

(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
4. April 2013 (04.04.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/045328 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/40 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/068431

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. September 2012 (19.09.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 115 299.0
29. September 2011 (29.09.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder (nur für US): **GEHRKE, Kai** [DE/DE]; An der
Iselrinne 4, 93053 Regensburg (DE). **PERZLMAIER,
Korbinian** [DE/DE]; Bischof-Konrad-Str. 2, 93051
Regensburg (DE). **FLÖTER, Richard** [DE/DE];
Tegernheimer Kellerstr. 39, 93105 Tegernheim (DE).
SCHMID, Christian [DE/DE]; Martin-Ernst-Str. 43,
93049 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **KOLLER, F.**; Epping Hermann Fischer
Patentanwaltsgesellschaft MbH, Ridlerstr. 55, 80339
München (DE).

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

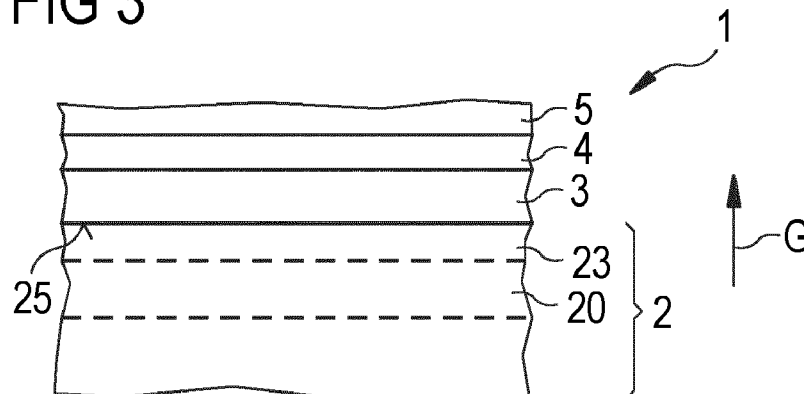
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR CHIP, AND METHOD FOR FABRICATING AN OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR CHIP

(54) Bezeichnung : OPTOELEKTRONISCHER HALBLEITERCHIP UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERCHIPS

FIG 3



(57) Abstract: In at least one embodiment, the optoelectronic semiconductor chip (1) has a semiconductor layer sequence (2) for producing electromagnetic radiation and also a silver mirror (3). The silver mirror (3) is arranged on the semiconductor layer sequence (2). The silver of the silver mirror (3) has oxygen added to it. A weight proportion of the oxygen in the silver mirror (3) is preferably at least 10^{-5} and with further preference no more than 10%.

(57) Zusammenfassung: In mindestens einer Ausführungsform weist der optoelektronische Halbleiterchip (1) eine Halbleiterschichtenfolge (2) zur Erzeugung einer elektromagnetischen Strahlung auf sowie einen Silberspiegel (3). Der Silberspiegel (3) ist an der Halbleiterschichtenfolge (2) angeordnet. Dem Silber des Silberspiegels (3) ist Sauerstoff beigegeben. Ein Gewichtsanteil des Sauerstoffs an dem Silberspiegel (3) beträgt bevorzugt mindestens 10^{-5} und ferner bevorzugt höchstens 10 %.

WO 2013/045328 A1



Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschreibung

Optoelektronischer Halbleiterchip und Verfahren zur
Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips

5

Es wird ein optoelektronischer Halbleiterchip angegeben.
Darüber hinaus wird ein Verfahren zur Herstellung eines
solchen optoelektronischen Halbleiterchips angegeben.

- 10 Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, einen
optoelektronischen Halbleiterchip anzugeben, der besonders
energieeffizient Strahlung emittiert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen
15 Halbleiterchips umfasst dieser eine Halbleiterschichtenfolge.
Die Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterchips basiert
bevorzugt auf einem III-V-Verbindungshalbleitermaterial. Bei
dem Halbleitermaterial handelt es sich bevorzugt um ein
Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$ oder
20 auch um ein Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial wie
 $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{P}$, wobei jeweils $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und
 $n + m \leq 1$ ist. Ebenso kann es sich bei dem Halbleitermaterial
um $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ handeln mit $0 \leq x \leq 1$. Dabei kann die
Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe sowie zusätzliche
25 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.

30

Die Halbleiterschichtenfolge beinhaltet eine aktive Schicht
mit mindestens einem pn-Übergang und/oder mit einer oder mit
mehreren Quantentopfstrukturen. Im Betrieb des

Halbleiterchips wird in der aktiven Schicht eine elektromagnetische Strahlung erzeugt. Eine Wellenlänge der Strahlung liegt bevorzugt im ultravioletten und/oder sichtbaren Spektralbereich, insbesondere bei Wellenlängen
5 zwischen einschließlich 420 nm und 680 nm, zum Beispiel zwischen einschließlich 440 nm und 480 nm.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Halbleiterchip um eine Leuchtdiode, kurz LED. Der
10 Halbleiterchip ist dann bevorzugt dazu eingerichtet, blaues Licht oder weißes Licht zu emittieren.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der Halbleiterchip einen Silberspiegel. Der Silberspiegel ist an
15 der Halbleiterschichtenfolge angeordnet und dazu eingerichtet, die in der aktiven Schicht erzeugte Strahlung zu reflektieren, insbesondere in eine Richtung hin zu einer Strahlungsaustrittsfläche des Halbleiterchips. Der Silberspiegel reflektiert bevorzugt spekulär. Mit anderen
20 Worten handelt es sich bei dem Silberspiegel dann nicht um einen diffus reflektierenden Spiegel.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips ist dem Silberspiegel Sauerstoff beigegeben. Mit anderen Worten
25 weist der Silberspiegel dann, neben Silber, kurz Ag, auch Sauerstoff, kurz O, als wesentliche Materialkomponente auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterchips beträgt ein Gewichtsanteil des Sauerstoffs an
30 dem Silberspiegel mindestens 10^{-6} oder mindestens 10^{-5} oder mindestens 10^{-4} oder mindestens 0,1 % oder mindestens 1 %. Alternativ oder zusätzlich beträgt der Gewichtsanteil des Sauerstoffs höchstens 10 % oder höchstens 1 % oder höchstens

0,1 % oder höchstens 10^{-4} oder höchstens 10^{-5} . Mit anderen Worten liegt in dem Silberspiegel dann kein oder im wesentlichen kein reines Silberoxid vor, sondern es ist möglich, dass der Sauerstoff als eine Art Dotierung des Silbers des Silberspiegels aufzufassen ist.

In mindestens einer Ausführungsform weist der optoelektronische Halbleiterchip eine Halbleiterschichtenfolge zur Erzeugung einer elektromagnetischen Strahlung auf sowie einen Silberspiegel. Der Silberspiegel ist an der Halbleiterschichtenfolge angeordnet. Dem Silber des Silberspiegels ist Sauerstoff beigegeben. Ein Gewichtsanteil des Sauerstoffs an dem Silberspiegel beträgt bevorzugt mindestens 10^{-5} und ferner bevorzugt höchstens 10 %.

Durch einen solchen Silberspiegel ist eine besonders effizient Strahlung emittierender optoelektronischer Halbleiterchip realisierbar. Der Verwendung eines solchen Silberspiegels für den Halbleiterchip liegt unter anderem die folgende Erkenntnis zugrunde:

Um einen optoelektronischen Halbleiterchip wie eine Leuchtdiode elektrisch zu kontaktieren, insbesondere an einer p-Seite, ist ein metallisches oder metallhaltiges Material an einem Halbleitermaterial aufzubringen. Hierbei entsteht ein Kontaktwiderstand zwischen dem Metall und dem Halbleitermaterial. Dieser Kontaktwiderstand bildet einen Serienwiderstand mit der eigentlichen lichterzeugenden aktiven Schicht. Um den Halbleiterchip effizient betreiben zu können, ist ein möglichst kleiner Kontaktwiderstand erforderlich.

Zur Reduzierung des Kontaktwiderstandes ist es möglich, zwischen einem Spiegel und der Halbleiterschichtenfolge eine Zwischenschicht anzubringen. Beispielsweise ist die Zwischenschicht durch eine dünne Schicht aus Platin oder Nickel gebildet, wobei eine Dicke dieser Zwischenschicht typisch kleiner ist als 1 nm oder kleiner als 5 nm. Solche Materialien wie Platin oder Nickel weisen allerdings, im Vergleich zu Silber, eine geringere Reflektivität insbesondere im blauen Spektralbereich auf. Somit kann durch Verwendung derartiger Materialien zwar der Kontaktwiderstand reduziert werden, jedoch sinkt eine Reflektivität des Spiegels.

Durch das Einbringen einer vergleichsweise geringen Menge von Sauerstoff in dem Silberspiegel wird ebenso eine Reduzierung des Kontaktwiderstands erzielt. Andererseits wird durch die Einbringung des Sauerstoffs die Reflektivität des Silberspiegels nicht oder nicht signifikant herabgesetzt. Somit ist durch einen Silberspiegel, der vergleichsweise geringen Mengen an Sauerstoff enthält, ein besonders energieeffizient Strahlung emittierender Halbleiterchip erreichbar. Aufgrund der braunen Färbung von Silberoxid und der relativ geringen Reflektivität für sichtbare Strahlung an Silberoxid soll der Sauerstoffgehalt allerdings nicht zu hoch bemessen sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips ist der Silberspiegel stellenweise oder ganzflächig unmittelbar an der Halbleiterschichtenfolge mit der aktiven Schicht aufgebracht. Mit anderen Worten steht dann ein Material des Silberspiegels mit einem Halbleitermaterial der Halbleiterschichtenfolge mindestens stellenweise in unmittelbarem, physischem Kontakt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips besteht der Silberspiegel ausschließlich aus den Stoffen Silber und Sauerstoff. Dass der Silberspiegel aus Silber und Sauerstoff besteht, bedeutet insbesondere, dass Verunreinigungen durch andere Stoffe höchstens 100 ppm oder höchstens 10 ppm betragen. ppm steht hierbei für Teile pro Million, englisch parts per million, bezogen auf das Gewicht oder auf die Atomanzahl.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips ist an einer der Halbleiterschichtenfolge abgewandten Seite des Silberspiegels eine Abdeckschicht angebracht. Die Abdeckschicht steht bevorzugt mindestens stellenweise in unmittelbarem, physischem Kontakt mit dem Silberspiegel und ist sauerstoffdurchlässig gestaltet.

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips weist die Abdeckschicht ein Metalloxid auf oder besteht aus einem oder mehreren Metalloxiden. Insbesondere ist die Abdeckschicht aus einem transparenten, leitfähigen Metalloxid, kurz TCO, gefertigt. Dem Metalloxid der Abdeckschicht können Dotierstoffe zum Einstellen einer elektrischen Leitfähigkeit beigegeben sein.

20

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips ist die Abdeckschicht durch Zinkoxid, kurz ZnO, oder durch dotiertes Zinkoxid wie ZnO:Ga oder ZnO:Si gebildet.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips beträgt eine Dicke der Abdeckschicht mindestens 10 nm oder mindestens 20 nm oder mindestens 35 nm. Alternativ oder zusätzlich beträgt die Dicke der Abdeckschicht höchstens 1 µm

oder höchstens 500 nm oder höchstens 150 nm oder höchstens 100 nm oder höchstens 80 nm. Durch solche Dicken ist eine Sauerstoffdurchlässigkeit der Abdeckschicht erzielbar. Mit anderen Worten kann mittels thermisch induzierter Diffusion
5 Sauerstoff dann durch die Abdeckschicht hindurch gelangen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips weist die Halbleiterschichtenfolge eine Teilschicht auf. Die Teilschicht grenzt bevorzugt unmittelbar an den
10 Silberspiegel. Die Teilschicht ist bevorzugt p-dotiert und basiert auf GaN, auf AlInGaN oder auf AlGaN.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips beträgt eine Dicke der Teilschicht mindestens 2 nm oder
15 mindestens 5 nm. Alternativ oder zusätzlich weist die Teilschicht eine Dicke von höchstens 250 nm oder von höchstens 50 nm oder von höchstens 20 nm auf. Insbesondere beträgt die Dicke der Teilschicht zirka 10 nm.

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips ist die Teilschicht mit Magnesium dotiert oder mit einem anderen p-Dotanden. Eine Dotierstoffkonzentration in der Teilschicht beträgt bevorzugt mindestens $1 \times 10^{-19} \text{ cm}^{-3}$ oder mindestens $5 \times 10^{-19} \text{ cm}^{-3}$. Alternativ oder zusätzlich beträgt die
25 Dotierstoffkonzentration höchstens $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ oder höchstens $1,5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$. Mit anderen Worten handelt es sich bei der Teilschicht bevorzugt um eine dünne, hoch p-dotierte GaN-Schicht.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips befindet sich zwischen dem Silberspiegel und der Halbleiterschichtenfolge eine Grenzschicht. Die Grenzschicht kann durch eine Mischung der Materialien aus dem

Silberspiegel, also Silber und Sauerstoff, und den Materialien der Halbleiterschichtenfolge, also insbesondere Gallium, Stickstoff, Aluminium, Indium und/oder Magnesium, gebildet sein. Mit anderen Worten ist die Grenzschicht eine Übergangsschicht von einer Materialzusammensetzung der Halbleiterschichtenfolge hin zu einer Materialzusammensetzung des Silberspiegels. Eine Dicke der Grenzschicht beträgt bevorzugt höchstens 5 nm oder höchstens 1,0 nm oder höchstens 0,5 nm oder höchstens 0,25 nm.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips beträgt eine Sauerstoffkonzentration in der Teilschicht der Halbleiterschichtenfolge und/oder in der Grenzschicht höchstens $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ oder höchstens $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ oder höchstens $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. Mit anderen Worten ist die Teilschicht und/oder die Grenzschicht dann nicht gezielt mit Sauerstoff dotiert.

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips liegt die Dicke des Silberspiegels bei mindestens 50 nm oder bei mindestens 70 nm oder bei mindestens 90 nm oder bei mindestens 110 nm. Alternativ oder zusätzlich beträgt die Dicke des Silberspiegels höchstens 5 μm oder höchstens 1,1 μm oder höchstens 300 nm. Durch solche Dicken des Silberspiegels ist einerseits eine ausreichend hohe Reflektivität des Silberspiegels erzielbar, da keine in der Halbleiterschichtenfolge erzeugte Strahlung den Silberspiegel durchdringen oder durchlaufen kann. Andererseits kann bei solchen Dicken Sauerstoff den Silberspiegel durchdringen und hin zu der Grenzschicht und/oder der Teilschicht und/oder der Halbleiterschichtenfolge gelangen.

20

25

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips liegt in der Grenzschicht eine höhere Sauerstoffkonzentration vor als in der Teilschicht und/oder als in verbleibenden Teilen der Halbleiterschichtenfolge. Weiterhin ist es
5 möglich, dass der Sauerstoffanteil in der Grenzschicht gleich oder größer dem Sauerstoffanteil in dem Silberspiegel ist. Zum Beispiel weist die Grenzschicht eine Ag_2O -Schicht oder eine AgO_x -Schicht auf oder besteht hieraus, insbesondere unmittelbar an der Halbleiterschichtenfolge. Es kann also
10 unmittelbar an der Halbleiterschichtenfolge ganzflächig oder stellenweise eine Ag_2O -Schicht oder eine AgO_x -Schicht gebildet sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist ein
15 Übergangsbereich zwischen dem Silberspiegel und der Halbleiterschichtenfolge eine Dicke von höchstens 2 nm oder von höchstens 1 nm auf. Diese Dicke ist zum Beispiel mittels Transmissionselektronenmikroskopie, kurz TEM, bestimmbar. Mittels Sekundärionen-Massenspektrometrie, kurz SIMS, ist
20 diese Dicke aufgrund des in der Regel zu geringen Tiefenauflösungsvermögens nicht zuverlässig bestimmbar.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform beträgt ein Gewichtsanteil von Stoffen an dem Silberspiegel, außer Ag und
25 O, höchstens 5×10^{-5} oder höchstens 1×10^{-5} . Weiterhin ist die Teilschicht der Halbleiterschichtenfolge, die an den Silberspiegel grenzt, aus p-dotiertem GaN gebildet. Beimengungen von Al und/oder In machen an dieser GaN-Schicht einen Anteil von je höchstens 5 Atom-% aus, Beimengungen von
30 Si und/oder Ge liegen bei je höchstens 2 Atom-%. Weitere Bestandteile, außer Ga, N, Al, In, Si und Ge, machen an dieser GaN-Schicht einen Anteil von insgesamt höchstens 1 Atom-% aus.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt die Dicke eines Übergangsbereichs zwischen dem Silberspiegel und der Abdeckschicht bei höchstens 10 nm. Mit anderen Worten
5 wechselt innerhalb dieser Dicke die Materialzusammensetzung von AgO_x hin zu dem Material der Abdeckschicht. Mögliche Aufrauungen des Silberspiegels an der der Abdeckschicht zugewandten Seite, beispielsweise auf der Mikrometerskala, bleiben hierbei außer Betracht. Die Dicke des Silberspiegels
10 liegt dabei zum Beispiel zwischen einschließlich 100 nm und 500 nm.

Ist die Abdeckschicht aus einem mit Ga dotiertem Material gebildet, so kann Ga in Richtung hin zu der
15 Halbleiterschichtenfolge bis zu einer Tiefe von 100 nm in den Silberspiegel eindringen. Ein Ga-Anteil in der Abdeckschicht liegt bevorzugt bei höchstens 0,1 Gewichts-%. Der Ga-Anteil in dem Silberspiegel ist bevorzugt um mindestens einen Faktor 10 oder um mindestens einen Faktor 100 oder um mindestens
20 einen Faktor 1000 kleiner als in der Abdeckschicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Abdeckschicht aus einem Zinnoxid, Indiumoxid oder Indiumzinnoxid, kurz ITO, hergestellt. Neben binären Metallsauerstoffverbindungen, wie
25 beispielsweise ZnO , SnO_2 oder In_2O_3 gehören auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise Zn_2SnO_4 , ZnSnO_3 , MgIn_2O_4 , $\text{Zn}_2\text{In}_2\text{O}_5$ oder $\text{In}_4\text{Sn}_3\text{O}_{12}$ oder Mischungen hieraus zu den möglichen Materialien für die Abdeckschicht. Die Abdeckschicht ist nicht notwendigerweise aus einem
30 Material mit einer stöchiometrischen Zusammensetzung geformt. Es ist die Abdeckschicht bevorzugt dotiert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform nimmt der Sauerstoffanteil in dem Silberspiegel in Richtung weg von der Abdeckschicht monoton oder streng monoton ab oder ist konstant. In dem Übergangsbereich zwischen der Halbleiterschichtenfolge und dem Silberspiegel kann der Sauerstoffanteil höher oder am höchsten sein, insbesondere falls sich GaO oder GaON in dem Übergangsbereich bildet.

Es wird darüber hinaus ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips angegeben. Insbesondere ist mit dem Verfahren ein Halbleiterchip herstellbar, wie in einer oder mehrerer der oben genannten Ausführungsformen beschrieben. Merkmale des optoelektronischen Halbleiterchips sind daher auch für das hier beschriebene Verfahren offenbart und umgekehrt.

In mindestens einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst dieses mindestens die folgenden Schritte, bevorzugt in der angegebenen Reihenfolge:

- Bereitstellen einer Halbleiterschichtenfolge mit einer zu einer Strahlungserzeugung vorgesehenen aktiven Schicht,
- Aufbringen eines Silberspiegels auf die Halbleiterschichtenfolge,
- Beigeben von Sauerstoff zu dem Silber des Silberspiegels, wobei ein Gewichtsanteil des beigegebenen Sauerstoffs, bezogen auf das Silber des Silberspiegels, bevorzugt zwischen einschließlich 10^{-5} und 10 % liegt, und
- Fertigstellen des Halbleiterchips.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird der Silberspiegel in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre getempert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens liegt die Abdeckschicht während des Beigebens des Sauerstoffs in dem Silberspiegel frei. Mit anderen Worten gelangt dann der Sauerstoff in dem Silberspiegel durch die Abdeckschicht
5 hindurch, insbesondere aus einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre heraus.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens, bei dem auf dem Silberspiegel eine Abdeckschicht aufgebracht ist,
10 liegt bei dem Beigeben des Sauerstoffs eine Verfahrenstemperatur zwischen einschließlich 100 °C und 500 °C, insbesondere zwischen einschließlich 300 °C und 500 °C oder zwischen einschließlich 350 °C und 450 °C.

15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens erfolgt das Beigeben des Sauerstoffs unter einer Atmosphäre mit einem Sauerstoffpartialdruck von mindestens 2 mbar oder von mindestens 20 mbar oder von mindestens 100 mbar. Alternativ oder zusätzlich beträgt der Sauerstoffpartialdruck höchstens
20 500 mbar oder höchstens 300 mbar oder höchstens 200 mbar oder höchstens 100 mbar oder höchstens 50 mbar.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens, bei dem das Beigeben des Sauerstoffs bei Temperaturen deutlich über
25 Raumtemperatur erfolgt, liegt eine Zeitdauer des Beigebens des Sauerstoffs bei mindestens 10 s oder bei mindestens 30 s oder bei mindestens 2 min oder bei mindestens 5 min oder bei mindestens 10 min. Alternativ oder zusätzlich liegt dieser Zeitraum für das Beigeben des Sauerstoffs bei höchstens 1
30 Stunde oder bei höchstens 40 min oder bei höchstens 30 min. Der Sauerstoff kann insbesondere in Form eines kurzen, sogenannten Flashes beigegeben werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens liegt der Silberspiegel bei dem Beigeben des Sauerstoffs frei. Mit anderen Worten ist eine der Halbleiterschichtenfolge abgewandte Grenzfläche des Silberspiegels dann einer
5 sauerstoffhaltigen Atmosphäre ausgesetzt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens, bei dem der Silberspiegel frei ist von einer Abdeckschicht, erfolgt das Beigeben des Sauerstoffs bei einer Temperatur von
10 mindestens 0 °C oder von mindestens 10 °C oder von mindestens 18 °C. Alternativ oder zusätzlich beträgt die Temperatur beim Beigeben des Sauerstoffs dann bevorzugt höchstens 50 °C oder höchstens 80 °C oder höchstens 130 °C.

15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens, bei dem der Silberspiegel frei ist von einer Abdeckschicht, liegt eine Dauer des Beigebens des Sauerstoffs bei mindestens 15 Stunden oder bei mindestens 10 Stunden oder bei mindestens 5 Stunden oder bei mindestens 2 Stunden. Es ist möglich, dass
20 diese Dauer höchstens 48 Stunden oder höchstens 36 Stunden oder höchstens 24 Stunden beträgt.

Nachfolgend wird ein hier beschriebener optoelektronischer Halbleiterchip sowie ein hier beschriebenes Verfahren unter
25 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
30 dargestellt sein.

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines hier beschriebenen Verfahrens zur Herstellung eines hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterchips, und

5

Figuren 2 bis 4 schematische Darstellungen von Ausführungsbeispielen von hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterchips.

10 In Figur 1 ist in schematischen Schnittdarstellung ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips 1 illustriert.

Gemäß Figur 1A wird eine Halbleiterschichtenfolge 2 mit einer aktiven Schicht zur Erzeugung einer elektromagnetischen Strahlung bereitgestellt. Die Halbleiterschichtenfolge 2 basiert auf AlInGaN. Auf einer Hauptseite 25, die senkrecht zu einer Wachstumsrichtung G der Halbleiterschichtenfolge 2 ausgerichtet ist, ist unmittelbar ein Silberspiegel 3 aufgebracht.

20

Das Aufbringen des Silberspiegels erfolgt beispielsweise mittels Aufdampfens oder mittels Aufputterns. Bei dem Material des Silberspiegels 3 handelt es sich bevorzugt um reines Silber. Verunreinigungen an dem Material für den Silberspiegel 3 machen bevorzugt höchstens 100 ppm aus. Eine Dicke des Silberspiegels 3 entlang der Wachstumsrichtung G beträgt beispielsweise zirka 140 nm.

25

30 Gemäß Figur 1B wird unmittelbar auf den Silberspiegel 3 eine Abdeckschicht 4 aufgebracht. Die Abdeckschicht 4 ist durch ein Metalloxid wie ZnO gebildet. Zum Beispiel weist die Abdeckschicht 4 eine Dicke von zirka 50 nm auf. Durch die

Abdeckschicht 4 kann verhindert werden, dass sich bei Temperaturen deutlich über Raumtemperatur Silbertropfen an dem Silberspiegel 3 ausbilden, also eine Entnetzung des Silbers stattfindet.

5

Das Beigeben von Sauerstoff in den Silberspiegel 3 ist in Figur 1C illustriert. Über eine Zeitdauer von zirka 20 min und bei einer Temperatur von zirka 400 °C wird der Silberspiegel 3 mit der freiliegenden Abdeckschicht 4 einem Gasstrom S ausgesetzt. Der Gasstrom S ist durch ein Stickstoff-Sauerstoff-Gemisch gebildet. Ein Sauerstoffgehalt beträgt zum Beispiel ungefähr 0,2 %. Ein atmosphärischer Druck beträgt insgesamt zum Beispiel zirka 1000 mbar.

Alternativ ist es möglich, den Sauerstoff bei von den genannten Werten abweichenden Temperaturen, Sauerstoffpartialdrücken und Zeitdauern in dem Silberspiegel 3 einzubringen. Je höher eine Temperatur gewählt ist, desto niedriger sind bevorzugt der Sauerstoffgehalt als auch die Zeitdauer des Beigebens des Sauerstoffs zu wählen.

Der Sauerstoff kann in dem Silberspiegel 3 durch Diffusion gleichmäßig oder im Wesentlichen gleichmäßig verteilt sein. Ebenso ist es möglich, dass sich Sauerstoff an einer Grenze zwischen dem Silberspiegel 3 und der Halbleiterschichtenfolge 2 anreichert oder dass der Sauerstoffgehalt in dem Silberspiegel 3 in Richtung hin zu der Halbleiterschichtenfolge 2 abnimmt.

In Figur 1D ist dargestellt, dass auf die Abdeckschicht 4 eine Metallschicht 5 aufgebracht wird. Bei der Metallschicht 5 handelt es sich bevorzugt um eine Goldschicht oder um eine Platinschicht. Anstelle oder zusätzlich zu der Metallschicht

5 kann auch eine Schicht aus einem transparenten, leitfähigen Oxid, kurz TCO, eingesetzt werden.

Eine Reflektivität des Silberspiegels 3 für blaues Licht ist
5 durch die Beigabe des Sauerstoffs nicht oder nicht
signifikant herabgesetzt. Insbesondere liegt die
Reflektivität für blaues Licht mit einer Wellenlänge von
ungefähr 445 nm zwischen 93 % und 96 % und für rotes Licht
mit einer Wellenlänge von ungefähr 700 nm zwischen
10 einschließlich 97 % und 98 %.

Die in den Figuren 1A bis 1D dargestellten Verfahrensschritte
erfolgen bevorzugt an einem kompletten Wafer, auf dem die
Halbleiterschichtenfolge 2 gewachsen ist. Verfahrensschritte
15 wie Vereinzeln der Halbleiterschichtenfolge 2 zu
individuellen Halbleiterchips 1 sowie das Anbringen von
weiteren Bestandteilen der Halbleiterchips 1 wie elektrischen
Kontakten, Passivierungsschichten oder Lotschichten sowie das
Erzeugen von Aufrauungen zur Verbesserung einer
20 Lichtauskoppelleffizienz sind in den Figuren nicht
dargestellt. Zum Beispiel ist der Halbleiterchip 1 aufgebaut
wie in der Druckschrift US 2010/0171135 A1 angegeben, deren
Offenbarungsgehalt durch Rückbezug mit aufgenommen wird.

25 Ein weiteres Ausführungsbeispiel des Halbleiterchips 1 ist in
Figur 2 illustriert. Gemäß Figur 2 ist der Halbleiterchip 1
frei von der Abdeckschicht 4. Die Metallschicht 5 ist
unmittelbar auf dem Silberspiegel 3 aufgebracht. Ein solcher
Halbleiterchip 1, wie in Figur 2 gezeigt, kann wie folgt
30 hergestellt sein:

Auf die Halbleiterschichtenfolge 2 wird der Silberspiegel 3
aus reinem Silber aufgebracht. Über dem freiliegenden

Silberspiegel 3 wird ein Gasstrom geführt oder der Silberspiegel 3 wird einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre ausgesetzt. Beispielsweise erfolgt das Begeben des Sauerstoffs in den Silberspiegel 3 dann bei Raumtemperatur, 5 zirka 20 °C, über eine Zeitspanne von 24 Stunden hinweg und bei einem Sauerstoffpartialdruck von zirka 190 mbar sowie einem Gesamtdruck von zirka 1000 mbar und unter Reinraumbedingungen.

10 Anders als in Figur 2 dargestellt ist es ebenso möglich, dass eine Abdeckschicht zwischen dem Silberspiegel 3 und der Metallschicht 5 angebracht wird. Anders als gemäß Figur 1 wird die Abdeckschicht dann allerdings erst nach dem Begeben des Sauerstoffs auf den Silberspiegel 3 aufgebracht.

15

Ein weiteres Ausführungsbeispiel des optoelektronischen Halbleiterchips 1 ist in Figur 3 zu sehen. An dem Silberspiegel 3 weist die Halbleiterschichtenfolge 2 eine Teilschicht 20 auf. Die Teilschicht 20 ist aus p-dotiertem 20 GaN gefertigt. Die Teilschicht 20 weist eine Dicke von ungefähr 50 nm auf und ist mit einer Konzentration von zirka $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ mit Magnesium dotiert.

Sich in eine Richtung von dem Silberspiegel 3 weg an die 25 Teilschicht 20 anschließende Bereiche der Halbleiterschichtenfolge 2 sind bevorzugt ebenfalls p-dotiert, insbesondere mit Magnesium. Eine Dotierstoffkonzentration dieser Bereiche unterhalb der Teilschicht 20, entlang der Wachstumsrichtung G gesehen, 30 liegt bevorzugt bei höchstens $1 \times 10^{-20} \text{ cm}^{-3}$ oder bei höchstens $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$. Ebenso können diese Bereiche undotiert sein, wenn eine hochdotierte Kontaktschicht wie etwa die Teilschicht 20 entlang der Wachstumsrichtung folgt.

Eine solche Teilschicht 20 kann auch in allen anderen Ausführungsbeispielen vorhanden sein.

5 Gemäß Figur 3 befindet sich zwischen dem Silberspiegel 3 und der Teilschicht 20 eine Grenzschicht 23. In der Grenzschicht 23, die eine Dicke von bevorzugt höchstens 0,5 nm aufweist, geht eine Materialzusammensetzung des Silberspiegels 3 in eine Materialzusammensetzung der Teilschicht 20 über. In der Grenzschicht 23 kann, bevorzugt anders als in weiteren Teilen
10 der Halbleiterschichtenfolge 2, eine Sauerstoffkonzentration ähnlich wie im Silberspiegel 3 vorliegen. Es ist möglich, dass sich zwischen dem Silberspiegel 3 und der Halbleiterschichtenfolge 2 oder der Teilschicht 20 keine ausgeprägte Grenzschicht 23 befindet.

15

In Figur 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Halbleiterchips 1 illustriert. Bereichsweise ist zwischen dem Silberspiegel 3 und der Halbleiterschichtenfolge 2 ein Material 6 mit einem niedrigen optischen Brechungsindex
20 angebracht. Niedriger optischer Brechungsindex bedeutet, dass ein Brechungsindex des Materials 6 beispielsweise um mindestens 0,5 kleiner ist als ein Brechungsindex der Halbleiterschichtenfolge 2. Hierdurch kann das Material 6 als totalreflektierende Spiegelschicht dienen. Zum Beispiel ist
25 das Material 6 aus einem Siliziumnitrid oder einem Siliziumoxid gebildet und ist insbesondere elektrisch isolierend. Eine elektrische Kontaktierung der Halbleiterschichtenfolge 2 erfolgt dann über eine Vielzahl inselartiger Bereiche, in denen der Silberspiegel 3 in
30 unmittelbarem Kontakt mit der Halbleiterschichtenfolge 2 steht.

Wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen ist die Abdeckschicht 4 bevorzugt elektrisch leitfähig, sodass eine elektrische Kontaktierung der Halbleiterschichtenfolge 2 durch die Abdeckschicht 4 hindurch erfolgen kann. Alternativ
5 hierzu ist es möglich, dass die Abdeckschicht 4, etwa beim Herstellungsverfahren gemäß Figur 1, nach dem Einbringen des Sauerstoffs in den Silberspiegel 3 entfernt wird.

Durch den Sauerstoff im Silberspiegel 3 wird eine
10 Kontaktspannung zwischen der Halbleiterschichtenfolge 2 und dem Silberspiegel 3 herabgesetzt. Dies kann auf Sauerstoff an einer Grenze zwischen dem Silberspiegel 3 und der Halbleiterschichtenfolge 2 zurückzuführen sein. Im Vergleich zu einem bis auf den Sauerstoff im Silberspiegel 3
15 identischen Halbleiterchip sinkt die Kontaktspannung um zirka 3 % ab. Bei einem Halbleiterchip mit einer Größe von 1 mm² sinkt die Vorwärtsspannung um zirka 100 mV von zirka 3,1 V auf zirka 3,0 V ab, bei einem Strom von ungefähr 350 mA.

20 Die hier beschriebene Erfindung ist nicht durch die 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
25 dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen
30 Patentanmeldung 10 2011 115 299.0 deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Patentansprüche

1. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) mit
- einer Halbleiterschichtenfolge (2) und
5 - einem Silberspiegel (3),
wobei der Silberspiegel (3) an der
Halbleiterschichtenfolge (2) angeordnet ist,
und wobei dem Silber des Silberspiegels (3) Sauerstoff
beigegeben ist mit einem Gewichtsanteil von mindestens
10 10^{-5} und höchstens 10 %.
2. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach dem
vorhergehenden Anspruch,
bei dem der Silberspiegel (3) unmittelbar an der
Halbleiterschichtenfolge (2) angebracht ist,
15 wobei ein Übergangsbereich zwischen dem Silberspiegel
(3) und der Halbleiterschichtenfolge (2) eine Dicke von
höchstens 2 nm aufweist,
wobei der Gewichtsanteil des Sauerstoffs in dem
Silberspiegel (3) zwischen einschließlich 10^{-5} und 10^{-3}
20 liegt,
wobei ein Gewichtsanteil von Stoffen an dem
Silberspiegel (3), außer Ag und O, höchstens 5×10^{-5}
beträgt, und
wobei eine Teilschicht (20) der
25 Halbleiterschichtenfolge (2), die an den Silberspiegel
(3) grenzt, aus p-dotiertem GaN gebildet ist und
Beimengungen von Al und/oder In von je höchstens
5 Atom-%, Beimengungen von Si und/oder Ge von je
höchstens 2 Atom-% und weitere Bestandteile, außer Ga,
30 N, Al, In, Si und Ge, einen Anteil von insgesamt
höchstens 1 Atom-% ausmachen.

3. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem der Silberspiegel (3) aus Silber und Sauerstoff besteht,
5 wobei Verunreinigungen anderer Stoffe höchstens 100 ppm betragen.
4. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem unmittelbar an einer der
10 Halbleiterschichtenfolge (2) abgewandten Seite des Silberspiegels (3) eine Abdeckschicht (4) angebracht ist,
wobei die Abdeckschicht (4) ein Metalloxid umfasst oder aus einem oder mehreren Metalloxiden besteht.
- 15 5. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach dem vorhergehenden Anspruch,
bei dem die Abdeckschicht (4) durch ZnO oder durch dotiertes ZnO gebildet ist und eine Dicke von mindestens 20 nm und von höchstens 500 nm aufweist.
- 20 6. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem eine Teilschicht (20) der Halbleiterschichtenfolge (2), die an den Silberspiegel (3) grenzt, aus p-dotiertem GaN oder aus p-dotiertem
25 InAlGaN gebildet ist.
7. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach dem vorhergehenden Anspruch,
bei dem die Teilschicht (20) eine Dicke zwischen einschließlich 2 nm und 20 nm aufweist, ein Dotierstoff
30 Magnesium ist und eine Dotierstoffkonzentration

zwischen einschließlich $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ und $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ liegt.

8. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 bei dem eine Grenzschicht (23) zwischen dem Silberspiegel (3) und der Halbleiterschichtenfolge (2) eine Dicke von höchstens 5 nm aufweist, wobei in der Grenzschicht (23) Silber, Sauerstoff, GaN, Aluminium, Indium und/oder Magnesium vorliegen.
- 10 9. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Sauerstoffkonzentration in der Teilschicht (20) höchstens $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ beträgt.
- 15 10. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Dicke des Silberspiegels (3) zwischen einschließlich 70 nm und 300 nm liegt.
- 20 11. Optoelektronischer Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Gewichtsanteil des Sauerstoffs in dem Silberspiegel (3) zwischen einschließlich 0,01 % und 1,0 % beträgt.
- 25 12. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips (1) mit den Schritten:
- Bereitstellen einer Halbleiterschichtenfolge (2),
- Aufbringen eines Silberspiegels (3) auf die Halbleiterschichtenfolge (2),
wobei dem Silber des Silberspiegels (3) Sauerstoff beigegeben wird mit einem Gewichtsanteil von mindestens

10^{-5} und höchstens 10 %, und

- Fertigstellen des Halbleiterchips (1).

13. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,

wobei

- 5 - unmittelbar an einer der Halbleiterschichtenfolge (2) abgewandten Seite des Silberspiegels (3) eine Abdeckschicht (4) aufgebracht wird,
- 10 - die Abdeckschicht (4) ein Metalloxid umfasst oder aus einem oder mehreren Metalloxiden besteht und eine Dicke der Abdeckschicht (4) zwischen einschließlich 20 nm und 500 nm liegt,
- 15 - die Abdeckschicht (4) während des Beigebens des Sauerstoffs frei liegt,
- beim Beigeben des Sauerstoffs eine Temperatur zwischen einschließlich 100 °C und 550 °C beträgt,
- 20 - das Beigeben unter einer Atmosphäre mit einem Sauerstoffpartialdruck zwischen einschließlich 2 mbar und 200 mbar erfolgt, und
- das Beigeben über einen Zeitraum zwischen einschließlich 2 min und 40 min erfolgt.

14. Verfahren nach Anspruch 12,

wobei beim Beigeben des Sauerstoffs

- 25 - der Silberspiegel (3) frei liegt,
- eine Temperatur zwischen einschließlich 10 °C und 80 °C beträgt,
- ein Sauerstoffpartialdruck zwischen einschließlich 100 mbar und 300 mbar liegt,
- und eine Dauer des Beigebens zwischen einschließlich 10 h und 36 h beträgt.

FIG 1A



FIG 1B

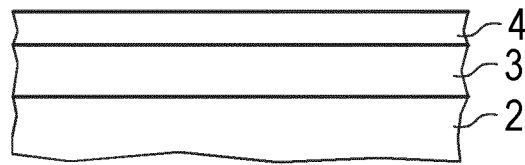


FIG 1C

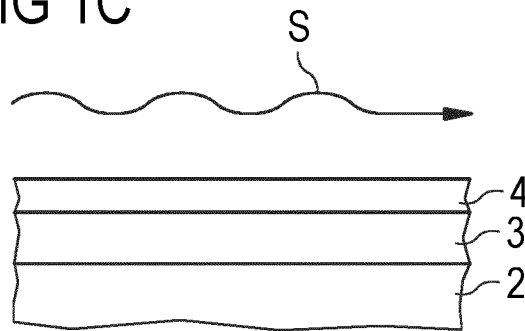


FIG 1D

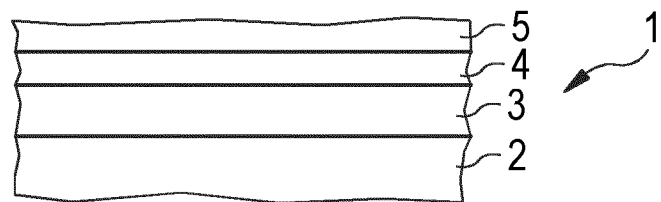


FIG 2

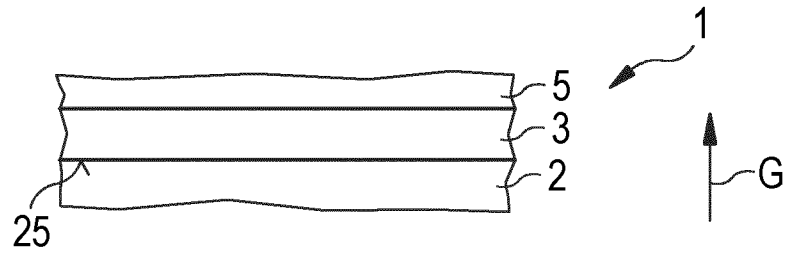


FIG 3

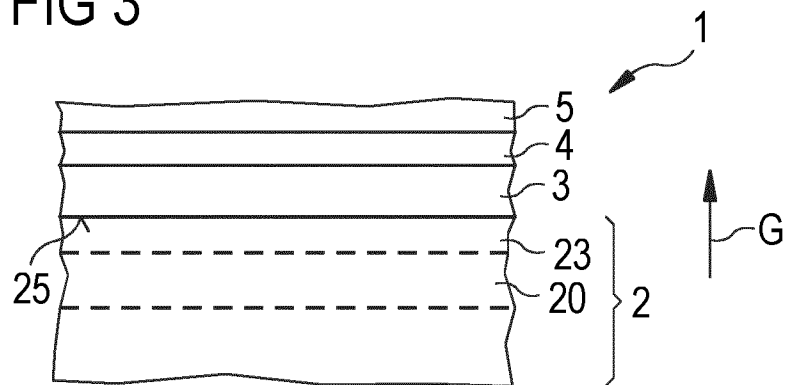
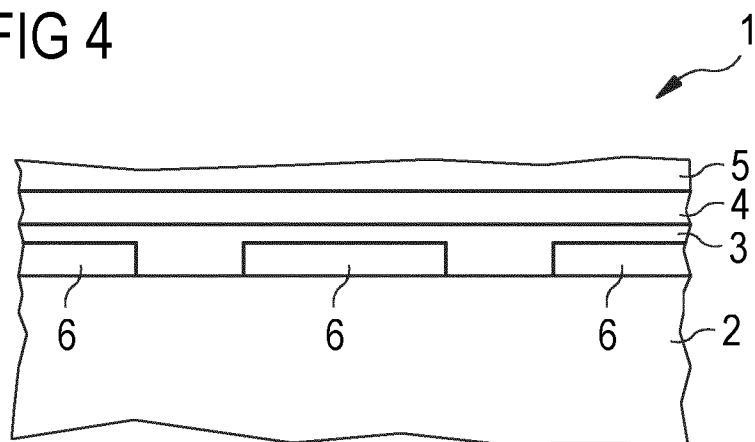


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/068431

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L33/40
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, INSPEC, IBM-TDB, 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 2011/049541 A1 (KATSUNO HIROSHI [JP] ET AL) 3 March 2011 (2011-03-03) paragraphs [0057], [0071], [0075], [0082], [0090] - [0098] figures 1-3	1-14
X	US 2008/185609 A1 (KOZAWA TAKAHIRO [JP] ET AL) 7 August 2008 (2008-08-07) paragraphs [0019], [0023], [0031], [0032], [0035] - [0038] figures 1,2	1
X	US 2006/186417 A1 (TSAI TZONG-LIANG [TW] ET AL) 24 August 2006 (2006-08-24) paragraphs [0005], [0009], [0010], [0024] - [0027] figures 2,3	1
	----- -/--	



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

18 December 2012

Date of mailing of the international search report

03/01/2013

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Adams, Richard

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/068431

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/120016 A1 (SEOUL OPTO DEVICE CO LTD [KR]; POSTECH FOUNDATION [KR]; LEE JONG LAM []) 25 October 2007 (2007-10-25) paragraphs [0013], [0016], [0043] - [0045] figures 3,4 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/068431

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 2011049541	A1	03-03-2011	JP	2011049322 A	10-03-2011
			US	2011049541 A1	03-03-2011

US 2008185609	A1	07-08-2008	JP	2008192782 A	21-08-2008
			TW	200849666 A	16-12-2008
			US	2008185609 A1	07-08-2008

US 2006186417	A1	24-08-2006	TW	I292631 B	11-01-2008
			US	2006186417 A1	24-08-2006
			US	2008188021 A1	07-08-2008

WO 2007120016	A1	25-10-2007	JP	2009534830 A	24-09-2009
			US	2009134418 A1	28-05-2009
			US	2011210363 A1	01-09-2011
			WO	2007120016 A1	25-10-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/068431

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L33/40
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, INSPEC, IBM-TDB, 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 2011/049541 A1 (KATSUNO HIROSHI [JP] ET AL) 3. März 2011 (2011-03-03) Absätze [0057], [0071], [0075], [0082], [0090] - [0098] Abbildungen 1-3 -----	1-14
X	US 2008/185609 A1 (KOZAWA TAKAHIRO [JP] ET AL) 7. August 2008 (2008-08-07) Absätze [0019], [0023], [0031], [0032], [0035] - [0038] Abbildungen 1,2 -----	1
X	US 2006/186417 A1 (TSAI TZONG-LIANG [TW] ET AL) 24. August 2006 (2006-08-24) Absätze [0005], [0009], [0010], [0024] - [0027] Abbildungen 2,3 ----- -/-	1

☒ 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

18. Dezember 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/01/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Adams, Richard

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2007/120016 A1 (SEOUL OPTO DEVICE CO LTD [KR]; POSTECH FOUNDATION [KR]; LEE JONG LAM []) 25. Oktober 2007 (2007-10-25) Absätze [0013], [0016], [0043] - [0045] Abbildungen 3,4 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/068431

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2011049541	A1	03-03-2011	JP	2011049322 A	10-03-2011
			US	2011049541 A1	03-03-2011

US 2008185609	A1	07-08-2008	JP	2008192782 A	21-08-2008
			TW	200849666 A	16-12-2008
			US	2008185609 A1	07-08-2008

US 2006186417	A1	24-08-2006	TW	I292631 B	11-01-2008
			US	2006186417 A1	24-08-2006
			US	2008188021 A1	07-08-2008

WO 2007120016	A1	25-10-2007	JP	2009534830 A	24-09-2009
			US	2009134418 A1	28-05-2009
			US	2011210363 A1	01-09-2011
			WO	2007120016 A1	25-10-2007
