

(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  
12. Januar 2017 (12.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/005829 A1**

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/066060

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. Juli 2016 (07.07.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2015 111 046.6 8. Juli 2015 (08.07.2015) DE

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

(72) Erfinder: **KREUTER, Philipp**; Alfons-Auer-Str. 8 d,  
93053 Regensburg (DE). **BRÖLL, Markus**; Max-Lehner-  
Str. 8, 85354 Freising (DE). **MÜLLER, Jens**;  
Grunewaldstr. 6, 93053 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER  
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**;  
Zusammenschluss Nr. 175, Schloßschmidstr. 5, 80639  
München (DE).

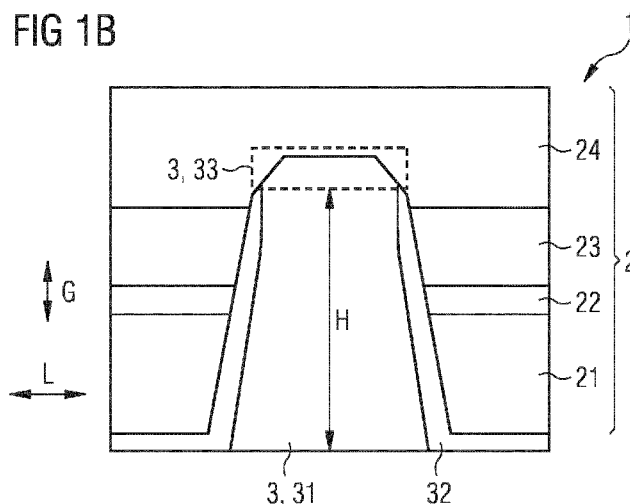
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR CHIP

(54) Bezeichnung : OPTOELEKTRONISCHER HALBLEITERCHIP



(57) Abstract: In at least one embodiment, the optoelectronic semiconductor chip (1) comprises a semiconductor layer sequence (2). The semiconductor layer sequence (2) has a first side (21), a second side (23, 24), and an active zone (22) lying therebetween. The two sides exhibit different conductivity types. The second side (23, 24) is in contact with the first side (21) through the active zone (22) by means of an electric via (3). The via (3) contains a base region (31) which has the shape of a cylinder, a truncated cone, or a truncated pyramid and which is surrounded annularly by an electric insulation layer (32) in the lateral direction perpendicularly to a direction of growth (G) of the semiconductor layer sequence (2). The via (3) has a contact region (33) which has the shape of a truncated cone, a truncated pyramid, a spherical body, or a non-spherical body and which immediately follows the base region (31) along the direction of growth (G) and is in direct contact with the second side (23, 24). A first flank angle (a) of the base region (31) differs from a second flank angle (b) of the contact region (33).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/005829 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

In mindestens einer Ausführungsform umfasst der optoelektronische Halbleiterchip (1) eine Halbleiterschichtenfolge (2). Die Halbleiterschichtenfolge (2) weist eine erste Seite (21) und eine zweite Seite (23, 24) sowie eine dazwischen liegende aktive Zone (22) auf. Die beiden Seiten zeigen unterschiedliche Leitfähigkeitstypen auf. Von der ersten Seite (21) her durch die aktive Zone (22) hindurch ist die zweite Seite (23, 24) mit einer elektrischen Durchkontaktierung (3) kontaktiert. Die Durchkontaktierung (3) beinhaltet einen Basisbereich (31), der als Zylinder, Kegelstumpf oder Pyramidenstumpf geformt ist und der in lateraler Richtung, senkrecht zu einer Wachstumsrichtung (G) der Halbleiterschichtenfolge (2), ringsum von einer elektrischen Isolationsschicht (32) umgeben ist. Die Durchkontaktierung (3) weist einen Kontaktbereich (33) auf, der als Kegelstumpf oder Pyramidenstumpf oder sphärischer oder asphärischer Körper geformt ist und der entlang der Wachstumsrichtung (G) dem Basisbereich (31) unmittelbar nachfolgt sowie in direktem Kontakt mit der zweiten Seite (23, 24) steht. Ein erster Flankenwinkel (a) des Basisbereichs (31) ist anders als ein zweiter Flankenwinkel (b) des Kontaktbereichs (33).

Beschreibung

Optoelektronischer Halbleiterchip

5 Es wird ein optoelektronischer Halbleiterchip angegeben.

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, einen  
optoelektronischen Halbleiterchip anzugeben, der effizient  
elektrisch kontaktierbar ist und der eine hohe  
10 Strahlungsauskoppeleffizienz aufweist.

Diese Aufgabe wird unter anderem durch einen  
optoelektronischen Halbleiterchip mit den Merkmalen des  
unabhängigen Patentanspruchs gelöst. Bevorzugte  
15 Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der  
optoelektronische Halbleiterchip zur Erzeugung von Strahlung  
eingerrichtet. Insbesondere handelt es sich bei dem  
20 Halbleiterchip um einen Leuchtdiodenchip, auch als LED-Chip  
bezeichnet. Beispielsweise wird von dem optoelektronischen  
Halbleiterchip im Betrieb sichtbares Licht, ultraviolette  
Strahlung oder infrarote Strahlung emittiert.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der  
Halbleiterchip eine Halbleiterschichtenfolge. Die  
Halbleiterschichtenfolge ist beispielsweise epitaktisch  
gewachsen. Die Halbleiterschichtenfolge basiert bevorzugt auf  
einem III-V-Verbindungshalbleitermaterial. Bei dem  
30 Halbleitermaterial handelt es sich zum Beispiel um ein  
Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial wie  $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$  oder  
um ein Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial wie  
 $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{P}$  oder auch um ein Arsenid-

Verbindungshalbleitermaterial wie  $Al_nIn_{1-n-m}Ga_mAs$  oder auch  $AlInGaAsP$ , wobei jeweils  $0 \leq n \leq 1$ ,  $0 \leq m \leq 1$  und  $n + m \leq 1$  ist. Dabei kann die Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Der Einfachheit halber sind jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters der Halbleiterschichtenfolge, also Al, As, Ga, In, N oder P, angegeben, auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt und/oder ergänzt sein können.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die Halbleiterschichtenfolge eine erste Seite und eine zweite Seite sowie eine dazwischen liegende aktive Zone. Die aktive Zone ist zur Strahlungserzeugung eingerichtet. Die erste Seite und die zweite Seite können jeweils eine oder mehrere Teilschichten der Halbleiterschichtenfolge umfassen. Dabei weisen die erste und die zweite Seite unterschiedliche, voneinander verschiedene Leitfähigkeitstypen auf.

15

Beispielsweise ist die erste Seite ein gesamtes p-dotiertes Gebiet der Halbleiterschichtenfolge und die zweite Seite ein gesamtes n-dotiertes Gebiet oder umgekehrt. Die erste Seite, die aktive Zone und die zweite Seite folgen entlang einer Wachstumsrichtung der Halbleiterschichtenfolge aufeinander, bevorzugt unmittelbar aufeinander.

20

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der Halbleiterchip eine oder, bevorzugt, mehrere Durchkontaktierungen. Die mindestens eine Durchkontaktierung ist zur Bestromung der zweiten Seite eingerichtet. Von der ersten Seite her durchläuft die Durchkontaktierung die aktive Zone und reicht bis in die zweite Seite hinein, so dass die zweite Seite elektrisch mittels der Durchkontaktierung kontaktiert ist. Dass die Durchkontaktierung durch die aktive

30

Zone hindurch verläuft, kann bedeuten, dass in Draufsicht gesehen die Durchkontaktierung ringsum von einer geschlossenen Bahn der aktiven Zone umgeben ist. Dabei befindet sich zwischen der Durchkontaktierung und der aktiven  
5 Zone bevorzugt kein evakuierter oder gasgefüllter Spalt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Durchkontaktierung einen Basisbereich auf. Der Basisbereich kann sich hin in Richtung zur zweiten Seite verzüngen. Der  
10 Basisbereich ist insbesondere als Zylinder, Kegelstumpf oder als Pyramidenstumpf geformt. Dabei schließen die Begriffe Zylinder und Kegelstumpf mit ein, dass der Kegel oder Zylinder, in Draufsicht gesehen, als Grundform auch eine Ellipse aufweisen kann. Herstellungsbedingt ist es möglich,  
15 dass die Form der Durchkontaktierung von der Idealform eines Kegelstumpfes oder eines Pyramidenstumpfes geringfügig abweichen kann.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Basisbereich  
20 der Durchkontaktierung ringsum von einer elektrischen Isolationsschicht umgeben, bevorzugt unmittelbar umgeben. Das heißt, ringsum entlang einer lateralen Richtung folgt dann auf die Durchkontaktierung in dem Basisbereich nach außen hin eine elektrische Isolationsschicht. Zwischen dem Basisbereich  
25 und der Halbleiterschichtenfolge besteht dann bevorzugt kein unmittelbarer elektrischer Kontakt. Die laterale Richtung ist dabei senkrecht zur Wachstumsrichtung der Halbleiterschichtenfolge orientiert.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Durchkontaktierung einen Kontaktbereich auf. Der Kontaktbereich folgt, in Richtung weg von der ersten Seite,

dem Basisbereich unmittelbar nach. Insbesondere sind der Basisbereich und der Kontaktbereich einstückig ausgebildet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform stellt der Kontaktbereich eine Erhebung über den Basisbereich hinweg dar, in Richtung parallel zur Wachstumsrichtung. Dabei weist der Kontaktbereich bevorzugt die Form eines Kegelstumpfes oder eines Pyramidenstumpfes auf. Alternativ ist es möglich, dass der Kontaktbereich als Halbkugel oder Halbellipsoid oder domförmiger, sphärischer oder auch asphärischer Körper gestaltet ist. Bevorzugt jedoch weist der Kontaktbereich eine ebene oder näherungsweise ebene Begrenzungsfläche hin zur Halbleiterschichtenfolge auf, in Richtung weg von dem Basisbereich.

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform steht der Kontaktbereich in direktem Kontakt mit der zweiten Seite der Halbleiterschichtenfolge, insbesondere nur mit der zweiten Seite. Hierdurch ist es möglich, dass über den Kontaktbereich ein Strom in die zweite Seite eingepreßt wird.

20

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Basisbereich einen ersten Flankenwinkel auf und der Kontaktbereich einen zweiten Flankenwinkel. Die Flankenwinkel sind dabei die Winkel zwischen der lateralen Richtung und den Seitenflächen des Basisbereichs und des Kontaktbereichs. Die Winkel werden dabei bevorzugt gemessen in einer Ebene, in der sowohl die laterale Richtung als auch die Wachstumsrichtung liegen. Der erste Flankenwinkel ist besonders bevorzugt von dem zweiten Flankenwinkel verschieden. Mit anderen Worten gehen dann der Basisbereich und der Kontaktbereich durch einen Knick oder durch eine Krümmung der Mantelflächen ineinander über.

25

30

In mindestens einer Ausführungsform umfasst der optoelektronische Halbleiterchip, der bevorzugt ein LED-Chip ist, eine Halbleiterschichtenfolge. Die Halbleiterschichtenfolge weist eine erste Seite und eine  
5 zweite Seite sowie eine dazwischen liegende aktive Zone auf. Die beiden Seiten zeigen unterschiedliche Leitfähigkeitstypen auf. Von der ersten Seite her durch die aktive Zone hindurch ist die zweite Seite mit mindestens einer Durchkontaktierung elektrisch kontaktiert. Die Durchkontaktierung beinhaltet  
10 einen Basisbereich, der bevorzugt als Zylinder, Kegelstumpf oder als Pyramidenstumpf geformt ist und der in lateraler Richtung, senkrecht zu einer Wachstumsrichtung der Halbleiterschichtenfolge, ringsum von einer elektrischen Isolationsschicht umgeben ist. Die Durchkontaktierung weist  
15 ferner einen Kontaktbereich auf, der als sphärischer oder asphärischer oder, bevorzugt, ebenfalls als Kegelstumpf oder als Pyramidenstumpf geformt ist und der in Richtung parallel zur Wachstumsrichtung dem Basisbereich unmittelbar nachfolgt sowie in direktem Kontakt mit der zweiten Seite steht. Ein  
20 erster Flankenwinkel des Basisbereichs ist anders als ein zweiter Flankenwinkel des Kontaktbereichs, jeweils bezogen auf die laterale Richtung.

In Leuchtdiodenchips kann es zu einer lateralen Wellenleitung  
25 in einer aktiven Zone kommen, wenn die aktive Zone einen höheren Brechungsindex aufweist als umgebendes Halbleitermaterial. Eine Wellenleitung in der aktiven Zone resultiert im Regelfall in einer Reduktion einer Auskoppelwahrscheinlichkeit und führt zu erhöhten optischen  
30 Verlusten durch Reabsorption in der aktiven Zone. Ferner ist ein Durchmesser von Vias, auch als Durchkontaktierungen bezeichnet, die durch die aktive Zone hindurchgeführt werden, aufgrund von an dieser Grenzfläche entstehenden

nichtstrahlenden Rekombinationszentren klein zu halten. Dies führt jedoch zu einer Begrenzung einer Via-Kontaktfläche mit der Halbleiterschichtenfolge und damit zu einer Begrenzung für eine Reduzierung eines Serienwiderstandsbeitrags durch die Vias. Bei solchen Vias ist typischerweise die Kontaktfläche gleich einer Kopffläche der Vias. Somit ist ein Serienwiderstandsbeitrag der Vias durch deren Durchmesser beschränkt.

10 Im Fall von schrägen Seitenflächen von Vias kann in der aktiven Zone geführtes Licht an den Vias streuen. Eine weitere Möglichkeit, um eine laterale Wellenleitung zu verhindern oder abzuschwächen, sind geätzte Mikroprismen, die sehr nah an die aktive Zone herangeführt werden, um Licht zu streuen.

Bei dem hier beschriebenen Halbleiterchip können einerseits Durchkontaktierungen zur Verbesserung einer Lichtauskoppelleffizienz verwendet werden. Durch die Unterteilung der Durchkontaktierung in einen Kontaktbereich und in einen Basisbereich sind gleichzeitig die elektrischen Eigenschaften optimierbar.

Mit anderen Worten werden die Kontaktflächen der Durchkontaktierung bei gleicher lateraler Größe bei dem hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterchip vergrößert. Dies wird dadurch erreicht, dass die Durchkontaktierungen als Kegelstümpfe mit gestuftem Flankenwinkel ausgeführt werden. Somit ist ein oberer Teil der Durchkontaktierungen, der Kontaktbereich, an den Mantelflächen nicht passiviert und schließt elektrisch an die Halbleiterschichtenfolge an. In dem Kontaktbereich, in dem die Durchkontaktierung elektrisch an die Halbleiterschichtenfolge angekoppelt ist, ist der

zweite Flankenwinkel zwischen einer Mantellinie und einer Kegelachse vom entsprechenden Winkel der verbleibenden Durchkontaktierung, also des Basisbereichs, verschieden.

- 5 Dabei sind möglichst große zweite Flankenwinkel, also möglichst parallel zur Wachstumsrichtung, für den Kontaktbereich bevorzugt, um eine besonders große Kontaktfläche zu erzielen. Hierbei sind allerdings durch Prozessparameter dem zweiten Flankenwinkel unter Umständen
- 10 Grenzen gesetzt. Der zweite Flankenwinkel ist dabei unabhängig vom ersten Flankenwinkel optimierbar, so dass die optischen Eigenschaften durch den Kontaktbereich bevorzugt nicht oder nicht signifikant beeinträchtigt werden. Somit ist durch die Aufteilung in den Kontaktbereich und den
- 15 Basisbereich eine unabhängige Optimierung der optischen und der elektrischen Eigenschaften möglich.

- Da die Mantelflächen der Durchkontaktierungen zur Streuung des in der aktiven Zone erzeugten Lichts verwendet werden
- 20 können, kann auf eine zusätzliche Mikroprismenätzung, die einen Stromfluss in lateraler Richtung durch die aktive Zone stark einschnüren und sich negativ auf die Verlässlichkeit des Halbleiterchips auswirken, verzichtet werden. Die für den elektrischen Anschluss des Bauteils benötigten
- 25 Durchkontaktierungen können gleichzeitig hinsichtlich ihres Kontaktwiderstands optimiert als auch zur Optimierung der optischen Eigenschaften, insbesondere der Lichtauskopplung, genutzt werden.

- 30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform unterscheiden sich der erste Flankenwinkel und der zweite Flankenwinkel insbesondere betragsmäßig um mindestens  $3^\circ$  oder  $10^\circ$  oder  $15^\circ$  voneinander. Alternativ oder zusätzlich liegt dieser Unterschied bei

höchstens 90° oder 35° oder 25° oder 20°. Dabei ist der erste Flankenwinkel bevorzugt größer als der zweite Flankenwinkel.

5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform beträgt der erste Flankenwinkel mindestens 40° oder 50° und/oder liegt bei höchstens 90° oder 70° oder 60°. Alternativ oder zusätzlich liegt der zweite Flankenwinkel bei mindestens 20° oder 25° oder 35° und/oder bei höchstens 120° oder 90° oder 65° oder 55° oder 45°.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Kontaktbereich eine Höhe, in Richtung parallel zur Wachstumsrichtung, auf, die bei mindestens 0,05 µm oder 0,2 µm oder 0,4 µm liegt. Alternativ oder zusätzlich beträgt 15 diese Höhe höchstens 4 µm oder 2 µm oder 1,5 µm.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform gilt für die Höhe  $h$  des Kontaktbereichs und für einen mittleren Durchmesser  $d_1$  der Durchkontaktierung:  $1 \leq d_1/h$  oder  $3 \leq d_1/h$  oder  $7 \leq d_1/h$  20 und/oder  $d_1/h \leq 10$  oder  $d_1/h \leq 20$  oder  $d_1/h \leq 30$ . Dabei ist  $d_1$  der mittlere Durchmesser der Durchkontaktierung an der Grenze zwischen dem Kontaktbereich und dem Basisbereich, entlang der lateralen Richtung.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt der mittlere Durchmesser  $d_1$  bei mindestens 1 µm oder 2 µm oder 4 µm. Alternativ oder zusätzlich liegt der mittlere Durchmesser  $d_1$  bei höchstens 50 µm oder 40 µm oder 30 µm.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Basisbereich eine Basishöhe auf, in Richtung parallel zur Wachstumsrichtung. Die Basishöhe beträgt mindestens 200 nm oder 1 µm oder 2 µm und/oder höchstens 30 µm oder 15 µm oder

5  $\mu\text{m}$ . Es gilt alternativ oder zusätzlich, dass die Basishöhe mindestens so groß ist wie eine Summe der Dicken der aktiven Zone und der ersten Seite + 100 nm dieser Dicken.

5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform gilt für die Basishöhe  $H$  und für die  $h$  des Kontaktbereichs zumindest einer der folgenden Zusammenhänge:  $0,2 \leq H/h$  oder  $3 \leq H/h$  oder  $6 \leq H/h$  und/oder  $H/h \leq 15$  oder  $H/h \leq 30$  oder  $H/h \leq 40$ .

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Kontaktbereich an einer Grenzfläche zur Halbleiterschichtenfolge hin eines oder mehrerer der folgenden Materialien auf oder besteht dort aus einem oder mehrerer dieser Materialien: Au, Ag, Indium-Zinn-Oxid oder  
15 kurz ITO, ZnO, Ni, Ge, Zn, Rh, Pd, Pt, Ti.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform besteht der Basisbereich überwiegend aus einem oder mehrerer der folgenden Materialien: Ag, Au, ITO, ZnO, Ni, Ge, Zn, Rh, Pd,  
20 Pt, Ti, Sn, W. Überwiegend bedeutet dabei, dass ein Masse-Anteil und/oder ein Volumenanteil des entsprechenden Materials bei mindestens 50 % oder 75 % liegt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform handelt es sich bei der  
25 Durchkontaktierung um eine metallische Durchkontaktierung. Das heißt, die Durchkontaktierung ist dann aus einem oder mehreren Metallen gebildet. Die metallischen Bestandteile an der Durchkontaktierung machen dann bevorzugt mindestens 90 Masse-% oder 95 Masse-% oder 99 Masse-% aus.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird in der aktiven Zone eine Strahlung mit einer Hauptwellenlänge erzeugt. Die

Hauptwellenlänge ist dabei diejenige Wellenlänge, bei der eine maximale Intensität liegt, gemessen in W oder W/nm.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die

5 Isolationsschicht, die den Basisbereich der Durchkontaktierung umgibt, eine mittlere Dicke auf. Die mittlere Dicke wird dabei in eine Richtung senkrecht zu einer Mantelfläche des Basisbereichs bestimmt.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform gilt hinsichtlich der Hauptwellenlänge  $\lambda$  und der mittleren Dicke  $D$  der Isolationsschicht der folgende Zusammenhang:  $D > \lambda/4n$  oder  $D > 3\lambda/8n$  oder  $D > 5\lambda/8n$  und/oder  $D < 2\lambda/n$  oder  $D < 3\lambda/2n$  oder  $D < 3\lambda/4n$ . Dabei ist  $n$  der Brechungsindex der  
15 Isolationsschicht bei der Hauptwellenlänge.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform verjüngt sich die Isolationsschicht in Richtung hin zu dem Kontaktbereich.

Dabei kann eine Dicke der Isolationsschicht in Richtung hin  
20 zum Kontaktbereich kontinuierlich abnehmen. Die Dickenabnahme kann linear oder näherungsweise linear erfolgen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der

Halbleiterchip eine Vielzahl der Durchkontaktierungen auf. In  
25 Draufsicht gesehen liegt dabei eine Flächendichte der Durchkontaktierungen bevorzugt bei mindestens  $20/\text{mm}^2$  oder  $30/\text{mm}^2$  oder  $20/\text{mm}^2$  oder  $50/\text{mm}^2$ . Alternativ oder zusätzlich liegt die Dichte der Kontaktierungen bei höchstens  $500/\text{mm}^2$  oder  $300/\text{mm}^2$  oder  $150/\text{mm}^2$ . Die Durchkontaktierungen sind  
30 dabei bevorzugt in einem regelmäßigen Muster angeordnet, in Draufsicht gesehen. Beispielsweise sind die Durchkontaktierungen in einem quadratischen oder rechteckigen oder hexagonalen Raster angebracht. Entsprechende mittlere

Abstände zwischen benachbarten Durchkontaktierungen ergeben sich aus der Flächendichte der Durchkontaktierungen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform basiert die

5 Halbleiterschichtenfolge auf dem Materialsystem AlInAsGaP oder AlInGaP. Der Halbleiterchip ist dann bevorzugt zur Emission von gelbem, orangem oder rotem Licht oder von nahinfraroter Strahlung eingerichtet.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die zweite Seite p-dotiert und die erste Seite ist n-dotiert. Es ist möglich, dass die zweite Seite eine Dotierschicht sowie eine Kontaktschicht umfasst oder hieraus besteht. Dabei ist die Kontaktschicht höher dotiert als die Dotierschicht,  
15 beispielsweise um mindestens einen Faktor 2 oder 5 oder 10 höher dotiert. Die Dotierschicht grenzt beispielsweise unmittelbar an die aktive Zone, ist bevorzugt jedoch von der aktiven Zone beabstandet. Aufgrund der geringeren Dotierstoffkonzentration ist es möglich, dass die  
20 Dotierschicht eine höhere Kristallqualität aufweist als die Kontaktschicht, wodurch auch eine Qualität der aktiven Zone verbesserbar ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform reicht die

25 Durchkontaktierung bis in die Kontaktschicht hinein. Mit anderen Worten endet dann der Kontaktbereich der Durchkontaktierung in der Kontaktschicht. Insbesondere befindet sich der Kontaktbereich der Durchkontaktierung vollständig in der Kontaktschicht. Eine entsprechende  
30 Aufteilung in eine Dotierschicht und in eine Kontaktschicht kann auch an der ersten Seite vorliegen.

Nachfolgend wird ein hier beschriebener optoelektronischer Halbleiterchip unter Bezugnahme auf die Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

Es zeigen:

10

Figur 1 schematische Schnittdarstellungen eines Ausführungsbeispiels eines hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterchips,

15

Figur 2 eine schematische Schnittdarstellung einer Abwandlung eines Halbleiterchips, und

20

Figur 3 schematische Schnittdarstellungen von Verfahrensschritten zur Herstellung eines hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterchips.

25

In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterchips 1 gezeigt. Dabei stellen die Figuren 1B und 1C Ausschnittsvergrößerungen aus der Figur 1A dar.

30

Der Halbleiterchip 1 umfasst eine Halbleiterschichtenfolge 2. Die Halbleiterschichtenfolge 2 beinhaltet eine erste Seite 21 und eine zweite Seite 23. Beispielsweise ist die erste Seite 21 n-leitend und die zweite Seite 23 p-leitend. Zwischen den beiden Seiten 21, 23 befindet sich eine aktive Zone 22 zur Erzeugung von Strahlung. Beispielsweise basiert die Halbleiterschichtenfolge 2 auf dem Materialsystem AlInGaP.

Ausgehend von einem Träger 4 erstrecken sich mehrere Durchkontaktierungen 3 durch die erste Seite 21 und durch die aktive Zone 22 hindurch bis in die zweite Seite 23. Durch die elektrischen Durchkontaktierungen 3 ist die zweite Seite 23 somit elektrisch kontaktiert. Zwischen den Durchkontaktierungen 3 und der Halbleiterschichtenfolge 2 befindet sich in einer lateralen Richtung L, senkrecht zu einer Wachstumsrichtung G der Halbleiterschichtenfolge 2, eine elektrische Isolationsschicht 32. An Seitenflächen der Durchkontaktierungen 3 und an einer Grenzfläche hin zu dem Träger 4 erfolgt eine Reflexion der Strahlung R hin zu Lichtauskoppelstrukturen 5 an einer dem Träger 4 abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge 2.

15

Die erste Seite 21 kann direkt elektrisch kontaktiert sein. Alternativ ist es möglich, dass sich zwischen dem Träger 4 und der ersten Seite 21 eine nicht dargestellte Stromaufweitungsschicht befindet, beispielsweise in Form eines metallischen Spiegels.

20

Die Durchkontaktierungen 3, siehe die Figuren 1B und 1C, weisen jeweils einen Basisbereich 31 und einen Kontaktbereich 33 auf. Der Basisbereich 31 ist ringsum von der Isolationsschicht 32 umgeben, entlang der lateralen Richtung L. Damit erfolgt kein direkter Stromfluss aus dem Basisbereich 31 in die Halbleiterschichtenfolge 2. Der Kontaktbereich 33 folgt entlang der Wachstumsrichtung G dem Basisbereich 31 unmittelbar nach und ist einstückig mit diesem ausgebildet. Im Kontaktbereich 33 steht die Durchkontaktierung 3 in direktem Kontakt mit der Halbleiterschichtenfolge 2.

30

Sowohl der Kontaktbereich 33, in Figur 1B gekennzeichnet durch ein mit einer Strich-Linie gezeichnetes Rechteck, als auch der Basisbereich 31 sind kegelstumpfförmig gestaltet. Bezogen auf die laterale Richtung L weist eine Mantelfläche des Basisbereichs 31 einen Flankenwinkel  $a$  auf und der Kontaktbereich 33 einen Flankenwinkel  $b$ . Der erste Flankenwinkel  $a$  des Basisbereichs 31 ist dabei größer als der zweite Flankenwinkel  $b$  des Kontaktbereichs. Eine den Basisbereich 31 abgewandte Oberseite des Kontaktbereichs 33 kann eben oder näherungsweise eben gestaltet sein. Abweichend von der Darstellung in Figur 1 ist es alternativ auch möglich, dass der erste Flankenwinkel  $a$  des Basisbereichs 31 kleiner oder gleich dem zweiten Flankenwinkel  $b$  des Kontaktbereichs ist.

15

Dadurch, dass die Isolationsschicht 32 teilweise nicht an den Seitenflächen der Durchkontaktierung 3 aufgebracht ist, ist der Kontaktbereich 33 gebildet. Hierdurch ist eine Kontaktfläche zwischen der Halbleiterschichtenfolge 3 und der Durchkontaktierung 3 vergrößert, so dass ein Serienwiderstand senkbar ist. Zusätzlich erfolgt durch die Durchkontaktierungen 3 eine Streuung oder Umlenkung von Strahlung  $R$ , die in der aktiven Zone 22 geführt wird. Hierdurch ist eine erhöhte Lichtauskoppelleffizienz erzielbar.

25

Die Höhe  $H$  des Basisbereichs 31 beträgt beispielsweise  $4\ \mu\text{m}$ . Eine Höhe  $h$  des Kontaktbereichs 33 liegt beispielsweise bei  $0,5\ \mu\text{m}$ . Ein erster Durchmesser  $d_1$ , an den der Kontaktbereich 33 und der Basisbereich 31 aneinanderstoßen, liegt zum Beispiel bei  $4\ \mu\text{m}$ . Der erste Flankenwinkel  $a$  beträgt zum Beispiel  $65^\circ$  und der zweite Flankenwinkel  $b$  beispielsweise  $55^\circ$ . Die genannten Werte gelten zum Beispiel mit einer Toleranz von höchstens 50 % oder 25 % oder 10 %.

30

Ein zweiter Durchmesser  $d_2$  an der Oberseite des Kontaktbereichs 33 ergibt sich trigonometrisch aus der Höhe  $h$  des Kontaktbereichs 33 und dem ersten Durchmesser  $d_1$ .

5 Bevorzugt wird der zweite Flankenwinkel  $b$  möglichst groß gewählt, ebenso wie die Höhe  $h$  des Kontaktbereichs 33. Der Basisbereich 31 besteht bevorzugt überwiegend aus Silber und/oder Gold. Im Kontaktbereich 33 befindet sich hin zur  
10 Kontaktschicht, nicht gezeichnet, etwa aus Platin. Dünn meint zum Beispiel eine Dicke von höchstens 500 nm oder 100 nm oder 30 nm.

In Figur 2 ist eine Abwandlung eines Halbleiterchips  
15 dargestellt. Gemäß Figur 2, siehe das strichlierte Rechteck, weist die Durchkontaktierung 3 eine flache Oberseite auf, ohne dem abgestuften Kontaktbereich aus Figur 1. Hierdurch ist eine elektrische Kontaktfläche zwischen der  
Durchkontaktierung 3 und der Halbleiterschichtenfolge 2  
20 reduziert.

Optional, wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen, kann die zweite Seite aus zwei Schichten 23, 24  
zusammengesetzt sein. Bei der Schicht 23 handelt es sich etwa  
25 um eine Dotierschicht mit einer vergleichsweise niedrigen Dotierung, um eine hohe Kristallqualität zu erzielen. Die Kontaktschicht 24 ist bevorzugt hoch dotiert, um eine effiziente laterale Stromaufweitung zu gewährleisten. Anders  
als in Figur 1 dargestellt kann auch die erste Seite 21 aus  
30 mehreren Teilschichten zusammengesetzt sein.

In Figur 3 ist ein Herstellungsverfahren für die Durchkontaktierungen 3 schematisch illustriert. Gemäß Figur

3A wird ein Loch 6 in die Halbleiterschichtenfolge 2 geätzt. Das gestufte Loch 6 wird beispielsweise mittels Variation eines chemischen Ätzanteils und/oder durch Schichten in der Halbleiterschichtenfolge 2 mit unterschiedlichen  
5 Ätzisotropien erreicht. Bei dem Ätzen kann es sich um ein isotropes oder anisotropes Nassätzen oder um ein gerichtetes Trockenätzen handeln.

In Figur 3B ist gezeigt, dass nachfolgend ein Material für die Isolationsschicht 22 aufgebracht wird. Dieses Material  
10 wird beispielsweise an allen freiliegenden Flächen mit einer vergleichsweise großen Dicke aufgebracht.

Nachfolgend wird, siehe Figur 3C, über ein gerichtetes  
15 Trockenätzen das Material für die Isolationsschicht 32 stellenweise wieder entfernt. Dabei wird dieses Material auf in Figur 3 waagrechten Flächen und im Bereich des zukünftigen Kontaktbereichs vollständig entfernt, während an den steileren Mantelflächen des zukünftigen Basisbereichs eine  
20 Restpassivierung für die Isolationsschicht 32 verbleibt. Anschließend wird, nicht dargestellt, das Loch 6 mit einem oder mit mehreren Metallen verfüllt.

Gemäß Figur 3 ist auch die erste Seite 21 der  
25 Halbleiterschichtenfolge aus zwei Schichten 21, 20 zusammengesetzt. Bei der Schicht 20 kann es sich um eine Stromaufweitungsschicht handeln.

Die hier beschriebene Erfindung ist nicht durch die  
30 Beschreibung anhand der 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 Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

- 5 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2015 111 046.6, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

## Bezugszeichenliste

	1	optoelektronischer Halbleiterchip
	2	Halbleiterschichtenfolge
5	20	n-Kontaktschicht der Halbleiterschichtenfolge
	21	n-leitende Seite der Halbleiterschichtenfolge
	22	aktive Zone der Halbleiterschichtenfolge
	23	p-leitende Seite der Halbleiterschichtenfolge
	24	p-Kontaktschicht der Halbleiterschichtenfolge
10	3	Durchkontaktierung
	31	Basisbereich
	32	elektrische Isolationsschicht
	33	Kontaktbereich
	4	Träger
15	5	Lichtauskoppelstruktur
	6	Loch
	a	erster Flankenwinkel (Basisbereich)
	b	zweiter Flankenwinkel (Kontaktbereich)
20	d1	maximaler Durchmesser des Kontaktbereichs
	d2	minimaler Durchmesser des Kontaktbereichs
	G	Wachstumsrichtung
	h	Höhe des Kontaktbereichs
	H	Basishöhe
25	L	laterale Richtung
	R	Strahlung

## Patentansprüche

1. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) mit
- einer Halbleiterschichtenfolge (2) mit einer ersten  
5 Seite (21) und einer zweiten Seite (23, 24) sowie einer  
dazwischen liegenden aktiven Zone (22), wobei die beiden  
Seiten (21, 22, 23) unterschiedliche Leitfähigkeitstypen  
aufweisen, und
  - mindestens einer Durchkontaktierung (3), die von der  
10 ersten Seite (21) her durch die aktive Zone (22)  
hindurch die zweite Seite (23, 24) elektrisch  
kontaktiert,  
wobei
  - die Durchkontaktierung (3) einen Basisbereich (31)  
15 aufweist, der als Zylinder, Kegelstumpf oder als  
Pyramidenstumpf geformt ist und der in lateraler  
Richtung (L), senkrecht zu einer Wachstumsrichtung (G)  
der Halbleiterschichtenfolge (2), ringsum von einer  
elektrischen Isolationsschicht (32) umgeben ist,
  - die Durchkontaktierung (3) einen Kontaktbereich (33)  
20 aufweist, der als Kegelstumpf oder als Pyramidenstumpf  
oder als sphärischer oder asphärischer Körper geformt  
ist, der in Richtung parallel zur Wachstumsrichtung (G)  
dem Basisbereich (31) unmittelbar nachfolgt und der in  
25 direktem Kontakt mit der zweiten Seite (23, 24) steht,  
und
  - ein erster Flankenwinkel (a) des Basisbereichs (31)  
anders ist als ein zweiter Flankenwinkel (b) des  
Kontaktbereichs (33), jeweils bezogen auf die laterale  
30 Richtung (L).
2. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach dem  
vorhergehenden Anspruch,

bei dem der erste Flankenwinkel (a) um mindestens  $3^\circ$  und um höchstens  $25^\circ$  größer ist als der zweite Flankenwinkel (b),

5 wobei der Kontaktbereich (33) als Kegelstumpf oder als Pyramidenstumpf geformt ist.

3. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

10 bei dem der erste Flankenwinkel (a) zwischen einschließlich  $40^\circ$  und  $70^\circ$  beträgt und der zweite Flankenwinkel (b) zwischen einschließlich  $25^\circ$  und  $55^\circ$  liegt.

4. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

15 bei dem eine Höhe (h) des Kontaktbereichs (33), in Richtung parallel zur Wachstumsrichtung (G), zwischen einschließlich  $0,05 \mu\text{m}$  und  $4 \mu\text{m}$  beträgt.

5. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

20 bei dem für die Höhe h des Kontaktbereichs (33) und für einen mittleren Durchmesser d1 der Durchkontaktierung (3) an der Grenze zwischen dem Kontaktbereich (33) und dem Basisbereich (31) gilt:  $1 \leq d1/h \leq 30$ .

6. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach dem vorhergehenden Anspruch,

25 bei dem der mittlere Durchmesser (d1) zwischen einschließlich  $1 \mu\text{m}$  und  $50 \mu\text{m}$  beträgt.

7. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei dem eine Basishöhe (H) des Basisbereichs (31), in

Richtung parallel zur Wachstumsrichtung (G), zwischen einschließlich 200 nm und 30  $\mu\text{m}$  liegt, wobei für die Basishöhe H und die Höhe h des Kontaktbereichs (33) gilt:  $0,2 \leq H/h \leq 40$ .

- 5 8. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Kontaktbereich (33) an einer Grenzfläche zur Halbleiterschichtenfolge (2) eines oder mehrerer der folgenden Materialien aufweist oder aus einem oder  
10 mehreren dieser Materialien besteht: Au, Ag, ITO, ZnO, Ni, Ge, Zn, Rh, Pd, Pt, Ti, wobei der Basisbereich (31) überwiegend aus einem oder mehreren der folgenden Materialien besteht: Ag, Au, ITO, ZnO, Ni, Ge, Zn, Rh, Pd, Pt, Ti, Sn, W.
- 15 9. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem in der aktiven Zone (22) eine Strahlung mit einer Hauptwellenlänge  $\lambda$  emittiert wird und hinsichtlich einer mittleren Dicke D der Isolationsschicht (32) gilt:  
20  $D > \lambda/4n$ , wobei n der Brechungsindex der Isolationsschicht (32) bei der Hauptwellenlänge ( $\lambda$ ) ist.
10. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
25 bei dem sich die Isolationsschicht (32) in Richtung hin zum Kontaktbereich (33) verjüngt.
11. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der eine Vielzahl der Durchkontaktierungen (3) umfasst,

wobei in Draufsicht gesehen mindestens 20 und höchstens 500 der Durchkontaktierungen (3) pro mm<sup>2</sup> vorhanden sind.

12. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

5 bei dem die Halbleiterschichtenfolge (3) auf dem Materialsystem AlInGaP oder AlInGaAsP basiert.

13. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

10 bei dem die zweite Seite p-dotiert ist und eine Dotierschicht (23) sowie eine höher dotierte Kontaktschicht (24) aufweist und die Dotierschicht (23) zwischen der Kontaktschicht (24) und der aktiven Zone (22) liegt,

15 wobei die mindestens eine Durchkontaktierung (3) bis in die Kontaktschicht (24) reicht.



FIG 2

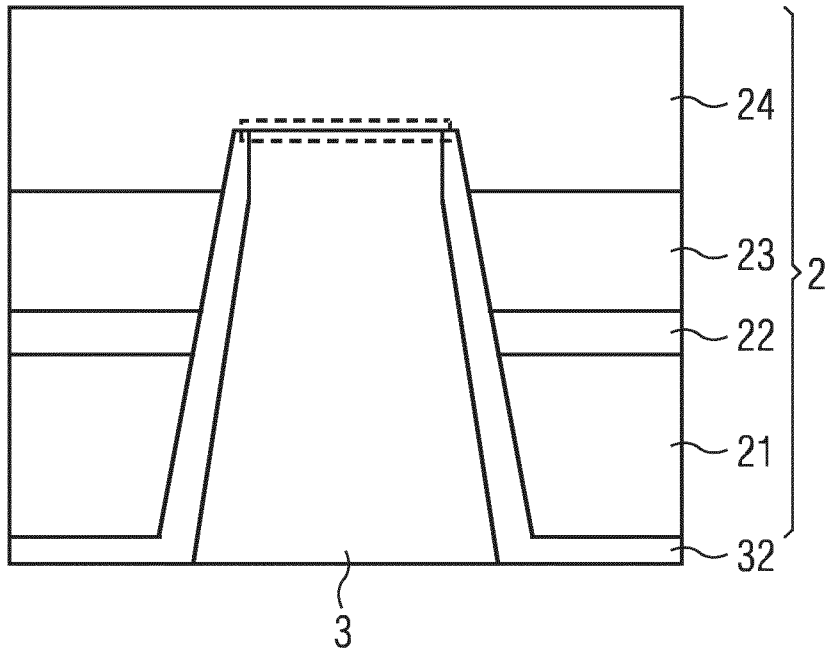


FIG 3A

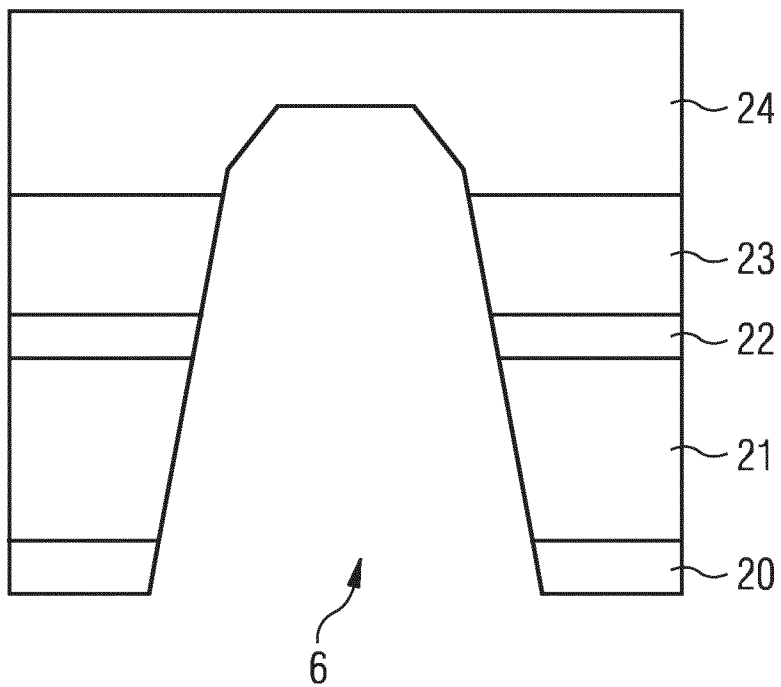


FIG 3B

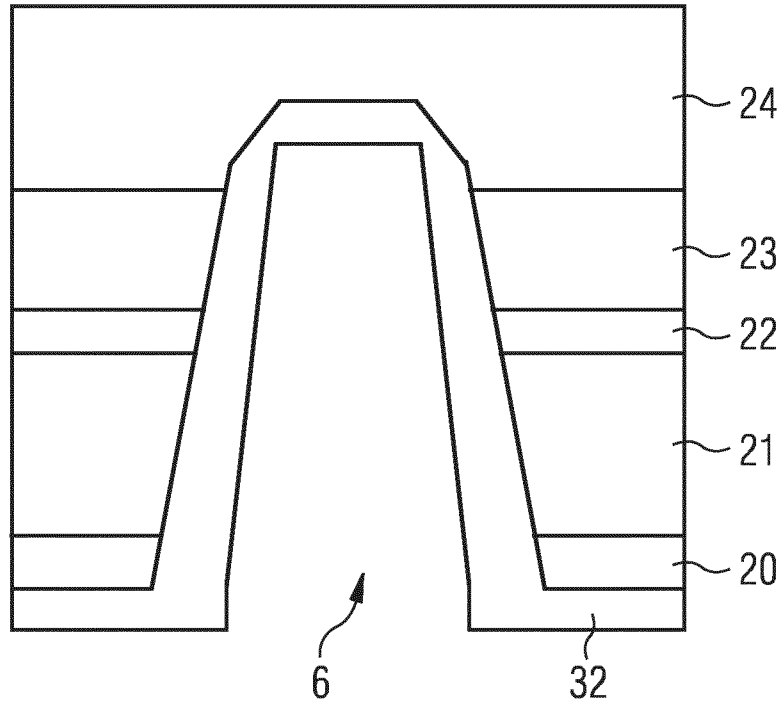
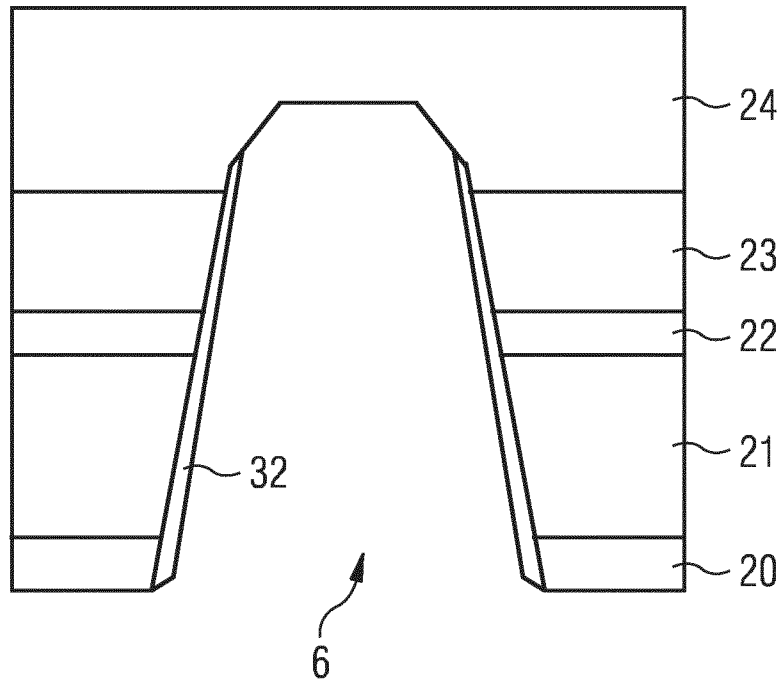


FIG 3C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/066060

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H01L33/38  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H01L  
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/052759 A1 (ODNOBLYUDOV VLADIMIR [US] ET AL) 28 February 2013 (2013-02-28) paragraphs [0014] - [0018], [0020], [0033]; figures 2,4c -----	1-13
X	US 8 598 611 B2 (ODNOBLYUDOV VLADIMIR [US] ET AL) 3 December 2013 (2013-12-03) columns 3,4; figure 2d -----	1
A	US 2012/007101 A1 (YANG JONG-IN [KR] ET AL) 12 January 2012 (2012-01-12) paragraph [0081]; figures 1-3 -----	2,3,6
A	EP 2 408 030 A2 (LG INNOTEK CO LTD [KR]) 18 January 2012 (2012-01-18) paragraphs [0111], [0082]; figure 3 ----- -/--	2,3

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  5 October 2016	Date of mailing of the international search report  12/10/2016
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/EP2016/066060

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012/235114 A1 (TSANG JIAN-SHIHN [TW]) 20 September 2012 (2012-09-20) paragraph [0011]; figure 2 -----	9
A	EP 2 472 611 A2 (LEXTAR ELECTRONICS CORP [TW]) 4 July 2012 (2012-07-04) paragraph [0019]; figures 1-8 -----	2,9
A	US 2015/053915 A1 (HUANG KUN-FU [TW]) 26 February 2015 (2015-02-26) paragraph [0023]; figure 1 -----	13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/066060
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013052759	A1	28-02-2013	TW 201330328 A 16-07-2013
			US 2013052759 A1 28-02-2013
			US 2013228815 A1 05-09-2013
			US 2016049565 A1 18-02-2016
			WO 2013028444 A2 28-02-2013
-----			
US 8598611	B2	03-12-2013	NONE
-----			
US 2012007101	A1	12-01-2012	CN 102315352 A 11-01-2012
			EP 2405491 A2 11-01-2012
			EP 2405492 A2 11-01-2012
			EP 2405493 A2 11-01-2012
			JP 2012019217 A 26-01-2012
			KR 20120005385 A 16-01-2012
			KR 20120138725 A 26-12-2012
			US 2012007101 A1 12-01-2012
			US 2014374772 A1 25-12-2014
			US 2015115281 A1 30-04-2015
			US 2015125983 A1 07-05-2015
			US 2015364652 A1 17-12-2015
-----			
EP 2408030	A2	18-01-2012	CN 102332512 A 25-01-2012
			EP 2408030 A2 18-01-2012
			KR 20120006409 A 18-01-2012
			US 2012007118 A1 12-01-2012
			US 2014117399 A1 01-05-2014
			US 2014117400 A1 01-05-2014
-----			
US 2012235114	A1	20-09-2012	TW 201240146 A 01-10-2012
			US 2012235114 A1 20-09-2012
-----			
EP 2472611	A2	04-07-2012	CN 102569572 A 11-07-2012
			EP 2472611 A2 04-07-2012
			TW 201228037 A 01-07-2012
			US 2012168712 A1 05-07-2012
-----			
US 2015053915	A1	26-02-2015	TW 201508944 A 01-03-2015
			US 2015053915 A1 26-02-2015
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L33/38 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2013/052759 A1 (ODNOBLYUDOV VLADIMIR [US] ET AL) 28. Februar 2013 (2013-02-28) Absätze [0014] - [0018], [0020], [0033]; Abbildungen 2,4c -----	1-13
X	US 8 598 611 B2 (ODNOBLYUDOV VLADIMIR [US] ET AL) 3. Dezember 2013 (2013-12-03) Spalten 3,4; Abbildung 2d -----	1
A	US 2012/007101 A1 (YANG JONG-IN [KR] ET AL) 12. Januar 2012 (2012-01-12) Absatz [0081]; Abbildungen 1-3 -----	2,3,6
A	EP 2 408 030 A2 (LG INNOTEK CO LTD [KR]) 18. Januar 2012 (2012-01-18) Absätze [0111], [0082]; Abbildung 3 ----- -/--	2,3
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
5. Oktober 2016		12/10/2016
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	US 2012/235114 A1 (TSANG JIAN-SHIHN [TW]) 20. September 2012 (2012-09-20) Absatz [0011]; Abbildung 2 -----	9
A	EP 2 472 611 A2 (LEXTAR ELECTRONICS CORP [TW]) 4. Juli 2012 (2012-07-04) Absatz [0019]; Abbildungen 1-8 -----	2,9
A	US 2015/053915 A1 (HUANG KUN-FU [TW]) 26. Februar 2015 (2015-02-26) Absatz [0023]; Abbildung 1 -----	13

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/066060

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 2013052759	A1	28-02-2013	TW 201330328 A	16-07-2013
			US 2013052759 A1	28-02-2013
			US 2013228815 A1	05-09-2013
			US 2016049565 A1	18-02-2016
			WO 2013028444 A2	28-02-2013
-----				
US 8598611	B2	03-12-2013	KEINE	
-----				
US 2012007101	A1	12-01-2012	CN 102315352 A	11-01-2012
			EP 2405491 A2	11-01-2012
			EP 2405492 A2	11-01-2012
			EP 2405493 A2	11-01-2012
			JP 2012019217 A	26-01-2012
			KR 20120005385 A	16-01-2012
			KR 20120138725 A	26-12-2012
			US 2012007101 A1	12-01-2012
			US 2014374772 A1	25-12-2014
			US 2015115281 A1	30-04-2015
			US 2015125983 A1	07-05-2015
			US 2015364652 A1	17-12-2015
-----				
EP 2408030	A2	18-01-2012	CN 102332512 A	25-01-2012
			EP 2408030 A2	18-01-2012
			KR 20120006409 A	18-01-2012
			US 2012007118 A1	12-01-2012
			US 2014117399 A1	01-05-2014
			US 2014117400 A1	01-05-2014
-----				
US 2012235114	A1	20-09-2012	TW 201240146 A	01-10-2012
			US 2012235114 A1	20-09-2012
-----				
EP 2472611	A2	04-07-2012	CN 102569572 A	11-07-2012
			EP 2472611 A2	04-07-2012
			TW 201228037 A	01-07-2012
			US 2012168712 A1	05-07-2012
-----				
US 2015053915	A1	26-02-2015	TW 201508944 A	01-03-2015
			US 2015053915 A1	26-02-2015
-----				