

(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
26. November 2015 (26.11.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/176873 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/42 (2010.01) *H01L 33/00* (2010.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/058055
- (22) Internationales Anmeldedatum:
14. April 2015 (14.04.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2014 107 306.1 23. Mai 2014 (23.05.2014) DE
- (71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: **PERZLMAIER, Korbinian**; Bischof-Konrad-Str. 2, 93051 Regensburg (DE). **MUERMANN, Björn**; Kreuzgasse 14, 93047 Regensburg (DE). **KOPP, Fabian**; Humboldtstr. 39, 93053 Regensburg (DE). **HÖPPEL, Lutz**; Lessingstr. 1, 93087 Alteglofsheim (DE).
- (74) Anwalt: **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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

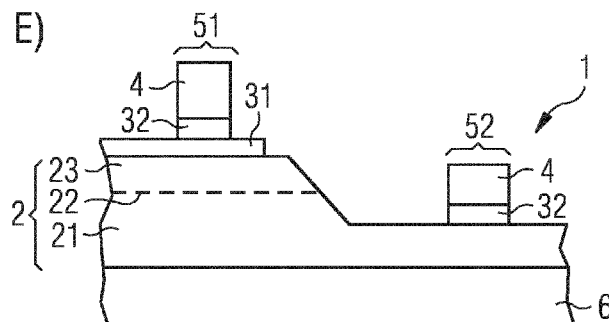
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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

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

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing an optoelectronic semiconductor chip (1), comprising the following steps: providing a semiconductor layer sequence (2) having an active zone (22), applying a first and a second contact layer (31, 32) to the semiconductor layer sequence (2), applying a contact metallization (4) to the second contact layer (31, 32) in a first and in a second electrical contact region (51, 52), wherein the first and the second contact layer (31, 32) are each formed of a transparent conductive oxide, the following layers follow one another in the first electrical contact region (51): the semiconductor layer sequence (2), the first contact layer (31, 32), the second contact layer (31, 32), the contact metallization (4), and the following layers follow one another in the second electrical contact region (52): a doped semiconductor layer (21) of the semiconductor layer sequence (2), the second contact layer (31, 32), the contact metallization (4).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/176873 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips (1) mit den Schritten: - Bereitstellen einer Halbleiterschichtenfolge (2) mit einer aktiven Zone (22), - Aufbringen einer ersten und einer zweiten Kontaktschicht (31, 32) auf die Halbleiterschichtenfolge (2), - Aufbringen einer Kontaktmetallisierung (4) auf die zweite Kontaktschicht (31, 32) in einem ersten und in einem zweiten elektrischen Kontaktbereich (51, 52), wobei - die erste und die zweite Kontaktschicht (31, 32) je aus einem transparenten leitfähigen Oxid gebildet sind, - im ersten elektrischen Kontaktbereich (51) folgende Schichten aufeinander folgen: die Halbleiterschichtenfolge (2), die erste Kontaktschicht (31, 32), die zweite Kontaktschicht (31, 32), die Kontaktmetallisierung (4), und - im zweiten elektrischen Kontaktbereich (52) folgende Schichten aufeinander folgen: eine dotierte Halbleiterschicht (21) der Halbleiterschichtenfolge (2), die zweite Kontaktschicht (31, 32), die Kontaktmetallisierung (4).

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips und optoelektronischer Halbleiterchip

5

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

10

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, einen optoelektronischen Halbleiterchip anzugeben, der effizient elektrisch kontaktierbar ist.

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

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren
20 den Schritt des Bereitstellens einer

Halbleiterschichtenfolge. Die Halbleiterschichtenfolge basiert bevorzugt auf einem III-V-

Verbindungshalbleitermaterial. Bei dem Halbleitermaterial handelt es sich zum Beispiel um ein Nitrid-

25 Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$ oder um ein Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{P}$ oder auch um ein Arsenid-Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{As}$, wobei jeweils $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und $n + m \leq 1$ ist. Dabei kann die Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe

30 sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Der Einfachheit halber sind jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters der Halbleiterschichtenfolge, also Al, As, Ga, In, N oder P, angegeben, auch wenn diese teilweise durch

geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt und/oder ergänzt sein können. Besonders bevorzugt basiert die Halbleiterschichtenfolge auf $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$.

- 5 Die Halbleiterschichtenfolge umfasst wenigstens eine n-leitende Schicht sowie eine oder mehrere p-leitende Schichten. Zwischen der zumindest einen n-leitenden Schicht und der mindestens einen p-leitenden Schicht befindet sich eine aktive Zone zur Erzeugung einer elektromagnetischen
- 10 Strahlung, insbesondere zur Erzeugung von nahultravioletter, sichtbarer oder nahinfraroter Strahlung. Beispielsweise wird im Betrieb der Halbleiterschichtenfolge blaues Licht erzeugt.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren
- 15 den Schritt des Aufbringens einer ersten Kontaktschicht eines ersten Typs auf die Halbleiterschichtenfolge. Erster Typ bedeutet dabei, dass es sich bei der Kontaktschicht um eine p-Kontaktschicht oder um eine n-Kontaktschicht handelt. Beispielsweise im Falle einer p-Kontaktschicht ist die
- 20 Kontaktschicht dazu eingerichtet, Strom in die p-leitende Schicht der Halbleiterschichtenfolge einzuprägen. Entsprechend umgekehrtes gilt im Falle einer n-Kontaktschicht.

- 25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren den Schritt des Aufbringens einer zweiten Kontaktschicht eines zweiten Typs auf. Der zweite Typ ist dabei von dem ersten Typ verschieden. Ist die erste Kontaktschicht etwa als p-Kontaktschicht gestaltet, so handelt es sich bei der zweiten
- 30 Kontaktschicht um eine n-Kontaktschicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die zweite Kontaktschicht stellenweise oder ganzflächig über der ersten

Kontaktschicht aufgebracht. Das heißt, die erste Kontaktschicht befindet sich dann zumindest stellenweise zwischen der Halbleiterschichtenfolge und der zweiten Kontaktschicht.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die zweite Kontaktschicht stellenweise oder ganzflächig auf die Halbleiterschichtenfolge aufgebracht. Das heißt, in Draufsicht kann die Halbleiterschichtenfolge wenigstens zeitweise vollständig von der zweiten Kontaktschicht bedeckt sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Aufbringens zumindest einer Kontaktmetallisierung. Die eine oder die mehreren Kontaktmetallisierungen werden auf die zweite Kontaktschicht aufgebracht. Insbesondere wird die mindestens eine Kontaktmetallisierung in einem ersten und in einem zweiten elektrischen Kontaktbereich bevorzugt ausschließlich auf die zweite Kontaktschicht aufgebracht. Der erste und der zweite elektrische Kontaktbereich sind dabei zu einer externen elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips eingerichtet. Beispielsweise handelt es sich bei dem ersten elektrischen Kontaktbereich um einen Anodenkontakt und bei dem zweiten elektrischen Kontaktbereich um einen Kathodenkontakt oder umgekehrt. Die Kontaktbereiche sind beispielsweise als Bondpads oder als Lötflächen eingerichtet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die erste und die zweite Kontaktschicht je aus einem oder aus mehreren transparenten leitfähigen Oxiden, kurz TCOs, gebildet. Die erste und die zweite Kontaktschicht können dabei auf demselben TCO basieren oder auch auf unterschiedlichen TCOs

basieren. Es ist möglich, dass die erste und/oder die zweite Kontaktschicht aus mehreren Teilschichten zusammengesetzt sind, wobei die Teilschichten bevorzugt jeweils auch auf einem TCO basieren.

5

Transparente leitende Oxide, englisch transparent conductive oxides, sind transparente, elektrisch leitende Materialien, in der Regel Metalloxide, wie beispielsweise Zinkoxid, Zinnoxid, Cadmiumoxid, Titanoxid, Indiumoxid oder

10

Indiumzinnoxid (ITO). Neben binären

Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise ZnO , SnO_2 oder In_2O_3 gehören auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise Zn_2SnO_4 , CdSnO_3 , ZnSnO_3 , MgIn_2O_4 , GaInO_3 , $\text{Zn}_2\text{In}_2\text{O}_5$ oder $\text{In}_4\text{Sn}_3\text{O}_{12}$ oder Mischungen unterschiedlicher

15

transparenter leitender Oxide zu der Gruppe der TCOs.

Weiterhin entsprechen die TCOs nicht zwingend einer stöchiometrischen Zusammensetzung und können auch p- oder n-dotiert sein.

20

Gemäß zumindest einer Ausführungsform folgen in dem ersten elektrischen Kontaktbereich die nachfolgend angeführten Schichten in der angegebenen Reihenfolge mittelbar oder unmittelbar aufeinander: die Halbleiterschichtenfolge, die erste Kontaktschicht, die zweite Kontaktschicht und die

25

Kontaktmetallisierung.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens werden in dem zweiten elektrischen Kontaktbereich die nachfolgend genannten Schichten in der angegebenen Reihenfolge

30

unmittelbar oder mittelbar aufeinander folgend aufgebracht: die Halbleiterschichtenfolge, die zweite Kontaktschicht und die Kontaktmetallisierung.

Es ist jeweils möglich, dass in dem ersten und in dem zweiten elektrischen Kontaktbereich in dem fertig hergestellten optoelektronischen Halbleiterchip keine weiteren, nicht genannten Schichten vorhanden sind. Mit anderen Worten

5 befinden sich in den elektrischen Kontaktbereichen dann nur die Kontaktmetallisierung und die Kontaktschichten. Dies gilt insbesondere vor einer Montage und elektrischen Verschaltung des optoelektronischen Halbleiterchips.

10 In mindestens einer Ausführungsform des Verfahrens ist dieses zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips wie einer Leuchtdiode oder einer Laserdiode eingerichtet. Das Verfahren umfasst mindestens die folgenden Schritte, bevorzugt in der angegebenen Reihenfolge:

- 15 - Bereitstellen einer Halbleiterschichtenfolge mit einer n-leitenden Schicht, einer p-leitenden Schicht und einer dazwischen liegenden aktiven Zone,
- Aufbringen einer ersten Kontaktschicht eines ersten Typs auf die Halbleiterschichtenfolge,
20 - Aufbringen einer zweiten Kontaktschicht eines zweiten Typs auf die Halbleiterschichtenfolge und auf die erste Kontaktschicht,
- Aufbringen zumindest einer Kontaktmetallisierung auf die zweite Kontaktschicht in einem ersten und in einem zweiten
25 elektrischen Kontaktbereich, wobei die elektrischen Kontaktbereiche zu einer externen elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips eingerichtet sind.

Dabei sind die erste und die zweite Kontaktschicht je aus
30 zumindest einem transparenten leitfähigen Oxid gebildet. In dem ersten elektrischen Kontaktbereich folgt der Halbleiterschichtenfolge die erste Kontaktschicht nach, der die zweite Kontaktschicht nachfolgt und die wiederum von der

Kontaktmetallisierung bedeckt ist. Im zweiten elektrischen Kontaktbereich ist der Halbleiterschichtenfolge die zweite Kontaktschicht nachgeordnet, der wiederum die Kontaktmetallisierung direkt oder über nicht genannte
5 Zwischenschichten nachfolgt.

Zur Realisierung eines effizienten optoelektronischen Halbleiterchips ist insbesondere ein möglichst kleiner Kontaktwiderstand und damit eine kleine Vorwärtsspannung
10 einer Kontaktschicht hin zu einer Halbleiterschichtenfolge erwünscht. Dies ist beispielsweise durch n-seitig und p-seitig unterschiedliche und/oder unterschiedlich hergestellte TCO-Kontaktschichten realisierbar. Dabei sind die jeweiligen Kontaktschichten an das Halbleitermaterial, insbesondere auf
15 die Dotierung des zugehörigen Halbleitermaterials, anzupassen.

Bei Verwendung mehrerer unterschiedlicher TCO-Kontaktschichten ist jedoch in der Regel eine
20 kostenintensive, zusätzliche fototechnische Strukturierung erforderlich. Bei dem hier beschriebenen Verfahren sind einerseits zwei unterschiedliche TCO-Kontaktschichten verwendbar, so dass eine effiziente Stromeinprägung in die Halbleiterschichtenfolge gewährleistet ist. Andererseits ist
25 durch das aufeinander Aufbringen der TCO-Kontaktschichten ein fototechnischer Schritt einsparbar, so dass eine Kostenreduktion mit dem Verfahren einhergeht.

Die TCO-Kontaktschichten sind zur Erzielung eines niedrigen
30 Kontaktwiderstands wie angegeben auf das jeweilige Halbleitermaterial und dessen Dotierung anzupassen. Jedoch können die beiden TCO-Kontaktschichten übereinander gestapelt werden, in Richtung weg von der Halbleiterschichtenfolge.

Eine hieraus resultierende Grenzfläche zwischen den beiden TCO-Kontaktschichten ist etwa für den Kontaktwiderstand vergleichsweise unkritisch. Vergleichsweise unkritisch bedeutet dabei, dass die zusätzliche Grenzfläche weniger Effizienzverluste mit sich bringt als ein Effizienzgewinn durch eine verringerbare Flächenbelegung mit der Kontaktmetallisierung, erzielbar durch die Stromaufweitung durch die TCO-Kontaktschichten.

- 10 In beiden elektrischen Kontaktbereichen ist dann insbesondere auch dasselbe TCO am weitesten von der Halbleiterschichtenfolge entfernt und dazu eingerichtet, dass darauf die Kontaktmetallisierung aufgebracht wird. Entsprechend kann in beiden elektrischen Kontaktbereichen
- 15 dieselbe Kontaktmetallisierung Verwendung finden, da jeweils dasselbe Material der entsprechenden Kontaktschicht als Grundlage für die Kontaktmetallisierung dient.

- Weiterhin ist eine größere Kontaktfläche, insbesondere an der n-leitenden Schicht, erzielbar, ohne dass eine zusätzliche Abschattung durch eine verbreiterte Kontaktmetallisierung zu entstehen braucht. Ferner ist eine Lichtauskopplung insbesondere im Bereich der n-leitenden Schicht und/oder in einem Mesagraben verbessert, da an der zugehörigen
- 20 Kontaktschicht eine Totalreflexion erfolgt und ein Brechungsindexsprung zwischen dem Material der Halbleiterschichtenfolge und einer Umgebung, insbesondere Luft oder ein Verguss wie ein Silikon, durch die Kontaktschicht reduziert ist, speziell im Bereich der
- 25 Kontaktmetallisierung.
- 30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den Schritt des Strukturierens der Halbleiterschichtenfolge.

Bei dem Strukturieren der Halbleiterschichtenfolge wird insbesondere die n-leitende Schicht freigelegt. Mit anderen Worten werden die p-leitende Schicht und die aktive Zone dann stellenweise entfernt. Auf diese Weise kann die n-leitende
5 Schicht in dem ersten oder in dem zweiten Kontaktbereich freigelegt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die Halbleiterschichtenfolge epitaktisch auf einem Substrat
10 aufgewachsen. Bei dem Substrat handelt es sich beispielsweise um ein GaN-Substrat, um ein Saphirsubstrat oder um ein Siliziumcarbidsubstrat. Es ist möglich, dass das Substrat, auf dem die Halbleiterschichtenfolge aufgewachsen ist, in dem fertigen optoelektronischen Halbleiterchip noch vorhanden
15 ist. In diesem Falle wird also die Halbleiterschichtenfolge nicht von dem Substrat entfernt. Alternativ ist es möglich, dass die Halbleiterschichtenfolge von dem Substrat entfernt und auf einen weiteren, von einem Aufwachssubstrat verschiedenen Träger angebracht wird.

20
Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt eine Strukturierung der Kontaktmetallisierung und der zweiten Kontaktschicht mit einer einzigen Fotomaske. In diesem Fall sind die Kontaktmetallisierung und die zweite Kontaktschicht
25 bevorzugt deckungsgleich ausgebildet, im Rahmen der Herstellungstoleranzen. Je nach verwendeter Strukturierungsmethode, Ätzmethode und/oder Aufbringungsmethode kann jedoch beispielsweise die Kontaktmetallisierung die zweite Kontaktschicht geringfügig
30 überragen oder umgekehrt. Solche Abweichungen betragen bevorzugt jedoch höchstens 20 µm oder 10 µm oder 2 µm oder 0,5 µm oder 0,1 µm.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt eine Strukturierung der ersten Kontaktschicht und der zweiten Kontaktschicht mit einer einzigen, gemeinsamen Fotomaske. In diesem Fall sind dann die erste Kontaktschicht und die zweite
5 Kontaktschicht deckungsgleich übereinander angeordnet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform befindet sich zwischen der ersten und/oder der zweiten Kontaktschicht und der Halbleiterschichtenfolge eine elektrische Isolierschicht.
10 Insbesondere ist eine solche elektrische Isolierschicht zwischen der p-leitenden Schicht der Halbleiterschichtenfolge und der zugehörigen Kontaktschicht vorhanden. Durch eine solche elektrische Isolierschicht ist verhinderbar, dass im Betrieb des fertig hergestellten Halbleiterchips unmittelbar
15 an der Kontaktmetallisierung Strom in die Halbleiterschichtenfolge eingepreßt wird. Hierdurch ist eine Erzeugung von Strahlung in der aktiven Zone direkt unterhalb der Kontaktmetallisierung, in Draufsicht gesehen, reduzierbar oder verhinderbar. Zum Beispiel weist die Isolierschicht die
20 gleiche oder eine größere laterale Ausdehnung auf als die zugehörige Kontaktschicht und/oder Kontaktmetallisierung. Beispielsweise überragt die Isolierschicht die zugehörige Kontaktschicht und/oder Kontaktmetallisierung um mindestens 2 µm oder 5 µm und/oder um höchstens 20 µm oder 10 µm.

25
Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die elektrische Isolierschicht aus einem strahlungsdurchlässigen Material mit einem Brechungsindex, der niedriger ist als der Brechungsindex der Halbleiterschichtenfolge, ausgebildet.
30 Beispielsweise ist die elektrische Isolierschicht aus einem Oxid wie Siliziumoxid oder Aluminiumoxid oder aus einem Nitrid wie Siliziumnitrid geformt. Auch kann die Isolierschicht eine Substruktur aufweisen, zum Beispiel eine

oder mehrere Teilschichten aus den genannten Materialien.
Eine Dicke der Isolierschicht liegt bevorzugt bei mindestens
20 nm oder 50 nm und/oder bei höchstens 500 nm oder 300 nm
oder 150 nm. Entsprechende elektrische Isolierschichten sind
5 beispielsweise der Druckschrift DE 10 2012 112 771 A1 zu
entnehmen. Der Offenbarungsgehalt dieser Druckschrift
hinsichtlich der Isolierschicht und hinsichtlich der TCO-
Kontaktschichten wird hiermit durch Rückbezug mit
aufgenommen.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die erste und die
zweite Kontaktschicht aus voneinander verschiedenen
Materialzusammensetzungen und/oder aus voneinander
verschiedenen Materialien hergestellt. Beispielsweise ist die
15 erste Kontaktschicht aus einem ersten TCO und die zweite
Kontaktschicht aus einem zweiten TCO geformt. Weiterhin ist
es möglich, dass die erste und die zweite Kontaktschicht auf
demselben TCO basieren, jedoch eine Materialzusammensetzung
etwa von Hauptkomponenten des entsprechenden TCOs sich in der
20 ersten und der zweiten Kontaktschicht voneinander
unterscheidet. Beispielsweise sind die erste und die
Kontaktschicht jeweils aus Indiumzinnoxid, kurz ITO,
hergestellt. Dann ist es möglich, dass die erste
Kontaktschicht etwa einen anderen Indiumgehalt, Zinngehalt
25 und/oder Sauerstoffgehalt aufweist als die zweite
Kontaktschicht. Ebenso können sich die Kontaktschichten in
ihrer Kornstruktur voneinander unterscheiden und/oder
verschiedene Einschlüsse etwa eines Prozessgases wie Ar, Ne,
Kr, Xe oder N₂ aufweisen. Auch können vor dem Aufbringen der
30 Kontaktschichten unterschiedliche Vorbehandlungen wie
Reinigungsschritte der Halbleiterschichtenfolge erfolgen,
sodass beispielsweise für die zweite Kontaktschicht eine
nasschemische Reinigung und für die erste Kontaktschicht eine

Plasmareinigung erfolgt, oder umgekehrt. Es ist zudem möglich, dass die Kontaktschichten etwa bei einem Sputtern wie ein DC-HF-Sputtern mit unterschiedlichen Ionenenergien aufgebracht werden und/oder dass unterschiedliche

5 Temperaturbehandlungen der Kontaktschichten erfolgen, beispielsweise verschiedene Ausheilschritte, englisch Annealing.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist eine der
10 Kontaktschichten oder weisen beide der Kontaktschichten einen oder mehrere Dotierstoffe auf, der zusätzlich zu Hauptbestandteilen des die Kontaktschicht bildenden TCOs vorhanden ist. Insbesondere handelt es sich um einen metallischen Dotierstoff. Beispielsweise handelt es sich bei
15 dem Dotierstoff um Ag, Mg, Ti, Au, Ni, Pt, Ga, Zn, Sn, Si oder Pd. Eine Konzentration des Dotierstoffs liegt bevorzugt bei mindestens $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ oder $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ oder $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$. Alternativ oder zusätzlich liegt die Konzentration des Dotierstoffs bevorzugt bei höchstens $2 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ oder $5 \times$
20 10^{20} cm^{-3} oder $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist eine oder sind beide der Kontaktschichten frei von einem Dotierstoff, insbesondere frei von einem metallischen Dotierstoff.

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform besteht das TCO der ersten und/oder der zweiten Kontaktschicht aus den entsprechenden Hauptkomponenten, also zum Beispiel im Falle von ITO aus Sauerstoff, Indium und Zinn. Optional kann eine
30 Dotierung vorhanden sein, wie oben angegeben.

Verunreinigungen haben dann bevorzugt eine Konzentration, bezogen auf einen Gewichtsanteil, von höchstens $2,5 \times 10^{-3}$ oder 10^{-3} oder 10^{-4} .

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste und/oder die zweite Kontaktschicht mindestens zweilagig gestaltet.

Beispielsweise weist die jeweilige Kontaktschicht eine

5 Anhaftschicht direkt an der Halbleiterschichtenfolge und eine unmittelbar darauffolgende Querleitschicht auf. Die Anhaftschicht ist bevorzugt dünner gestaltet und weist beispielsweise eine Dicke von mindestens 1 nm oder 2 nm oder 4 nm und/oder eine Dicke von höchstens 50 nm oder 30 nm oder
10 15 nm auf. Die Dicke der Querleitschicht liegt beispielsweise bei mindestens 15 nm oder 50 nm und/oder bei höchstens 700 nm oder 300 nm oder 150 nm. Die Anhaftschicht und die Querleitschicht unterscheiden sich beispielsweise in einem Sauerstoffanteil und/oder in einer Stöchiometrie und/oder in
15 einer Korngrößenverteilung voneinander. Beispielsweise liegt ein Unterschied in dem Sauerstoffanteil zwischen der Anhaftschicht und der Querleitschicht bei mindestens 0,001 Prozentpunkten oder 0,05 Prozentpunkten oder 0,5 Prozentpunkten und/oder bei höchstens 10 Prozentpunkten oder
20 2 Prozentpunkten oder 0,1 Prozentpunkten. Durch die Anhaftschicht ist bevorzugt ein besonders geringer Kontaktwiderstand erzielbar und durch die Querleitschicht ist eine effiziente Stromaufweitung in eine Richtung senkrecht zu einer Wachstumsrichtung der Halbleiterschichtenfolge
25 erzielbar. Entsprechende Anhaftschichten und Querleitschichten sind beispielsweise in der Druckschrift DE 10 2013 101 981 A1 angegeben. Der Offenbarungsgehalt hinsichtlich der Gestaltung der Kontaktschicht wird hiermit durch Rückbezug mit aufgenommen.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist zwischen den beiden Kontaktschichten, die bevorzugt unmittelbar und direkt aufeinanderfolgen, ein pn-Übergang ausgebildet. Der pn-

Übergang zwischen den Kontaktschichten ist bevorzugt genauso orientiert wie etwa ein pn-Übergang innerhalb der aktiven Zone zwischen der p-leitenden Schicht und der n-leitenden Schicht.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform überragt im ersten elektrischen Kontaktbereich in dem fertigen optoelektronischen Halbleiterchip die erste Kontaktschicht die zweite Kontaktschicht seitlich teilweise oder
10 vollständig, zum Beispiel zu mindestens 50 % oder 75 % oder 90 % eines Umfangs oder ringsum, in Draufsicht gesehen. Alternativ kann Gegenteiliges der Fall sein. Mit anderen Worten kann die erste Kontaktschicht, die sich näher an der Halbleiterschichtenfolge befindet, eine größere Grundfläche
15 aufweisen als die zweite Kontaktschicht, die sich weiter von der Halbleiterschichtenfolge entfernt befindet. Hierdurch ist insbesondere über die erste elektrische Kontaktschicht eine laterale Stromaufweitung realisierbar, speziell an der p-leitenden Schicht der Halbleiterschichtenfolge.

20

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Kontaktmetallisierung und die erste und/oder die zweite Kontaktschicht bei Raumtemperatur und/oder bei Betriebstemperatur des Halbleiterchips ohmsch leitend. Mit
25 anderen Worten weist dann die Kontaktmetallisierung und/oder die erste und/oder die zweite Kontaktschicht ein Strom-Spannungsverhalten auf, das bei der betreffenden Temperatur näherungsweise linear ist, anders als ein Strom-Spannungsverhalten etwa der Halbleiterschichtenfolge mit der
30 aktiven Zone.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist in dem fertigen Halbleiterchip die Halbleiterschichtenfolge ringsum nur in

direktem Kontakt zu nichtmetallischen Materialien. Mit anderen Worten berührt die Halbleiterschichtenfolge dann keine metallischen Materialien. Insbesondere ist die Halbleiterschichtenfolge durch nichtmetallische Komponenten
5 wie die erste und/oder die zweite Kontaktschicht von der Kontaktmetallisierung getrennt. Metallisch bedeutet hierbei eine oder mehrere Schichten, die lediglich aus einem Metall oder einer Metalllegierung gebildet sind. Hierbei werden insbesondere Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff, Silizium
10 und Germanium nicht als Metalle betrachtet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste Kontaktschicht, die sich näher an der Halbleiterschichtenfolge befindet, auf den ersten
15 Kontaktbereich beschränkt, in Draufsicht gesehen. Der erste Kontaktbereich ist insbesondere derjenige Bereich, der von der Kontaktmetallisierung bedeckt ist, in Draufsicht auf die Halbleiterschichtenfolge gesehen. Mit anderen Worten überragt dann die erste Kontaktschicht die Kontaktmetallisierung in
20 dem ersten Kontaktbereich nicht. Alternativ ist es auch möglich, dass die erste Kontaktschicht und/oder die zweite Kontaktschicht den ersten und/oder den zweiten Kontaktbereich lateral überragen, in Draufsicht gesehen. Die Kontaktmetallisierung bedeckt dann die erste und/oder die
25 zweite Kontaktschicht nur unvollständig. Es ist dabei möglich, dass die Kontaktmetallisierung in dem ersten und/oder in dem zweiten Kontaktbereich stellenweise in direktem Kontakt zu der Halbleiterschichtenfolge steht. In diesem Fall überragt die Kontaktmetallisierung dann bevorzugt
30 die erste und/oder die zweite Kontaktschicht, in Draufsicht gesehen.

Darüber hinaus wird ein optoelektronischer Halbleiterchip angegeben. Der optoelektronische Halbleiterchip ist insbesondere mit einem Verfahren hergestellt, wie in Verbindung mit einer oder mehrerer der oben genannten Ausführungsformen beschrieben. Merkmale des Verfahrens sind daher auch für den optoelektronischen Halbleiterchip offenbart und umgekehrt.

In mindestens einer Ausführungsform weist der optoelektronische Halbleiterchip eine Halbleiterschichtenfolge auf, in der sich zwischen einer n-leitenden Schicht und einer p-leitenden Schicht eine aktive Zone zu einer Strahlungserzeugung befindet. In einem ersten elektrischen Kontaktbereich folgt eine erste Kontaktschicht auf die Halbleiterschichtenfolge. Die erste Kontaktschicht weist hierbei einen ersten Typ auf und ist von einer zweiten Kontaktschicht eines zweiten Typs gefolgt. Der zweiten Kontaktschicht folgt eine Kontaktmetallisierung nach. In einem ersten elektrischen Kontaktbereich ist die Halbleiterschichtenfolge von der zweiten Kontaktschicht gefolgt, die wiederum von der Kontaktmetallisierung gefolgt ist. Die Kontaktmetallisierungen im ersten und im zweiten elektrischen Kontaktbereich sind je zu einer externen elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips eingerichtet und umfassen eine oder mehrere Metallschichten. Die erste und die zweite Kontaktschicht sind dabei je aus zumindest einem transparenten leitfähigen Oxid gebildet.

Nachfolgend werden ein hier beschriebenes Verfahren und ein hier beschriebener optoelektronischer Halbleiterchip unter Bezugnahme auf die Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch

keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

5 Es zeigen:

Figuren 1 und 2 schematische Schnittdarstellungen von Verfahrensschritten von hier beschriebenen Verfahren zur Herstellung von hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterchips,

10

Figuren 3, 5 und 6 schematische Schnittdarstellungen von Ausführungsbeispielen von hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterchips, und

15

Figur 4 schematische Schnittdarstellungen von exemplarischen Strahlengängen in Halbleiterchips.

In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines Herstellungsverfahrens für einen optoelektronischen Halbleiterchip gezeigt. Gemäß Figur 1A wird eine Halbleiterschichtenfolge 2 bereitgestellt. Die Halbleiterschichtenfolge 2 umfasst eine n-leitende Schicht 21 sowie eine p-leitende Schicht 23. Zwischen diesen Schichten 21, 23 befindet sich eine aktive Zone 22 zu einer Erzeugung einer Strahlung, insbesondere zur Erzeugung von nahultraviolett, blauem oder grünem Licht. Bevorzugt basiert die Halbleiterschichtenfolge 2 auf AlInGaN.

20

25

Die Halbleiterschichtenfolge 2 ist epitaktisch auf einer Aufwachsfläche 60 eines Substrats 6 aufgewachsen. Das Substrat 6 ist beispielsweise ein Saphirsubstrat. Die Aufwachsfläche 60 kann planar geformt sein.

30

An einer dem Substrat 6 abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge 2 befindet sich eine Ätzmaske 7, beispielsweise ein Fotolack. Mithilfe dieser Ätzmaske 7 wird
5 die Halbleiterschichtenfolge 2 strukturiert, siehe Figur 1B. Durch diese Strukturierung wird die n-leitende Schicht 21 stellenweise freigelegt und es wird eine Mesaflanke 24 erzeugt. Anschließend wird bevorzugt die Ätzmaske 7 entfernt.

10 Beim Verfahrensschritt gemäß Figur 1C wird auf die Halbleiterschichtenfolge 2 eine Ausgangsschicht 310 für eine erste Kontaktschicht 31 durchgehend aufgebracht. Das Aufbringen der Ausgangsschicht 310 erfolgt beispielsweise durch Sputtern. Bei der Ausgangsschicht 310 handelt es sich
15 um eine oder um mehrere TCO-Schichten.

Gemäß Figur 1D wird die Ausgangsschicht 310 zu der ersten Kontaktschicht 31 strukturiert. Bei der ersten Kontaktschicht 31 handelt es sich um eine p-Kontaktschicht, die auf der p-
20 leitenden Schicht 23 aufgebracht ist. Bei der ersten Kontaktschicht 31 handelt es sich also um eine p-Kontaktschicht, die zu einer Stromeinprägung in die p-leitende Schicht 23 eingerichtet ist.

25 Optional ist die erste Kontaktschicht 31 als Doppelschicht ausgeführt und weist eine vergleichsweise dünne Anhaftschicht unmittelbar an der p-leitenden Schichtenfolge 23 und eine relativ hierzu dickere, darauffolgende Querleitschicht auf. In Figur 1D sind diese Teilschichten nicht dargestellt.

30

Nachfolgend, siehe Figur 1E, werden eine zweite Kontaktschicht 32 sowie eine Kontaktmetallisierung 4 abgeschieden. Die zweite Kontaktschicht 32 sowie die

Kontaktmetallisierung 4 werden entweder als durchgehende Schichten aufgebracht und anschließend strukturiert oder es werden die zweite Kontaktschicht 32 und die Kontaktmetallisierung 4 nur lokal in den Öffnungen etwa einer nicht dargestellten Fotomaske aufgebracht.

Die zweite Kontaktschicht 32, die wie die erste Kontaktschicht 31 auf zumindest einem transparenten leitfähigen Oxid, kurz TCO, basiert, sowie die Kontaktmetallisierung 4 sind hierdurch bevorzugt deckungsgleich zueinander angeordnet. Die erste Kontaktschicht 31 überragt die zweite Kontaktschicht 32 bevorzugt in einer lateralen Richtung, also in Richtung senkrecht zu einer Wachstumsrichtung der Halbleiterschichtenfolge 2. Die zweite Kontaktschicht 32 und die Kontaktmetallisierung 4 werden bevorzugt unmittelbar nacheinander abgeschieden, etwa mittels Sputtern oder mittels Aufdampfen. Die Kontaktmetallisierung 4 ist beispielsweise durch einen Schichtenstapel mehrerer aufeinander folgender Metallschichten gebildet und umfasst etwa eines oder mehrerer der nachfolgenden Materialien: Pd, Pt, Ni, Au, Rh, Ti, Cr, Al, Ag, Cu, W, Ta, TiN, TiWN, TaWN, TaN und/oder AuSn.

Die beiden Kontaktschichten 31, 32 können also auf demselben Material basieren, vorliegend also auf ITO. Unterschiede zwischen den Kontaktschichten 31, 32 ergeben sich insbesondere durch verschiedene Vorbehandlungen der p-leitenden Schichtenfolge 23 und der n-leitenden Schichtenfolge 21. Ebenso werden die Kontaktschichten 31, 32 anders hergestellt. Die Kontaktschicht unmittelbar an der p-leitenden Schichtenfolge 23 wird bevorzugt erzeugt, wie in der Druckschrift DE 10 2013 101 981 A1 beschrieben. Die Kontaktschicht direkt an der n-leitenden Schichtenfolge 21

wird demgegenüber bevorzugt mit einer höheren Ionenenergie abgeschieden und es erfolgt eine andere Nasschemie zu einer Kontaktkonditionierung der n-leitenden Schichtenfolge 21.

5 Die Halbleiterschichtenfolge 2 steht in dem ersten Kontaktbereich 51, der als Anode ausgebildet sein kann, in direktem Kontakt zu der ersten Kontaktschicht 31. Die erste Kontaktschicht 31 wiederum steht in direktem Kontakt mit der zweiten Kontaktschicht 32, auf die unmittelbar die

10 Kontaktmetallisierung 4 angebracht ist. In dem zweiten Kontaktbereich 52, beispielsweise ein Kathodenkontakt, steht die zweite Kontaktschicht 32 in unmittelbarem Kontakt zu der n-leitenden Schicht 21 der Halbleiterschichtenfolge 2 und zu der Kontaktmetallisierung 4. Die zweite Kontaktschicht 32

15 sowie die Kontaktmetallisierung 4 sind bevorzugt in dem ersten und in dem zweiten elektrischen Kontaktbereich 51, 52 identisch ausgebildet, im Rahmen der Herstellungstoleranzen. Das heißt, in den beiden Kontaktbereichen 51, 52 können die zweite Kontaktschicht 32 und die Kontaktmetallisierung 4

20 gleiche Materialzusammensetzungen und gleiche Schichtdicken aufweisen.

Eine Dicke der Halbleiterschichtenfolge 2 liegt zum Beispiel bei höchstens 3 µm oder 5 µm oder 8 µm oder 15 µm. Die

25 Kontaktschichten 31, 32 weisen bevorzugt je Dicken von mindestens 1 nm oder 5 nm oder 20 nm oder 40 nm oder 70 nm oder 110 nm auf und/oder von höchstens 350 nm oder 250 nm oder 160 nm oder 110 nm. Die Kontaktmetallisierung 4 zeigt beispielsweise eine Dicke von mindestens 0,3 µm oder 0,5 µm

30 oder 1 µm und/oder von höchstens 8 µm oder 5 µm oder 2,5 µm auf. Diese Werte können auch in allen anderen Ausführungsbeispielen gelten.

Bevorzugt weist die sich direkt an der n-leitenden Schichtenfolge 21 befindliche Kontaktschicht, also gemäß Figur 1E die zweite Kontaktschicht 32, eine kleinere Dicke auf als die Kontaktschicht direkt an der p-leitenden Schichtenfolge 23, welches gemäß Figur 1E die erste Kontaktschicht 31 ist. Beispielsweise ist die Kontaktschicht direkt an der n-leitenden Schichtenfolge 21 um mindestens einen Faktor zwei oder vier oder zehn dünner als die Kontaktschicht direkt an der p-leitenden Schichtenfolge 23. Dies gilt bevorzugt auch in allen anderen Ausführungsbeispielen.

Anders als in Figur 1E dargestellt kann die Kontaktmetallisierung 4 die zweite Kontaktschicht 32 an der n-leitenden Schichtenfolge 21 und/oder an der p-leitenden Schichtenfolge 23 überformen. Das heißt, die Kontaktmetallisierung 4 weist dann eine größere laterale Ausdehnung auf als die zweite Kontaktschicht 32 und steht stellenweise in direktem Kontakt mit der ersten Kontaktschicht 31 und/oder mit der n-leitenden Schichtenfolge 21.

In Figur 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Herstellungsverfahrens für den optoelektronischen Halbleiterchip 1 dargestellt. Die Halbleiterschichtenfolge 2 wird beispielsweise strukturiert, wie in Verbindung mit den Figuren 1A und 1B gezeigt. Anschließend wird die Ausgangsschicht 310 für die erste Kontaktschicht 31 aufgebracht, siehe Figur 2A. Hierbei befindet sich die Ätzmaske 7 zur Strukturierung der Halbleiterschichtenfolge 2 bevorzugt noch an der Halbleiterschichtenfolge 2.

Anschließend wird die Ätzmaske 7 zusammen mit den Teilen der Ausgangsschicht 310, die sich an der Ätzmaske 7 befinden, entfernt. Dieser Verfahrensschritt ist in den Figuren nicht separat gezeichnet.

5

Danach wird, siehe Figur 2B, eine Ausgangsschicht 320 für die zweite Kontaktschicht 32 bevorzugt ganzflächig aufgebracht. Die Ausgangsschicht 320 bedeckt somit die freigelegten Bereiche der Halbleiterschichten 2 sowie die Ausgangsschicht 310 für die erste Kontaktschicht 31.

10

Beim Verfahrensschritt, wie in Figur 2C gezeigt, werden die Ausgangsschicht 310, 320 zu den ersten und zweiten Kontaktschichten 31, 32 strukturiert. Diese Strukturierung der Kontaktschichten 31, 32 erfolgt bevorzugt mit derselben Maske, die nicht gezeichnet ist. Dem Strukturieren der Kontaktschichten 31, 32 vorausgehend oder auch nachgehend erfolgt optional ein thermischer Ausheilschritt, englisch Annealing. Ein solcher Ausheilschritt kann auch direkt nach dem Aufbringen der ersten Ausgangsschicht 310 und/oder der zweiten Ausgangsschicht 320 erfolgen. Die erste Ausgangsschicht 310 für die Kontaktschicht direkt an der n-leitenden Schichtenfolge 21 kann auch eine nicht gezeichnete Metallschicht aufweisen oder hieraus bestehen. Eine solche Metallschicht weist bevorzugt eine Dicke von höchstens 2 nm oder 5 nm oder 8 nm auf.

15

20

25

Die zweite, p-Kontaktschicht 32 kann, wie in Verbindung mit Figur 1 erläutert, mehrschichtig aufgebaut sein und eine Anhaftschicht direkt an der p-leitenden Schichtenfolge 23 sowie eine Querleitschicht aufweisen, wie dies bevorzugt auch in allen anderen Ausführungsbeispielen der Fall ist. Bei der

30

ersten, n-Kontaktschicht 31 handelt es sich bevorzugt um eine einzige Schicht.

Beim Strukturieren der Kontaktschichten 31, 32 wird eine
5 Mesaflanke 24, die durch das Ätzen der Halbleiterschichtenfolge 2 entsteht, bevorzugt freigelegt. Im Bereich der Mesaflanke 24 liegt die aktive Zone 22 beispielsweise stellenweise offen. Der Bereich der Mesaflanke 24 und damit die aktive Zone 22 wird beim Strukturieren von
10 den Ausgangsschichten 310, 320 befreit. Die Kontaktschichten 31, 32 sind damit bevorzugt ausschließlich in Kontakt mit nur einer der Schichten 21, 23.

Nachfolgend wird, siehe Figur 2D, die Kontaktmetallisierung 4
15 insbesondere mit einer einzigen, gemeinsamen Maske, die nicht gezeichnet ist, aufgebracht. Die zweite Kontaktschicht 32 an der p-leitenden Schicht 23 ist dabei bevorzugt zu einer lateralen Stromaufweitung eingerichtet und überragt die Kontaktmetallisierung 4, in Draufsicht gesehen. Hierdurch ist
20 eine besonders kleine Kontaktmetallisierung 4 erzielbar, in Draufsicht gesehen, wodurch eine Abschattung der Halbleiterschichtenfolge 2 durch die Kontaktmetallisierung 4 oberhalb der aktiven Zone 22 reduzierbar ist. Ebenso ist durch die zweite Kontaktschicht 32 an der n-leitenden
25 Schichtenfolge 21 eine Größe der Kontaktmetallisierung 4 verringerbar, bei einer Beibehaltung der Größe des ersten elektrischen Kontaktbereichs 51 insgesamt, da auch an der n-leitenden Schichtenfolge 21 eine laterale Stromaufweitung durch die zweite Kontaktschicht 32 erreicht wird, bevor eine
30 Stromeinprägung in die n-leitende Schichtenfolge 21 über die erste Kontaktschicht 31 erfolgt.

In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des optoelektronischen Halbleiterchips 1 dargestellt. Wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen ist es möglich, dass die Aufwachsfläche 60 des Substrats 6 zu einer Verbesserung einer Lichtauskoppelleffizienz strukturiert ist. Insbesondere handelt es sich um ein strukturiertes Saphirsubstrat.

Ebenso wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen möglich ist insbesondere zwischen der zweiten Kontaktschicht 32 an der p-leitenden Schicht 23 eine Isolierschicht 9 angebracht. Durch die Isolierschicht 9 ist ein unmittelbarer Stromfluss von der Kontaktmetallisierung 4 in den direkt darunterliegenden Bereich der aktiven Zone 22 reduzierbar oder verhinderbar. Die Isolierschicht 9 ist bevorzugt aus einem Material mit einem niedrigen Brechungsindex wie Siliziumoxid geformt. Eine solche Isolierschicht kann auch an der n-leitenden Schicht 21 vorhanden sein, jedoch ist bevorzugt an der n-leitenden Schicht 21 keine solche Isolierschicht vorhanden.

Wie in allen anderen Ausführungsbeispielen ist es zudem möglich, dass auf die Halbleiterschichtenfolge 2, auf die Kontaktschichten 31, 32 und/oder auf die Kontaktmetallisierung 4 eine Passivierungsschicht 8 angebracht ist. Die Passivierungsschicht 8 ist beispielsweise aus einem Oxid wie Siliziumoxid oder Aluminiumoxid oder aus einem Nitrid wie Aluminiumnitrid oder Siliziumnitrid geformt. Ebenso kann die Passivierungsschicht 8 eine Schichtenfolge zum Beispiel aus zumindest einer Siliziumoxidschicht und zumindest einer Aluminiumoxidschicht aufweisen oder hieraus bestehen.

Gemäß Figur 3 ist eine der Halbleiterschichtenfolge 2 abgewandte Seite der Kontaktmetallisierung 4 jeweils teilweise von der Passivierungsschicht 8 bedeckt. Alternativ hierzu ist es möglich, dass die Passivierungsschicht 8 vor der Kontaktmetallisierung 4 aufgebracht wird, so dass die Kontaktmetallisierung 4 von der Passivierungsschicht 8 dann unbedeckt ist. Wird die Passivierungsschicht 8 vor der Kontaktmetallisierung 4 aufgebracht, so erfolgt das Aufbringen der Passivierungsschicht 8 bevorzugt durchgehend und ganzflächig und vor dem Abscheiden der Kontaktmetallisierung 4 wird die Passivierungsschicht 8 stellenweise geöffnet.

In Figur 4 sind schematisch Strahlengänge von Strahlung R in der Halbleiterschichtenfolge 2 dargestellt.

Ist, siehe Figur 4A, keine TCO-Kontaktschicht 31, 32 vorhanden, so erfolgt eine Reflexion von Strahlung R1 direkt an der Kontaktmetallisierung 4. Da eine Reflektivität der Kontaktmetallisierung 4 relativ gering ist, ist diese Art der Reflexion vergleichsweise verlustbehaftet. Ferner erfolgt zu einem vergleichsweise großen Anteil eine Totalreflexion von Strahlung R2 an einer Grenzfläche der Halbleiterschichtenfolge 2.

25

In Figur 4B dagegen wird die Strahlung R1 an der Kontaktschicht 31, 32 totalreflektiert und gelangt nicht zu der Kontaktmetallisierung 4. Für diesen, totalreflektierten Strahlungsanteil sind Reflexionsverluste dann verringert, im Vergleich zu Figur 4A. Ferner wird ein Brechungsindexsprung an der Grenzfläche der Halbleiterschichtenfolge 2 durch die Kontaktschicht 31, 32 reduziert, wodurch sich eine

30

Auskoppeleffizienz der Strahlung R2 aus der Halbleiterschichtenfolge 2 heraus erhöhen kann.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 befindet sich,
5 abweichend vom Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3, die Passivierungsschicht 8 stellenweise zwischen der Kontaktmetallisierung 4 und der zweiten Kontaktschicht 32. Eine der Halbleiterschichtenfolge 2 abgewandte Seite der Kontaktmetallisierungen 4 ist damit frei von der
10 Passivierungsschicht 8. Die Kontaktschichten 31, 32 an der n-leitenden Schichtenfolge 21 schließen in seitlicher Richtung bündig miteinander ab und überragen die Kontaktmetallisierung 4.

15 Gemäß Figur 6 überformt die Kontaktmetallisierung 4 die Kontaktschichten 31, 32 an der n-leitenden Schichtenfolge 21. Anders als dargestellt kann dies alternativ oder zusätzlich bei der Kontaktmetallisierung 4 an der p-leitenden Schichtenfolge 23 der Fall sein.

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
25 von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

30 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2014 107 306.1, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bezugszeichenliste

	1	optoelektronischer Halbleiterchip
	2	Halbleiterschichtenfolge
5	21	n-leitende Schicht
	22	aktive Zone
	23	p-leitende Schicht
	24	Mesaflanke
	31	erste TCO-Kontaktschicht
10	310	Ausgangsschicht für die erste TCO-Kontaktschicht
	32	zweite TCO-Kontaktschicht
	320	Ausgangsschicht für die zweite TCO-Kontaktschicht
	4	Kontaktmetallisierung
	51	erster elektrischer Kontaktbereich mit beiden
15		Kontaktschichten
	52	zweiter elektrischer Kontaktbereich mit nur einer
		Kontaktschicht
	6	Substrat
	60	Aufwachsfläche
20	7	Ätzmaske
	8	Passivierungsschicht
	9	Isolierschicht
	R	Strahlung
25		

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips (1) mit den Schritten:

- 5 - Bereitstellen einer Halbleiterschichtenfolge (2) mit einer n-leitenden Schicht (21), einer p-leitenden Schicht (23) und einer dazwischenliegenden aktiven Zone (22),
- 10 - Aufbringen einer ersten Kontaktschicht (31, 32) eines ersten Typs auf die Halbleiterschichtenfolge (2),
- Aufbringen einer zweiten Kontaktschicht (31, 32) eines zweiten Typs auf die Halbleiterschichtenfolge (2) und auf die erste Kontaktschicht (31, 32),
- 15 - Aufbringen zumindest einer Kontaktmetallisierung (4) auf die zweite Kontaktschicht (31, 32) in einem ersten und in einem zweiten elektrischen Kontaktbereich (51, 52) zur externen elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips (1),
- wobei
- 20 - die erste und die zweite Kontaktschicht (31, 32) je aus zumindest einem transparenten leitfähigen Oxid gebildet sind,
- im ersten elektrischen Kontaktbereich (51) folgende Schichten in der angegebenen Reihenfolge aufeinander
- 25 folgen: die Halbleiterschichtenfolge (2), die erste Kontaktschicht (31, 32), die zweite Kontaktschicht (31, 32) und die Kontaktmetallisierung (4), und
- im zweiten elektrischen Kontaktbereich (52) folgende Schichten in der angegebenen Reihenfolge aufeinander
- 30 folgen: die Halbleiterschichtenfolge (2), die zweite Kontaktschicht (31, 32) und die Kontaktmetallisierung (4).

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
aufweisend den zusätzlichen Schritt des Strukturierens
der Halbleiterschichtenfolge (2) vor dem Aufbringen der
Kontaktschichten (31, 32), sodass im zweiten
5 elektrischen Kontaktbereich (52) die n-leitende Schicht
(21) freigelegt wird,
wobei die erste Kontaktschicht (31) eine n-
Kontaktschicht und die zweite Kontaktschicht (32) eine
p-Kontaktschicht ist.
- 10 3. Verfahren nach Anspruch 1,
aufweisend den zusätzlichen Schritt des Strukturierens
der Halbleiterschichtenfolge (2) vor dem Aufbringen der
Kontaktschichten (31, 32), sodass im ersten
elektrischen Kontaktbereich (51) die n-leitende Schicht
15 (21) freigelegt wird,
wobei die erste Kontaktschicht (31) eine p-
Kontaktschicht und die zweite Kontaktschicht (32) eine
n-Kontaktschicht ist.
- 20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem eine Strukturierung der Kontaktmetallisierung
(4) und der zweiten Kontaktschicht (31, 32) oder eine
Strukturierung der ersten Kontaktschicht (31, 32) und
der zweiten Kontaktschicht (31, 32) mit einer einzigen
Fotomaske erfolgt.
- 25 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem im ersten elektrischen Kontaktbereich (51) die
Halbleiterschichtenfolge (2), die erste Kontaktschicht
(31, 32), die zweite Kontaktschicht (31, 32) und die
Kontaktmetallisierung (4) sowie im zweiten elektrischen
30 Kontaktbereich (52) die Halbleiterschichtenfolge (2),
die zweite Kontaktschicht (31, 32) und die

Kontaktmetallisierung (4) direkt aufeinander folgend aufgebracht werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
bei dem zwischen der Halbleiterschichtenfolge (2) und
5 der ersten und/oder der zweiten Kontaktschicht (31, 32)
eine elektrische Isolierschicht (9) angebracht wird,
sodass im Betrieb des fertig hergestellten
Halbleiterchips (1) unmittelbar an der
Kontaktmetallisierung (4) kein Strom in die
10 Halbleiterschichtenfolge (2) eingeprägt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem die erste und die zweite Kontaktschicht (31,
32) aus demselben Material hergestellt werden,
wobei dieses Material für die erste und die zweite
15 Kontaktschicht mittels Sputtern mit unterschiedlichen
Ionenenergien aufgebracht wird.
8. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
bei dem die Halbleiterschichtenfolge auf AlInGaN
basiert und die Kontaktschichten (31, 32) je aus
20 Indium-Zinn-Oxid hergestellt werden.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem die Kontaktschichten (31, 32) unterschiedliche
Korngrößen und/oder unterschiedliche gasförmige
Einschlüsse aufweisen.
- 25 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem im ersten elektrischen Kontaktbereich (52)
zwischen der ersten und der zweiten Kontaktschicht (31,
32), die direkt aufeinander folgen, ein pn-Übergang
ausgebildet wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem im fertigen Halbleiterchip (1) im ersten
elektrischen Kontaktbereich (51) die erste
Kontaktschicht (31, 32) die zweite Kontaktschicht (32)
stellenweise oder ringsum seitlich überragt, in
Draufsicht gesehen.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem im fertigen Halbleiterchip (1) die
Halbleiterschichtenfolge (2) ringsum nur in direktem
Kontakt zu nichtmetallischen Materialien steht,
wobei die erste Kontaktschicht (31, 32) auf den ersten
Kontaktbereich (51) beschränkt ist.
13. Optoelektronischer Halbleiterchip (1), der mit einem
Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
hergestellt ist, wobei
- der Halbleiterchip (1) eine Halbleiterschichtenfolge
(2) mit einer n-leitenden Schicht (21), einer p-
leitenden Schicht (23) und einer dazwischenliegenden
aktiven Zone (22) umfasst,
 - in einem ersten elektrischen Kontaktbereich (51)
folgende Schichten in der angegebenen Reihenfolge
aufeinander folgen: die Halbleiterschichtenfolge (2),
eine erste Kontaktschicht (31, 32) eines ersten Typs,
eine zweite Kontaktschicht (31, 32) eines zweiten Typs
und eine Kontaktmetallisierung (4),
 - in einem zweiten elektrischen Kontaktbereich (52)
folgende Schichten in der angegebenen Reihenfolge
aufeinander folgen: die Halbleiterschichtenfolge (2),
die zweite Kontaktschicht (31, 32) und die
Kontaktmetallisierung (4),
 - die Kontaktmetallisierung (4) im ersten und im

zweiten elektrischen Kontaktbereich (51, 52) je zu einer externen elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips (1) eingerichtet ist, und

5 - die erste und die zweite Kontaktschicht (31, 32) je aus zumindest einem transparenten leitfähigen Oxid gebildet sind.

FIG 1

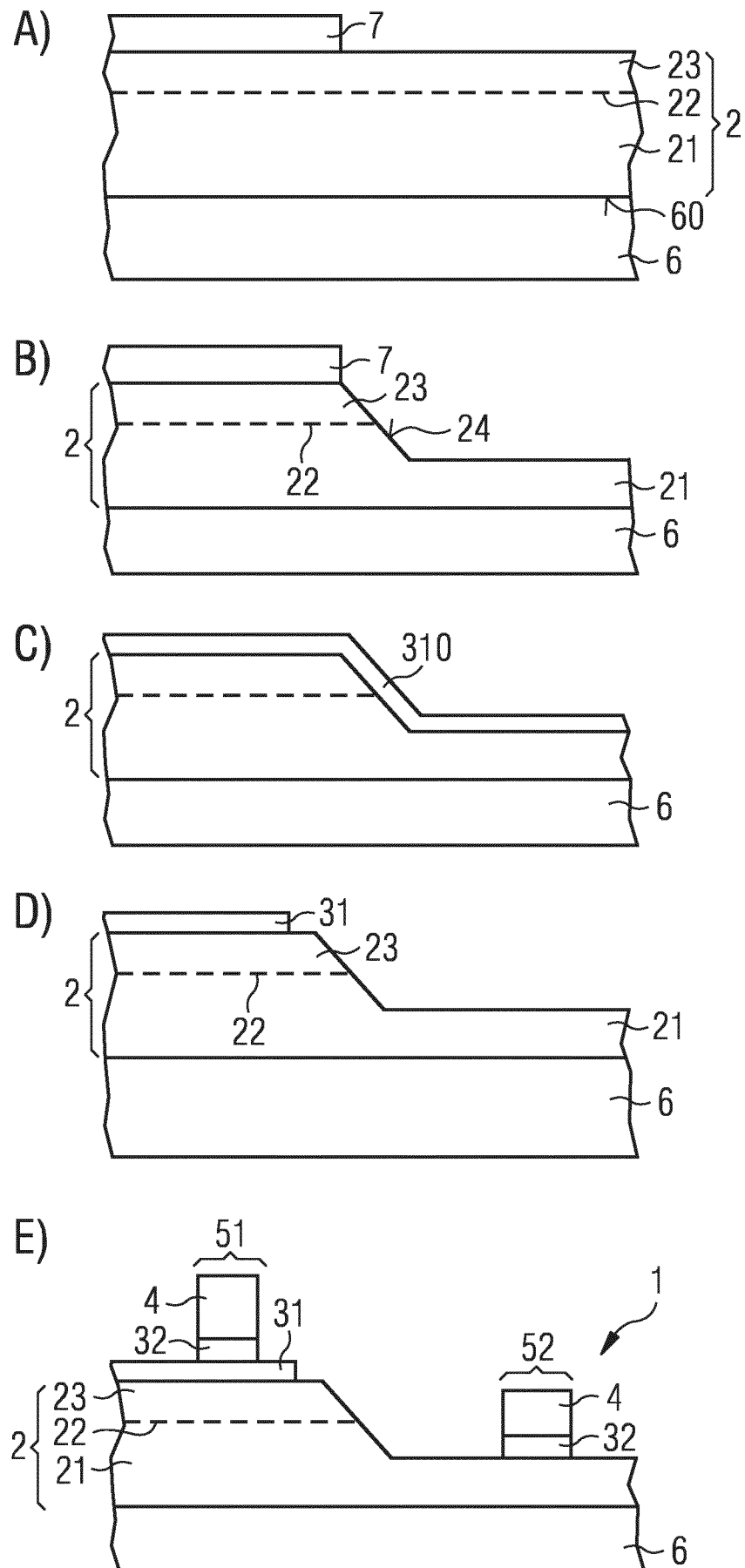


FIG 2

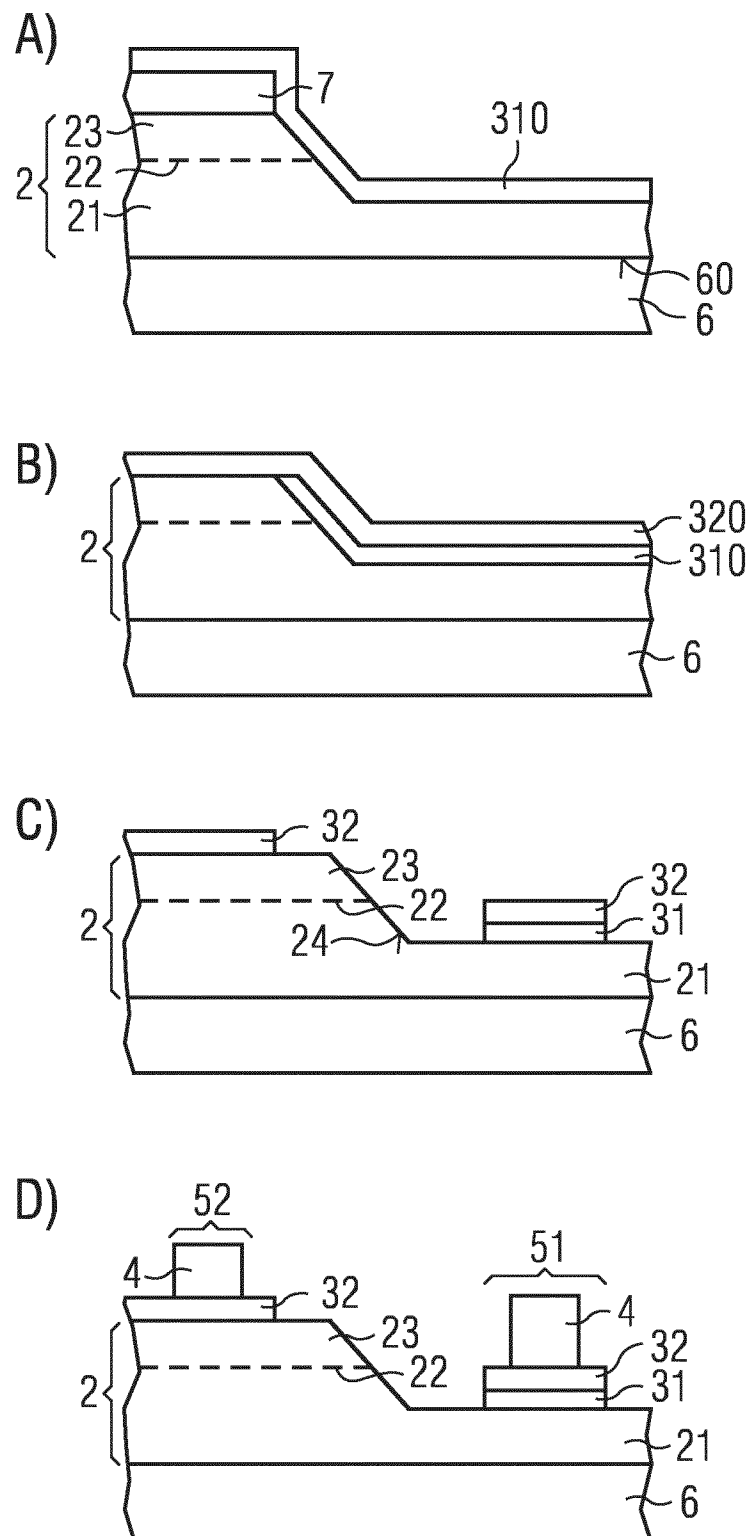


FIG 3

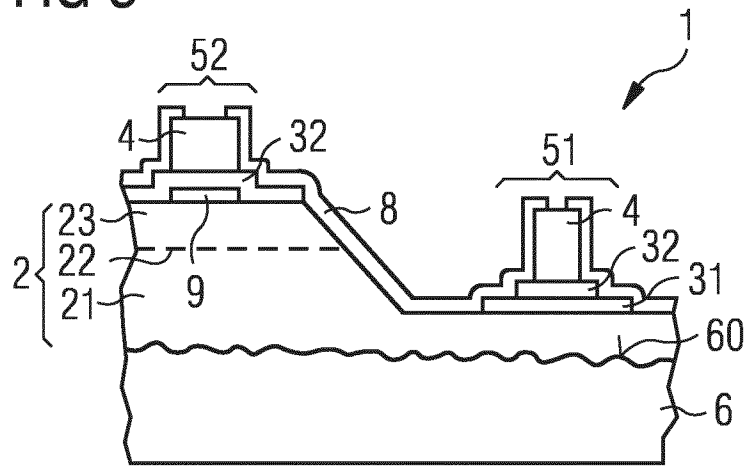
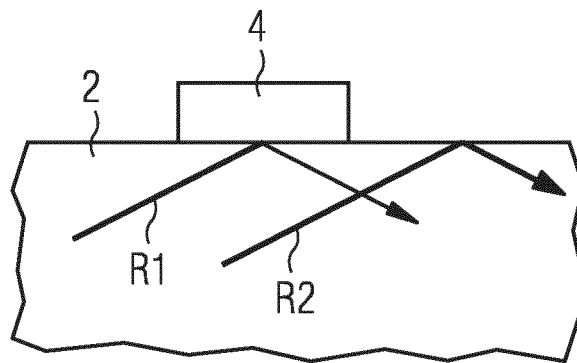


FIG 4

A)



B)

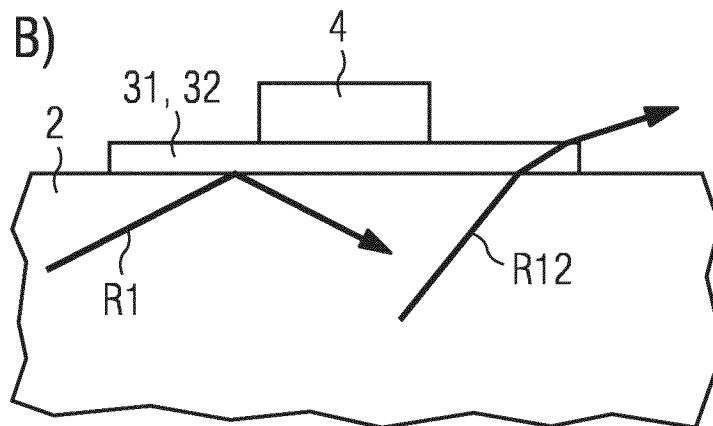


FIG 5

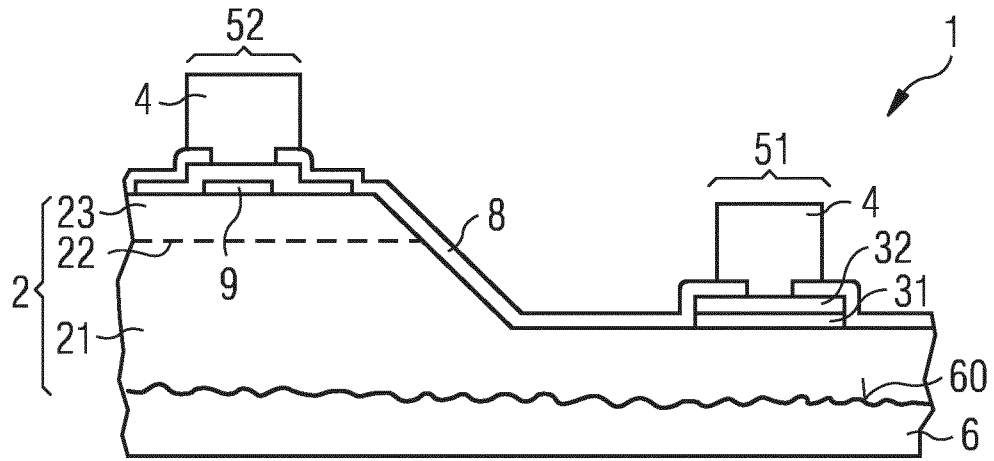
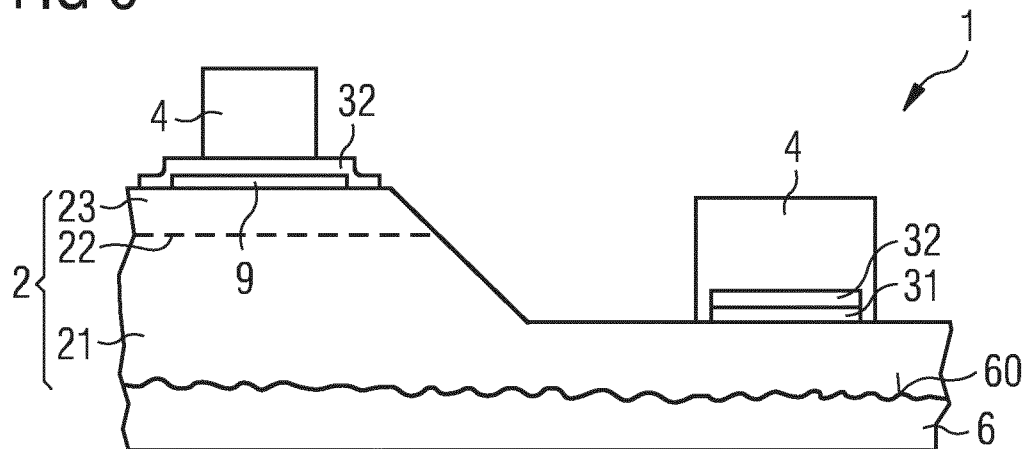


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/058055

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01L33/42 H01L33/00 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 2012/018765 A1 (MIZOGAMI AKINORI [JP] ET AL) 26 January 2012 (2012-01-26)	1-9,
Y	paragraphs [0001] - [0032], [0052] - [0102]; figures 1-17	11-13 10
A	----- US 2012/032214 A1 (ITO TOSHIHIDE [JP] ET AL) 9 February 2012 (2012-02-09) paragraphs [0001] - [0123]; figures 1-6	9
Y	----- EP 1 523 047 A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]; KWANGJU INST SCI & TECH [KR] SAMSUNG) 13 April 2005 (2005-04-13) paragraphs [0001] - [0054]; figure 6	10
☐ 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	Date of mailing of the international search report	
23 June 2015	30/06/2015	
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 Saynova, Desislava	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/058055

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012018765	A1	26-01-2012	CN 102339921 A	01-02-2012
			JP 2012028381 A	09-02-2012
			TW 201210072 A	01-03-2012
			US 2012018765 A1	26-01-2012

US 2012032214	A1	09-02-2012	JP 5211121 B2	12-06-2013
			JP 2012038903 A	23-02-2012
			US 2012032214 A1	09-02-2012

EP 1523047	A2	13-04-2005	CN 1606177 A	13-04-2005
			EP 1523047 A2	13-04-2005
			EP 2262013 A2	15-12-2010
			JP 5253704 B2	31-07-2013
			JP 2005117040 A	28-04-2005
			KR 20050034155 A	14-04-2005
			US 2005077537 A1	14-04-2005
			US 2007111354 A1	17-05-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/058055

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L33/42 H01L33/00
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 2012/018765 A1 (MIZOGAMI AKINORI [JP] ET AL) 26. Januar 2012 (2012-01-26)	1-9, 11-13
Y	Absätze [0001] - [0032], [0052] - [0102]; Abbildungen 1-17	10
A	US 2012/032214 A1 (ITO TOSHIHIDE [JP] ET AL) 9. Februar 2012 (2012-02-09)	9
	Absätze [0001] - [0123]; Abbildungen 1-6	
Y	EP 1 523 047 A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]; KWANGJU INST SCI & TECH [KR] SAMSUNG) 13. April 2005 (2005-04-13)	10
	Absätze [0001] - [0054]; Abbildung 6	



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

23. Juni 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/06/2015

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

Saynova, Desislava

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/058055

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012018765 A1	26-01-2012	CN 102339921 A	01-02-2012
		JP 2012028381 A	09-02-2012
		TW 201210072 A	01-03-2012
		US 2012018765 A1	26-01-2012

US 2012032214 A1	09-02-2012	JP 5211121 B2	12-06-2013
		JP 2012038903 A	23-02-2012
		US 2012032214 A1	09-02-2012

EP 1523047 A2	13-04-2005	CN 1606177 A	13-04-2005
		EP 1523047 A2	13-04-2005
		EP 2262013 A2	15-12-2010
		JP 5253704 B2	31-07-2013
		JP 2005117040 A	28-04-2005
		KR 20050034155 A	14-04-2005
		US 2005077537 A1	14-04-2005
		US 2007111354 A1	17-05-2007
