

(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
31. August 2017 (31.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/144512 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/00 (2010.01) *H01L 33/24* (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/054016

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Februar 2017 (22.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 103 346.4
25. Februar 2016 (25.02.2016) DE

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

(72) Erfinder: **BERGBAUER, Werner**; Sandweg 1, 94336
Windberg (DE). **LEHNHARDT, Thomas**; Somme-
str. 12, 93053 Regensburg (DE). **OFF, Jürgen**; Messerschmittstr.
15, 93049 Regensburg (DE). **LAHOURECADE, Lise**;
Bruderwöhrdstr. 26, 93055 Regensburg (DE).
DRECHSEL, Philipp; Mörikestr. 9, 93051 Regensburg
(DE).

(74) Anwalt: **ZUSAMMENSCHLUSS NR. 175 - EPPING
HERMANN FISCHER**

PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
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, DJ, 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, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

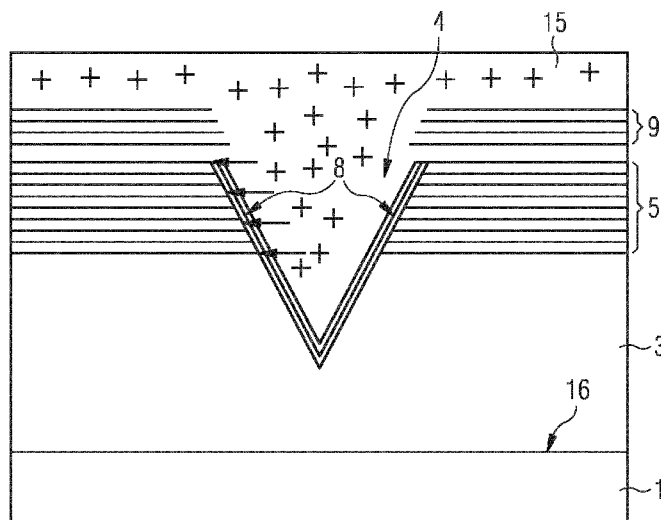
(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, 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:** METHOD FOR PRODUCING A RADIATION-EMITTING SEMICONDUCTOR CHIP, AND RADIATION-
EMITTING SEMICONDUCTOR CHIP

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES STRALUNGSEMITTIERENDEN HALBLEITERCHIPS UND
STRALUNGSEMITTIERENDER HALBLEITERCHIP

FIG 7



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for
producing a radiation-emitting semiconductor chip
having the following steps: providing a growing
substrate (1), epitaxial growing of a buffer layer (3)
on the growing substrate (1), wherein a plurality of
V-pits (4) are generated in the buffer layer (3),
epitaxial growing of a radiation-generating active
semiconductor layer sequence (5) on the buffer layer
(3), wherein the structure of the V-pits (4) continues
in the active semiconductor layer sequence (5),
epitaxial growing of an additional layer sequence (9)
on the active semiconductor layer sequence (5),
wherein the structure of the V-pits (4) continues in
the further layer sequence (9), selective removing of
the further layer sequence (9) from the facets (8) of
the V-pits (4), wherein the further layer sequence (9)
remains on the main surface (12) of the active
semiconductor layer sequence (5), and epitaxial
growing of a p-doped semiconductor layer (15),
which fills the V-pits (4) in full or in part. The
invention further relates to a semiconductor chip that
can be produced by said method.

(57) **Zusammenfassung:**
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemitierenden Halbleiterchips mit den folgenden Schritten angegeben: - Bereitstellen eines Aufwachssubstrats (1), - epitaktisches Aufwachsen einer Pufferschicht (3) auf das Aufwachssubstrat (1), wobei in der Pufferschicht (3) eine Vielzahl an V-Pits (4) erzeugt wird, - epitaktisches Aufwachsen einer strahlungserzeugenden aktiven Halbleiterschichtenfolge (5) auf die Pufferschicht (3), wobei sich die Struktur der V-Pits (4) in die aktive Halbleiterschichtenfolge (5) fortsetzt, - epitaktisches Aufwachsen einer weiteren Schichtenfolge (9) auf die aktive Halbleiterschichtenfolge (5), wobei sich die Struktur der V-Pits (4) in die weitere Schichtenfolge (9) fortsetzt, - Selektives Entfernen der weiteren Schichtenfolge (9) von den Facetten (8) der V-Pits (4), wobei die weitere Schichtenfolge (9) auf der Hauptfläche (12) der aktiven Halbleiterschichtenfolge (5) verbleibt, und - epitaktisches Aufwachsen einer p-dotierten Halbleiterschicht (15), die die V-Pits (4) vollständig oder teilweise ausfüllt. Weiterhin wird ein Halbleiterchip angegeben, der mit diesem Verfahren hergestellt werden kann.

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Halbleiterchips und strahlungsemittierender Halbleiterchip

5

Es werden ein Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Halbleiterchips und ein strahlungsemittierender Halbleiterchip angegeben.

- 10 Ein Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Halbleiterchips ist beispielsweise in der Druckschrift WO 2011/080219 angegeben.

- 15 Eine Aufgabe der vorliegenden Anmeldung ist es, einen strahlungsemittierenden Halbleiterchip mit erhöhter Effizienz und ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Halbleiterchips anzugeben.

- 20 Diese Aufgaben werden durch ein Verfahren mit den Schritten des Patentanspruchs 1 und einen strahlungsemittierenden Halbleiterchip mit den Merkmalen des Patentanspruches 9 gelöst.

- 25 Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen des Verfahrens sowie des Halbleiterchips sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

- 30 Bei einem Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Halbleiterchips wird zunächst ein Aufwachssubstrat bereitgestellt. Das Aufwachssubstrat kann beispielsweise Saphir, SiC, GaN, AlN oder Silizium aufweisen oder aus einem dieser Materialien bestehen.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird auf das Aufwachssubstrat eine Pufferschicht epitaktisch aufgewachsen. In der Pufferschicht wird hierbei eine Vielzahl an V-Pits erzeugt.

5

Beispielsweise weist die Pufferschicht eine Dicke zwischen einschließlich 1 Mikrometer und einschließlich 15 Mikrometer auf.

- 10 Als V-Pits oder auch V-Defekte werden Ausnehmungen in einer epitaktisch gewachsenen Schicht bezeichnet, die in der Form einer Pyramide oder eines Pyramidenstumpfes ausgebildet sind. Die Pyramide oder der Pyramidenstumpf ist hierbei bevorzugt als gerade Pyramide oder gerader Pyramidenstumpf ausgebildet.
- 15 Derartige Defekte weisen in einer Schnittansicht die Form eines Vs auf. Hierauf geht die Bezeichnung der Defekte zurück. Besonders bevorzugt weisen die V-Pits eine hexagonale Grundfläche und eine Mantelfläche auf, die sich aus sechs Facetten zusammensetzt. Weiterhin ist es auch möglich, dass
- 20 die V-Pits eine Mantelfläche mit beispielsweise 12 Facetten aufweist. Die Anzahl der Facetten eines V-Pits kann ein Vielfaches von sechs betragen.

- Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die Facetten eines
- 25 V-Pits jeweils nicht nur aus einer durchgehenden Fläche gebildet, sondern aus mindestens zwei Flächen, die einen Winkel zueinander aufweisen, so dass die jeweilige Facette mindestens einen Knick aufweist. Derartige V-Pits weisen eine Schnittansicht auf, bei dem mindestens ein Schenkel des Vs
- 30 mindestens zwei Teilabschnitte mit unterschiedlichen Steigungen aufweist.

Beispielsweise weist die Grundfläche der V-Pits, bevorzugt bei maximal geöffnetem V-Pit, einen Durchmesser zwischen einschließlich 20 Nanometer und einschließlich 1000 Nanometer auf.

5

Die Höhe der V-Pits liegt bevorzugt zwischen einschließlich 15 Nanometer und einschließlich 800 Nanometer, besonders bevorzugt zwischen einschließlich 100 Nanometer und einschließlich 400 Nanometer.

10

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird auf die Pufferschicht eine strahlungserzeugende aktive Halbleiterschichtenfolge epitaktisch aufgewachsen. Hierbei setzt sich die Struktur der V-Pits in die aktive

15 Halbleiterschichtenfolge fort. Die Facetten der V-Pits werden hierbei in der Regel mit dem Material der weiteren strahlungserzeugenden aktiven Halbleiterschichtenfolge bedeckt. Allerdings weist die strahlungserzeugende aktive Halbleiterschichtenfolge auf den Facetten der V-Pits

20 bevorzugt eine wesentlich geringere Dicke auf als einer Hauptfläche der Pufferschicht. Beispielsweise weist die aktive Halbleiterschichtenfolge auf den Facetten der V-Pits eine Dicke auf, die senkrecht zu einer Oberfläche der Facetten weniger als 50% von ihrer Dicke auf der Hauptfläche
25 der Pufferschicht beträgt. Alternativ oder zusätzlich kann die aktive Halbleiterschichtenfolge auf den Facetten der V-Pits weiterhin eine geänderte Zusammensetzung aufweisen als auf der Hauptfläche der Pufferschicht.

30 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird auf die aktive Halbleiterschichtenfolge eine weitere Schichtenfolge epitaktisch aufgewachsen, in der sich ebenfalls die Struktur der V-Pits fortsetzt. Auch hierbei werden die Facetten der V-

Pits in der Regel mit dem Material der weiteren Schichtenfolge bedeckt. Allerdings weist auch hier die weitere Schichtenfolge auf den Facetten der V-Pits bevorzugt eine wesentlich geringere Dicke und/oder eine andere Zusammensetzung auf als auf einer Hauptfläche der aktiven Halbleiterschichtenfolge.

Die weitere Schichtenfolge ist besonders bevorzugt als elektronenblockende Schichtenfolge ausgebildet. Mit anderen Worten soll die weitere Schichtenfolge eine Barriere für Elektronen ausbilden und so verhindern, dass in dem fertigen Halbleiterchip Elektronen in die weitere Schichtenfolge aus der strahlungserzeugenden Schichtenfolge verloren gehen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird in einem nächsten Schritt die weitere Schichtenfolge von den Facetten der V-Pits selektiv entfernt, wobei die weitere Schichtenfolge auf der Hauptfläche der aktiven Halbleiterschichtenfolge verbleibt. Besonders bevorzugt bedeckt die weitere Schichtenfolge die Hauptfläche der aktiven Halbleiterschichtenfolge hierbei auch nach dem Entfernen vollständig. Es ist jedoch möglich, dass ein im Wesentlichen gleichmäßiger Materialabtrag über die Hauptfläche der weiteren Schichtenfolge bei dem selektiven Entfernen der weiteren Schichtenfolge von den Facetten erfolgt. Besonders bevorzugt wird das Material der weiteren Schichtenfolge von den Facetten der V-Pits vollständig entfernt, so dass das Halbleitermaterial der strahlungserzeugenden aktiven Halbleiterschichtenfolge freiliegt.

In einem nächsten Schritt wird eine p-dotierte Halbleiterschicht epitaktisch aufgewachsen, die die V-Pits

vollständig oder teilweise ausfüllen kann. Hierbei steht das Material der p-dotierten Halbleiterschicht besonders bevorzugt in direktem Kontakt mit dem Material der aktiven Halbleiterschichtenfolge innerhalb der V-Pits.

5

Die p-dotierte Halbleiterschicht wird hierbei besonders bevorzugt derart epitaktisch aufgewachsen, dass diese die Hauptfläche der weiteren Schichtenfolge vollständig bedeckt und ausgehend von der weiteren Schichtenfolge eine gewisse Dicke ausbildet. Beispielsweise weist die p-dotierte Schicht ausgehend von der Hauptfläche der weiteren Schichtenfolge eine Dicke zwischen einschließlich 1 Nanometer und einschließlich 500 Nanometer auf.

10

15 Besonders bevorzugt weisen die Pufferschicht, die strahlungserzeugende aktive Halbleiterschichtenfolge, die weitere Schichtenfolge und die p-dotierte Halbleiterschicht ein Nitridverbindungshalbleitermaterial auf oder bestehen aus einem Nitridverbindungshalbleitermaterial. Nitrid-
20 Verbindungshalbleitermaterialien sind Verbindungshalbleitermaterialien, die Stickstoff enthalten, wie die Materialien aus dem System $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ mit $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x+y \leq 1$. Beispielsweise handelt es sich bei den folgenden Materialien um
25 Nitridverbindungshalbleitermaterialien: GaN, InGaN, AlGaN.

Gemäß einer Ausführungsform weist die aktive Halbleiterschichtenfolge eine Vielzahl an Quantenfilmen auf, die durch Barrierschichten voneinander getrennt sind.

30

Bevorzugt sind die Quantenfilme und die Barrierschichten alternierend angeordnet. Besonders bevorzugt weisen die Quantenfilme InGaN auf oder bestehen aus InGaN, während die Barrierschichten GaN aufweisen oder aus GaN bestehen.

Alternativ können die Barrierschichten auch AlGaIn aufweisen oder aus AlGaIn bestehen.

Die Quantenfilme weisen bevorzugt strahlungserzeugende
5 Quantenstrukturen wie beispielsweise Quantenpunkte, Quantendrähte oder Quantentöpfe auf.

Die weitere Schichtenfolge ist gemäß einer Ausführungsform aus alternierend angeordneten AlGaIn-Schichten und InGaIn-Schichten oder aus alternierend angeordneten AlGaIn-Schichten
10 und GaIn-Schichten oder aus alternierend angeordneten InGaIn-Schichten und GaIn-Schichten gebildet.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des
15 Verfahrens wird die Dicke der weiteren Schichtenfolge auf den Facetten der V-Pits dünner ausgebildet als auf einer Hauptfläche der aktiven Halbleiterschichtenfolge. Besonders bevorzugt weist die weitere Schichtenfolge auf den Facetten der V-Pits eine Dicke zwischen einschließlich 5 Nanometer und
20 einschließlich 200 Nanometer auf. Auf der Hauptfläche der aktiven Halbleiterschichtenfolge weist die weitere Schichtenfolge nach dem epitaktischen Aufwachsen und vor den selektiven Entfernen eine Dicke zwischen einschließlich 10 Nanometer und einschließlich 400 Nanometer auf.

25

In der Regel ist es möglich, die weitere Schichtenfolge auf den Facetten der V-Pits dünner auszubilden, da diese eine andere Morphologie und Oberflächenrekonstruktion aufweisen als die Hauptfläche der aktiven Halbleiterschichtenfolge.
30 Beispielsweise werden die epitaktischen Schichten auf der Hauptfläche eines Saphirsubstrats gewachsen, die eine (0001)-Orientierung aufweist. Eine derartige Hauptfläche eines Saphirsubstrats wird auch als c-Fläche bezeichnet.

Entsprechend weisen auch die darauf ausgebildeten Hauptflächen der nachfolgend epitaktisch aufgewachsenen Schichten, wie beispielsweise die Hauptfläche der aktiven Halbleiterschichtenfolge, eine (0001)-orientierte Hauptfläche auf. Die unterschiedliche Morphologie und Oberflächenrekonstruktion der Facetten führt in der Regel dazu, dass das Material der weiteren Schichtenfolge bei der Epitaxie auf den Facetten der V-Pits dünner und/oder mit einer anderen Zusammensetzung ausgebildet wird als auf einer Hauptfläche der aktiven Halbleiterschichtenfolge.

Die (0001)-Hauptflächen sind bei einem Nitridverbindungshalbleitermaterial in der Regel aufgrund der Kristallstruktur derartiger Halbleitermaterialien polar. Die Facetten von V-Pits in einem derart gewachsenen Nitridverbindungshalbleitermaterial weisen in der Regel eine {1-101}-Orientierung auf und sind damit semipolar ausgebildet.

Gemäß einer Ausführungsform ist jedes V-Pit von sechs Facetten begrenzt, die durch eine nichtpolare oder semipolare Fläche gebildet ist, bevorzugt durch eine semipolare {10-11}-Fläche.

Aufgrund des Unterschieds der Morphologie und der Oberflächenrekonstruktion zwischen Hauptfläche und Facetten der V-Pits ist es möglich, dass der Aluminiumgehalt und/oder der Indiumgehalt der weiteren Schichtenfolge, die auf die Facetten der V-Pits aufgebracht wird, gegenüber dem Aluminiumgehalt der weiteren Schichtenfolge, die auf die Hauptfläche der aktiven Schichtenfolge aufgebracht wird, verändert, bevorzugt erniedrigt ist.

Beispielsweise weist der Wert des Indiumgehalts auf den Facetten der V-Pits einen Wert zwischen einschließlich 0,1% und einschließlich 60% auf, bevorzugt einen Wert zwischen einschließlich 0,5% und einschließlich 10%, während der Indiumgehalt der weiteren Schichtenfolge auf der Hauptfläche der aktiven Halbleiterschichtenfolge bevorzugt einen Wert zwischen einschließlich 1% und einschließlich 30% aufweist.

Beispielsweise weist der Wert des Aluminiumgehalts auf den Facetten der V-Pits einen Wert zwischen einschließlich 1% und einschließlich 100% auf, bevorzugt einen Wert zwischen einschließlich 5% und einschließlich 25%, während der Aluminiumgehalt der weiteren Schichtenfolge auf der Hauptfläche der aktiven Halbleiterschichtenfolge bevorzugt einen Wert zwischen einschließlich 1% und einschließlich 100% aufweist.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die weitere Schichtenfolge durch Ätzen im Epitaxireaktor in situ selektiv von den Facetten der V-Pits entfernt. Mit anderen Worten wird das Aufwachssubstrat mit der aufgewachsenen Pufferschicht und der aufgewachsenen aktiven Halbleiterschichtenfolge sowie der aufgewachsenen weiteren Schichtenfolge mittels Ätzen im Epitaxireaktor entfernt. Besonders bevorzugt verbleibt hierbei das Werkstück zwischen den Aufwuchsprozessen und dem Ätzprozess im Epitaxireaktor. Dies vereinfacht die Herstellung des Halbleiterchips.

Um einen Materialabtrag von der weiteren Schichtenfolge im Epitaxireaktor beim Ätzprozess zu erzielen, werden gegenüber dem Aufwuchsprozess die Prozessparameter in dem Epitaxireaktor entsprechend geändert. Beispielsweise ist der

Wasserstoffgehalt während des Ätzens gegenüber dem Wasserstoffgehalt während des epitaktischen Aufwachsens innerhalb des Epitaxiereaktors erhöht. Beispielsweise weist der Wasserstoffgehalt während des epitaktischen Aufwach-
5 innerhalb des Epitaxiereaktors einen Wert zwischen einschließlich 0 und einschließlich dem vierfachen der Summe der Hydride, die nicht Wasserstoff entsprechen, auf, während der Wasserstoffgehalt innerhalb des Epitaxiereaktors während des Ätzens beispielsweise mindestens dem zehnten Teil der
10 Summe der Hydride, die nicht Wasserstoff entsprechen, aufweist.

Zum epitaktischen Abscheiden von Nitridverbindungshalbleitermaterialien befinden sich im
15 Epitaxieraktor in der Regel gasförmige Vorläufermaterialien, von denen ein Vorläufermaterial Stickstoff umfasst und ein weiteres Vorläufermaterial ein Element aus der Gruppe III des Periodensystems, wie beispielsweise Gallium, Aluminium oder Indium. Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens ist das
20 Verhältnis von Stickstoff zu einem Element der Gruppe III während des Ätzprozesses gegenüber dem Aufwuchsprozess erniedrigt. Beispielsweise weist das Verhältnis von zum Wachstum verfügbaren Stickstoff zu einem zum Wachstum verfügbaren Element der Gruppe III auf der Oberfläche während
25 des Epitaxieprozesses einen Wert größer als 0,2, bevorzugt größer 1 auf, während er bei dem Ätzen einen Wert kleiner 1, bevorzugt kleiner 0,1, aufweist.

Auch eine Anpassung von Temperatur und Druck können die
30 Bedingungen in dem Epitaxiereaktor derart ändern, dass statt einem Aufwachsen ein Entfernen der weiteren Schichtenfolge erfolgt.

Weiterhin ist es möglich, dass Bereiche der weiteren Schichtenfolge, die direkt an die Ränder der Öffnungen der V-Pits in der weiteren Schichtenfolge angrenzen, bei dem selektiven Entfernen der weiteren Schichtenfolge von den Halbleiterfacetten der V-Pits schräg abgetragen werden, so dass die Facetten der V-Pits in dem Bereich, der durch die weitere Schichtenfolge gebildet ist, eine größere Neigung gegenüber einer Normalen der Hauptfläche der aktiven Halbleiterschichtenfolge aufweist als der Rest der Facette.

10

Gemäß einer Ausführungsform umfasst ein strahlungsemittierender Halbleiterchip ein epitaktisches Aufwachssubstrat, eine aktive strahlungserzeugende Schichtenfolge und eine weitere Schichtenfolge.

15

Weiterhin umfasst der Halbleiterchip bevorzugt eine p-dotierte Halbleiterschicht, wobei sich eine Vielzahl von V-Pits ausgehend von der weiteren Schichtenfolge durch die weitere Schichtenfolge und die strahlungserzeugende Halbleiterschichtenfolge hindurch erstreckt. Die V-Pits verzünden sich hierbei ausgehend von der weiteren Schichtenfolge durch die strahlungserzeugende Schichtenfolge hindurch.

20

Das Material der p-dotierten Halbleiterschicht füllt hierbei die V-Pits besonders bevorzugt vollständig oder auch teilweise aus und steht an den Facetten der V-Pits in direktem Kontakt mit der strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge.

30

Besonders bevorzugt ist die Hauptfläche des Aufwachssubstrats, auf die die Pufferschicht epitaktisch aufgewachsen ist, strukturiert ausgebildet. Die

Strukturierung des Aufwachssubstrats kann beispielsweise Strukturelemente umfassen, die als domförmige Kuppeln ausgebildet sind. Die domförmigen Kuppeln weisen besonders bevorzugt eine Basis mit einem Durchmesser zwischen
5 einschließlich 0,4 Mikrometer und einschließlich 3,9 Mikrometer auf. Die Höhe der Kuppeln liegt besonders bevorzugt zwischen 0,5 Mikrometer und 3 Mikrometer.

10 Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Halbleiterchips ist die Pufferschicht zumindest im Bereich angrenzend an die aktive Halbleiterschichtenfolge n-dotiert ausgebildet.

Eine Idee der vorliegenden Anmeldung ist es, die weitere
15 Schichtenfolge, die in der Regel zur Blockierung von Elektronen zwischen der p-dotierten Schicht und der strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge angeordnet ist, aber auch die Injektion von Löchern behindert, von den Facetten der V-Pits vollständig zu entfernen und so eine
20 bessere Injektion von Löchern aus der p-dotierten Halbleiterschicht in die strahlungserzeugende Zone zu ermöglichen. So werden die Quantenfilme der aktiven Halbleiterschichtenfolge senkrecht zu ihrer Hauptstreckungsrichtung gleichmäßiger mit Löchern versorgt.
25 Insbesondere werden Quantenfilme, die einen größeren Abstand zur p-dotierten Schicht aufweisen, besser mit Löchern versorgt. Auf diese Art und Weise werden mit Vorteil die Stromdichten, die notwendig sind, um eine bestimmte Strahlungsausbeute des Halbleiterchips zu erzielen,
30 verringert. Insbesondere wird die Stromdichte in den einzelnen Quantenfilmen verringert, mit der Folge, dass die Wahrscheinlichkeit für nicht-strahlende Verlustprozesse der Ladungsträger in der aktiven strahlungserzeugenden

Halbleiterschichtenfolge bei Nennstrom verringert wird. Der Nennstrom weist beispielsweise Stromdichten von mindestens 5 A/cm² auf. Dies führt zu einer erhöhten Effizienz der Halbleiterchips.

5

Weiterhin führt das Entfernen der weiteren Schichtenfolge von den Facetten der V-Pits zu einem niedrigeren seriellen Widerstand für Injektion von Löchern in die Quantenfilme und folglich zu einer Erniedrigung der Vorwärtsspannung.

10

Merkmale und Ausführungsformen, die vorliegend nur in Zusammenhang mit dem Verfahren beschrieben sind, können auch, soweit technisch sinnvoll, bei dem Halbleiterchip ausgebildet sein und umgekehrt.

15

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen.

20 Anhand der schematischen Schnittdarstellungen der Figuren 1 bis 6 wird ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens näher erläutert.

Figur 7 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines Halbleiterchips gemäß einem Ausführungsbeispiel.

25

Figur 8 zeigt exemplarisch eine schematische Darstellung einer rasterkraftmikroskopischen Aufnahme einer geätzten Oberfläche einer weiteren Schichtenfolge.

30

Figur 9 zeigt exemplarisch ein Höhenprofil der Aufnahme aus Figur 8 entlang der Linie AA'.

Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu

5 betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente, insbesondere Schichtdicken, zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

Bei dem Verfahren gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figuren 1
10 bis 6 wird in einem ersten Schritt ein Aufwachssubstrat 1 bereitgestellt, beispielsweise aus Saphir (Figur 1). Die erste Hauptfläche des Saphirsubstrates 1 ist beispielsweise mit kuppelartigen Strukturelementen 2 strukturiert, wie bereits im allgemeinen Teil der Beschreibung beschrieben.

15

In einem nächsten Schritt, der schematisch in Figur 2 dargestellt ist, wird eine Pufferschicht 3 auf das Aufwachssubstrat 1 epitaktisch abgeschieden. Die Pufferschicht 3 weist vorliegend GaN auf oder ist aus GaN
20 gebildet. In der Pufferschicht 3 bildet sich bei dem epitaktischen Wachstum eine Vielzahl an V-Pits 4 aus. Der Übersichtlichkeit halber ist in Figur 2 lediglich ein V-Pit 4 im Schnitt exemplarisch dargestellt.

25 Die Pufferschicht 3 ist vorliegend zumindest in dem Bereich, der von dem Aufwachssubstrat 1 abgewandt ist, n-dotiert ausgebildet. Die V-Pits 4 können sich durch die Pufferschicht 3 bis zum Aufwachssubstrat 1 hin erstrecken oder, wie vorliegend in Figur 2 schematisch dargestellt, lediglich
30 einen Teilbereich der Pufferschicht 3 durchdringen.

In einem nächsten Schritt wird auf die Pufferschicht 3 eine strahlungserzeugende aktive Halbleiterschichtenfolge 5

epitaktisch abgeschieden (nicht dargestellt). Die strahlungserzeugende Halbleiterschichtenfolge 5 ist vorliegend aus alternierend angeordneten Barriereschichten 6 und Quantenfilmen 7 ausgebildet. Die Barriereschichten 6 sind
5 hierbei aus GaN, AlGa_N oder InGa_N oder AlInGa_N gebildet oder weisen eines dieser Materialien auf, während die Quantenfilme 7 InGa_N aufweisen oder aus InGa_N bestehen.

Bei dem epitaktischen Aufwachsen der aktiven
10 strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge 5 setzen sich die V-Pits 4 in die strahlungserzeugende Halbleiterschichtenfolge 5 fort. Die Facetten 8 der V-Pits werden hierbei ebenfalls mit den Quantenfilmen 6 und den Barriereschichten 7 der aktiven Halbleiterschichtenfolge 5
15 vollständig bedeckt.

In einem nachfolgenden Schritt, der schematisch in Figur 3 dargestellt ist, wird eine weitere Schichtenfolge 9 auf der strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge 5 epitaktisch
20 abgeschieden. Die weitere Schichtenfolge 5 ist vorliegend aus alternierend angeordneten AlGa_N-Schichten 10 und InGa_N-Schichten 11 gebildet. Statt der AlGa_N oder InGa_N-Schichten 11 können auch Ga_N-Schichten verwendet sein. Bei der weiteren Schichtenfolge 9 handelt es sich vorliegend um eine
25 elektronenblockierende Schichtenfolge.

Auch die weitere Schichtenfolge 9 wird beim epitaktischen Aufwachsen auf den Facetten 8 der V-Pits 4 abgeschieden. Allerdings kann die weitere Schichtenfolge 9 auf den Facetten
30 8 des V-Pits 4 einen niedrigeren Aluminiumgehalt sowie eine geringe Dicke aufweisen als auf einer Hauptfläche 12 der aktiven strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge 5.

In einem nächsten Schritt, der schematisch in Figur 4 dargestellt ist, wird die weitere Schichtenfolge 9 von den Facetten 8 der V-Pits 4 wieder entfernt, während die weitere Schichtenfolge 9 auf der Hauptfläche 12 der

5 strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge 5 verbleibt. Hierbei ist es möglich, dass sich die Dicke der weiteren Schichtenfolge 9 auf der Hauptfläche 12 der strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge 5 verringert.

10 Das Entfernen der weiteren Schichtenfolge 9 von den Facetten 8 der V-Pits 4 kann beispielsweise in situ innerhalb des Epitaxiereaktors durch Ändern der Prozessparameter im Reaktor erfolgen.

15 Weiterhin ist es möglich, wie schematisch in Figur 5 dargestellt, dass die Bereiche 13 der weiteren Schichtenfolge 9, die direkt an die Ränder der Öffnung der V-Pits 4 in der weiteren Schichtenfolge 9 angrenzen, bei dem selektiven Entfernen der weiteren Schichtenfolge von den Facetten 8 der
20 V-Pits 4 stärker abgetragen werden, so dass die Facetten 8 der V-Pits 4 in dem Bereich 14, der durch die weitere Schichtenfolge 9 gebildet ist, eine größere Neigung gegenüber einer Normalen der Hauptfläche 12 der aktiven Halbleiterschichtenfolge 5 aufweist als der Rest der Facette
25 8.

In einem nächsten Schritt, der schematisch in Figur 6 dargestellt ist, wird eine p-dotierte Halbleiterschicht 15 auf die weitere Halbleiterschichtenfolge 9 epitaktisch
30 aufgewachsen. Die p-dotierte Halbleiterschicht 15 füllt hierbei die V-Pits 4 vollständig aus. Da das Material der weiteren Schichtenfolge 9 von den Facetten 8 der V-Pits 4 entfernt wurde, steht das Material der p-dotierten

Halbleiterschicht 15 hierbei in direktem Kontakt mit der strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge 5. Weiterhin weist die p-dotierte Halbleiterschicht 15 eine gewisse Dicke über der strahlungserzeugenden Schichtenfolge 5 auf.

5

Der Halbleiterchip gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 7 weist ein Aufwachssubstrat 1 auf, das beispielsweise aus Saphir gebildet ist. Auf eine Hauptfläche 16 des Aufwachssubstrates 1, das wie bereits oben beschrieben strukturiert ausgebildet sein kann, ist eine Pufferschicht 3 aufgebracht, die GaN aufweist. Die Pufferschicht 3 ist zumindest in dem Bereich, der von der Hauptfläche 16 des Aufwachssubstrates 1 abgewandt ist, n-dotiert ausgebildet.

10

15 Auf der Pufferschicht 3 ist eine strahlungserzeugende aktive Halbleiterschichtenfolge 5 mit alternierend angeordneten Quantenfilmen 6 und Barrierschichten 7 ausgebildet. Die Barrierschichten 7 sind beispielsweise aus GaN gebildet, während die Quantenfilme 6 aus InGaN gebildet sind.

20

Auf der aktiven strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge 5 ist eine weitere Schichtenfolge 9 angeordnet, die aus alternierenden AlGaN-Schichten 10 und InGaN oder GaN-Schichten 11 gebildet ist.

25

Der Halbleiterchip gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 7 umfasst eine Vielzahl von V-Pits 4 und eine p-dotierte Halbleiterschicht 15, deren Material die V-Pits 4 vollständig ausfüllt. Die V-Pits 4 durchdringen vorliegend die weitere Schichtenfolge 9 und die strahlungserzeugende Schichtenfolge 5 vollständig sowie die Pufferschicht 3 teilweise, wobei sich der Querschnitt der V-Pits 4 ausgehend von der p-dotierten

30

Schicht 15 hin zur Pufferschicht 3 jeweils kontinuierlich verjüngt.

Das Material der p-dotierten Halbleiterschicht 15 steht
5 hierbei an den Facetten 8 der V-Pits 4 in direktem Kontakt mit der strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge 5. Die Pfeile in Figur 7 sollen schematisch die bessere Versorgung der Quantenfilme 6 in der aktiven Halbleiterschichtenfolge 5 mit Löchern + aus der p-dotierten Schicht 15 symbolisieren.

10

Figur 8 zeigt exemplarisch eine schematische Darstellung einer rasterkraftmikroskopischen Aufnahme der Oberfläche einer weiteren Schichtenfolge 9 im Bereich mehrerer V-Pits 4, während Figur 9 beispielhaft ein Höhenprofil entlang der
15 Linie AA' der Figur 8 darstellt. Die Pfeile in Figur 8 bezeichnen hierbei die gleichen Stellen auf der Oberfläche der rasterkraftmikroskopischen Aufnahme wie die Pfeile im Höhenprofil der Figur 9. Die helle eingekreiste Fläche in der Aufnahme der Figur 8 zeigt hierbei seitlich abgetragene
20 Bereiche der weiteren Schichtenfolge 9 um das V-Pit 4 wie es bereits anhand der Figur 5 beschrieben wurde.

25

Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Anmeldung DE 102016103346.4, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

30

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von
30 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.

Bezugszeichenliste

	1	Aufwachssubstrat
	2	Strukturelemente
5	3	Pufferschicht
	4	V-Pits
	5	strahlungserzeugende Halbleiterschichtenfolge
	6	Quantenfilm
	7	Barriereschicht
10	8	Facette der V-Pits
	9	weitere Schichtenfolge
	10	AlGaN-Schicht
	11	InGaN-Schicht
	12	Hauptfläche der aktiven Schichtenfolge
15	13	Bereiche der weiteren Schichtenfolge
	14	Bereiche der Facetten
	15	p-dotierte Halbleiterschicht
	16	Hauptfläche des Substrats
	+	Löcher

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemitierenden Halbleiterchips mit den folgenden Schritten:
 - 5 - Bereitstellen eines Aufwachssubstrats (1),
 - epitaktisches Aufwachsen einer Pufferschicht (3) auf das Aufwachssubstrat (1), wobei in der Pufferschicht (3) eine Vielzahl an V-Pits (4) erzeugt wird,
 - epitaktisches Aufwachsen einer strahlungserzeugenden aktiven Halbleiterschichtenfolge (5) auf die Pufferschicht (3), wobei sich die Struktur der V-Pits (4) in die aktive Halbleiterschichtenfolge (5) fortsetzt,
 - 10 - epitaktisches Aufwachsen einer weiteren Schichtenfolge (9) auf die aktive Halbleiterschichtenfolge (5), wobei sich die Struktur der V-Pits (4) in die weitere Schichtenfolge (9) fortsetzt,
 - 15 - selektives Entfernen der weiteren Schichtenfolge (9) von den Facetten (8) der V-Pits (4), wobei die weitere Schichtenfolge (9) auf der Hauptfläche (12) der aktiven Halbleiterschichtenfolge (5) verbleibt, und
 - 20 - epitaktisches Aufwachsen einer p-dotierten Halbleiterschicht (15), die die V-Pits (4) vollständig oder teilweise ausfüllt.
2. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, bei der
 - 30 - die aktive Halbleiterschichtenfolge (5) eine Vielzahl an Quantenfilmen (6) aufweist, die durch Barriereschichten (7) voneinander getrennt sind, und
 - die Quantenfilme (6) InGaN und die Barriereschichten (7) GaN oder AlGaN aufweisen.

3. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche,
bei dem die weitere Schichtenfolge (9) vollständig von
den Facetten (8) der V-Pits (4) entfernt wird, so dass
5 die p-dotierte Halbleiterschicht (15) an den Facetten
(8) in direktem Kontakt mit der aktiven
Halbleiterschichtenfolge (5) steht.
4. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche,
10 bei dem die weitere Schichtenfolge (9) aus alternierend
angeordneten AlGa_N-Schichten (10) und InGa_N-Schichten
(11) oder aus alternierend angeordneten AlGa_N-Schichten
und Ga_N-Schichten aus alternierend angeordneten InGa_N-
Schichten und Ga_N-Schichten gebildet ist.
- 15 5. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch,
bei dem die Dicke der weiteren Schichtenfolge (9) auf
den Facetten (8) der V-Pits (4) dünner ausgebildet wird,
als auf einer Hauptfläche (12) der aktiven
20 Halbleiterschichtenfolge (5).
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 5,
bei dem der Aluminiumgehalt und/oder Indiumgehalt der
weiteren Schichtenfolge (9), die auf die Facetten (8)
25 der V-Pits (4) aufgebracht wird, gegenüber dem
Aluminiumgehalt und/oder dem Indiumgehalt der weiteren
Schichtenfolge (9), die auf die Hauptfläche (12) der
aktiven Halbleiterschichtenfolge (5) aufgebracht wird,
erniedrigt ist.
- 30 7. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem die weitere Schichtenfolge (9) durch Ätzen im Epitaxireaktor in situ selektiv von den Facetten (8) der V-Pits (4) entfernt wird.

- 5 8. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch,
wobei ein Wasserstoffgehalt während des Ätzprozesses
gegenüber einem Wasserstoffgehalt während des
epitaktischen Aufwuchsprozesses innerhalb des
Epitaxireaktors erhöht ist.
- 10 9. Strahlungsemittierender Halbleiterchip umfassend:
- ein epitaktisches Aufwachssubstrat (1),
- eine aktive strahlungserzeugende Schichtenfolge (5),
und
15 - eine weitere Schichtenfolge (9) auf der
strahlungserzeugenden Schichtenfolge (5), und
- eine p-dotierte Halbleiterschicht (15), wobei
- sich eine Vielzahl an V-Pits (4) ausgehend von der
weiteren Schichtenfolge (9) durch die weitere
20 Schichtenfolge (9) und die strahlungserzeugende
Halbleiterschichtenfolge (5) hindurch erstreckt, die
sich ausgehend von der weiteren Schichtenfolge (9) durch
die strahlungserzeugende Schichtenfolge (5) verzüngen,
und
25 - das Material der p-dotierten Halbleiterschicht (15)
die V-Pits (4) vollständig oder teilweise ausfüllt und
an den Facetten (8) der V-Pits (4) in direktem Kontakt
mit der strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge
(5) steht.
- 30 10. Halbleiterchip nach dem vorherigen Anspruch,

bei dem die Hauptfläche (16) des Aufwachssubstrats (1), auf die die Pufferschicht (3) epitaktisch aufgewachsen ist, strukturiert ist.

- 5 11. Halbleiterchip nach einem der Ansprüche 9 bis 10,
bei dem das Aufwachssubstrat (1) Saphir, SiC, GaN, AlN
oder Silizium aufweist.
- 10 12. Halbleiterchip nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei
dem
- jedes V-Pit (4) von Facetten (8) begrenzt ist, deren
Anzahl ein Vielfaches von sechs beträgt, und
- jede Facette (8) durch eine nicht-polare oder
semipolare Fläche gebildet ist.
- 15 13. Halbleiterchip nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
bei dem die Pufferschicht (3) zumindest im Bereich
angrenzend an die aktive Halbleiterschichtenfolge (5) n-
dotiert ausgebildet ist.

FIG 1

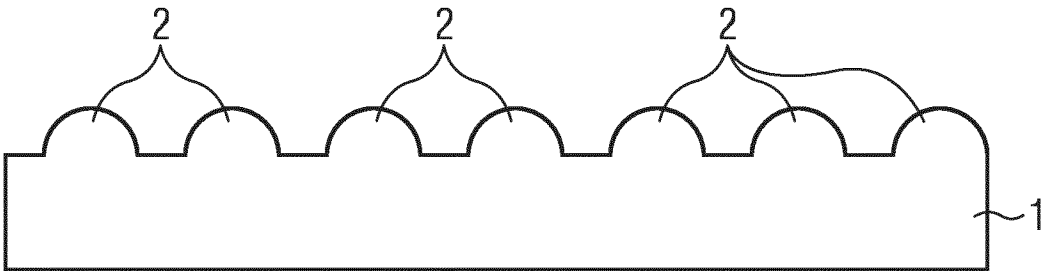


FIG 2

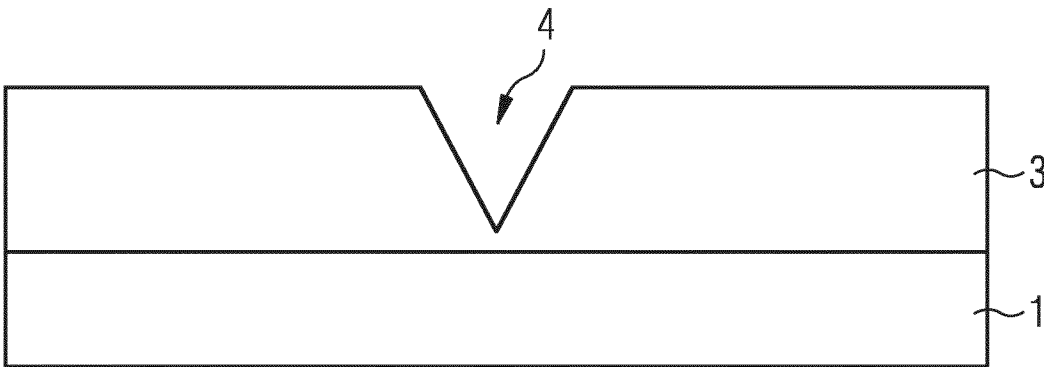


FIG 3

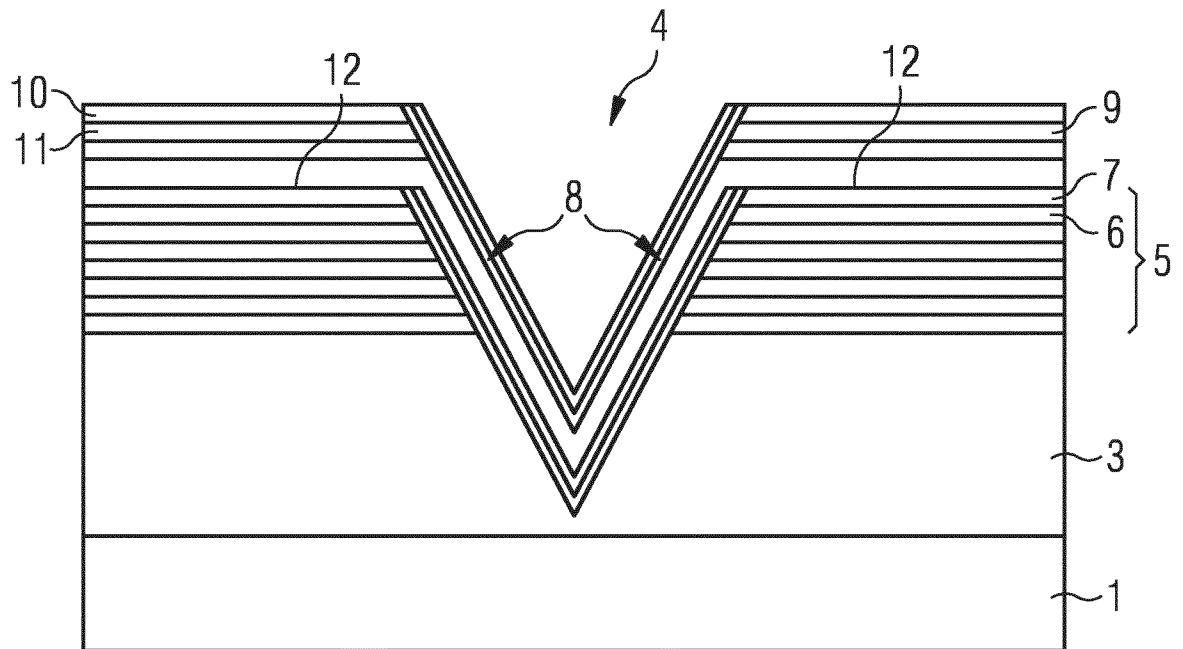


FIG 4

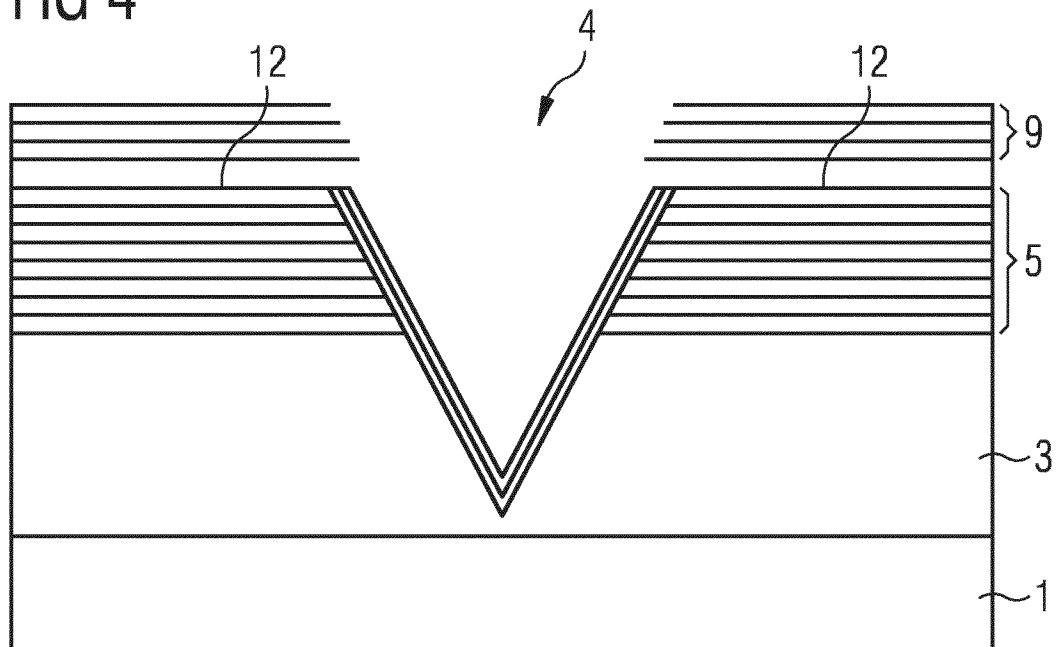


FIG 5

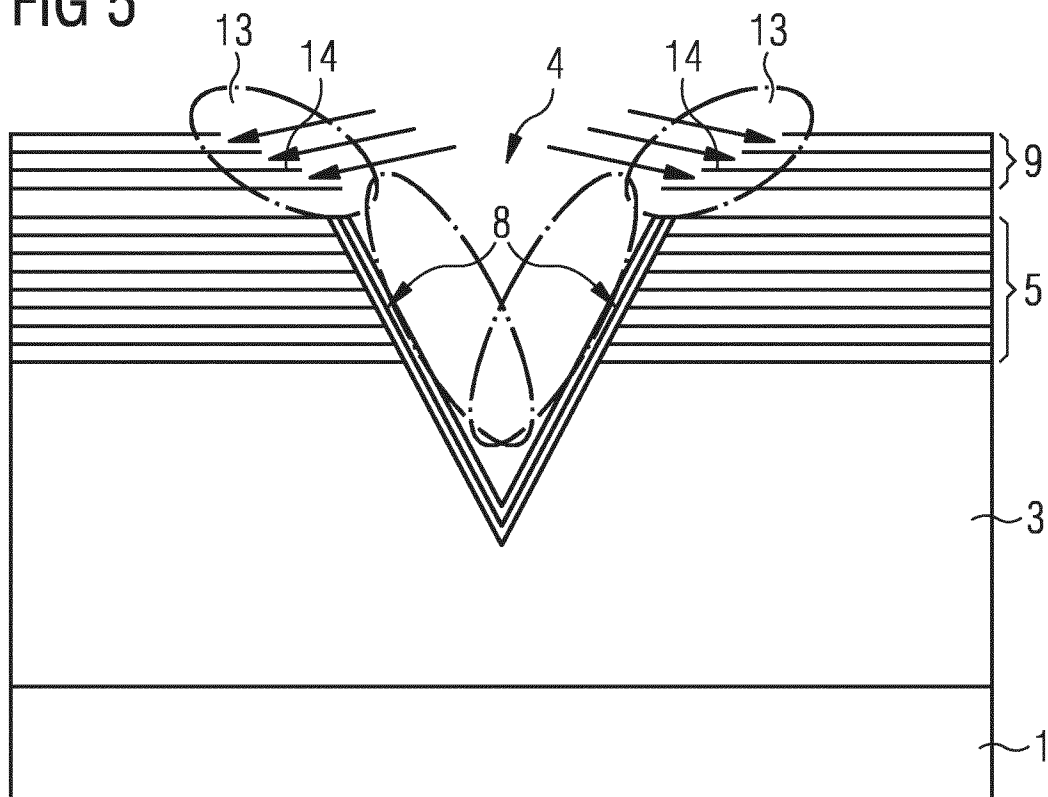


FIG 6

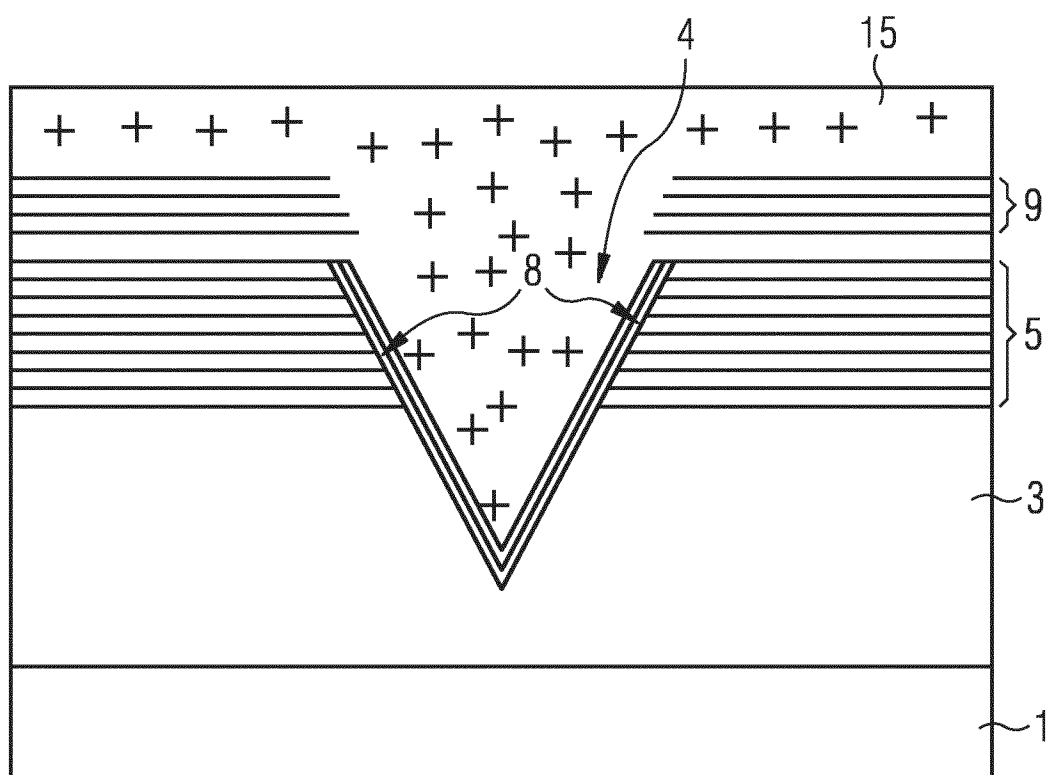


FIG 7

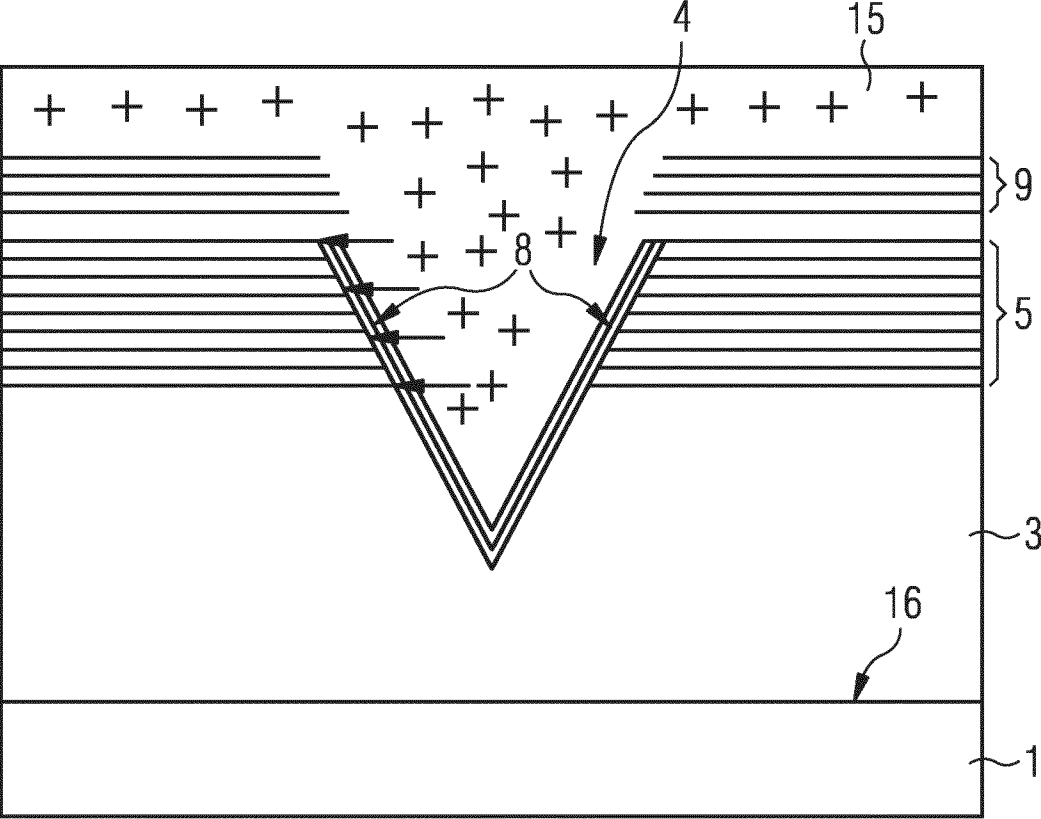


FIG 8

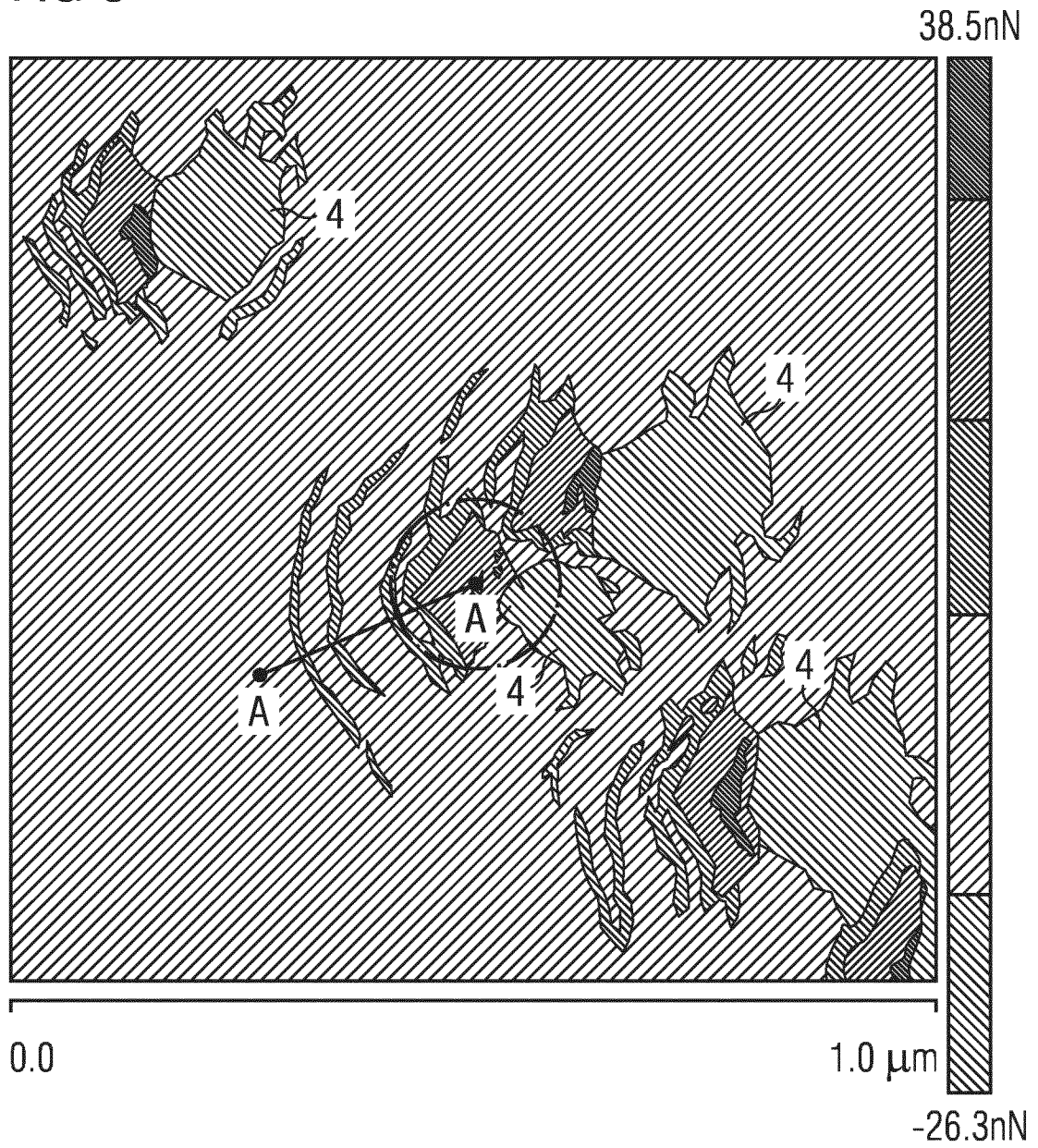
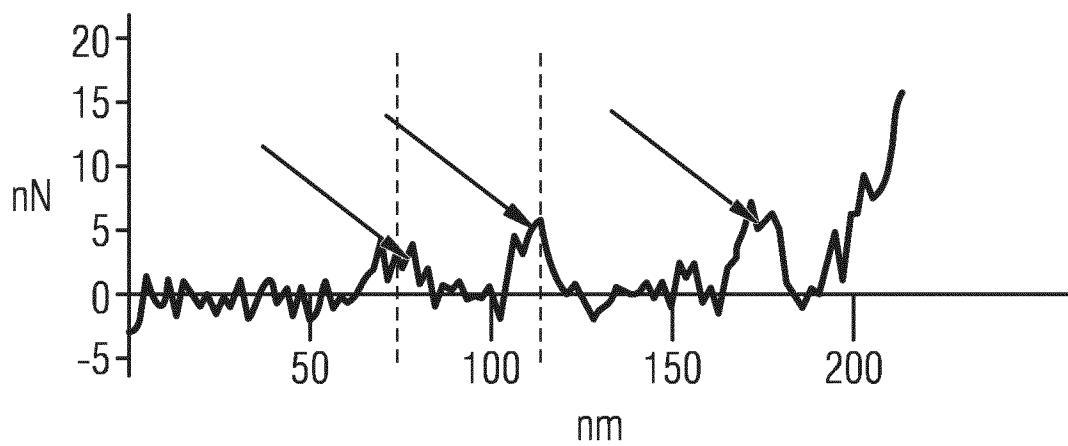


FIG 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/054016

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L33/00 H01L33/24
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 6 329 667 B1 (OTA HIROYUKI [JP] ET AL) 11 December 2001 (2001-12-11) column 4, line 32 - column 10, line 45; figures 1-11	1-13
X	EP 1 267 422 A2 (PIONEER CORP [JP]; ROHM CO LTD [JP]) 18 December 2002 (2002-12-18) paragraphs [0024] - [0052]; figures 1-5	1-13
A	DE 10 2013 103602 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 16 October 2014 (2014-10-16) paragraphs [0028] - [0055]; figures 1-2	1-13
A	US 2014/209921 A1 (KUSUNOKI KATSUKI [JP] ET AL) 31 July 2014 (2014-07-31) paragraphs [0026] - [0138]; figures 1-7	1-13
	-/--	



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

8 March 2017

Date of mailing of the international search report

15/03/2017

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

Albrecht, Claus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/054016

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 843 714 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 4 March 2015 (2015-03-04) paragraphs [0039] - [0065]; figures 1-9 -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/054016

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6329667	B1	11-12-2001	JP 3594826 B2 02-12-2004
			JP 2000232238 A 22-08-2000
			US 6329667 B1 11-12-2001
			US 2002084452 A1 04-07-2002
EP 1267422	A2	18-12-2002	CN 1391293 A 15-01-2003
			DE 60217943 T2 18-10-2007
			EP 1267422 A2 18-12-2002
			JP 3909811 B2 25-04-2007
			JP 2002368269 A 20-12-2002
			KR 20030006990 A 23-01-2003
			TW 569470 B 01-01-2004
			US 2003001161 A1 02-01-2003
DE 102013103602	A1	16-10-2014	CN 105122473 A 02-12-2015
			DE 102013103602 A1 16-10-2014
			DE 112014001924 A5 07-01-2016
			JP 2016518712 A 23-06-2016
			TW 201501355 A 01-01-2015
			US 2016056326 A1 25-02-2016
			WO 2014166764 A1 16-10-2014
US 2014209921	A1	31-07-2014	CN 103972337 A 06-08-2014
			JP 5998953 B2 28-09-2016
			JP 2014143358 A 07-08-2014
			US 2014209921 A1 31-07-2014
EP 2843714	A1	04-03-2015	CN 104425665 A 18-03-2015
			EP 2843714 A1 04-03-2015
			JP 2015046598 A 12-03-2015
			KR 20150025264 A 10-03-2015
			US 2015060762 A1 05-03-2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L33/00 H01L33/24
 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 6 329 667 B1 (OTA HIROYUKI [JP] ET AL) 11. Dezember 2001 (2001-12-11) Spalte 4, Zeile 32 - Spalte 10, Zeile 45; Abbildungen 1-11	1-13
X	----- EP 1 267 422 A2 (PIONEER CORP [JP]; ROHM CO LTD [JP]) 18. Dezember 2002 (2002-12-18) Absätze [0024] - [0052]; Abbildungen 1-5	1-13
A	----- DE 10 2013 103602 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 16. Oktober 2014 (2014-10-16) Absätze [0028] - [0055]; Abbildungen 1-2	1-13
A	----- US 2014/209921 A1 (KUSUNOKI KATSUKI [JP] ET AL) 31. Juli 2014 (2014-07-31) Absätze [0026] - [0138]; Abbildungen 1-7	1-13
	----- -/-	



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

8. März 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/03/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Albrecht, Claus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 843 714 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 4. März 2015 (2015-03-04) Absätze [0039] - [0065]; Abbildungen 1-9 -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/054016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6329667	B1	11-12-2001	JP 3594826 B2 02-12-2004
			JP 2000232238 A 22-08-2000
			US 6329667 B1 11-12-2001
			US 2002084452 A1 04-07-2002
EP 1267422	A2	18-12-2002	CN 1391293 A 15-01-2003
			DE 60217943 T2 18-10-2007
			EP 1267422 A2 18-12-2002
			JP 3909811 B2 25-04-2007
			JP 2002368269 A 20-12-2002
			KR 20030006990 A 23-01-2003
			TW 569470 B 01-01-2004
			US 2003001161 A1 02-01-2003
DE 102013103602	A1	16-10-2014	CN 105122473 A 02-12-2015
			DE 102013103602 A1 16-10-2014
			DE 112014001924 A5 07-01-2016
			JP 2016518712 A 23-06-2016
			TW 201501355 A 01-01-2015
			US 2016056326 A1 25-02-2016
			WO 2014166764 A1 16-10-2014
US 2014209921	A1	31-07-2014	CN 103972337 A 06-08-2014
			JP 5998953 B2 28-09-2016
			JP 2014143358 A 07-08-2014
			US 2014209921 A1 31-07-2014
EP 2843714	A1	04-03-2015	CN 104425665 A 18-03-2015
			EP 2843714 A1 04-03-2015
			JP 2015046598 A 12-03-2015
			KR 20150025264 A 10-03-2015
			US 2015060762 A1 05-03-2015