist, und einer zweiten Stromaufweitungsstruktur, die mit der zweiten Halbleiterschicht verbunden ist, jeweils auf der Seite der ersten Hauptoberfläche, wobei mindestens eine der ersten und zweiten Stromaufweitungsstrukturen Silber enthält. Das Verfahren enthält darüber hinaus das Ausbilden einer dielektrischen Spiegelschicht auf der Seite der ersten Hauptoberfläche der ersten Halbleiter-

20

25

30

schicht sowie an einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten oder zweiten Stromaufweitungsstruktur.

5 Eine optoelektronische Vorrichtung enthält ein transparentes Substrat, eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, die zwischen dem transparenten Substrat und der ersten Halbleiterschicht angeordnet ist. Die
10 erste und die zweite Halbleiterschicht sind zu mindestens einem ersten und einem zweiten lichtemittierenden Bereichen strukturiert. Die optoelektronische Vorrichtung enthält ferner eine Verbindungsstruktur, welche geeignet ist, die zweite Halbleiterschicht des ersten lichtemittierenden Bereichs mit
15 der ersten Halbleiterschicht des zweiten lichtemittierenden Bereichs zu verbinden und welche Silber enthält. Die optoelektronische Vorrichtung weist darüber hinaus eine dielektrische Spiegelschicht auf, die auf einer vom Substrat abgewandten Seite der zweiten Halbleiterschicht, auf einer vom Substrat abgewandten Seite der ersten Halbleiterschicht sowie an
20 einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der Verbindungsstruktur angeordnet ist.

Beispielsweise grenzt die dielektrische Spiegelschicht an Seitenwände der Verbindungsstruktur an. Die Verbindungsstruktur
25 kann eine Kontaktschicht und eine an die Kontaktschicht angrenzende erste Verbindungsschicht aus Silber umfassen. Die Verbindungsstruktur kann ferner eine Barrierenschicht aufweisen, wobei eine Kombination aus der Kontaktschicht und der
30 Barrierenschicht die Kontaktschicht aus Silber vollständig umschließt.

Die optoelektronische Vorrichtung kann darüber hinaus eine transparente leitfähige Schicht zwischen der Kontaktschicht und der ersten Halbleiterschicht aufweisen.

- 5 Ein optoelektronisches Element weist das vorstehend beschriebene optoelektronische Halbleiterbauelement oder die beschriebene optoelektronische Vorrichtung auf. Beispielsweise ist das optoelektronische Element ein LED-Leuchtfaden.

10 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
15 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
20 Bezugszeichen verweisen auf gleiche oder einander entsprechende Elemente und Strukturen.

Fig. 1A zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Teils eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß
25 Ausführungsformen.

Fig. 1B zeigt eine schematische Draufsicht auf die Rückseite eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß Ausführungsformen.

30

Fig. 2A bis 2D zeigen eine schematische Querschnittsansichten von optoelektronischen Halbleiterbauelementen gemäß weiteren Ausführungsformen.

Fig. 3A zeigt einen Ausschnitt einer optoelektronischen Vorrichtung gemäß Ausführungsformen.

Fig. 3B zeigt eine Draufsicht auf die Rückseite der optoelektronischen Vorrichtung gemäß Ausführungsformen.

Fig. 3C zeigt ein schematisches Schaltbild der optoelektronischen Vorrichtung.

Fig. 3D zeigt eine Querschnittsansicht eines Details der optoelektronischen Vorrichtung.

Fig. 4 zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß weiteren Ausführungsformen.

Fig. 5 fasst ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements zusammen.

Fig. 6 veranschaulicht ein optoelektronisches Element gemäß Ausführungsformen.

DETAILBESCHREIBUNG

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

dient die Richtungsterminologie nur der Erläuterung und ist in keiner Weise einschränkend.

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

Die Begriffe "Wafer" oder "Halbleitersubstrat", die in der folgenden Beschreibung verwendet sind, können jegliche auf Halbleiter beruhende Struktur umfassen, die eine Halbleiteroberfläche hat. Wafer und Struktur sind so zu verstehen, dass sie dotierte und undotierte Halbleiter, epitaktische Halbleiterschichten, gegebenenfalls getragen durch eine Basisunterlage, und weitere Halbleiterstrukturen einschließen. Beispielsweise kann eine Schicht aus einem ersten Halbleitermaterial auf einem Wachstumssubstrat aus einem zweiten Halbleitermaterial oder aus einem isolierenden Material, beispielsweise Saphir, gewachsen sein. Je nach Verwendungszweck kann der Halbleiter auf einem direkten oder einem indirekten Halbleitermaterial basieren. Beispiele für zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung besonders geeignete Halbleitermaterialien umfassen insbesondere Nitrid-Halbleiterverbindungen, durch die beispielsweise ultraviolette, blaue oder langwelligeres Licht erzeugt werden kann, wie beispielsweise GaN, InGaN, AlN, AlGaInN, Phosphid-Halbleiterverbindungen, durch die beispielsweise grünes oder langwelligeres Licht erzeugt werden kann, wie beispielsweise GaAsP, AlGaInP, GaP, AlGaP, sowie weitere Halbleitermaterialien wie AlGaAs, SiC, ZnSe, GaAs, ZnO, Ga₂O₃, Diamant, hexagonales BN und Kombinati-

nen der genannten Materialien. Das stöchiometrische Verhältnis der ternären Verbindungen kann variieren. Weitere Beispiele für Halbleitermaterialien können Silizium, Silizium-Germanium und Germanium umfassen. Im Kontext der vorliegenden Beschreibung schließt der Begriff „Halbleiter“ auch organische Halbleitermaterialien ein.

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

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

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

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

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

Generell umfasst der Begriff „dielektrische Spiegelschicht“ jegliche Anordnung, die einfallende elektromagnetische Strahlung zu einem großen Grad ($>70\%$) reflektiert und nicht leitend ist. Beispielsweise kann eine dielektrische Spiegelschicht durch eine Abfolge von sehr dünnen dielektrischen Schichten mit jeweils unterschiedlichen Brechungsindizes ausgebildet werden. Beispielsweise können die Schichten abwechselnd einen hohen Brechungsindex ($n > 1,7$) und einen niedrigen Brechungsindex ($n < 1,7$) haben und als Bragg-Reflektor ausgebildet sein. Beispielsweise kann die Schichtdicke $\lambda/4$ betragen, wobei λ die Wellenlänge des zu reflektierenden Lichts angibt. Die vom einfallenden Licht her gesehene Schicht kann eine größere Schichtdicke, beispielsweise $3\lambda/4$ haben. Aufgrund der geringen Schichtdicke und des Unterschieds der jeweiligen Brechungsindizes stellt die dielektrische Spiegelschicht ein hohes Reflexionsvermögen bereit und ist gleichzeitig nicht leitend. Das Reflexionsverhalten kann winkelabhängig sein. Eine dielektrische Spiegelschicht kann beispielsweise 2 bis 50 dielektrische Schichten aufweisen. Eine typische Schichtdicke der einzelnen Schichten kann etwa 30 bis 90 nm, beispielsweise etwa 50 nm betragen. Der Schichtstapel kann weiterhin eine oder zwei oder mehrere Schichten enthalten, die dicker als etwa 180 nm, beispielsweise dicker als 200 nm sind. Die Schichten der dielektrischen Spiegelschicht können beispielsweise SiO_2 , TiO_2 , Nb_2O_5 , Al_2O_3 , SiN_x oder MgF_2 enthalten.

Fig. 1A zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements 10 gemäß Ausführungsformen. Das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 umfasst eine erste Halbleiterschicht 120 von einem ersten Leitfähigkeitstyp, beispielsweise p-Typ, mit einer ersten Hauptoberflä-

che 127. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst weiterhin eine zweite Halbleiterschicht 130 von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, die auf einer von der ersten Hauptoberfläche 127 der ersten Halbleiterschicht 120 abgewandten Seite angeordnet ist. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst ferner eine erste Stromaufweitungsstruktur oder Stromverteilungsstruktur 115, die mit der ersten Halbleiterschicht 120 elektrisch leitend verbunden ist. Die erste Stromaufweitungsstruktur 115 ist auf der Seite der ersten Hauptoberfläche 127 angeordnet. Das optoelektronische Halbleiterbauelement umfasst darüber hinaus eine zweite Stromaufweitungsstruktur 135, die mit der zweiten Halbleiterschicht 130 elektrisch leitend verbunden ist. Auch die zweite Stromaufweitungsstruktur 135 ist auf der Seite der ersten Hauptoberfläche 127 angeordnet. Mindestens eine der ersten und zweiten Stromaufweitungsstrukturen 115, 135 enthält Silber. Das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 umfasst weiterhin eine dielektrische Spiegelschicht 140. Die dielektrische Spiegelschicht 140 ist auf der Seite der ersten Hauptoberfläche 127 der ersten Halbleiterschicht 120 sowie an einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten oder zweiten Stromaufweitungsstruktur angeordnet.

Beispielsweise kann die dielektrische Spiegelschicht 140 derart angeordnet sein, dass sie die erste und/oder die zweite Stromaufweitungsstruktur 115, 135 nahezu vollständig an drei Seiten umgibt. Beispielsweise kann die dielektrische Spiegelschicht 140 an Seitenwände der ersten und/oder der zweiten Stromaufweitungsstruktur 115, 135 angrenzen. Beispielsweise kann die dielektrische Spiegelschicht mit einer derartigen Schichtdicke ausgebildet sein, dass sie sich von einer von der ersten Halbleiterschicht 120 zugewandten Seite bis zu einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten oder zweiten Stromaufweitungsstruktur 115, 135, die Silber

enthält, erstreckt. Beispielsweise kann eine Schichtdicke der dielektrischen Spiegelschicht 140 größer als eine Schichtdicke der ersten und/oder zweiten Stromaufweitungsstruktur, die Silber enthält, sein. Gemäß Ausführungsformen kann die Schichtdicke der dielektrischen Spiegelschicht deutlich größer als, 5 beispielsweise mindestens doppelt so groß wie die Schichtdicke der ersten und/oder zweiten Stromaufweitungsstruktur, die Silber enthält, sein. Die Schichtdicke ist dabei jeweils in einer Aufwachsrichtung, beispielsweise senkrecht zur ersten Haupt- 10 oberfläche der ersten Halbleiterschicht 120 gemessen. Die dielektrische Spiegelschicht 140 kann beispielsweise eine Schichtdicke von mehr als 500 nm, beispielsweise mehr als 1000 nm oder mehr als 1500 nm haben. Die Schichtdicke kann kleiner als 6000 nm, beispielsweise kleiner als 5000 nm oder kleiner 15 als 4500 nm sein.

Die erste Stromaufweitungsstruktur 115 kann beispielsweise eine erste Kontaktschicht 116 und eine an die erste Kontaktschicht 116 angrenzende erste Stromaufweitungsschicht 117 aus 20 Silber umfassen. Ebenso kann die zweite Stromaufweitungsstruktur 135 eine zweite Kontaktschicht 136 und eine an die zweite Kontaktschicht 136 angrenzende zweite Stromaufweitungsschicht 137 aus Silber umfassen. Beispielsweise kann die erste und/oder die zweite Kontaktschicht ein transparentes leitfähiges Oxid enthalten, beispielsweise Zinkoxid oder ITO („Indium- 25 Zinnoxid“). Beispielsweise kann eine Dicke der Kontaktschicht mehr als 5 und weniger als 100 nm betragen, beispielsweise 10 bis 60 nm oder 10 bis 40 nm. Beispielsweise kann Silber aufgrund seiner hohen Schottky-Barriere einen hohen Kontaktwider- 30 stand zu der zweiten Halbleiterschicht haben. Durch Anwesenheit der Kontaktschicht 136 wird die Schottky-Barriere erniedrigt.

Die erste oder zweite Stromaufweitungsschicht 117, 137 kann aus Silber bestehen oder Silber enthalten. Beispielsweise kann die erste oder zweite Stromaufweitungsschicht 117, 137 einen Schichtstapel enthalten, von denen eine oder mehrere Schichten jeweils Silber enthalten oder aus Silber bestehen. Weiterhin kann die erste Stromaufweitungsstruktur 115 ferner eine erste Barrierenschicht 118 aufweisen. Dabei kann eine Kombination aus der ersten Kontaktschicht 116 und der ersten Barrierenschicht 118 die erste Stromaufweitungsschicht 117 vollständig umschließen. In ähnlicher Weise kann die zweite Stromaufweitungsstruktur ferner eine zweite Barrierenschicht 138 enthalten, wobei eine Kombination aus der zweiten Kontaktschicht und der zweiten Barrierenschicht 138 die zweite Stromaufweitungsschicht aus Silber vollständig umschließt.

Die erste und/oder zweite Stromaufweitungsstruktur 115, 135 oder Stromaufweitungsschicht 117, 137 kann eine kleinere laterale Ausdehnung als die erste Halbleiterschicht oder ein freiliegender Teil der zweiten Halbleiterschicht haben.

Ein Material der Barrierenschicht kann beispielsweise ein transparentes leitfähiges Oxid, beispielsweise ZnO, ITO oder ein Metall wie beispielsweise Ti, Pt, Rh, Ru, Ni, Cr, W oder einen Schichtstapel aus diesen Materialien enthalten. Die Schichtdicke der Barrierenschicht kann mehr als 10 nm und weniger als 700 nm sein. Beispielsweise kann eine Schichtdicke der Barrierenschicht in einem Bereich von 30 bis 500 nm oder 100 bis 300 nm liegen.

Die Formulierung „eine Kombination aus der ersten Kontaktschicht und der Barrierenschicht umschließt die Stromaufweitungsschicht aus Silber vollständig“ bedeutet, dass beispielsweise in dem in Fig. 1A dargestellten Querschnitt in einer Richtung senkrecht zu einer Ausbreitungsrichtung der ersten

und zweiten Stromaufweitungsstruktur 115, 135 jede Grenzfläche der Stromaufweitungsschicht aus Silber mit mindestens der Kontaktschicht oder der Barrierenschicht bedeckt ist. Als Ergebnis wird eine weitgehende Einkapselung der Silberschicht 117, 137 erzielt. Weiterhin ist die dielektrische Spiegelschicht 140 beispielsweise derart angeordnet, dass sie - mit Ausnahme der Stellen, an denen das erste Verbindungselement 122 oder das zweite Verbindungselement 132 an jeweils die erste bzw. zweite Stromaufweitungsstruktur 115, 135 angrenzt, die erste oder zweite Stromaufweitungsstruktur 115, 135 jeweils vollständig umgibt. Als Ergebnis kann eine Migration von Silberionen, die beispielsweise durch Feuchtigkeit hervorgerufen werden kann, weitgehend unterdrückt werden. Dadurch, dass die dielektrische Spiegelschicht 140 zur Einkapselung der Stromaufweitungsstrukturen 115, 135 verwendet, erfüllt die dielektrische Spiegelschicht 140 in dem optoelektronischen Halbleiterbauelement eine Doppelfunktion.

Silber weist ein sehr gutes Reflexionsvermögen für von dem optoelektronischen Halbleiterbauelement emittierte elektromagnetische Strahlung auf. Insbesondere bei Verwendung von GaN-haltigen Materialien als erste und zweite Halbleiterschicht 120, 130 wird von dem optoelektronischen Halbleiterbauelement 10 blaues oder grünes Licht emittiert, welches von der Stromaufweitungsschicht aus Silber besonders gut reflektiert wird. Darüber hinaus weist Silber eine hohe Querleitfähigkeit auf, so dass die erste und/oder zweite Halbleiterschicht 120, 130 mit einem niedrigen Kontaktwiderstand kontaktiert werden kann.

Wie beschrieben, ist es durch Verwendung einer silberhaltigen Stromaufweitungsschicht möglich, sowohl das Reflexionsvermögen der emittierten elektromagnetischen Strahlung zu erhöhen als auch die Kontaktierung des optoelektronischen Halbleiterbauelements zu verbessern. Gleichzeitig werden durch die speziell-

le Einkapselungsstruktur, die insbesondere durch die Anwesenheit des dielektrischen Spiegels 140 sichergestellt wird, Probleme verhindert, die sich bei Verwendung einer silberhaltigen Struktur innerhalb des Halbleiterbauelements ergeben könnten.

Gemäß Ausführungsformen kann sowohl die erste als auch die zweite Stromaufweitungsstruktur Silber enthalten. Es ist aber auch möglich, dass nur die erste oder nur die zweite Stromaufweitungsstruktur Silber enthält. In diesem Fall ist es ausreichend, wenn ausschließlich diejenige Stromaufweitungsstruktur, welche Silber enthält, durch den dielektrischen Spiegel 140 eingekapselt ist. Beispielsweise kann in diesem Fall diejenige Stromaufweitungsstruktur, welche kein Silber enthält, nur teilweise von dem dielektrischen Spiegel umgeben sein. Weiterhin ist in diesem Fall ausreichend, wenn ausschließlich diejenige Stromaufweitungsschicht 117, 137, welche Silber enthält, von der Kombination aus Kontaktschicht 116, 136 und Barrierschicht 118, 138 vollständig umschlossen ist.

20

Der Schichtstapel aus erster Halbleiterschicht 120 und zweiter Halbleiterschicht 130 kann über einem transparenten Substrat 100, beispielsweise einem Saphirsubstrat ausgebildet sein. Eine erste Hauptoberfläche 105 des Substrats 100 ist von dem Halbleiterschichtstapel abgewandt. Die zweite Hauptoberfläche 110 des Substrats 100 kann strukturiert bzw. aufgeraut sein, um die Auskoppelleffizienz der erzeugten elektromagnetischen Strahlung zu erhöhen. Ein aktives Gebiet 125 kann zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht 120, 130 angeordnet sein. Das aktive Gebiet 125 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.

5

Von dem Halbleiterbauelement 10 emittierte elektromagnetische Strahlung 15 wird beispielsweise über die erste Hauptoberfläche 105 des transparenten Substrats 100 ausgegeben. Ein weiterer Teil der emittierten elektromagnetischen Strahlung kann über Seitenflächen ausgegeben werden. Das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 stellt somit ein Flip-Chip-Bauelement dar, bei dem Kontakte zum Kontaktieren der Halbleiterschichten auf einer Seite des Halbleiterschichtstapels, die von der Emissionsoberfläche des Halbleiterbauelements abgewandt ist, angeordnet sind. Ein Teil der emittierten elektromagnetischen Strahlung wird auch seitlich emittiert, da derartige Arten von LEDs Volumenemitter sind.

Beispielsweise kann ein Teil der zweiten Halbleiterschicht 130 in einem Randbereich 101 seitlich weggeätzt sein. Die dielektrische Spiegelschicht 140 kann in diesem Randbereich 101 so angeordnet sein, dass sie die Grenzfläche zwischen isolierendem Substrat 100 und zweiter Halbleiterschicht 130 bedeckt. Beispielsweise können durch eine derartige Anordnung der dielektrischen Spiegelschicht 140 Kurzschlüsse, beispielsweise zwischen dem ersten Bondpad 123 und der zweiten Halbleiterschicht 130 vermieden werden. Weiterhin kann ein Teil der ersten Halbleiterschicht 120 entfernt sein, so dass es einerseits möglich ist, die zweite Halbleiterschicht 130 zu kontaktieren. Weiterhin kann der Übergang zwischen erster Halbleiterschicht 120, aktiven Gebiet 125 und zweiter Halbleiterschicht 130 mit der dielektrischen Spiegelschicht 140 bedeckt sein. Auf diese Weise lassen sich Kurzschlüsse zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht 120, 130 vermeiden. Beispielsweise kann sich

die dielektrische Spiegelschicht 140, wie in FIG. 1A gezeigt, entlang der Seitenflanke von sowohl der ersten Halbleiterschicht 120 als auch der zweiten Halbleiterschicht 130 erstrecken. Weiterhin kann die dielektrische Spiegelschicht 140 über dem freiliegenden Oberflächenbereich der zweiten Halbleiterschicht 130 und über der ersten Hauptoberfläche 127 der ersten Halbleiterschicht 120 angeordnet sein. Die dielektrische Spiegelschicht 140 kann somit das Halbleitermaterial von erster, zweiter Halbleiterschicht 120, 130 sowie des aktiven Gebiets 125 vollständig umschließen.

Gemäß weiteren Ausführungsformen kann der Randbereich 101 lokal nicht von der dielektrischen Spiegelschicht 140 bedeckt sein.

15

Beispielsweise kann ein erstes Bondpad 123 über ein erstes Verbindungselement 122 mit der ersten Stromaufweitungsstruktur 115 verbunden sein. Ein zweites Bondpad 133 über ein zweites Verbindungselement 132 mit der zweiten Stromaufweitungsstruktur 135 verbunden sein. Beispielsweise können das erste Bondpad 123 und das zweite Bondpad 133 jeweils an einer von der ersten und zweiten Halbleiterschicht 120, 130 abgewandten ersten Hauptoberfläche 113 der dielektrischen Spiegelschicht 140 angeordnet sein. Das erste oder zweite Bondpad kann beispielsweise aus einem Schichtstapel ausgebildet sein. Der Schichtstapel kann beispielsweise eine Haftschrift (nicht dargestellt) umfassen. Die Haftschrift kann beispielsweise aus Ti, Cr, Al, Mo, Ni oder W ausgebildet sein. Das Bondpad kann weiterhin eine Reflexionsschicht enthalten, die aus Ag, Al oder Rh hergestellt sein kann. Das Bondpad kann weiterhin eine Barrierenschicht, beispielsweise aus Ti, Pt, Ni, Cr, Rh oder Ru und eine Einkapselungsschicht, beispielsweise aus Gold enthalten. Das erste und das zweite Verbindungselement 122, 132 kön-

nen sich jeweils durch die dielektrische Spiegelschicht 140 erstrecken.

Gemäß Ausführungsformen kann zusätzlich eine transparente Kontaktschicht 121 zwischen der ersten Halbleiterschicht 120 und der ersten Kontaktschicht 116 oder der ersten Stromaufweitungsstruktur 115 angeordnet sein. Dadurch wird einerseits die Schottky-Barriere zur ersten Halbleiterschicht 120 verringert und damit der Kontaktwiderstand erniedrigt. Die transparente Kontaktschicht 121 kann beispielsweise eine größere laterale oder horizontale Ausdehnung als die erste Stromaufweitungsstruktur 115 haben. Weiterhin wird die Kontaktfläche zur ersten Halbleiterschicht 120 vergrößert, wodurch eine homogenere Strominjektion erzielt wird. Zusätzlich wird dadurch, dass die transparente Kontaktschicht 121 transparent ist, die emittierte Strahlung nicht absorbiert und die Effizienz des Bauelements durch die Anwesenheit der transparenten Kontaktschicht 121 nicht weiter beeinträchtigt. Die transparente Kontaktschicht 121 kann beispielsweise aus ITO aufgebaut sein. Eine Schichtdicke der transparenten Kontaktschicht 121 kann beispielsweise größer als 15 nm sein. Sie kann beispielsweise größer als 20 nm sein. Die Schichtdicke kann kleiner als 200 nm sein. Beispielsweise kann sie kleiner als 80 nm oder kleiner als 40 nm sein.

Fig. 1B zeigt eine Draufsicht auf die erste Hauptoberfläche 113 der dielektrischen Spiegelschicht 140. Wie in Fig. 1B dargestellt ist, sind das erste und zweite Bondpad 123, 133 auf der ersten Hauptoberfläche 113 der dielektrischen Spiegelschicht angeordnet. Das erste Bondpad 123 ist über ein erstes Verbindungselement 122 mit der ersten Stromaufweitungsstruktur 115 verbunden. Die erste Stromaufweitungsstruktur 115 ist gestrichelt angedeutet, da sie innerhalb der dielektrischen Spiegelschicht 140 angeordnet ist. Das zweite Bondpad 133 ist

über das zweite Verbindungselement 132 mit der zweiten Stromaufweitungsstruktur 135 verbunden. Die zweite Stromaufweitungsstruktur 135 ist gestrichelt angedeutet, da sie innerhalb der dielektrischen Spiegelschicht 140 vergraben ist. Beispielsweise kann die erste Stromaufweitungsstruktur 115 eine Breite d_1 haben. Die zweite Stromaufweitungsstruktur 135 kann eine Breite d_2 haben. Beispielsweise kann eine laterale Abmessung der ersten oder zweiten Stromaufweitungsstruktur mehr als $1\text{ }\mu\text{m}$ betragen. Sie kann kleiner als $100\text{ }\mu\text{m}$ sein. Beispielsweise kann die Breite der Stromaufweitungsstruktur in einem Bereich von $2\text{--}30\text{ }\mu\text{m}$, beispielsweise $3\text{--}10\text{ }\mu\text{m}$ liegen. Die Breite der Stromaufweitungsstruktur 115, 135 hängt von der Abmessung des optoelektronischen Halbleiterbauelements ab.

Fig. 2A zeigt eine Querschnittsansicht durch ein optoelektronisches Halbleiterbauelement gemäß weiteren Ausführungsformen. Zusätzlich zu den in Fig. 1A dargestellten Komponenten des optoelektronischen Halbleiterbauelements weist das in Fig. 2A dargestellte optoelektronische Halbleiterbauelement 10 ein dielektrisches Spiegelelement 142 auf, welches zwischen der transparenten Kontaktschicht 121 und der ersten Halbleiterschicht 120 in einem Bereich der ersten Stromaufweitungsstruktur 115 angeordnet ist. Das dielektrische Spiegelelement 142 kann in ähnlicher Weise wie die dielektrische Spiegelschicht 140 aufgebaut sein. Durch das dielektrische Spiegelelement 142 wird von den Halbleiterschichten 120, 130 emittierte elektromagnetische Strahlung reflektiert, bevor sie die erste Stromaufweitungsstruktur 115 erreicht hat. Alternativ kann das dielektrische Spiegelelement 142 auch durch eine dielektrische Schicht ersetzt sein.

Fig. 2B zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß weiteren Ausführungsformen. Abweichend von den in Fig. 2A dargestellten

Ausführungsformen weist das in Fig. 2B dargestellte Halbleiterbauelement zusätzlich ein dielektrisches Spiegelement 143 zwischen zweiter Kontaktschicht 136 und zweiter Halbleiterschicht 130 im Bereich der zweiten Stromaufweitungsstruktur 135 auf. Das zweite dielektrische Spiegelement 143 kann eine ähnliche Struktur wie die dielektrische Spiegelschicht 140 haben. Durch die Anwesenheit des dielektrischen Spiegelements 143 wird elektromagnetische Strahlung zurück in Richtung der ersten Hauptoberfläche 105 des Substrats 100 reflektiert, bevor es die zweite Stromaufweitungsstruktur 135 erreicht hat. Alternativ kann das zweite dielektrische Spiegelement auch durch eine dielektrische Schicht ersetzt sein.

Zur Herstellung des beschriebenen optoelektronischen Halbleiterbauelements werden eine zweite Halbleiterschicht, gegebenenfalls ein aktives Gebiet 125 sowie eine erste Halbleiterschicht 120 über einem isolierendem Substrat 100 über einer zweiten Hauptoberfläche eines isolierenden Substrats, beispielsweise eines Saphirsubstrats, epitaktisch aufgewachsen. Die zweite Hauptoberfläche 110 des isolierenden Substrats 100 kann beispielsweise aufgeraut oder strukturiert sein, um die Auskoppel-effizienz der emittierten elektromagnetischen Strahlung zu erhöhen. Beispielsweise kann der aufgebrachte Halbleiterschichtstapel strukturiert werden, um eine Mesa zu ätzen. Genauer gesagt wird ein Teil der ersten Halbleiterschicht 120 und ein Teil der zweiten Halbleiterschicht 130 zurückgeätzt, so dass sich der in beispielsweise Fig. 1A dargestellte stufenartige Aufbau der Halbleiterschichten ergibt.

Gegebenenfalls kann in einem nächsten Schritt ein dielektrisches Spiegelement 142, 143 abgeschieden werden. Dieses dielektrische Spiegelement 142, 143 ist in dem fertigen Bauelement zwischen der ersten Halbleiterschicht 120 und der ersten Stromaufweitungsstruktur 115 bzw. zwischen der zweiten Halb-

leiterschicht 130 und der zweiten Stromaufweitungsstruktur 135 angeordnet.

Anschließend kann eine transparente Kontaktschicht 121 über
5 der ersten Halbleiterschicht 120 ausgebildet werden. Die
transparente Kontaktschicht 121 wird ganzflächig über dem
Wafer abgeschieden und durch ein nachfolgendes Ätzverfahren
strukturiert. Bei diesem Ätzverfahren kann je nach Ausführung
10 in den Fig. 2A oder 2B dargestellt, ausgeführt ist, ein Teil
der zweiten Halbleiterschicht 130 weggeätzt werden. Anschlie-
ßend werden die Schichten zur Ausbildung der ersten und zwei-
ten Stromaufweitungsstrukturen 115, 135 abgeschieden. Bei-
spielsweise wird zunächst eine Kontaktschicht 116, 136 abge-
15 schieden, gefolgt von einer Silberschicht 117, 137. Nach
Strukturierung der Silberschicht 137, 117 wird nachfolgend ei-
ne Barrierenschicht 118, 138 derart abgeschieden, dass sie die
freiliegende Oberfläche der Silberschicht 117, 137 sowie deren
Seitenwände bedeckt. Nachfolgend werden die Schichten zur Aus-
20 bildung der dielektrischen Spiegelschicht 140 ganzflächig auf-
gebracht. Beispielsweise können die Schichten durch bekannte
Verfahren aufgebracht werden. Gemäß Ausführungsformen kann
nachfolgend ein Polierverfahren durchgeführt werden, um eine
ebene oder planarisierte Topologie bereitzustellen. Gemäß wei-
25 teren Ausführungsformen kann die dielektrische Spiegelschicht
140 als Spin-on-Glass-Schicht („aufgeschleuderte Glasschicht“)
aufgebracht werden, um eine planarisierte Topologie bereitzu-
stellen.

30 Durch ein Ätzverfahren werden Öffnungen zur Kontaktierung der
ersten oder zweiten Stromaufweitungsstruktur 115, 135 defi-
niert. So dann wird leitendes Material abgeschieden, das die
in der dielektrischen Spiegelschicht 140 erzeugten Öffnungen
füllt. Durch dieses Verfahren werden sowohl das erste und

zweite Verbindungselement 122, 132 sowie das erste und zweite Bondpad 123, 133 ausgebildet.

Fig. 2C zeigt eine weitere Modifikation des in Fig. 2B dargestellten Halbleiterbauelements. Zusätzlich zu den in Fig. 2B dargestellten Elementen ist die transparente Kontaktschicht 121 derart ausgebildet, dass sie im Bereich der ersten Halbleiterschicht 120 direkt an die erste Halbleiterschicht 120 angrenzt. Weiterhin ist ein Teil 121a der transparenten Kontaktschicht beabstandet zu der ersten Halbleiterschicht 120 angeordnet. Darüber hinaus ist das dielektrische Spiegelelement 142 zwischen dem beabstandeten Teil 121a der transparenten Kontaktschicht und der transparenten Kontaktschicht 121 angeordnet. Auf diese Weise lässt sich eine laterale Aufweitung der Kontaktfläche erzielen, wodurch eine homogenere Strominjektion erreicht wird. Weiterhin ist es möglich, das dielektrische Spiegelelement 142 vorzusehen, wodurch ein größerer Anteil der erzeugten elektromagnetischen Strahlung in Richtung des Substrats 100 reflektiert wird. Beispielsweise kann die transparente Kontaktschicht 121 als eine Schicht über der ersten Halbleiterschicht 120 und der zweiten Halbleiterschicht 130 ausgebildet werden und nachfolgend strukturiert werden.

Ein Großteil der Komponenten des in Fig. 2D dargestellten Halbleiterbauelements entspricht im wesentlichen den in Figur 2B dargestellten Komponenten des Halbleiterbauelements. Abweichend hiervon ist jedoch die zweite Stromaufweitungsstruktur 135 in anderer Weise ausgebildet. Genauer gesagt ist die erste Halbleiterschicht 120 derart ausgebildet, dass sie im Bereich der zweiten Stromaufweitungsstruktur 135 nicht vollständig weggeätzt oder entfernt ist, sondern eine isolierte Insel 119 ausbildet. Die Insel 119 kann in einer zur Richtung des Querschnitts senkrechten Richtung stegförmig ausgebildet sein. Die Kontaktschicht 136, die Stromaufweitungsschicht 137 aus Silber

sowie die Barrierenschicht 138 sind derart ausgebildet, dass sie sich jeweils entlang der Insel 119 und dem angrenzenden aktiven Gebiet 125 bis zu der zweiten Halbleiterschicht 130 erstrecken. Die zweite Stromaufweitungsstruktur 135 kontaktiert somit nicht nur die zweite Halbleiterschicht 130, sondern auch isolierte Teile der ersten Halbleiterschicht 120. Da diese Teile jedoch vom übrigen Teil der ersten Halbleiterschicht 120 durch Trenngräben 149 abgetrennt sind, findet kein Kurzschluss zwischen erster Halbleiterschicht 120 und zweiter Halbleiterschicht 130 statt. Ein dielektrisches Spiegelelement 143 ist zwischen der Insel 119 und der angrenzenden Kontaktschicht 136 angeordnet. Das dielektrische Spiegelelement 143 bewirkt eine Reflexion der emittierten elektromagnetischen Strahlung und erhöht somit die Effizienz der Lichterzeugung. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann zusätzlich noch ein Teil der transparenten Kontaktschicht 121 angrenzend an die Kontaktschicht 136 und die zweite Halbleiterschicht 130 - ähnlich wie in Fig. 2B dargestellt - angeordnet sein.

Durch die in Fig. 2D dargestellte Ausgestaltung der zweiten Stromaufweitungsstruktur ist es möglich, das zweite dielektrische Spiegelelement 143 zwischen der Kontaktschicht 136 und der zweiten Halbleiterschicht 130 durch eine einfache Verfahrensabwandlung vorzusehen. Genauer gesagt ist hierfür kein zusätzlicher Prozessschritt erforderlich, sondern das zweite dielektrische Spiegelelement 143 lässt sich beispielsweise gleichzeitig mit dem ersten Spiegelelement 142 und ein nachfolgendes Strukturierungsverfahren ausbilden. Anschließend kann beispielsweise die Mesa geätzt werden. Dadurch lässt sich ein Performancegewinn ohne zusätzliche Prozesskosten erzielen.

Fig. 3A zeigt eine schematische Querschnittsansicht durch einen Teil einer optoelektronischen Vorrichtung 15 gemäß weiteren Ausführungsformen. Die optoelektronische Vorrichtung um-

fasst einen ersten lichtemittierenden Bereich 1151 und einen zweiten lichtemittierenden Bereich 1152, die jeweils hintereinander geschaltet sind und über eine Verbindungsstruktur 1134 miteinander verbunden sind. Die Verbindungsstruktur 1134 ist
5 geeignet, die zweite Halbleiterschicht 130 des ersten lichtemittierenden Bereichs 1151 mit der ersten Halbleiterschicht 120 des zweiten lichtemittierenden Bereichs 1152 zu verbinden.

Wie in Fig. 3A dargestellt ist, umfasst die optoelektronische
10 Vorrichtung 15 ein transparentes Substrat 100, eine erste Halbleiterschicht 120 von einem ersten Leitfähigkeitstyp, beispielsweise p-leitend, sowie eine zweite Halbleiterschicht 130 von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, beispielsweise n-leitend. Die zweite Halbleiterschicht 130 ist zwischen dem transparenten Substrat 100 und der ersten Halbleiterschicht 120 angeordnet.
15 Die erste und die zweite Halbleiterschicht 120, 130 sind zu mindestens einem ersten und einem zweiten lichtemittierenden Bereich 1151, 1152 strukturiert. Die optoelektronische Vorrichtung weist weiterhin eine dielektrische Spiegelschicht
20 140 auf, die auf einer vom Substrat 100 angewandten Seite der ersten Halbleiterschicht 120 sowie an einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der Verbindungsstruktur 1134 angeordnet ist. Die Verbindungsstruktur 1134 enthält Silber. Die dielektrische Spiegelschicht kann wie unter Bezugnahme auf die FIG. 1A bis 2D beschrieben ausgeführt sein. Beispielsweise kann die dielektrische Spiegelschicht 140 mit einer derartigen Schichtdicke ausgebildet sein, dass sie sich von einer von der ersten Halbleiterschicht 120 zugewandten Seite bis zu einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der Verbindungsstruktur 1134 erstreckt. Beispielsweise kann eine Schichtdicke der dielektrischen Spiegelschicht 140 größer als eine Schichtdicke der Verbindungsstruktur 1134 sein. Gemäß Ausführungsformen kann die Schichtdicke der dielektrischen Spiegelschicht deutlich größer als, beispielsweise

mindestens doppelt so groß wie die Schichtdicke der Verbindungsstruktur 1134 sein. Die Schichtdicke ist dabei jeweils in einer Aufwachsrichtung, beispielsweise senkrecht zur ersten Hauptoberfläche der ersten Halbleiterschicht 120 gemessen.

5

Beispielsweise können der erste und der zweite lichtemittierende Bereich 1151, 1152 jeweils in ähnlicher Weise wie in den Figuren 1A, 2A, 2B, 2C und 2D dargestellt ausgebildet sein. Beispielsweise kann ein aktiver Bereich 125 zwischen erster Halbleiterschicht 120 und zweiter Halbleiterschicht 130 angeordnet sein. Die erste Halbleiterschicht 120 des ersten lichtemittierenden Bereichs 1151 und die zweite Halbleiterschicht 130 des zweiten lichtemittierenden Bereichs 1152 können beispielsweise in ähnlicher Weise wie unter Bezugnahme auf die Figuren 1A bis 2D beschrieben elektrisch angeschlossen sein. Beispielsweise können sie über Stromaufweitungsstrukturen 115, 135 in der beschriebenen Weise elektrisch angeschlossen sein.

Gemäß Ausgestaltungen kann der Schichtstapel aus erster und zweiter Halbleiterschicht 120, 130 durch einen Trenngraben 150 strukturiert sein. Beispielsweise kann sich der Trenngraben 150 bis zu einer zweiten Hauptoberfläche 110 des Substrats 100 erstrecken. Die dielektrische Spiegelschicht 140 kapselt die Verbindungsstruktur 1134 ein. Beispielsweise ist die dielektrische Spiegelschicht 140 so angeordnet, dass sie einen Rand der Mesa bedeckt und somit einen Kurzschluss zwischen erster und zweiter Halbleiterschicht 120, 130 verhindert. Die Verbindungsstruktur 1134 kann eine Kontaktschicht 156 sowie eine an die Kontaktschicht 156 angrenzende Verbindungsschicht 157 aus Silber umfassen. Die Verbindungsschicht 157 kann aus Silber bestehen oder Silber umfassen. Beispielsweise kann die Verbindungsschicht 157 einen Schichtstapel umfassen, bei dem mindestens eine Schicht Silber enthält oder aus Silber besteht. Die Verbindungsstruktur 1134 kann ferner eine Barrierenschicht 158

aufweisen. Dabei kann eine Kombination aus der Kontaktschicht 156 und der Barrierenschicht 158 die Verbindungsschicht 157 aus Silber vollständig umschließen, in ähnlicher Weise wie vorstehend unter Bezug auf Fig. 1A diskutiert. Materialien und Schichtdicken von Kontaktschicht 156, Verbindungsschicht 157 und Barrierenschicht 158 können wie vorstehend unter Bezugnahme auf Fig. 1A jeweils für die Stromaufweitungsstrukturen 115, 135 diskutiert ausgestaltet sein. Gemäß Ausführungsformen können entsprechende Schichten zur Ausbildung der jeweiligen Barrierenschichten, Stromaufweitungsschichten, Verbindungsschichten sowie Kontaktschichten durch gemeinsame Verfahren hergestellt werden. Beispielsweise kann jeweils ein Abscheideverfahren zum Abscheiden der jeweiligen Kontaktschichten, Stromaufweitungs- oder Verbindungsschichten sowie Barrierenschichten verwendet werden.

Beispielsweise kann eine transparente leitfähige Schicht 121 zwischen der Kontaktschicht 116 und der ersten Halbleiterschicht 120 angeordnet sein. Zusätzlich kann ein dielektrisches Spiegelement 142 zwischen der Verbindungsstruktur 1134 und der ersten oder zweiten Halbleiterschicht 120, 130 angeordnet sein. Weiterhin kann das dielektrische Spiegelement 142 auch zwischen der Kontaktschicht 116 und einem Teil der ersten Halbleiterschicht 120 angeordnet sein. Das dielektrische Spiegelement 142 kann in ähnlicher Weise wie die dielektrische Spiegelschicht 140 aufgebaut sein. Durch die Anwesenheit des dielektrischen Spiegelements kann emittierte elektromagnetische Strahlung wieder zurück in Richtung des transparenten Substrats 100 reflektiert werden. Beispielsweise kann die Verbindungsschicht aus Silber 157 über die Kontaktschicht 156 mit der zweiten Halbleiterschicht 130 verbunden sein. Weiterhin kann die Verbindungsschicht 157 aus Silber über die Kontaktschicht 156 oder die transparente Kontakt-

schicht 121 mit der ersten Halbleiterschicht 120 verbunden sein.

Fig. 3B zeigt eine schematische Draufsicht auf die zweite
5 Hauptoberfläche 113 der dielektrischen Spiegelschicht 140.

Ein erstes Bondpad 1123 und ein zweites Bondpad 1133 sind jeweils an der zweiten Hauptoberfläche 113 der dielektrischen Spiegelschicht 140 angeordnet. Das erste Bondpad 1123 ist über
10 ein erstes Verbindungselement 1122 mit der ersten Stromaufweitungsstruktur 1115 verbunden. Die erste Stromaufweitungsstruktur 1115 ist gestrichelt angedeutet, da sie innerhalb der dielektrischen Spiegelschicht 140 vergraben ist. Die erste Stromaufweitungsstruktur 1115 ist mit der ersten Halbleiterschicht
15 120 des ersten lichtemittierenden Bereichs 1151 elektrisch verbunden. Weiterhin ist das zweite Bondpad 1133 über ein zweites Verbindungselement 1132 mit einer zweiten Stromaufweitungsstruktur 1135 elektrisch verbunden. Die zweite Stromaufweitungsstruktur 1135 ist gestrichelt angedeutet, da sie innerhalb
20 innerhalb der dielektrischen Spiegelschicht 140 vergraben ist. Die zweite Stromaufweitungsstruktur 1135 ist mit der zweiten Halbleiterschicht 130 des zweiten lichtemittierenden Bereichs 1152 elektrisch verbunden. Generell können die erste Stromaufweitungsstruktur 1115 und die zweite Stromaufweitungsstruktur
25 1135 in ähnlicher Weise wie unter Bezugnahme auf die Figuren 1A, 2A, 2B, 2C und 2D beschrieben ausgeführt sein. Beispielsweise kann mindestens eine der ersten und zweiten Stromaufweitungsstrukturen 1115, 1135 Silber enthalten. Beispielsweise kann die erste und/oder zweite Stromaufweitungsstruktur eine
30 erste oder zweite Kontaktschicht und eine an die erste oder zweite Kontaktschicht angrenzende erste oder zweite Stromaufweitungsschicht aus Silber umfassen. Eine Verbindungsstruktur 1134 ist zwischen dem ersten und zweiten lichtemittierenden Bereich 1151, 1152 angeordnet. Die Verbindungsstruktur 1134

ist ebenfalls gestrichelt angedeutet, da sie innerhalb der dielektrischen Spiegelschicht 140 vergraben ist. Die Verbindungsstruktur 1134 ist wie unter Bezugnahme auf Fig. 3A beschrieben ausgeführt. Beispielsweise kann die Länge s eines lichtemittierenden Bereichs 1151, 1152 etwa 800 μm betragen, die Breite kann etwa 600 μm betragen, bei der Anordnung zweier lichtemittierender Bereiche hintereinander verdoppelt sich die Länge der optoelektronischen Vorrichtung. Beispielsweise kann eine Länge des Bereichs, in dem die Verbindungsstruktur 1134 angeordnet ist, etwa 5 bis 15 μm betragen.

Fig. 3C zeigt ein Schaltdiagramm der optoelektronischen Vorrichtung 15, die in den Fig. 3A bzw. 3B dargestellt ist. Wie zu sehen ist, sind die beiden lichtemittierenden Bereiche 1151, 1152 in Reihe geschaltet, wobei die erste Halbleiterschicht des zweiten lichtemittierenden Bereichs über die Verbindungsstruktur 1134 mit der zweiten Halbleiterschicht des ersten lichtemittierenden Bereichs 1151 verbunden ist. Durch eine derartige Hintereinanderschaltung lässt sich bei Anlegen einer entsprechend höheren Spannung eine höhere Leuchtdichte erzielen. Selbstverständlich können weitere lichtemittierende Bereiche kombiniert und in Reihe geschaltet werden. Beispielsweise kann dadurch eine skalierbare Spannung mit einem Wert, der dem Mehrfachen eines einzelnen lichtemittierenden Bereichs entspricht, verwirklicht werden. Beispielsweise können drei lichtemittierende Bereiche hintereinander geschaltet werden, mit einer Gesamtspannung von $3 \times 3\text{V} = 9\text{V}$.

Gemäß weiteren Ausgestaltungen können auch weitere lichtemittierende Bereiche parallel geschaltet werden. Beispielsweise kann eine optoelektronische Vorrichtung eine Parallelschaltung von hintereinander geschalteten lichtemittierenden Bereichen umfassen. Beispielsweise können 2 Anordnungen aus jeweils drei hintereinandergeschalteten lichtemittierenden Bereichen paral-

lel zueinander geschaltet werden, so dass sich eine Anordnung aus 6 lichtemittierenden Bereichen ergibt.

Fig. 3D zeigt eine Querschnittsansicht durch einen Teil der Verbindungsstruktur 1134 in einer zur Querschnittsebene der Figuren 3A und 3B senkrechten Ebene. Die Position des Querschnitts ist in den Figuren 3A und 3B angedeutet. Wie zu sehen ist, ist die Verbindungsschicht 157 vollständig von der Kombination aus Kontaktschicht 156 sowie der Barrierenschicht 158 umschlossen. Weiterhin ist die Verbindungsstruktur 1134 vollständig von der dielektrischen Spiegelschicht 140 umschlossen. Auf diese Weise wird die Verbindungsstruktur 157 vollständig eingekapselt und Probleme, die sich bei Verwendung einer Verbindungsstruktur 1134 aus Silber ergeben könnten, werden vermieden.

Fig. 4 zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements 10 gemäß weiteren Ausführungsformen. Zusätzlich zu den in Fig. 1A gezeigten Komponenten umfasst das optoelektronischen Bauelement zusätzlich Metallstrukturen 155, die in der dielektrischen Spiegelschicht 140 vergraben sind und in einem Bereich, der in der Nähe der zweiten Hauptoberfläche der dielektrischen Spiegelschicht 140 positioniert ist, angeordnet sind. Die Kombination aus der dielektrischen Spiegelschicht 140 und der Metallstruktur 155 wird als „omnidirektionaler Spiegel“ bezeichnet, da alle Winkel von einfallendem Licht reflektiert werden. Beispielsweise kann die dielektrische Spiegelschicht 140 in Abhängigkeit von der Wellenlänge des emittierten Lichts bestimmte Winkel von einfallendem Licht (Bragg-Winkel) nicht reflektieren. Dieser Teil des Lichts wird durch die Metallstrukturen 155 reflektiert. Ein Material der Metallstruktur kann beispielsweise Silber, Aluminium, Rhodium, Titan, Platin, Palladium, Chrom, Nickel, Molybdän, Wolfram, Gold oder beliebige Kombinationen

dieser Materialien umfassen. Beispielsweise kann die Metallstruktur 155 als Schichtstapel aus verschiedenen Schichten der genannten Materialien aufgebaut sein. Zusätzlich kann beispielsweise der Schichtstapel Klebstoffschichten wie beispielsweise ITO enthalten. Gemäß Ausführungsformen kann die Metallstruktur 155 aus Aluminium bestehen oder Aluminium enthalten und eine Schichtdicke von mehr als 50 nm, beispielsweise weniger als 200 nm, beispielsweise in einem Bereich vom 70-130 nm enthalten. Die Metallstruktur 155 sollte von dem ersten und zweiten Verbindungselement 122, 132 sowie von dem ersten und zweiten Bondpad 123, 133 elektrisch isoliert sein. Wie in Fig. 4 dargestellt, kann beispielsweise ein Teil der dielektrischen Spiegelschicht zwischen Metallstruktur 155 und einem angrenzenden Bondpad angeordnet sein. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann aber auch eine beliebige dielektrische Schicht zwischen der Metallstruktur 155 und dem ersten oder zweiten Bondpad 123, 133 angeordnet sein.

Fig. 5 fasst das beschriebene Verfahren zusammen. Ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements umfasst das Ausbilden (S100) eines Schichtstapels, der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp umfasst, über einem transparenten Substrat, wobei die zweite Halbleiterschicht zwischen der ersten Halbleiterschicht und dem Substrat angeordnet ist und eine erste Hauptoberfläche der ersten Halbleiterschicht auf einer von der zweiten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten Halbleiterschicht vorliegt. Das Verfahren umfasst weiterhin das Ausbilden (S110) einer ersten Stromaufweitungsstruktur, die mit der ersten Halbleiterschicht verbunden ist, und einer zweiten Stromaufweitungsstruktur, die mit der zweiten Halbleiterschicht verbunden ist, jeweils auf der Seite der ersten Hauptoberfläche, wobei mindestens eine der ersten und zweiten

Stromaufweitungsstrukturen Silber enthält. Das Verfahren umfasst darüber hinaus das Ausbilden (S120) einer dielektrischen Spiegelschicht auf der Seite der ersten Hauptoberfläche der ersten Halbleiterschicht sowie an einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten oder zweiten Stromaufweitungsstruktur.

Beispielsweise kann die dielektrische Spiegelschicht mit einer derartigen Schichtdicke ausgebildet werden, dass sie sich von einer von der ersten Halbleiterschicht 120 zugewandten Seite bis zu einer von der ersten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten oder zweiten Stromaufweitungsstruktur, die Silber enthält, erstreckt.

Wie beschrieben ist kann somit das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 in einfacher Weise hergestellt werden. Weitere Schritte, die in dieser Beschreibung beschrieben sind oder die geeignet sind, in dieser Beschreibung enthaltene Elemente herzustellen, können hinzugefügt werden.

Fig. 6 zeigt ein optoelektronisches Element 20 gemäß Ausführungsformen. Das optoelektronische Element 20 umfasst das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 oder die optoelektronische Vorrichtung 15 gemäß Ausführungsformen. Wie beschrieben ist, stellt das optoelektronische Halbleiterbauelement 10 oder die optoelektronische Vorrichtung 15 jeweils ein Flip-Chip-Bauelement dar. Ein FlipChip-Bauelement kann in einfacher Weise ohne Drahtbonden elektrisch kontaktiert werden. Mögliche Anwendungsbereiche von optoelektronischen Halbleiterbauelementen 10 oder optoelektronischen Vorrichtungen 15 liegen somit im Bereich der flexiblen Filamente bzw. LED-Leuchtfäden.

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	optoelektronische Vorrichtung
5	20	optoelektronisches Element
	100	Substrat
	101	Randbereich
	105	erste Hauptoberfläche des Substrats
	110	zweite Hauptoberfläche des Substrats
10	113	erste Hauptoberfläche der dielektrischen Spiegelschicht
	115, 1115	erste Stromaufweitungsstruktur
	116	erste Kontaktschicht
	117	erste Stromaufweitungsschicht
15	118	erste Barrierenschicht
	119	Steg
	120	erste Halbleiterschicht
	121	transparente Kontaktschicht
	121a	Teil der transparenten Kontaktschicht
20	122, 1122	erstes Verbindungselement
	123, 1123	erstes Bondpad
	125	aktives Gebiet
	127	erste Hauptoberfläche der ersten Halbleiter- schicht
25	130	zweite Halbleiterschicht
	132, 1132	zweites Verbindungselement
	133, 1133	zweites Bondpad
	1134	Verbindungsstruktur
	135, 1135	zweite Stromaufweitungsstruktur
30	136	zweite Kontaktschicht
	137	zweite Stromaufweitungsschicht
	138	zweite Barrierenschicht
	140	dielektrische Spiegelschicht
	142	dielektrisches Spiegelelement

	143	dielektrisches Spiegelelement
	149	Trenngraben
	150	Trenngraben
	1151	erster lichtemittierender Bereich
5	1152	zweiter lichtemittierender Bereich
	155	Metallstruktur
	156	Kontaktschicht
	157	Verbindungsschicht
	158	Barrierenschicht
10		

PATENTANSPRÜCHE

1. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10), umfassend:

5 eine erste Halbleiterschicht (120) von einem ersten Leitfähigkeitstyp mit einer ersten Hauptoberfläche (127);

eine zweite Halbleiterschicht (130) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp, die auf einer von der ersten Hauptoberfläche (127) der ersten Halbleiterschicht (120) abgewandten Seite
10 angeordnet ist;

eine erste Stromaufweitungsstruktur (115), die mit der ersten Halbleiterschicht (120) elektrisch leitend verbunden ist, auf der Seite der ersten Hauptoberfläche (127);

eine zweite Stromaufweitungsstruktur (135), die mit der
15 zweiten Halbleiterschicht (130) elektrisch leitend verbunden ist, auf der Seite der ersten Hauptoberfläche (127), und

eine dielektrische Spiegelschicht (140), die auf der Seite der ersten Hauptoberfläche (127) der ersten Halbleiterschicht (120),

20 wobei mindestens eine der ersten und zweiten Stromaufweitungsstrukturen (115, 135) Silber enthält,

wobei die dielektrische Spiegelschicht (140) mit einer derartigen Schichtdicke ausgebildet ist, dass sie sich von einer von der ersten Halbleiterschicht (120) zugewandten Seite
25 bis zu einer von der ersten Halbleiterschicht (120) abgewandten Seite der ersten oder zweiten Stromaufweitungsstruktur (115, 135), die Silber enthält, erstreckt.

2. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 1, bei dem die dielektrische Spiegelschicht (140) an
30 Seitenwände der ersten und/oder der zweiten Stromaufweitungsstruktur (115, 135) angrenzt.

3. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die erste Stromaufweitungsstruktur (115) eine erste Kontaktschicht (116) und eine an die erste Kontaktschicht (116) angrenzende erste Stromaufweitungsschicht (117) aus Silber umfasst.

4. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 3, bei dem die erste Stromaufweitungsstruktur (115) ferner eine erste Barrierenschicht (118) aufweist, wobei eine Kombination aus der ersten Kontaktschicht (116) und der ersten Barrierenschicht (118) die erste Stromaufweitungsschicht (117) aus Silber vollständig umschließt.

5. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die zweite Stromaufweitungsstruktur (135) eine zweite Kontaktschicht (136) und eine an die zweite Kontaktschicht (136) angrenzende zweite Stromaufweitungsschicht (137) aus Silber umfasst.

6. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 5, bei dem die zweite Stromaufweitungsstruktur (135) ferner eine zweite Barrierenschicht (138) aufweist, wobei eine Kombination aus der zweiten Kontaktschicht (136) und der zweiten Barrierenschicht (138) die zweite Stromaufweitungsschicht (137) aus Silber vollständig umschließt.

7. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einem ersten und einem zweiten Bondpad (123, 133), wobei das erste Bondpad (123) über ein erstes Verbindungselement (122) mit der ersten Stromaufweitungsstruktur (115) verbunden ist und das zweite Bondpad (133) über ein zweites Verbindungselement (132) mit der zweiten Stromaufweitungsstruktur (135) verbunden ist, das erste und zweite Bondpad (123, 133) jeweils an einer von der ersten

und zweiten Halbleiterschicht (120, 130) abgewandten Seite der dielektrischen Spiegelschicht (140) angeordnet sind und das erste und zweite Verbindungselement (122, 132) sich jeweils durch die dielektrische Spiegelschicht (140) erstrecken.

5

8. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, ferner mit einer transparenten leitfähigen Schicht (121) zwischen der ersten Kontaktschicht (116) der ersten Stromaufweitungsstruktur (115) und der ersten Halbleiterschicht (120).

9. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 8, ferner mit einem dielektrischen Spiegelelement (142) zwischen der transparenten leitfähigen Schicht (121) und der ersten Halbleiterschicht (120).

10. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einem dielektrischen Spiegelelement (143) zwischen zweiter Halbleiterschicht (130) und zweiter Stromaufweitungsstruktur (135).

11. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die erste und zweite Halbleiterschicht (120, 130) über einem transparenten Substrat (100), welches eine erste Hauptoberfläche (105) aufweist, auf einer von der ersten Hauptoberfläche (105) des Substrats (100) abgewandten Seite angeordnet sind, und erzeugte elektromagnetische Strahlung (15) über die erste Hauptoberfläche (105) des Substrats (100) emittiert wird.

30

12. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die zweite Stromaufweitungsstruktur (135) an einen Teil (119) der ersten Halbleiterschicht (120) angrenzt, wobei der Teil (119) der ersten Halb-

leiterschicht (120) von der ersten Stromaufweitungsstruktur (115) isoliert ist.

13. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einer Metallstruktur (155), die in der dielektrischen Spiegelschicht (140) angeordnet ist oder an eine von der ersten Halbleiterschicht (120) abgewandte Seite der dielektrischen Spiegelschicht (140) angrenzt.

14. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements, umfassend:

Ausbilden (S100) eines Schichtstapels, der eine erste Halbleiterschicht von einem ersten Leitfähigkeitstyp und eine zweite Halbleiterschicht von einem zweiten Leitfähigkeitstyp umfasst, über einem transparenten Substrat, wobei die zweite Halbleiterschicht zwischen der ersten Halbleiterschicht und dem Substrat angeordnet ist und eine erste Hauptoberfläche der ersten Halbleiterschicht auf einer von der zweiten Halbleiterschicht abgewandten Seite der ersten Halbleiterschicht vorliegt;

Ausbilden (S110) einer ersten Stromaufweitungsstruktur, die mit der ersten Halbleiterschicht verbunden ist, und einer zweiten Stromaufweitungsstruktur, die mit der zweiten Halbleiterschicht verbunden ist, jeweils auf der Seite der ersten Hauptoberfläche, wobei mindestens eine der ersten und zweiten Stromaufweitungsstrukturen Silber enthält;

Ausbilden (S120) einer dielektrischen Spiegelschicht auf der Seite der ersten Hauptoberfläche der ersten Halbleiterschicht, wobei die dielektrische Spiegelschicht mit einer derartigen Schichtdicke ausgebildet wird, dass sie sich von einer von der ersten Halbleiterschicht (120) zugewandten Seite bis zu einer von der ersten Halbleiterschicht abgewand-

ten Seite der ersten oder zweiten Stromaufweitungsstruktur, die Silber enthält, erstreckt.

15. Optoelektronische Vorrichtung (15), welche
5 ein transparentes Substrat (100),
eine erste Halbleiterschicht (120) von einem ersten
Leitfähigkeitstyp;

eine zweite Halbleiterschicht (130) von einem zweiten
Leitfähigkeitstyp, die zwischen dem transparenten Substrat
10 (100) und der ersten Halbleiterschicht (120) angeordnet ist,
umfasst,

wobei die erste und die zweite Halbleiterschicht (120,
130) zu mindestens einem ersten und einem zweiten lichtemit-
tierenden Bereich (1151, 1152) strukturiert sind und die opto-
elektronische Vorrichtung ferner
15

eine Verbindungsstruktur (1134), welche geeignet ist,
die zweite Halbleiterschicht (130) des ersten lichtemittieren-
den Bereichs (1151) mit der ersten Halbleiterschicht (120) des
zweiten lichtemittierenden Bereichs (1152) zu verbinden und
20 welche Silber enthält, sowie

eine dielektrische Spiegelschicht (140) aufweist, die
auf einer vom Substrat (100) abgewandten Seite der zweiten
Halbleiterschicht (130), und auf einer vom Substrat abgewand-
ten Seite der ersten Halbleiterschicht (120) mit einer derar-
tigen Schichtdicke ausgebildet ist, dass sie sich von einer
25 von der ersten Halbleiterschicht (120) zugewandten Seite bis
zu einer von der ersten Halbleiterschicht (120) abgewandten
Seite der Verbindungsstruktur (1134) erstreckt.

30 16. Optoelektronische Vorrichtung (15) nach Anspruch 15,
bei dem die dielektrische Spiegelschicht (140) an Seitenwände
der Verbindungsstruktur (1134) angrenzt.

17. Optoelektronische Vorrichtung (15) nach Anspruch 15 oder 16, bei dem die Verbindungsstruktur (1134) eine Kontaktschicht (156) und eine an die Kontaktschicht (156) angrenzende erste Verbindungsschicht (157) aus Silber umfasst.

5

18. Optoelektronische Vorrichtung (15) nach Anspruch 17, bei dem die Verbindungsstruktur (1134) ferner eine Barrierenschicht (158) aufweist, wobei eine Kombination aus der Kontaktschicht (157) und der Barrierenschicht (158) die Kontaktschicht (157) aus Silber vollständig umschließt.

10

19. Optoelektronisches Element mit dem optoelektronischen Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder der optoelektronischen Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18.

15

20. Optoelektronische Element nach Anspruch 19, bei dem das optoelektronische Element ein LED-Leuchtfaden ist.

Fig. 1B

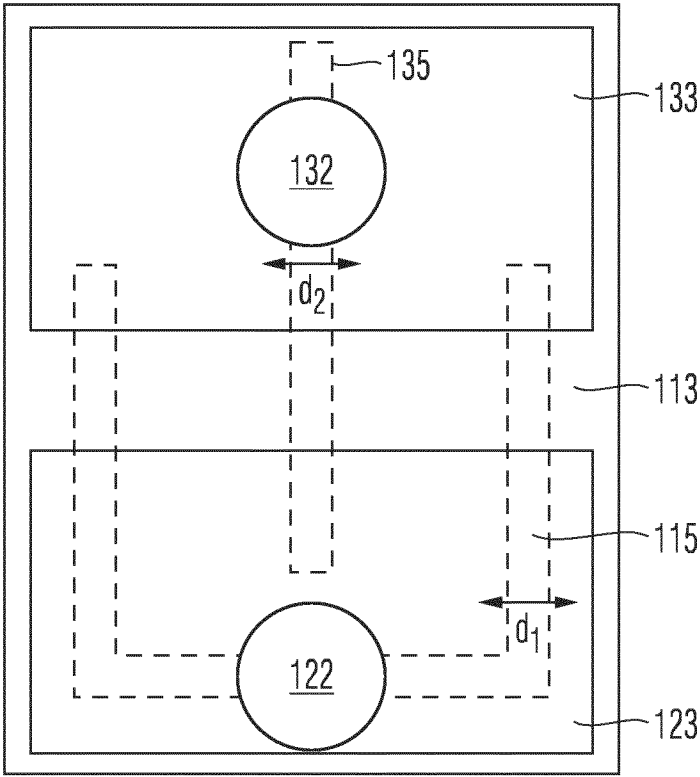


Fig. 2A

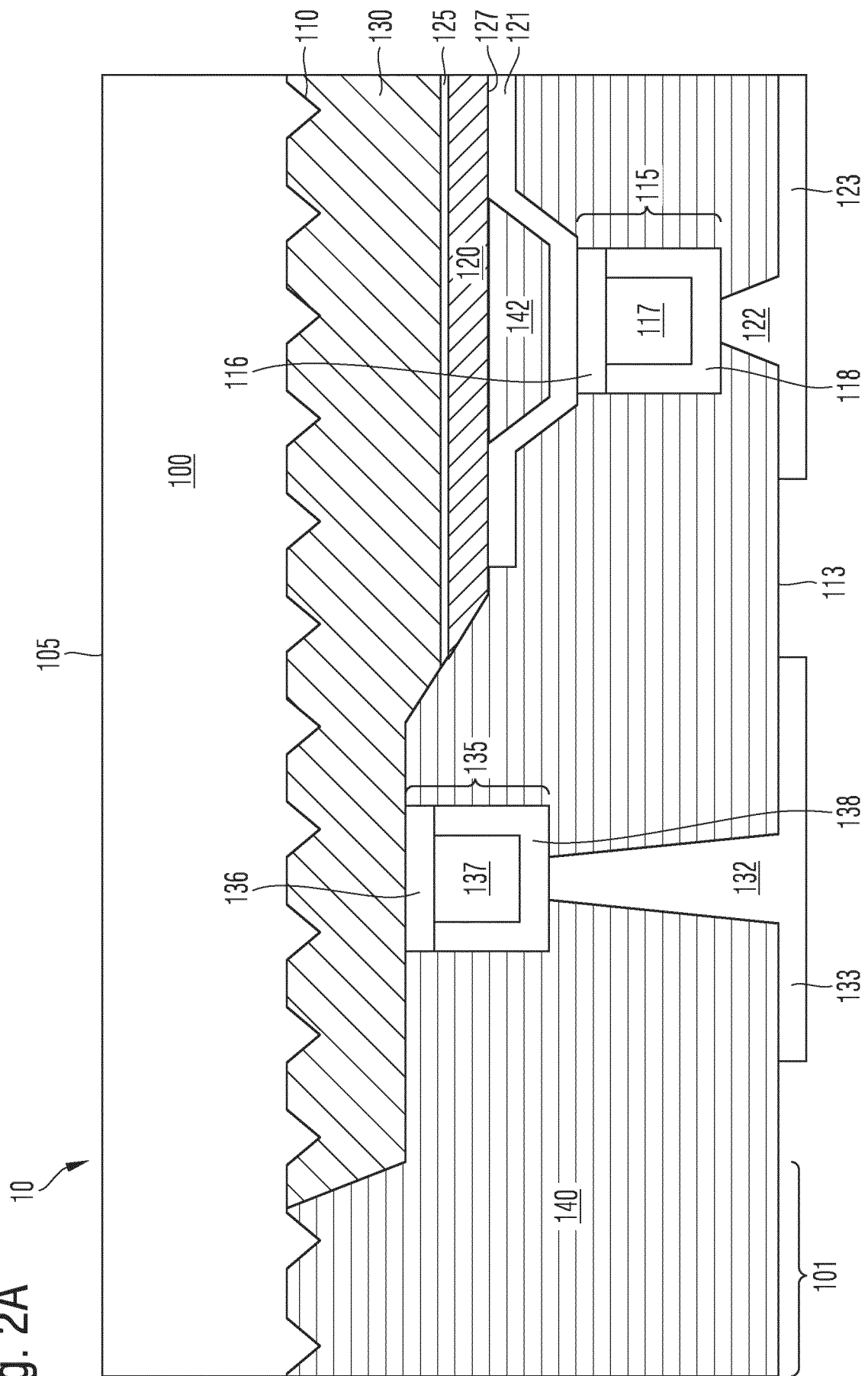


Fig. 2C

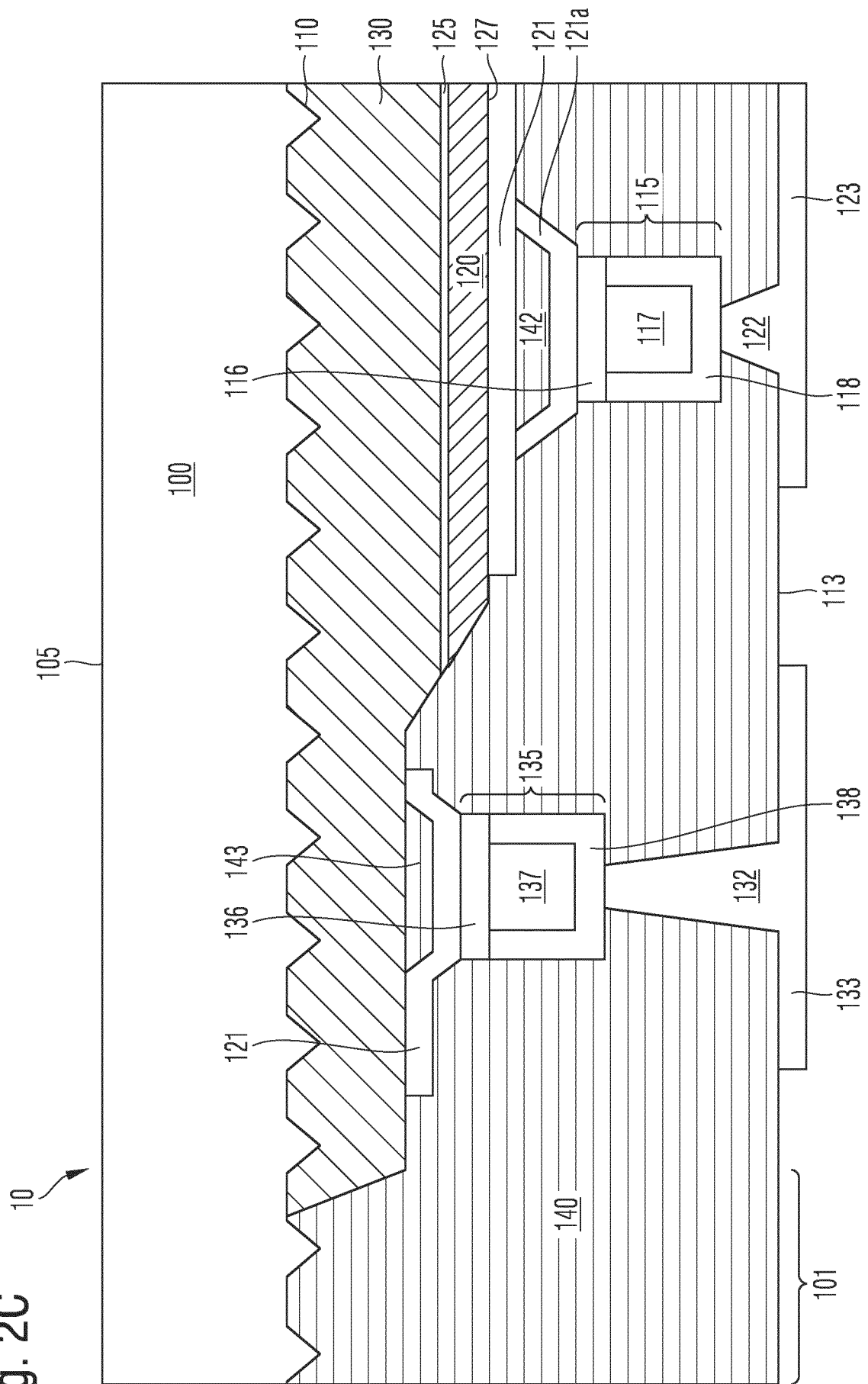


Fig. 2D

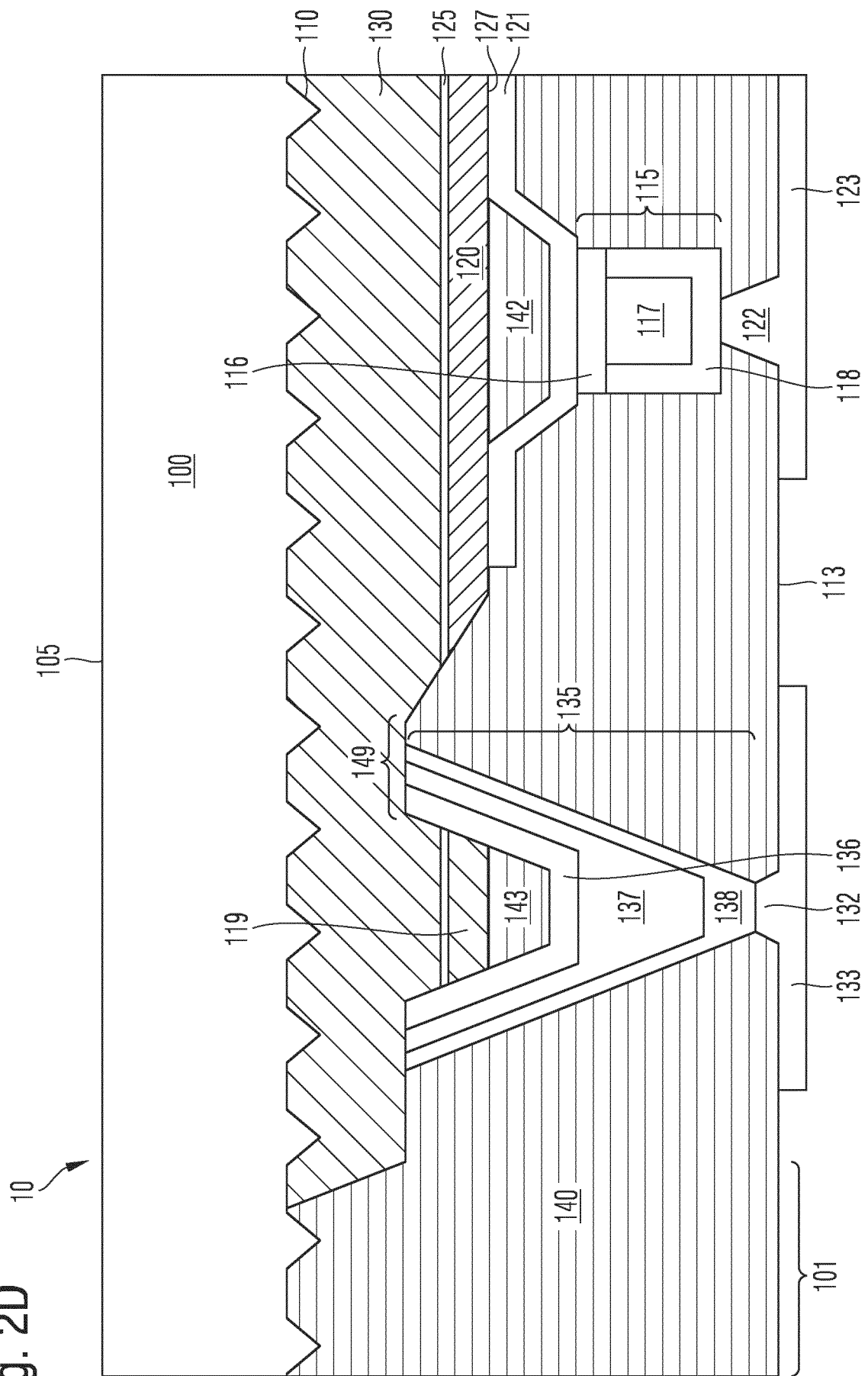


Fig. 3A

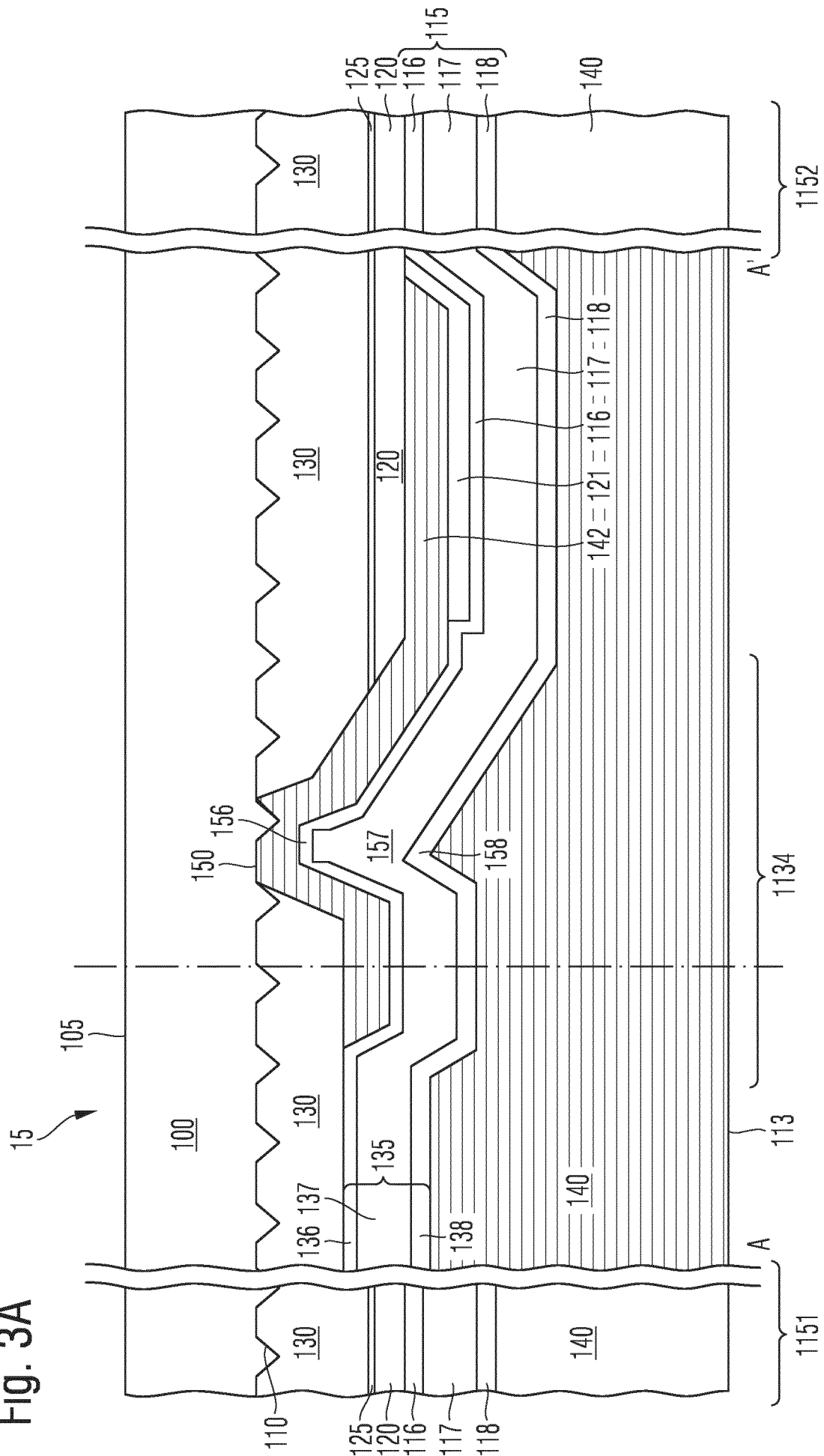


Fig. 3B

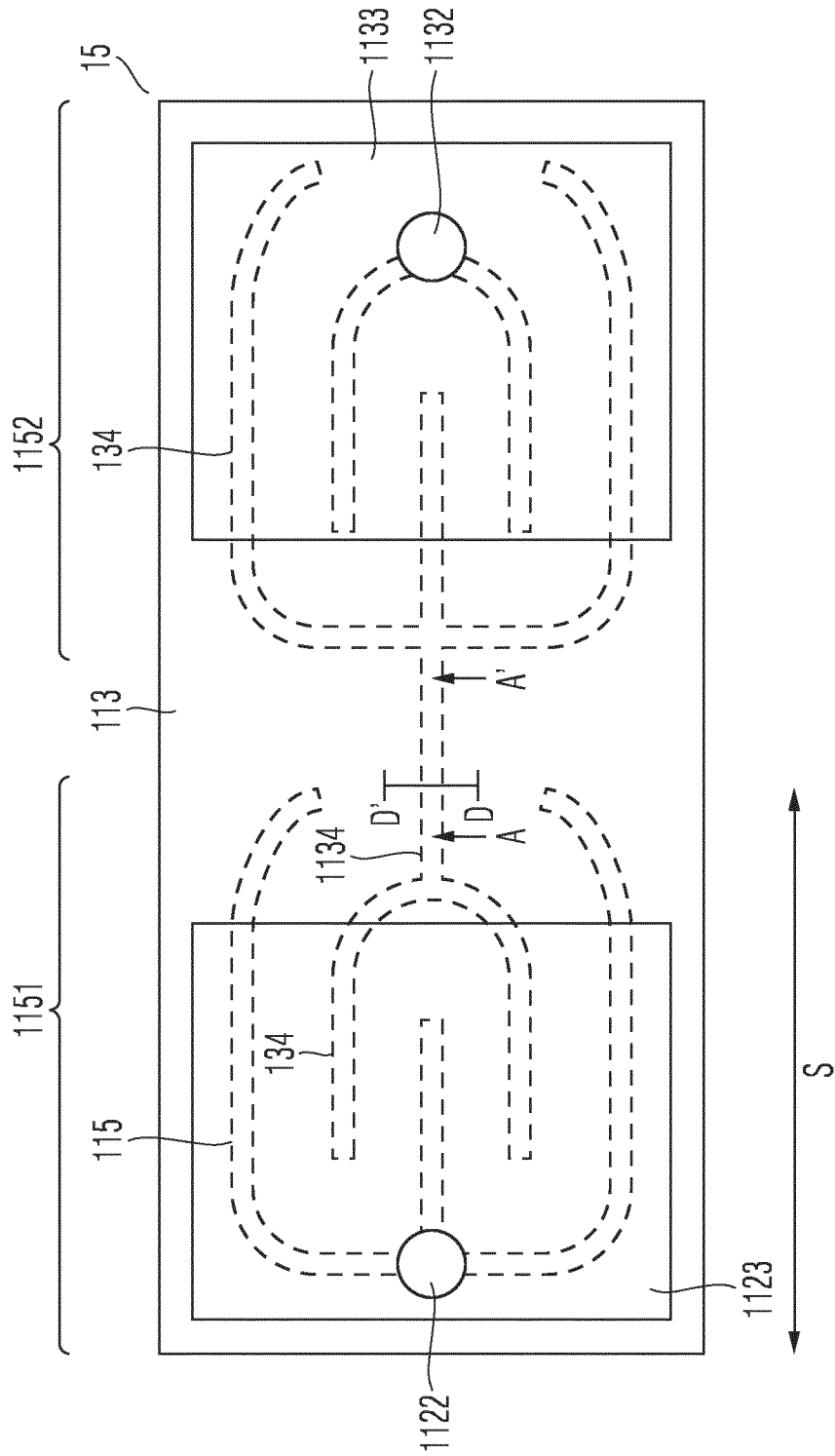


Fig. 3C

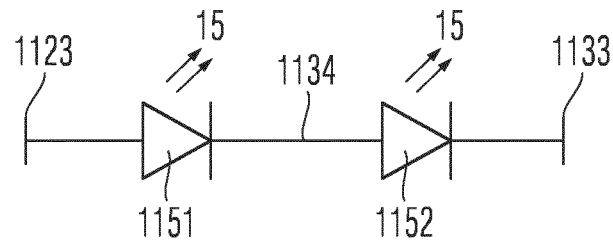


Fig. 3D

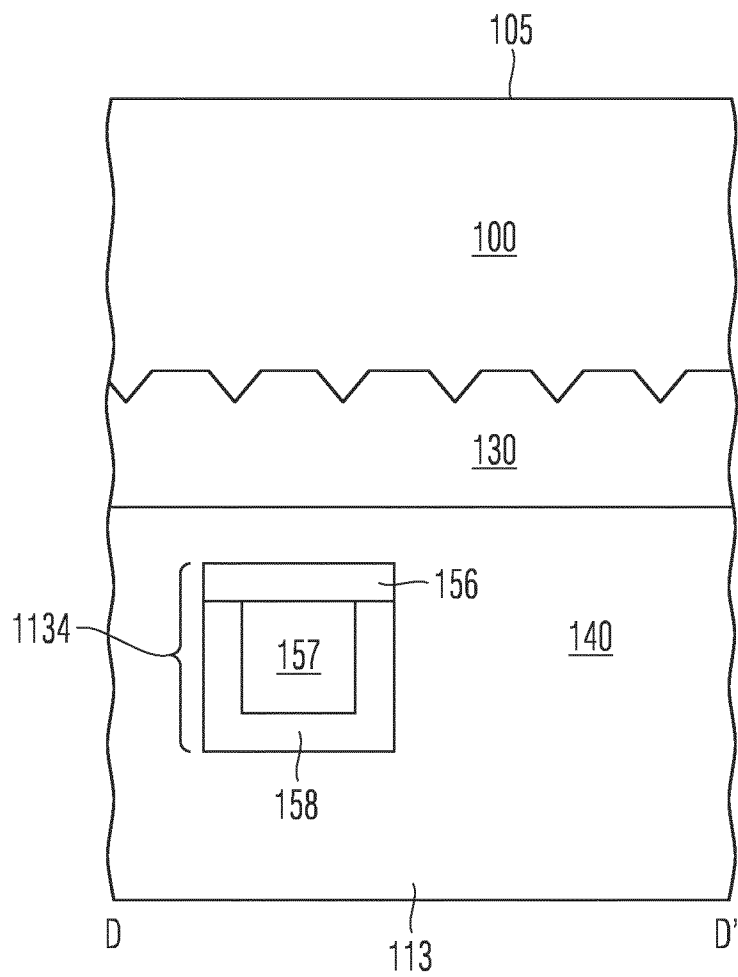


Fig. 4

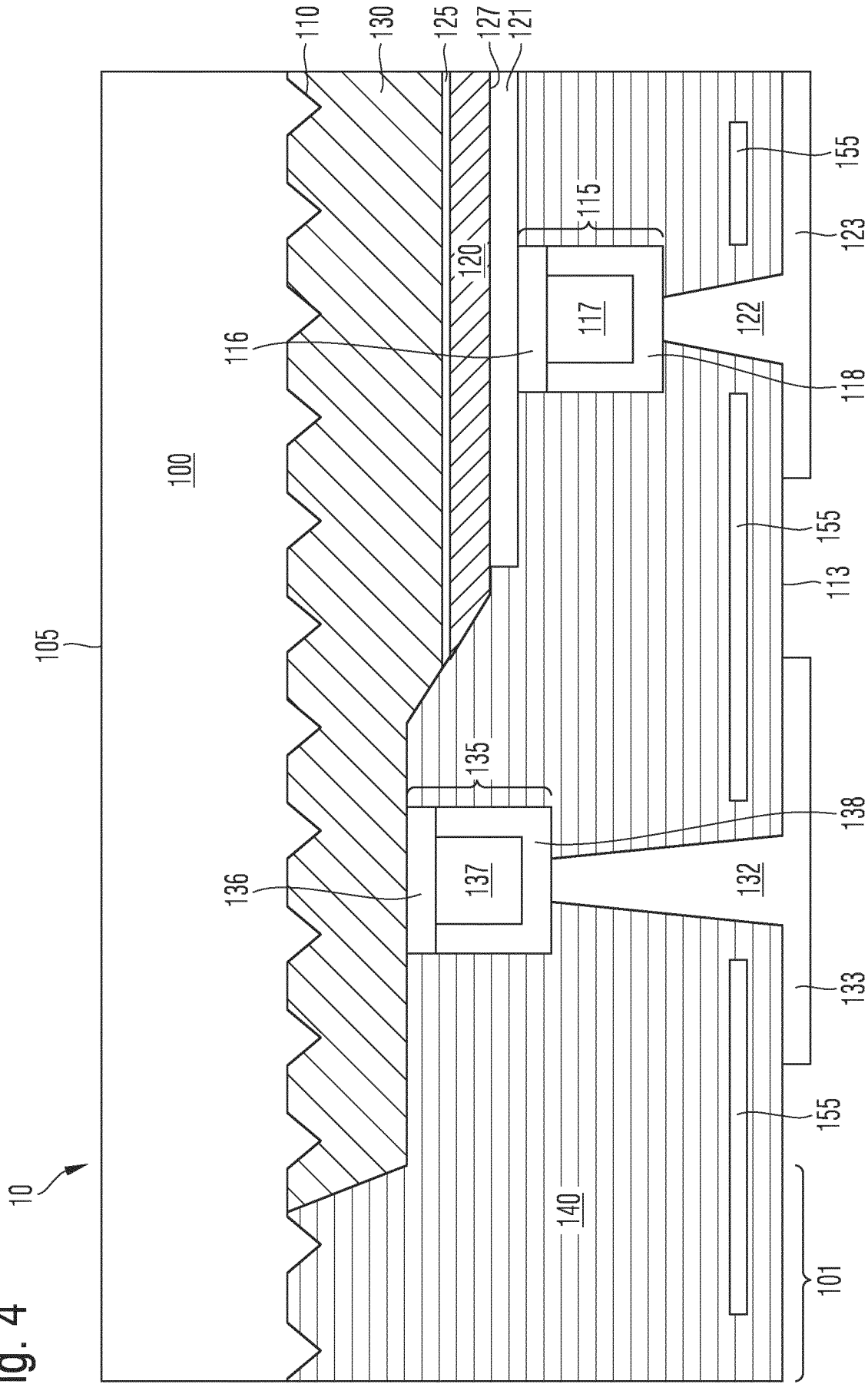


Fig. 5

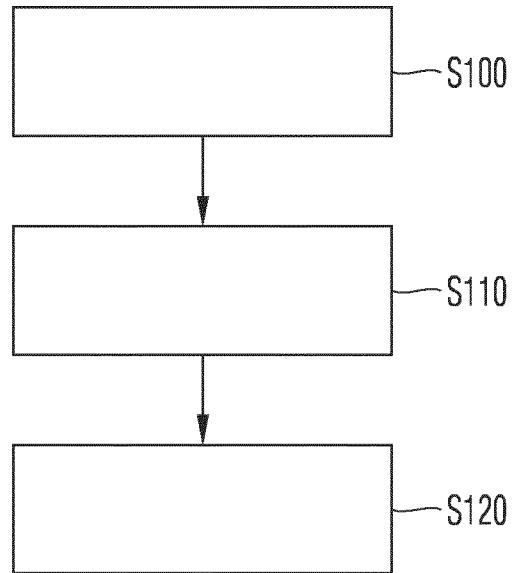
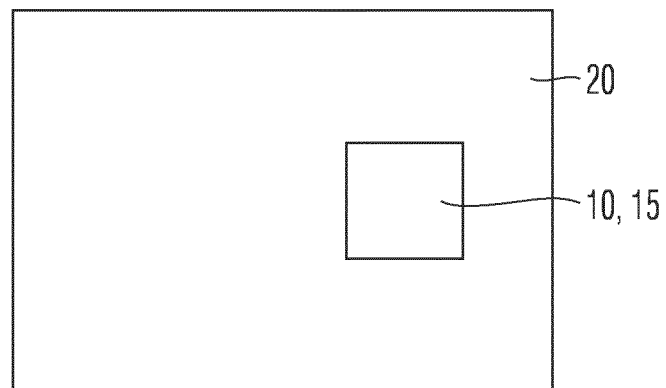


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/068704**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 33/38**(2010.01)i; **H01L 33/46**(2010.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102015120323 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 24 May 2017 (2017-05-24) paragraph [0050]; claims 1-16; figures 1-4	1-20
A	DE 102010035966 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 01 March 2012 (2012-03-01) paragraph [0060] - paragraph [0061]; claims 1-12; figures 1-3	1,14,15
A	DE 102016111113 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21 December 2017 (2017-12-21) paragraph [0051] - paragraph [0052]; claims 1-15; figures 2C,3C,4C,5C,6C	1,15
A	US 2013341634 A1 (HEIKMAN STEN [US] ET AL) 26 December 2013 (2013-12-26) paragraph [0050] - paragraph [0054]; claims 1-29; figures 6,7	1,15
A	DE 102016124847 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21 June 2018 (2018-06-21) paragraph [0051]; claims 1-15; figures 1-8 paragraph [0057] - paragraph [0060] paragraph [0064]	1,14,15



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

12 September 2019

Date of mailing of the international search report

15 October 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

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

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

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

Authorized officer

But, Gabriela-Ileana

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/068704

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2016211420 A1 (DONOFRIO MATTHEW [US] ET AL) 21 July 2016 (2016-07-21) paragraph [0053] - paragraph [0057]; figures 7,9 paragraph [0097] - paragraph [0098]	1,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/068704

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102015120323	A1	24 May 2017	DE	102015120323	A1	24 May 2017
				EP	3381061	A1	03 October 2018
				TW	201727938	A	01 August 2017
				US	2018351046	A1	06 December 2018
				WO	2017089198	A1	01 June 2017
DE	102010035966	A1	01 March 2012	DE	102010035966	A1	01 March 2012
				WO	2012028511	A1	08 March 2012
DE	102016111113	A1	21 December 2017	DE	102016111113	A1	21 December 2017
				DE	112017002987	A5	21 February 2019
				US	2019140143	A1	09 May 2019
				WO	2017215910	A1	21 December 2017
US	2013341634	A1	26 December 2013	NONE			
DE	102016124847	A1	21 June 2018	CN	110100319	A	06 August 2019
				DE	102016124847	A1	21 June 2018
				WO	2018114807	A1	28 June 2018
US	2016211420	A1	21 July 2016	CN	107210341	A	26 September 2017
				DE	112016000430	T5	05 October 2017
				US	2016211420	A1	21 July 2016
				WO	2016118428	A1	28 July 2016

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

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2015 120323 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 24. Mai 2017 (2017-05-24) Absatz [0050]; Ansprüche 1-16; Abbildungen 1-4	1-20
A	----- DE 10 2010 035966 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 1. März 2012 (2012-03-01) Absatz [0060] - Absatz [0061]; Ansprüche 1-12; Abbildungen 1-3	1,14,15
A	----- DE 10 2016 111113 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21. Dezember 2017 (2017-12-21) Absatz [0051] - Absatz [0052]; Ansprüche 1-15; Abbildungen 2C,3C,4C,5C,6C ----- -/-	1,15

☒ 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

12. September 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/10/2019

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

Bevollmächtigter Bediensteter

But, Gabriela-Ileana

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2013/341634 A1 (HEIKMAN STEN [US] ET AL) 26. Dezember 2013 (2013-12-26) Absatz [0050] - Absatz [0054]; Ansprüche 1-29; Abbildungen 6,7 -----	1,15
A	DE 10 2016 124847 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 21. Juni 2018 (2018-06-21) Absatz [0051]; Ansprüche 1-15; Abbildungen 1-8 Absatz [0057] - Absatz [0060] Absatz [0064] -----	1,14,15
A	US 2016/211420 A1 (DONOFRIO MATTHEW [US] ET AL) 21. Juli 2016 (2016-07-21) Absatz [0053] - Absatz [0057]; Abbildungen 7,9 Absatz [0097] - Absatz [0098] -----	1,15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/068704

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102015120323 A1	24-05-2017	DE 102015120323 A1	24-05-2017
		EP 3381061 A1	03-10-2018
		TW 201727938 A	01-08-2017
		US 2018351046 A1	06-12-2018
		WO 2017089198 A1	01-06-2017

DE 102010035966 A1	01-03-2012	DE 102010035966 A1	01-03-2012
		WO 2012028511 A1	08-03-2012

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

US 2013341634 A1	26-12-2013	KEINE	

DE 102016124847 A1	21-06-2018	CN 110100319 A	06-08-2019
		DE 102016124847 A1	21-06-2018
		WO 2018114807 A1	28-06-2018

US 2016211420 A1	21-07-2016	CN 107210341 A	26-09-2017
		DE 112016000430 T5	05-10-2017
		US 2016211420 A1	21-07-2016
		WO 2016118428 A1	28-07-2016
