

(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
6. Februar 2014 (06.02.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/019917 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/00 (2010.01) *H01L 33/40* (2010.01)
H01L 33/32 (2010.01) *H01L 33/12* (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/065638

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Juli 2013 (24.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 106 998.0 31. Juli 2012 (31.07.2012) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).
**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V.** [DE/DE]; Hansastr. 27 c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: **PETER, Matthias**; Diepenbrockstr. 1, 93055 Regensburg (DE). **KATZ, Simeon**; Laberstr. 8 d, 93073 Neutraubling (DE). **OFF, Jürgen**; Lieblstr. 47, 93059 Regensburg (DE). **PERZLMAIER, Korbinian**; Bischof-Konrad-Str. 2, 93051 Regensburg (DE). **GEHRKE, Kai**; An der Iselrinne 4, 93053 Regensburg (DE). **AIDAM, Rolf**; Alfons-Sieber-Str. 10, 79369 Wyhl (DE). **DÄUBLER, Jürgen**; Kehlerstr. 16, 79108 Freiburg (DE). **PASSOW, Thorsten**; Wackerstr. 3a, 79108 Freiburg (DE).

(74) Anwalt: **ZUSAMMENSCHLUSS NR. 175, EPPING
HERMANN FISCHER
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**;
Ridlerstr. 55, 80339 München (DE).

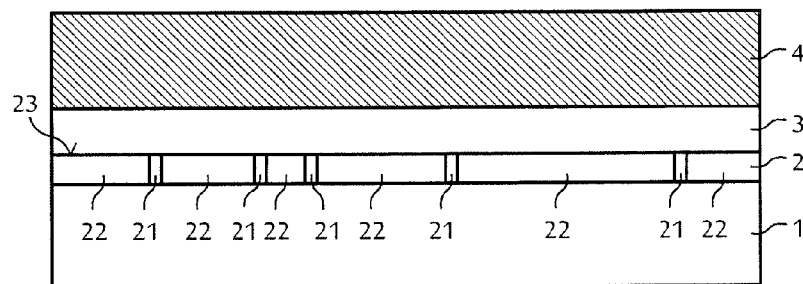
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: REFLECTIVE CONTACT LAYER SYSTEM FOR AN OPTOELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) Bezeichnung : REFLEKTIERENDES KONTAKTSCHICHTSYSTEM FÜR EIN OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG

FIG 1



(57) **Abstract:** A reflective contact layer system for an optoelectronic component (100) is specified, comprising: - a first p-doped nitride compound semiconductor layer (1), - a transparent conductive oxide layer (3), - a mirror layer (4), and - a second p-doped nitride compound semiconductor layer (2) arranged between the first p-doped nitride compound semiconductor layer (1) and the transparent conductive oxide layer (3), wherein the second p-doped nitride compound semiconductor layer (2) has N-face domains (22) at an interface (23) facing the transparent conductive oxide layer (3), and wherein the N-face domains (22) have an area proportion of at least 95% at the interface (23). Furthermore, a method for producing the contact layer system is specified.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein reflektierendes Kontaktschichtsystem für ein optoelektronisches Bauelement (100) angegeben, umfassend: - eine erste p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (1), - eine transparente leitfähige Oxidschicht (3), - eine Spiegelschicht (4), und - eine zwischen der ersten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/019917 A1



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

(1) und der transparenten leitfähigen Oxidschicht (3) angeordnete zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (2), wobei die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (2) an einer der transparenten leitfähigen Oxidschicht (3) zugewandten Grenzfläche (23) N-Face-Domänen (22) aufweist, und wobei die N-Face-Domänen (22) an der Grenzfläche (23) einen Flächenanteil von mindestens 95 % aufweisen. Weiterhin wird ein Verfahren zur Herstellung des Kontaktschichtsystems angegeben.

Beschreibung

Reflektierendes Kontaktschichtsystem für ein
optoelektronisches Bauelement und Verfahren zu dessen
5 Herstellung

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen
Patentanmeldung 10 2012 106 998.0, deren Offenbarungsgehalt
hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

10

Die Erfindung betrifft ein reflektierendes
Kontaktschichtsystem für ein optoelektronisches Bauelement,
das insbesondere zur Herstellung eines p-Kontakts einer
Nitrid-Verbindungshalbleiter-LED geeignet ist, sowie ein
15 Verfahren zur Herstellung des Kontaktschichtsystems.

Es sind so genannte Dünnschicht-Leuchtdiodenchips bekannt, bei
denen das ursprüngliche Aufwachssubstrat der
Halbleiterschichtenfolge abgelöst und stattdessen die
20 Halbleiterschichtenfolge an einer dem ursprünglichen
Aufwachssubstrat gegenüberliegenden Seite mit einem Träger
verbunden ist. Die Strahlungsausstrittsfläche des
Leuchtdiodenchips ist in diesem Fall an einer dem Träger
gegenüberliegenden Oberfläche der Halbleiterschichtenfolge
25 angeordnet, also an der Seite des ursprünglichen
Aufwachssubstrats. Bei einem derartigen Dünnschicht-
Leuchtdiodenchip ist es vorteilhaft, wenn die dem Träger
zugewandte Seite der Halbleiterschichtenfolge mit einer
Spiegelschicht versehen ist, um in die Richtung des Trägers
30 emittierte Strahlung in die Richtung der
Strahlungsausstrittsfläche umzulenken und dadurch die
Strahlungsausbeute zu erhöhen.

Die Spiegelschicht grenzt bei einem Dünnschicht-Leuchtdiodenchip in der Regel an einen p-Typ-Halbleiterbereich des Leuchtdiodenchips an, wobei die Spiegelschicht auch zur elektrischen Kontaktierung des p-Typ-Halbleiterbereichs dient. Für den sichtbaren Spektralbereich wird typischerweise Silber als Material für die Spiegelschicht gewählt, da sich Silber durch eine hohe Reflexion im sichtbaren Spektralbereich auszeichnet.

Es hat sich herausgestellt, dass an dem p-Kontakt zur Silberschicht beim Betrieb des Leuchtdiodenchips ein Spannungsabfall von beispielsweise etwa 170 mV - 250 mV auftritt, wobei der Kontaktwiderstand etwa $5 \cdot 10^{-3} \Omega\text{cm}^2$ bis etwa $7 \cdot 10^{-3} \Omega\text{cm}^2$ beträgt.

Nitridverbindungshalbleiter bilden beim epitaktischen Wachsen in der Regel eine Wurtzit-Kristallstruktur aus, deren kristallographische c-Achse parallel zur Wachstumsrichtung verläuft. In Abhängigkeit von den Wachstumsparametern können dabei Domänen in der so genannten Ga-Face-Ausrichtung, die der kristallografischen [0001]-Richtung entspricht, oder Domänen mit der so genannten N-Face-Ausrichtung, die der kristallografischen [000-1]-Richtung entspricht, entstehen. Derartige Domänen können sich in polaren, aber auch in semipolaren oder nicht-polaren Nitridverbindungshalbleitern ausbilden.

Nitridverbindungshalbleiter weisen in der Regel piezoelektrische Eigenschaften auf, d. h. sie weisen auch ohne äußeres elektrisches Feld eine elektrische Polarisierung auf. Die Orientierung dieses elektrischen Feldes ist für die Ga-Face-Ausrichtung und die N-Face-Ausrichtung entgegengesetzt. Aus diesem Grund weisen Domänen mit Ga-Face-

Ausrichtung und N-Face-Ausrichtung verschiedene elektrische Eigenschaften auf.

In der Druckschrift WO 2010/045907 A1 wird ein

5 Kontaktschichtsystem für ein optoelektronisches Bauelement beschrieben, bei dem eine p-Kontaktschicht aus einem Nitrid-Verbindungshalbleiter an eine Anschlussschicht angrenzt, wobei die p-Kontaktschicht an einer Grenzfläche zur Anschlussschicht erste Domänen mit einer Ga-Face-Ausrichtung
10 und zweite Domänen mit einer N-Face-Ausrichtung aufweist. Es wird angegeben, dass der Flächenanteil der N-Face-Domänen vorzugsweise zwischen 30 Prozent und 60 Prozent betragen sollte, um einen möglichst geringen Kontaktwiderstand zu erzielen.

15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Kontaktschichtsystem zur Ausbildung des p-Kontakts eines optoelektronischen Nitrid-Verbindungshalbleiter-Bauelements anzugeben, das sich sowohl durch einen geringen
20 Kontaktwiderstand als auch durch eine hohe Reflexion für die von dem optoelektronischen Bauelement emittierte Strahlung auszeichnet. Weiterhin soll ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung des Kontaktschichtsystems angegeben werden.

25 Diese Aufgaben werden durch ein reflektierendes Kontaktschichtsystem für ein optoelektronisches Bauelement und ein Verfahren zu dessen Herstellung gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind
30 Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Das reflektierende Kontaktschichtsystem für ein optoelektronisches Bauelement umfasst gemäß mindestens einer

Ausführungsform eine erste p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht, eine transparente leitfähige Oxidschicht und eine Spiegelschicht. Zwischen der ersten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht und der transparenten leitfähigen Oxidschicht ist vorteilhaft eine zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht angeordnet, die an einer der transparenten leitfähigen Oxidschicht zugewandten Grenzfläche N-Face-Domänen aufweist, wobei die N-Face-Domänen an der Grenzfläche einen Flächenanteil von mindestens 95 % aufweisen.

Das hier beschriebene reflektierende Kontaktschichtsystem macht sich die Erkenntnis zu Nutze, das mittels der zwischen der ersten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht und der transparenten leitfähigen Oxidschicht angeordneten zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht mit einem sehr hohen Flächenanteil von N-Face-Domänen ein elektrischer Kontakt realisiert werden kann, der sich sowohl durch eine hohe Reflektivität als auch einen geringen Kontaktwiderstand auszeichnet.

Der geringe Kontaktwiderstand beruht insbesondere darauf, dass die N-Face-Domänen die Eigenschaften eines n-Typ-Halbleitermaterials aufweisen. Dieser Effekt beruht vermutlich darauf, dass in den N-Face-Domänen Kristalldefekte auftreten, welche die Akzeptoren des nominell p-dotierten Halbleitermaterials überkompensieren. Dadurch, dass die N-Face-Domänen n-Typ-Eigenschaften aufweisen, bildet sich an der Grenzfläche zwischen der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht und der angrenzenden Schicht aus dem transparenten leitfähigen Oxid ein lokaler Tunnelübergang aus. Dieser Effekt bewirkt den elektrischen

Anschluss der transparenten leitfähigen Oxidschicht nahezu ohne Spannungsabfall.

Die Spiegelschicht grenzt vorteilhaft an die von der zweiten
5 p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht abgewandte Grenzfläche der transparenten leitfähigen Oxidschicht an und bewirkt eine hohe Reflektivität für aus dem Halbleitermaterial auf das Kontaktschichtsystem auftreffende Strahlung. Der Kontaktwiderstand und die Verlustspannung sind
10 bei dem Kontaktschichtsystem vorteilhaft geringer als bei einem direkten Aufbringen der Spiegelschicht auf das p-dotierte Nitridverbindungshalbleitermaterial. Der Kontaktwiderstand kann insbesondere nur $5 \cdot 10^{-5} \Omega\text{cm}^2$ oder weniger betragen.

15 Weiterhin wird mit dem derart aufgebauten Kontaktschichtsystem eine hohe Reflektivität erzielt. Die hohe Reflektivität beruht insbesondere auf dem hohen Flächenanteil der vergleichsweise glatten N-Face-Domänen an
20 der Grenzfläche. Dadurch werden insbesondere Verluste durch Lichtstreuung an der Grenzfläche zwischen der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht und der transparenten leitfähigen Oxidschicht vermindert. Licht aus dem Halbleitermaterial kann daher ohne signifikante
25 Streuverluste in die transparente leitfähige Oxidschicht eindringen und wird an der gegenüberliegenden Grenzfläche der Spiegelschicht in Richtung der Halbleiterschichten zurückreflektiert.

30 Die transparente leitfähige Oxidschicht weist vorteilhaft einen geringeren Brechungsindex als die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht auf. Somit tritt an der Grenzfläche zwischen der zweiten p-dotierten

Nitridverbindungshalbleiterschicht und der transparenten leitfähige Oxidschicht zumindest für den Anteil des aus Halbleitematerial kommenden Lichts, das mit einem Einfallswinkel größer als dem Totalreflexionswinkel auf die Grenzfläche auftrifft, Totalreflexion auf. Die Totalreflexion wird durch eine besonders glatte Grenzfläche aufgrund der Vermeidung von Streuverlusten begünstigt. Somit trägt auch die Grenzfläche zwischen der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht und der transparenten leitfähigen Oxidschicht zur Reflektivität des Kontaktschichtsystems bei. Auf diese Weise wird vorteilhaft die gesamte Reflektivität des Kontaktschichtsystems erhöht.

Es hat sich herausgestellt, dass die zweite Nitridverbindungshalbleiterschicht bei einem sehr hohen Flächenanteil von N-Face-Domänen von mindestens 95 % eine glattere Grenzfläche ausbildet als bei einem geringeren Flächenanteil von N-Face-Domänen.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung weisen die N-Face-Domänen der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht an der Grenzfläche zur transparenten leitfähigen Oxidschicht einen Flächenanteil von mindestens 98 % auf.

Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung weist die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht an der gesamten Grenzfläche zur transparenten leitfähigen Oxidschicht N-Face-Domänen auf. In diesem Fall wird eine besonders glatte Grenzfläche erzielt und somit eine hohe Reflexion erzielt.

Die rms (root mean square)-Rauheit der Grenzfläche zwischen der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht

und der transparenten leitfähigen Oxidschicht beträgt vorteilhaft weniger als 7 nm. Bevorzugt beträgt die rms-Rauheit weniger als 5 nm und besonders bevorzugt weniger als 3 nm.

5

Der Flächenanteil der N-Face-Domänen an der Grenzfläche zwischen der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht und der transparenten leitfähigen Oxidschicht kann insbesondere durch die Höhe der Dotierstoffkonzentration und die Wachstumsbedingungen der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht eingestellt werden. Die Ausbildung von N-Face-Domänen wird durch eine hohe Dotierstoffkonzentration begünstigt. Die Dotierstoffkonzentration in der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht beträgt vorteilhaft mehr als $2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$, bevorzugt mehr als $3 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ und besonders bevorzugt mehr als $5 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$.

Weiterhin hat die Schichtdicke der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht einen Einfluss auf die Domänenstruktur an der Grenzfläche. Um einen hohen Flächenanteil an N-Face-Domänen zu erzielen, weist die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht vorteilhaft eine Dicke von mindestens 10 nm, bevorzugt von mindestens 20 nm und besonders bevorzugt von mindestens 40 nm auf. Beispielsweise kann die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht zwischen einschließlich 10 nm und einschließlich 50 nm dick sein.

Es hat sich herausgestellt, dass die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht mit einem hohen Anteil sehr glatter N-Face-Domänen insbesondere durch epitaktisches Aufwachsen auf die erste p-dotierte

Nitridverbindungshalbleiterschicht mittels Molekularstrahlepitaxie herstellbar ist. Insbesondere wurde festgestellt, dass sich durch das Aufwachsen der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht ein noch
5 geringerer Kontaktwiderstand erzielen lässt als beim Aufwachsen der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht mittels metallorganischer Gasphasenepitaxie (MOVPE).

10 Die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht weist vorzugsweise GaN auf. Vorteilhaft weist auch die erste p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht GaN auf. Insbesondere können sowohl die erste als auch die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht GaN-Schichten
15 sein. Als p-Dotierstoff für die erste und/oder die zweite Nitridverbindungshalbleiterschicht wird vorzugsweise Magnesium eingesetzt.

Die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht
20 grenzt vorteilhaft an die transparente leitfähige Oxidschicht an. Transparente leitfähige Oxide (transparent conductive oxides, kurz „TCO“) sind transparente, leitende Materialien, in der Regel Metalloxide, wie beispielsweise Zinkoxid, Zinnoxid, Cadmiumoxid, Titanoxid, Indiumoxid oder
25 Indiumzinnoxid (ITO). Neben binären Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise ZnO, SnO₂ oder In₂O₃ gehören auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise Zn₂SnO₄, CdSnO₃, ZnSnO₃, MgIn₂O₄, GaInO₃, Zn₂In₂O₅ oder In₄Sn₃O₁₂ oder Mischungen unterschiedlicher
30 transparenter leitender Oxide zu der Gruppe der TCOs.

Die transparente leitfähige Oxidschicht weist gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung Indium-Zinn-Oxid (ITO) oder Zink-

Oxid (ZnO) auf. Diese transparenten leitfähigen Oxide zeichnen sich durch eine hohe Transparenz und eine hohe elektrische Leitfähigkeit aus. Die transparente leitfähige Oxidschicht kann einen Dotierstoff enthalten, beispielsweise
5 kann sie eine mit Aluminium dotierte Zinkoxidschicht sein.

Die Spiegelschicht grenzt vorteilhaft an einer der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht gegenüberliegenden Grenzfläche an die transparente leitfähige Oxidschicht an. Die Spiegelschicht enthält vorzugsweise ein
10 Metall oder eine Metalllegierung. Zur Erzielung einer hohen Reflexion im sichtbaren Spektralbereich enthält die Spiegelschicht vorzugsweise Silber oder besteht daraus.

15 Bei dem Verfahren zur Herstellung eines reflektierenden Kontaktschichtsystems wird zumindest die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht mittels Molekularstrahlepitaxie hergestellt. Es hat sich herausgestellt, dass insbesondere die Herstellung mittels
20 Molekularstrahlepitaxie die Ausbildung von N-Face-Domänen mit sehr glatten Grenzflächen ermöglicht. Insbesondere wurde festgestellt, dass sich mit einer durch Molekularstrahlepitaxie hergestellten zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht ein besonders geringer
25 Kontaktwiderstand erzielen lässt.

Es wird weiterhin ein optoelektronisches Bauelement mit dem reflektierenden Kontaktschichtsystem angegeben, wobei das optoelektronische Bauelement eine Epitaxieschichtenfolge
30 aufweist, die einen n-Typ-Halbleiterbereich, eine aktive Schicht und einen p-Typ-Halbleiterbereich enthält. Der p-Typ-Halbleiterbereich des optoelektronischen Bauelementes enthält die erste p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht und

die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht.
Bei dem optoelektronischen Bauelement sind der N-Typ-Halbleiterbereich einer Strahlungsausstrittsfläche und der P-Typ-Halbleiterbereich einem Träger zugewandt.

5

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens und des optoelektronischen Bauelementes ergeben sich aus der Beschreibung des reflektierenden Kontaktschichtsystems und umgekehrt.

10

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 näher erläutert.

15 Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch ein reflektierendes Kontaktschichtsystem gemäß einem Ausführungsbeispiel, und

20

Figur 2 ein optoelektronisches Bauelement mit einem reflektierenden Kontaktschichtsystem gemäß einem Ausführungsbeispiel.

25 Gleiche oder gleich wirkende Bestandteile sind in den Figuren jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die dargestellten Bestandteile sowie die Größenverhältnisse der Bestandteile untereinander sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen.

30

Das in Figur 1 dargestellte Ausführungsbeispiel eines reflektierenden Kontaktschichtsystems für ein optoelektronisches Bauelement umfasst eine erste p-dotierte

Nitridverbindungshalbleiterschicht 1 und eine zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 2, welche an die erste p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 1 angrenzt. Die p-dotierten

5 Nitridverbindungshalbleiterschichten 1, 2 umfassen beispielsweise jeweils ein Nitridverbindungshalbleitermaterial mit der Zusammensetzung $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, wobei $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x + y \leq 1$ gilt. Die erste p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 1 und
10 die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 sind vorzugsweise jeweils GaN-Schichten. Die p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschichten 1, 2 können insbesondere Magnesium als p-Dotierstoff aufweisen.

15 Weiterhin enthält das reflektierende Kontaktschichtsystem eine an die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 angrenzende transparente leitfähige Oxidschicht 3. Die transparente leitfähige Oxidschicht 3 enthält vorzugsweise Indiumzinnoxid oder
20 Zinkoxid. Alternativ sind aber auch andere transparente leitfähige Oxide geeignet.

An einer von den p-dotierten Nitrid-Verbindungshalbleiterschichten 1, 2 abgewandten Seite der
25 transparenten leitfähigen Oxidschicht 3 ist eine Spiegelschicht 4 angeordnet. Bei der Spiegelschicht 4 handelt es sich vorzugsweise um eine Schicht aus einem Metall oder einer Metalllegierung. Die Spiegelschicht 4 enthält vorzugsweise Silber oder besteht daraus.

30

Die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 enthält vorteilhaft N-Face-Domänen 22. Neben den N-Face-Domänen 22 kann die zweite p-dotierte

Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 zumindest zu einem geringen Anteil auch Ga-Face-Domänen 21 aufweisen.

An der Grenzfläche 23 zur transparenten leitfähigen
5 Oxidschicht 3 beträgt der Flächenanteil der N-Face-Domänen 22 in der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 vorteilhaft mindestens 95 %, bevorzugt mindestens 98 % und besonders bevorzugt mindestens 99 %. Insbesondere kann die
10 zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 an der gesamten Grenzfläche 23 zur transparenten leitfähigen Oxidschicht 3 N-Face-Domänen 22 aufweisen.

Der hohe Flächenanteil der N-Face-Domänen 22 an der Grenzfläche 23 der zweiten p-dotierten
15 Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 hat den Vorteil, dass ein elektrischer Kontakt zu der transparenten leitfähigen Oxidschicht 3 mit geringem Kontaktwiderstand ausgebildet wird, ohne dass die Reflektivität der Kontaktschichtenfolge beeinträchtigt wird. Eine Verminderung der Reflektivität
20 könnte insbesondere bei einem geringeren Flächenanteil der N-Face-Domänen 22 auftreten, da bei einem größeren Flächenanteil von Ga-Face-Domänen 21, beispielsweise bei etwa gleich großen Flächenanteilen von Ga-Face-Domänen 21 und N-Face-Domänen 22, eine erhöhte Rauheit der Grenzfläche 23
25 auftreten kann. Zwar ist aus der in der Einleitung zitierten Druckschrift WO 2010/045907 A1 bekannt, dass sich besonders geringer Kontaktwiderstand insbesondere auch mit etwa gleich großen Anteilen von N-Face-Domänen und Ga-Face-Domänen erzielen lässt. Dies kann aber aufgrund einer erhöhten
30 Grenzflächenrauheit bei einem reflektierenden Kontaktschichtsystem zu einer verminderten Reflektivität führen. Es hat sich vorteilhaft herausgestellt, dass mit einem hohem Flächenanteil der N-Face-Domänen 22 von

mindestens 95 % ein Kontaktschichtsystem realisiert werden kann, dass sich sowohl durch einen geringen Kontaktwiderstand als auch eine hohe Reflektivität auszeichnet.

- 5 Die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 weist aufgrund des hohen Flächenanteils der N-Face-Domänen 22 eine sehr glatte Grenzfläche 23 zur nachfolgenden transparenten leitfähigen Oxidschicht 3 auf. Vorteilhaft beträgt die rms-Rauheit der Grenzfläche 23 zwischen der
- 10 zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 und der transparenten leitfähigen Oxidschicht 3 weniger als 7 nm, bevorzugt weniger als 5 nm und besonders bevorzugt weniger als 3 nm.
- 15 Die bevorzugte Ausbildung von N-Face-Domänen 22 in der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 wird durch eine hohe Dotierstoffkonzentration begünstigt. Vorteilhaft beträgt die Dotierstoffkonzentration in der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht 2
- 20 mindestens $2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$, bevorzugt mindestens $3 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ und besonders bevorzugt mindestens $5 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$.

- Der Flächenanteil der N-Face-Domänen 22 an der Grenzfläche 23 wird auch durch die Schichtdicke der zweiten p-dotierten
- 25 Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 beeinflusst. Vorteilhaft beträgt die Schichtdicke der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 mindestens 10 nm, bevorzugt mindestens 20 nm und besonders bevorzugt mindestens 40 nm. Die Schichtdicke der zweiten p-dotierten
- 30 Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 beträgt beispielsweise zwischen 10 nm und 50 nm.

Weiterhin beeinflussen die Prozessbedingungen, insbesondere das verwendete Beschichtungsverfahren zum Aufwachsen der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht 2, den Anteil der N-Face-Domänen 22 in der zweiten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht 2. Bei einem vorteilhaften Verfahren zur Herstellung des reflektierenden Kontaktschichtsystems wird zumindest die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 2 mittels Molekularstrahlepitaxie hergestellt.

In Figur 2 ist beispielhaft ein optoelektronisches Bauelement 100 schematisch im Querschnitt dargestellt, das eine reflektierende Kontaktschichtenfolge gemäß einem Ausführungsbeispiel enthält.

Das optoelektronische Bauelement 100 enthält eine auf einem Nitridverbindungshalbleiter basierende Epitaxieschichtenfolge 8. „Auf einem Nitridverbindungshalbleiter basierend“ bedeutet im vorliegenden Zusammenhang, dass die Epitaxieschichtenfolge 8 oder zumindest eine Schicht davon ein III-Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial, vorzugsweise $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ umfasst, wobei $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x + y \leq 1$. Dabei muss dieses Material nicht zwingend eine mathematisch exakte Zusammensetzung nach obiger Formel aufweisen. Vielmehr kann es einen oder mehrere Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen, die die charakteristischen physikalischen Eigenschaften des $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ -Materials im Wesentlichen nicht ändern. Der Einfachheit halber beinhaltet obige Formel jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters (In, Al, Ga, N), auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt sein können.

Die Epitaxieschichtenfolge 8 enthält einen n-Typ-

Halbleiterbereich 5, eine aktive Schicht 6 und einen p-Typ-Halbleiterbereich 7. Der n-Typ-Halbleiterbereich 5, die aktive Schicht 6 und der p-Typ-Halbleiterbereich 7 können jeweils mehrere Schichten aufweisen, die zur Vereinfachung nicht im Einzelnen dargestellt sind. Es ist auch möglich, dass n-Typ-Halbleiterbereich 5, die aktive Schicht 6 oder der p-Typ-Halbleiterbereich 7 eine oder mehrere undotierte Schichten enthalten. Der p-Typ-Halbleiterbereich 7 enthält insbesondere die erste p-dotierte Halbleiterschicht 1 und die zweite p-dotierte Halbleiterschicht 2 des Kontaktschichtsystems.

Die aktive Schicht 6 kann insbesondere eine strahlungsemittierende oder eine strahlungsempfangende aktive Schicht sein. Die aktive Schicht 6 kann zum Beispiel als pn-Übergang, als Doppelheterostruktur, als Einfach-Quantentopfstruktur oder Mehrfach-Quantentopfstruktur ausgebildet sein. Die Bezeichnung Quantentopfstruktur umfasst dabei jegliche Struktur, bei der Ladungsträger durch Einschluss (Confinement) eine Quantisierung ihrer Energiezustände erfahren. Insbesondere beinhaltet die Bezeichnung Quantentopfstruktur keine Angabe über die Dimensionalität der Quantisierung. Sie umfasst somit unter anderem Quantentröge, Quantendrähte und Quantenpunkte und jede Kombination dieser Strukturen.

Die aktive Schicht 6 kann insbesondere eine oder mehrere Schichten aus InGaN enthalten.

Bei dem optoelektronischen Bauelement 100 handelt es sich um einen so genannten Dünnschicht-Leuchtdiodenchip, bei dem ein zum Aufwachsen der Epitaxieschichtenfolge 8 verwendetes Aufwachssubstrat von der Epitaxieschichtenfolge 8 abgelöst

wurde. Die Epitaxieschichtenfolge 8 ist an einer dem ursprünglichen Aufwachssubstrat gegenüber liegenden Seite mit einem Träger 11 verbunden worden. Das optoelektronische Bauelement 100 enthält also kein Aufwachssubstrat der

5 Epitaxieschichtenfolge 8 wie beispielsweise ein Saphirsubstrat. Die Epitaxieschichtenfolge 8 ist an der Rückseite des optoelektronischen Bauelements 100 mittels einer Verbindungsschicht 10, beispielsweise einer Lotschicht, mit dem Träger 11 verbunden. Der Träger 11 kann

10 beispielsweise Silizium, Germanium, eine Keramik, ein Metall oder eine Metalllegierung aufweisen.

Bei dem optoelektronischen Bauelement 100 ist der n-Typ-Halbleiterbereich 5 der Strahlungsausstrittsfläche 14 und der

15 p-Typ-Halbleiterbereich 7 dem Träger 11 zugewandt.

Die elektrische Kontaktierung des p-Typ-Halbleiterbereichs 7 erfolgt von der dem Träger 11 zugewandten Rückseite des optoelektronischen Bauelements 100 her mit dem

20 reflektierenden Kontaktschichtsystem. Das reflektierende Kontaktschichtsystem enthält eine erste p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 1, eine zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 2, eine transparente leitfähige Oxidschicht 3 und eine Spiegelschicht 4. Die

25 vorteilhaften Ausgestaltungen des reflektierenden Kontaktschichtsystems 1, 2, 3, 4 und die daraus resultierenden Vorteile entsprechen dem im Zusammenhang mit der Figur 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel und werden daher nicht nochmals erläutert.

30

Durch die in dem reflektierenden Kontaktschichtsystem vorgesehene Spiegelschicht 4 wird vorteilhaft Strahlung 15, welche von der aktiven Schicht 6 in Richtung des Trägers 11

abgestrahlt wird, in Richtung der Strahlungsausstrittsfläche 14 reflektiert. Auf diese Weise wird eine Absorption der zur Rückseite des optoelektronischen Bauelements 100 emittierten Strahlung im Träger 11 verhindert und auf diese Weise die Effizienz des optoelektronischen Bauelements 100 erhöht.

Zwischen der Spiegelschicht 4 und der Lotschicht 10 sind vorzugsweise eine oder mehrere funktionelle Schichten 9 angeordnet, beispielsweise eine Schichtenfolge 9, die ausgehend von der Spiegelschicht 4 Teilschichten aus Titan, Platin und Gold aufweist. In diesem Fall fungiert die Teilschicht aus Platin vorteilhaft als Diffusionsbarriere, welche die Diffusion von Bestandteilen nachfolgender Schichten in die Spiegelschicht 4 und umgekehrt verhindert. Die Teilschicht aus Gold fungiert aufgrund der hohen elektrischen Leitfähigkeit als Stromaufweitungsschicht und die nachfolgende Titanschicht als Haftvermittlerschicht für weitere nachfolgende Schichten.

Zur Herstellung der externen elektrischen Anschlüsse sind beispielsweise eine erste Kontaktmetallisierung 12 an der Rückseite des Trägers 11 und eine zweite Kontaktmetallisierung 13 auf einem Teilbereich der Strahlungsausstrittsfläche 14 vorgesehen.

Das reflektierende Kontaktschichtsystem, welches durch die erste p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 1, die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht 2, die transparente leitfähige Oxidschicht 3 und die Spiegelschicht 4 gebildet wird, zeichnet sich durch eine hohe Reflektivität für die von der aktiven Zone 6 emittierte Strahlung 15 sowie durch einen sehr geringen Kontaktwiderstand aus. Der

Kontaktwiderstand kann insbesondere $5 \cdot 10^{-5} \Omega\text{cm}^2$ oder weniger betragen.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der
5 Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die
Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von
Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in
den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal
oder diese Kombination selbst nicht explizit in den
10 Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Reflektierendes Kontaktschichtsystem für ein optoelektronisches Bauelement (100), umfassend:
 - 5 - eine erste p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (1),
 - eine transparente leitfähige Oxidschicht (3),
 - eine Spiegelschicht (4), und
 - eine zwischen der ersten p-dotierten Nitridverbindungshalbleiterschicht (1) und der transparenten leitfähigen Oxidschicht (3) angeordnete zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (2),wobei die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (2) an einer der transparenten leitfähigen Oxidschicht (3) zugewandten Grenzfläche (23) N-Face-Domänen (22) aufweist, und wobei die N-Face-Domänen (22) an der Grenzfläche (23) einen Flächenanteil von mindestens 95 % aufweisen.
- 20 2. Reflektierendes Kontaktschichtsystem nach Anspruch 1, wobei die N-Face-Domänen (22) an der Grenzfläche (23) einen Flächenanteil von mindestens 98 % aufweisen.
- 25 3. Reflektierendes Kontaktschichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (2) an der gesamten Grenzfläche (23) N-Face-Domänen (22) aufweist.
- 30 4. Reflektierendes Kontaktschichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Grenzfläche (23) eine rms-Rauheit von weniger

als 7 nm aufweist.

5. Reflektierendes Kontaktschichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 wobei die Grenzfläche (23) eine rms-Rauheit von weniger als 3 nm aufweist.
6. Reflektierendes Kontaktschichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 wobei die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (2) eine Dotierstoffkonzentration von mehr als $2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ aufweist.
7. Reflektierendes Kontaktschichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 wobei die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (2) eine Dotierstoffkonzentration von mehr als $5 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ aufweist.
- 20 8. Reflektierendes Kontaktschichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (2) eine Dicke von mindestens 10 nm aufweist.
- 25 9. Reflektierendes Kontaktschichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (2) mittels Molekularstrahlepitaxie epitaktisch auf die erste p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (1)
30 aufgewachsen ist.

10. Reflektierendes Kontaktschichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die erste p-dotierte Nitridverbindungshalbleiter-Schicht (1) GaN aufweist.

5

11. Reflektierendes Kontaktschichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiter-Schicht (2) GaN aufweist.

10

12. Reflektierendes Kontaktschichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die transparente leitfähige Oxidschicht (3) Indiumzinnoxid oder Zinkoxid aufweist.

15

13. Reflektierendes Kontaktschichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Spiegelschicht (4) Silber enthält.

20

14. Verfahren zur Herstellung eines reflektierenden Kontaktschichtsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei zumindest die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (2) mittels Molekularstrahlepitaxie hergestellt wird.

25

15. Optoelektronisches Bauelement (100) mit einem reflektierenden Kontaktschichtsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei
- das optoelektronische Bauelement (100) eine Epitaxieschichtenfolge (8) aufweist, die einen n-Typ-Halbleiterbereich (5), eine aktive Schicht (6) und einen p-Typ-Halbleiterbereich (7) enthält,

30

- 22 -

- der p-Typ-Halbleiterbereich (7) die erste p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (1) und die zweite p-dotierte Nitridverbindungshalbleiterschicht (2) enthält,
- der n-Typ-Halbleiterbereich (5) einer Strahlungsaustrittsfläche (14) zugewandt ist, und
- der p-Typ-Halbleiterbereich einem Träger (11) zugewandt ist.

FIG 1

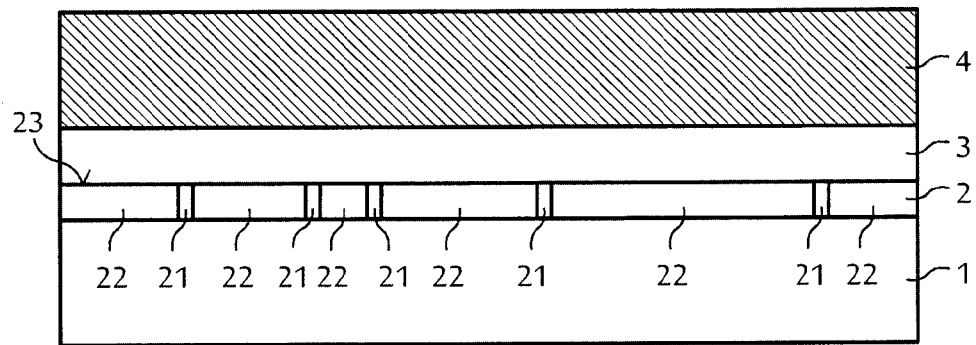
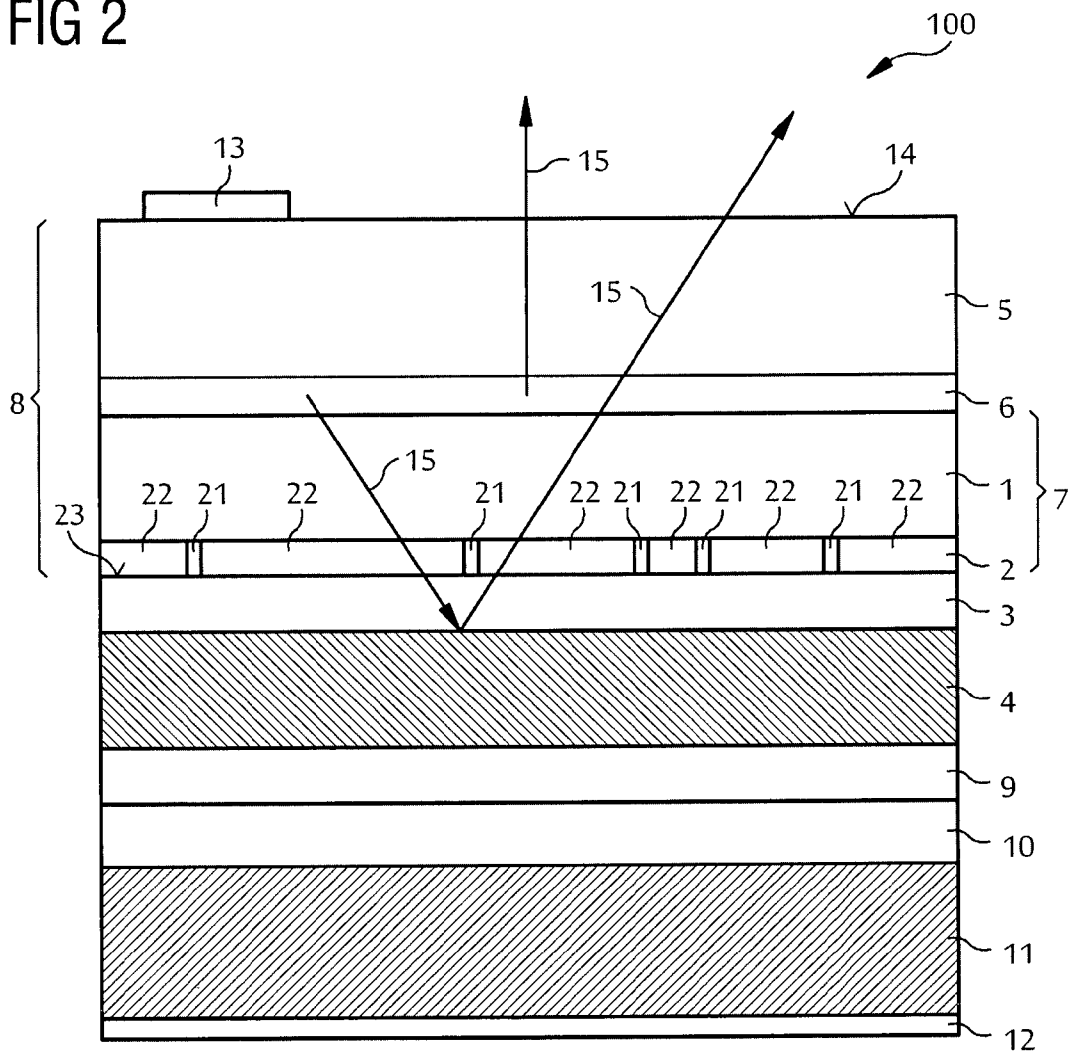


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/065638

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L33/00 H01L33/32 H01L33/40
ADD. H01L33/12

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 H01S

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 10 2008 052405 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 22 April 2010 (2010-04-22) paragraphs [0046], [0047], [0051], [0061] - [0063]; figures 1-3 -----	1-15
A	KR 2011 0081650 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 14 July 2011 (2011-07-14) paragraphs [0023], [0024], [0028], [0029], [0037]; figures 1-4 ----- -/--	1-3



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

29 October 2013

Date of mailing of the international search report

06/11/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chin, Patrick

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/065638

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JENN-BIN HUANG ET AL: "Improvement of ESD Level of GaN-Based LEDs Using Antiparallel Ga- and N-Polar Domains in p-GaN Layer", IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, vol. 32, no. 3, 1 March 2011 (2011-03-01), pages 342-344, XP011348565, ISSN: 0741-3106, DOI: 10.1109/LED.2010.2095828 the whole document -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/065638

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102008052405 A1	22-04-2010	CN 102187484 A	14-09-2011
		DE 102008052405 A1	22-04-2010
		EP 2338182 A1	29-06-2011
		JP 2012506624 A	15-03-2012
		KR 20110086096 A	27-07-2011
		TW 201017938 A	01-05-2010
		US 2011316028 A1	29-12-2011
		WO 2010045907 A1	29-04-2010

KR 20110081650 A	14-07-2011	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L33/00 H01L33/32 H01L33/40
 ADD. H01L33/12

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L H01S

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 2008 052405 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 22. April 2010 (2010-04-22) Absätze [0046], [0047], [0051], [0061] - [0063]; Abbildungen 1-3 -----	1-15
A	KR 2011 0081650 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 14. Juli 2011 (2011-07-14) Absätze [0023], [0024], [0028], [0029], [0037]; Abbildungen 1-4 ----- -/-	1-3



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

29. Oktober 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/11/2013

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

Chin, Patrick

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JENN-BIN HUANG ET AL: "Improvement of ESD Level of GaN-Based LEDs Using Antiparallel Ga- and N-Polar Domains in p-GaN Layer", IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, Bd. 32, Nr. 3, 1. März 2011 (2011-03-01), Seiten 342-344, XP011348565, ISSN: 0741-3106, DOI: 10.1109/LED.2010.2095828 das ganze Dokument -----	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/065638

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008052405 A1	22-04-2010	CN 102187484 A	14-09-2011
		DE 102008052405 A1	22-04-2010
		EP 2338182 A1	29-06-2011
		JP 2012506624 A	15-03-2012
		KR 20110086096 A	27-07-2011
		TW 201017938 A	01-05-2010
		US 2011316028 A1	29-12-2011
		WO 2010045907 A1	29-04-2010

KR 20110081650 A	14-07-2011	KEINE	
