

(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 2013/045355 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/00 (2010.01) *H01L 21/02* (2006.01)
H01L 33/12 (2010.01)

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER**
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
Ridlerstraße 55, 80339 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/068617
(22) Internationales Anmeldedatum:
21. September 2012 (21.09.2012)

(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.

(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
102011114665.6
30. September 2011 (30.09.2011) DE

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

(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).

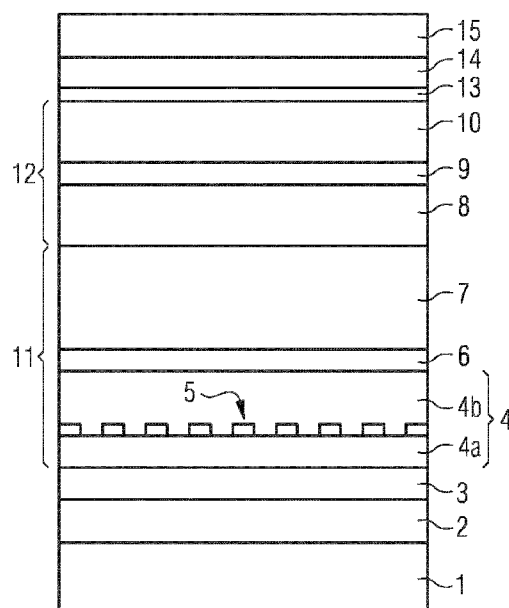
(72) Erfinder; und
(71) Anmelder (nur für US): **STAUSS, Peter** [DE/DE]; Bischof von Senestrey Str. 18, 93051 Regensburg (DE).
DRECHSEL, Philipp [DE/DE]; Gengkofen 13, 93098 Mintraching (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR FABRICATING AN OPTOELECTRONIC NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR COMPONENT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES OPTOELEKTRONISCHEN NITRID-VERBINDUNGSHALBLEITER-BAUELEMENTS

FIG 9



(57) Abstract: A method for fabricating an optoelectronic nitride compound semiconductor component is specified in which a buffer layer (2) comprising an aluminium-containing nitride compound semiconductor is grown onto the silicon surface of a growth substrate (1). Next, a tensing layer structure (11) for producing a compressive tension and a functional semiconductor layer sequence (12) which has an active layer (9) are grown. The tensing layer structure (11) comprises a first GaN semiconductor layer (4) and a second GaN semiconductor layer (7), with a masking layer (5) being embedded in the first GaN semiconductor layer (4), an Al(Ga)N intermediate layer (6) for producing a compressive tension being arranged between the first GaN semiconductor layer (4) and the second GaN semiconductor layer (7), and the tensing layer structure (11) containing no further Al(Ga)N intermediate layers (6).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Nitrid-Verbindungshalbleiter-Bauelements angegeben, bei dem eine Pufferschicht (2) aus einem Aluminium enthaltenden Nitrid-Verbindungshalbleiter auf die Siliziumoberfläche eines Aufwuchssubstrats (1) aufgewachsen wird. Nachfolgend werden eine Verspannungsschichtstruktur (11) zur Erzeugung einer kompressiven Spannung und eine funktionelle Halbleiterschichtenfolge (12), welche eine aktive Schicht (9) aufweist, aufgewachsen. Die Verspannungsschichtstruktur (11) umfasst eine erste GaN-Halbleiterschicht (4) und eine zweite GaN-Halbleiterschicht (7), wobei in die erste GaN-Halbleiterschicht (4) eine Maskierungsschicht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(5) eingebettet ist, zwischen der ersten GaN-Halbleiterschicht (4) und der zweiten GaN- Halbleiterschicht (7) eine Al (Ga) N- Zwischenschicht (6) zur Erzeugung einer kompressiven Spannung angeordnet ist, und die Verspannungsschichtstruktur (11) keine weiteren Al(Ga)N- Zwischenschichten (6) enthält.

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Nitrid-Verbindungshalbleiter-Bauelements

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Nitrid-Verbindungshalbleiter-Bauelements auf einem Substrat mit einer Silizium-Oberfläche.

- 10 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2011 114 665.6, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

- Nitrid-Verbindungshalbleiter werden häufig in LEDs oder
15 Laserdioden eingesetzt, die in der Regel im blauen Spektralbereich emittieren. Abhängig von der Zusammensetzung des Halbleitermaterials ist beispielsweise auch eine Emission im ultravioletten oder grünen Spektralbereich möglich. Durch Lumineszenzkonversion mittels Leuchtstoffen kann die
20 kurzwellige Strahlung zu größeren Wellenlängen hin konvertiert werden. Auf diese Weise ist es möglich, mischfarbiges Licht, insbesondere Weißlicht, zu erzeugen. Auf Nitrid-Verbindungshalbleitern basierende LEDs sind daher für LED-Beleuchtungssysteme von erheblicher Bedeutung.

25

- Bei der Herstellung von optoelektronischen Bauelementen werden die Nitrid-Verbindungshalbleiterschichten in der Regel epitaktisch auf ein Aufwachssubstrat aufgewachsen, das an die Gitterkonstante und die Kristallstruktur des Nitrid-
30 Verbindungshalbleitermaterials angepasst ist. Geeignete Substratmaterialien sind insbesondere Saphir, GaN oder SiC. Diese Substratmaterialien sind allerdings vergleichsweise teuer.

Das Aufwachsen von Nitrid-Verbindungshalbleitern auf vergleichsweise kostengünstigen Siliziumsubstraten wird durch eine vergleichsweise große Differenz der thermischen
5 Ausdehnungskoeffizienten des Siliziums und des Nitrid-Verbindungshalbleitermaterials erschwert. Insbesondere werden beim Abkühlen des Schichtsystems von der zum Aufwachsen von Nitrid-Verbindungshalbleitern verwendeten Wachstumstemperatur von etwa 1000 °C auf Raumtemperatur große tensile
10 Verspannungen im GaN erzeugt.

In den Druckschriften DE 10 2006 008 929 A1 und WO 2011/039181 A1 werden jeweils Verfahren zur Herstellung von Nitrid-Verbindungshalbleiter-Bauelementen auf
15 Siliziumsubstraten beschrieben. Aus diesen Druckschriften ist bekannt, zwischen der Silizium-Oberfläche des Aufwachssubstrats und der funktionellen Schichtenfolge des optoelektronischen Bauelements eine Schichtstruktur zur Erzeugung einer kompressiven Verspannung einzubauen, welche
20 der beim Abkühlen durch das Silizium erzeugten tensilen Verspannung entgegenwirkt.

Eine Aufgabe besteht darin, ein weiter verbessertes Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Nitrid-
25 Verbindungshalbleiter-Bauelements auf einem Substrat mit einer Silizium-Oberfläche anzugeben, durch das besonders geringe Defektdichten in der funktionellen Halbleiterschichtenfolge erzielt werden können, um besonders hohe Wirkungsgrade zu erreichen.

30

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Nitrid-Verbindungshalbleiter-Bauelements gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen

und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird
5 zunächst ein Aufwachssubstrat mit einer Siliziumoberfläche bereitgestellt. Das Aufwachssubstrat kann insbesondere ein Siliziumsubstrat sein. Das Aufwachssubstrat kann alternativ auch ein SOI-Substrat (Silicon On Insulator) sein.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird bei dem Verfahren eine Pufferschicht, die einen Aluminium enthaltenden Nitrid-Verbindungshalbleiter aufweist, auf die Siliziumoberfläche aufgewachsen. Die Pufferschicht kann insbesondere AlN
15 enthalten oder daraus bestehen. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass die Pufferschicht weitere Bestandteile wie beispielsweise einen Dotierstoff und/oder geringe Mengen weiterer Gruppe III-Materialien wie beispielsweise In oder Ga aufweist.

20 Die Pufferschicht kann in mehreren Teilschichten aufgewachsen werden, die sich in ihrer Zusammensetzung und/oder ihren Wachstumsparametern wie beispielsweise der Wachstumstemperatur oder der Wachstumsrate unterscheiden. Bei
25 einer bevorzugten Ausgestaltung werden beim Wachstum der Pufferschicht zuerst wenige Atomlagen Al als erste Teilschicht der Pufferschicht aufgewachsen, um eine Passivierung der Siliziumoberfläche durch die Bildung von SiN bei einer Reaktion mit Stickstoff zu vermeiden. Erst nach der Abscheidung weniger Atomlagen Al wird beim Wachstumsprozess
30 Stickstoff zur Bildung von AlN zugeführt. Es ist weiterhin vorteilhaft, zunächst eine etwa 100 nm dicke zweite Teilschicht aus AlN mit geringer Wachstumsrate aufzuwachsen, und danach eine dritte Teilschicht bei einer höheren

Wachstumsrate aufzuwachsen. Es ist zusätzlich oder alternativ auch möglich, dass die zweite Teilschicht bei einer geringeren Wachstumstemperatur als die dritte Teilschicht aufgewachsen wird. Es hat sich herausgestellt, dass bei
5 dieser Vorgehensweise eine besonders gute Schichtqualität erzielt wird.

In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird eine Verspannungsschichtstruktur zur Erzeugung einer kompressiven
10 Spannung aufgewachsen. Die Verspannungsschichtstruktur weist eine erste GaN-Halbleiterschicht und eine zweite GaN-Halbleiterschicht auf. Die zweite GaN-Halbleiterschicht folgt der ersten GaN-Halbleiterschicht in Wachstumsrichtung der Verspannungsschichtstruktur nach.

15

In die erste GaN-Halbleiterschicht ist vorteilhaft eine Maskierungsschicht eingebettet. Die Maskierungsschicht kann insbesondere eine Silizium-Nitrid-Schicht sein. Die Maskierungsschicht ist eine nicht geschlossene Schicht.
20 Insbesondere kann die Maskierungsschicht eine inselförmige Schicht sein, d.h. eine Schicht, deren Wachstum im Anfangsstadium vor dem Zusammenwachsen der Kristallite zu einer geschlossenen Schicht abgebrochen wurde. Die Maskierungsschicht kann beispielsweise eine mittlere Dicke
25 von etwa 0,2 nm bis 2 nm aufweisen.

Ein Teil der ersten GaN-Halbleiterschicht wird auf der Maskierungsschicht aufgewachsen. Beispielsweise wird die erste GaN-Halbleiterschicht derart hergestellt, dass zuerst
30 eine erste Teilschicht der ersten GaN-Halbleiterschicht aufgewachsen wird, dann die Maskierungsschicht auf die erste Teilschicht aufgewachsen wird, und nachfolgend die zweite

Teilschicht der ersten GaN-Halbleiterschicht auf die Maskierungsschicht aufgewachsen wird.

Es hat sich vorteilhaft herausgestellt, dass sich durch das Einbetten einer derartigen Maskierungsschicht in die erste GaN-Halbleiterschicht eine Verminderung der Versetzungsdichte in der Verspannungsschichtstruktur und einer nachfolgenden funktionellen Halbleiterschichtenfolge erzielen lässt.

Zwischen der ersten GaN-Halbleiterschicht und der zweiten GaN-Halbleiterschicht ist vorteilhaft eine Al(Ga)N-Zwischenschicht angeordnet. Die Zwischenschicht enthält vorzugsweise AlN oder besteht daraus. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass die Zwischenschicht geringe Mengen von Gallium und/oder einem Dotierstoff enthält. Dadurch, dass das Al enthaltende Nitrid-Halbleitermaterial der Zwischenschicht eine kleinere Gitterkonstante als GaN aufweist, wird eine kompressive Verspannung in der nachfolgenden zweiten GaN-Halbleiterschicht erzeugt. Zwar liegt bereits in der ersten GaN-Halbleiterschicht vorteilhaft eine kompressive Verspannung durch das Aufwachsen auf der Aluminium enthaltenden Pufferschicht, insbesondere einer AlN-Pufferschicht, vor. Eine derartige kompressive Verspannung kann sich aber während des Wachstums der ersten GaN-Halbleiterschicht durch die Ausbildung von Versetzungen wieder reduzieren. Durch das Einfügen der AlN-Zwischenschicht zwischen die erste GaN-Halbleiterschicht und die zweite GaN-Halbleiterschicht wird erreicht, dass auch in der zweiten GaN-Halbleiterschicht eine ausreichend große kompressive Verspannung aufgebaut wird, welche beim Abkühlen des Schichtsystems von der Wachstumstemperatur auf Raumtemperatur einer durch das Substrat erzeugten tensilen Verspannung entgegenwirkt.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird die funktionelle Halbleiterschichtenfolge des optoelektronischen Nitrid-Halbleiterbauelements auf die Verspannungsschichtstruktur aufgewachsen. Die funktionelle Halbleiterschichtenfolge enthält insbesondere eine aktive Schicht des optoelektronischen Bauelements. Die aktive Schicht kann beispielsweise eine strahlungsemittierende oder eine strahlungsempfangende Schicht sein. Zusätzlich zur aktiven Schicht kann die funktionelle Halbleiterschichtenfolge beispielsweise einen n-Typ Halbleiterbereich und einen p-Typ Halbleiterbereich aufweisen, welche die aktive Schicht umgeben.

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

Die Verspannungsschichtstruktur enthält vorteilhaft außer der Al(Ga)N-Zwischenschicht keine weiteren Al(Ga)N-Zwischenschichten. Die Verspannungsschichtstruktur besteht daher vorteilhaft aus der ersten GaN-Halbleiterschicht mit
5 der darin enthaltenen Maskierungsschicht, der Al(Ga)N-Zwischenschicht und der zweiten GaN-Halbleiterschicht, und enthält vorzugsweise keine weiteren Schichten. Insbesondere enthält die Verspannungsschichtstruktur nur genau eine Al(Ga)N-Zwischenschicht.

10

Es hat sich herausgestellt, dass sich mit der hier beschriebenen Verspannungsschichtstruktur eine besonders geringe Versetzungsdichte erzielen lässt. Dies beruht zum einen darauf, dass durch das Einbetten der Maskierungsschicht
15 in die erste GaN-Halbleiterschicht eine Reduzierung der Versetzungsdichte erzielt wird. Die auf diese Weise reduzierte Versetzungsdichte hat den Vorteil, dass die in dem Halbleitermaterial aufgebaute kompressive Verspannung in der Wachstumsrichtung weniger stark relaxiert als in einem
20 Halbleitermaterial mit höherer Versetzungsdichte. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass Versetzungen in dem Halbleitermaterial zu einem Abbau der kompressiven Verspannung führen, sodass herkömmlicherweise mehrere Zwischenschichten erforderlich sind, um die kompressive
25 Verspannung im GaN-Halbleitermaterial mehrfach wieder aufzubauen. Eine Mehrzahl von derartigen Zwischenschichten kann aber zusätzliche neue Versetzungen in den nachfolgenden Schichten bewirken. Da bei dem hierin beschriebenen Verfahren auf weitere Al(Ga)N-Zwischenschichten verzichtet wird und
30 stattdessen nur eine einzige Al(Ga)N-Zwischenschicht verwendet wird, wird eine besonders niedrige Versetzungsdichte in der Verspannungsschichtstruktur und der nachfolgenden funktionellen Halbleiterschichtenfolge erzielt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Versetzungsdichte in der funktionellen Halbleiterschichtenfolge weniger als $1 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$. Besonders
5 bevorzugt beträgt die Versetzungsdichte in der funktionellen Halbleiterschichtenfolge weniger als $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Aluminium enthaltende Pufferschicht mit Sauerstoff dotiert. Es hat sich
10 herausgestellt, dass durch die Dotierung der Pufferschicht mit Sauerstoff eine weitere Verbesserung der Kristallstruktur der nachfolgenden Schichten und somit eine noch geringere Versetzungsdichte erzielt werden kann.

15 Dadurch, dass die kompressive Verspannung in der ersten GaN-Halbleiterschicht und/oder der zweiten GaN-Halbleiterschicht aufgrund der erzielten geringen Versetzungsdichte mit zunehmender Schichtdicke nur vergleichsweise langsam relaxiert, können die erste GaN-Halbleiterschicht und die
20 zweite GaN-Halbleiterschicht vorteilhaft vergleichsweise dick ausgeführt werden.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung weist die erste GaN-Halbleiterschicht eine Dicke von 500 nm oder mehr, besonders
25 bevorzugt von 1000 nm oder mehr, auf. Beispielsweise kann die erste GaN-Halbleiterschicht etwa 1300 nm dick sein.

Die zweite GaN-Halbleiterschicht weist vorzugsweise eine Dicke von 1000 nm oder mehr auf. Beispielsweise kann die
30 zweite GaN-Halbleiterschicht eine Dicke von etwa 1400 nm aufweisen.

Die Gesamtdicke der Verspannungsschicht beträgt vorzugsweise 2 µm oder mehr, besonders bevorzugt 3 µm oder mehr.

Eine vergleichsweise geringe Versetzungsdichte kann mit dem
5 hierin beschriebenen Verfahren vorteilhaft auch dann erzielt werden, wenn die erste und/oder die zweite GaN-Halbleiterschicht dotiert sind. Vorzugsweise beträgt die Dotierstoffkonzentration in der ersten und/oder zweiten GaN-Halbleiterschicht nicht mehr als $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$. Eine noch
10 höhere Dotierstoffkonzentration könnte ansonsten möglicherweise zu einer Zunahme von Versetzungen führen.

Insbesondere können die erste und/oder die zweite GaN-Halbleiterschicht n-dotiert sein. Zur n-Dotierung kann
15 beispielsweise Si als Dotierstoff verwendet werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind zwischen der Aluminium enthaltenden Pufferschicht und der Verspannungsschicht eine oder mehrere Übergangsschichten aus
20 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ mit $0 < x < 1$ angeordnet. In der Übergangsschicht oder den Übergangsschichten nimmt der Aluminiumgehalt x in Wachstumsrichtung vorzugsweise stufenweise oder kontinuierlich ab.

25 Die Maskierungsschicht weist gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ein Siliziumnitrid auf. Die Dicke der Maskierungsschicht beträgt vorzugsweise im Mittel weniger als 2 nm, beispielsweise zwischen 0,2 nm und 2 nm. Die Maskierungsschicht ist also vorzugsweise nur wenige Monolagen
30 oder sogar nur eine Monolage dick.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Silizium-Oberfläche des Aufwachssubstrats eine (111)-Ebene. Die (111)-

Ebene eines Siliziumkristalls ist aufgrund der hexagonalen Kristallstruktur besonders gut zum Aufwachsen eines hexagonalen Nitrid-Verbindungshalbleiter-Materials geeignet.

5 Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird das Aufwachssubstrat nach dem Aufwachsen der funktionellen Halbleiterschichtenfolge abgelöst. Bei dieser Ausgestaltung wird die funktionelle Halbleiterschichtenfolge vorteilhaft an einer dem Aufwachssubstrat gegenüberliegenden Oberfläche mit
10 einem Trägersubstrat verbunden. Da das Trägersubstrat nicht zum Aufwachsen eines Nitrid-Verbindungshalbleitermaterials geeignet sein muss, kann es vorteilhaft anhand von anderen Kriterien, insbesondere einer guten thermischen und/oder elektrischen Leitfähigkeit, ausgewählt werden. Weiterhin kann
15 bei dieser Ausgestaltung vor dem Verbinden der funktionellen Halbleiterschichtenfolge mit dem Trägersubstrat eine Spiegelschicht auf die funktionelle Halbleiterschichtenfolge aufgebracht werden, um die beim Betrieb des optoelektronischen Nitrid-Verbindungshalbleiter-Bauelements
20 in Richtung des Trägersubstrats emittierte Strahlung zu einer dem Trägersubstrat gegenüberliegenden Strahlungsausstrittsfläche zu reflektieren.

Nach dem Ablösen des Aufwachssubstrats können die
25 Pufferschicht und die Verspannungsschichtstruktur zumindest teilweise, beispielsweise mit einem Ätzverfahren, entfernt werden. Ein im optoelektronischen Bauelement verbleibender Rest der Verspannungsschichtstruktur ist in diesem Fall an der Strahlungsausstrittsseite des optoelektronischen
30 Bauelements angeordnet.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 10 erläutert.

5 Es zeigen:

Figuren 1 bis 10 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels des Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Nitrid-
10 Verbindungshalbleiter-Bauelements anhand von Zwischenschritten.

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

Bei dem Verfahren wird, wie in Figur 1 dargestellt, ein
20 Aufwachssubstrat 1 bereitgestellt, das eine Silizium-Oberfläche aufweist. Das Aufwachssubstrat 1 kann beispielsweise ein Silizium-Wafer sein. Alternativ ist es aber auch möglich, dass das Aufwachssubstrat 1 ein SOI-Substrat ist. Die Silizium-Oberfläche des Aufwachssubstrats 1
25 ist vorzugsweise eine (111)-Kristallebene, die wegen ihrer hexagonalen Symmetrie besonders gut zum Aufwachsen von Nitrid-Verbindungshalbleitern geeignet ist. Das Aufwachssubstrat 1 mit der Silizium-Oberfläche hat im Vergleich zu in der Regel zum Aufwachsen von Nitrid-
30 Verbindungshalbleitermaterialien verwendeten Substraten aus Saphir, GaN oder SiC den Vorteil, dass es vergleichsweise kostengünstig ist.

Auf die Silizium-Oberfläche des Aufwachssubstrats 1 wird zunächst eine Pufferschicht 2 aus einem Aluminium enthaltenden Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial aufgewachsen. Vorzugsweise enthält die Pufferschicht 2 AlN oder besteht daraus. Die Pufferschicht 2 weist vorzugsweise eine Dicke zwischen 100 nm und 300 nm, beispielsweise etwa 200 nm, auf.

Die Pufferschicht 2 kann in mehreren Teilschichten (nicht dargestellt) aufgewachsen werden, die sich in ihrer Zusammensetzung und/oder ihren Wachstumsparametern wie beispielsweise der Wachstumstemperatur oder der Wachstumsrate unterscheiden. Bei einer bevorzugten Ausgestaltung werden beim Wachstum der Pufferschicht 2 zuerst wenige Atomlagen Al als erste Teilschicht der Pufferschicht 2 aufgewachsen, um eine Passivierung der Siliziumoberfläche durch die Bildung von SiN bei einer Reaktion mit Stickstoff zu vermeiden. Erst nach der Abscheidung weniger Atomlagen Al wird beim Wachstumsprozess Stickstoff zur Bildung von AlN zugeführt. Es ist weiterhin vorteilhaft, zunächst eine etwa 100 nm dicke zweite Teilschicht aus AlN mit geringer Wachstumsrate aufzuwachsen, und danach eine dritte Teilschicht bei einer höheren Wachstumsrate aufzuwachsen. Es ist zusätzlich oder alternativ auch möglich, dass die zweite Teilschicht bei einer geringeren Wachstumstemperatur als die dritte Teilschicht aufgewachsen wird. Es hat sich herausgestellt, dass bei dieser Vorgehensweise eine besonders gute Schichtqualität erzielt wird.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist die Pufferschicht 2 aus einem mit Sauerstoff dotierten AlN-Halbleitermaterial gebildet. Der Sauerstoffgehalt in der AlN:O-Schicht beträgt vorzugsweise zwischen einschließlich

0,1 % und einschließlich 5 %, besonders bevorzugt zwischen einschließlich 1 % und einschließlich 5 %. Es hat sich herausgestellt, dass sich bei Verwendung einer derartigen mit Sauerstoff dotierten AlN-Pufferschicht eine Verbesserung der Kristallqualität, insbesondere eine Verminderung der Versetzungsdichte, in die nachfolgend aufgetragenen Schichten erzielen lässt.

Bei dem in Figur 2 dargestellten Zwischenschritt wird eine Übergangsschicht 3 aus $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ auf die Pufferschicht 2 aufgebracht. Die Übergangsschicht 3 weist vorzugsweise in Wachstumsrichtung einen variierenden Aluminiumanteil x auf, wobei der Aluminiumanteil in Wachstumsrichtung abnimmt.

Alternativ können beispielsweise auch mehrere Übergangsschichten aufgebracht werden, in denen der Aluminiumanteil x beispielsweise stufenweise von Schicht zu Schicht abnimmt. Das Aufbringen einer oder mehrerer Übergangsschichten 3 ist ein optionaler Zwischenschritt, der gegebenenfalls auch weggelassen werden kann.

Bei dem in Figur 3 dargestellten Verfahrensschritt wird eine erste Teilschicht 4a einer ersten GaN-Halbleiterschicht, auf die Übergangsschicht 3, oder, falls keine Übergangsschicht 3 aufgebracht wurde, auf die Pufferschicht 2 aufgewachsen.

Die erste Teilschicht 4a ist vorzugsweise etwa 100 nm bis 300 nm dick.

Nach dem Aufwachsen der ersten Teilschicht 4a wird, wie in Figur 4 dargestellt, eine Maskierungsschicht 5 auf die erste Teilschicht 4a aufgebracht. Die Maskierungsschicht 5 enthält vorzugsweise ein Siliziumnitrid oder besteht daraus. Die Maskierungsschicht 5 weist vorzugsweise im Mittel eine Dicke zwischen etwa 0,2 nm und etwa 2 nm auf. Insbesondere kann die

Maskierungsschicht 5 eine inselförmige Schicht sein, d. h. eine Schicht, deren Wachstum im Anfangsstadium abgebrochen wurde, bevor die auf der Aufwachsfläche ausgebildeten Kristallite zu einer geschlossenen Schicht zusammengewachsen sind. Die Maskierungsschicht 5 weist somit eine Vielzahl von Öffnungen auf.

Nach dem Aufwachsen der Maskierungsschicht 5 wird, wie in Figur 5 dargestellt, die zweite Teilschicht 4b der ersten Halbleiterschicht 4 aufgewachsen. Die erste Teilschicht 4a und die zweite Teilschicht 4b bilden zusammen die erste GaN-Halbleiterschicht 4 aus. Aufgrund der Öffnungen in der Maskierungsschicht 5 ist die zweite Teilschicht 4b der ersten GaN-Halbleiterschicht 4 zumindest in Teilbereichen in direktem Kontakt zur ersten Teilschicht 4a. Das Einbetten der Maskierungsschicht 5 in die erste GaN-Halbleiterschicht 4 hat den Vorteil, dass auf diese Weise die Kristallqualität verbessert und insbesondere die Dichte der Versetzungen in der ersten GaN-Halbleiterschicht 4 vermindert wird.

Wenn die Gesamtdicke der ersten GaN-Halbleiterschicht 4 vorzugsweise mehr als 500 nm, beispielsweise etwa 1300 nm, beträgt, wird das Wachstum der ersten GaN-Halbleiterschicht 4 beendet und nachfolgend, wie in Figur 6 dargestellt, eine Zwischenschicht aus AlN oder AlGaN aufgewachsen. Die Zwischenschicht 6 weist aufgrund ihres Aluminiumgehalts eine kleinere Gitterkonstante als GaN auf. Eine derartige Zwischenschicht 6 ist daher dazu geeignet, in einer nachfolgend aufgewachsenen Schicht eine kompressive Verspannung zu erzeugen. Dieser Effekt ist umso größer, je höher der Aluminiumanteil in der Zwischenschicht 6 ist. Bevorzugt ist die Zwischenschicht 6 daher frei von Gallium und besteht vorteilhaft aus AlN.

Wie in Figur 7 dargestellt, wird in einem weiteren Verfahrensschritt eine zweite GaN-Halbleiterschicht 7 auf die Zwischenschicht 6 aufgewachsen. Die erste GaN-Halbleiterschicht 4 mit der darin eingebetteten Maskierungsschicht 5, die Zwischenschicht 6 und die zweite GaN-Halbleiterschicht 7 bilden zusammen eine Verspannungsschichtstruktur 11 aus. Die Verspannungsschichtstruktur 11 weist vorteilhaft eine kompressive Verspannung auf, die beim Abkühlen der Schichtenfolge von der Wachstumstemperatur von etwa 1000 °C auf Raumtemperatur einer durch das Aufwachssubstrat 1 erzeugten tensilen Verspannung entgegenwirkt.

Die kompressive Verspannung in der Verspannungsschichtstruktur 11 wird zum einen dadurch erreicht, dass die erste GaN-Halbleiterschicht 4 auf der darunterliegenden Pufferschicht 2 oder Übergangsschicht 3, die jeweils eine geringere Gitterkonstante als GaN aufweisen, aufgewachsen ist. Die auf diese Weise in der ersten GaN-Halbleiterschicht 4 aufgebaute kompressive Verspannung relaxiert während des Wachstums mit zunehmender Schichtdicke zumindest geringfügig aufgrund von Versetzungen in dem Halbleitermaterial. Durch die zwischen der ersten GaN-Halbleiterschicht 4 und der zweiten GaN-Halbleiterschicht 7 eingefügte Zwischenschicht 6, die vorzugsweise AlN und somit eine geringere Gitterkonstante als GaN aufweist, wird diese kompressive Verspannung wieder aufgebaut.

Da mit dem hierin beschriebenen Verfahren, insbesondere durch das Einfügen der Maskierungsschicht in die erste GaN-Halbleiterschicht 4 und/oder eine vorteilhafte Sauerstoffdotierung der Pufferschicht 2 eine besonders

geringe Versetzungsdichte erzielt wird, können die erste GaN-Halbleiterschicht 4 und die zweite GaN-Halbleiterschicht 7 jeweils vergleichsweise dick ausgeführt werden, ohne dass die kompressive Verspannung signifikant relaxiert. Die erste GaN-Halbleiterschicht 4 kann insbesondere eine Dicke von 500 nm oder mehr, beispielsweise etwa 1300 nm, und die zweite GaN-Halbleiterschicht 7 eine Dicke von 1000 nm oder mehr, beispielsweise etwa 1400 nm, aufweisen. Die Gesamtdicke der Verspannungsschichtstruktur 11 beträgt vorzugsweise 2 µm oder mehr. Eine derart dicke kompressiv verspannte Verspannungsschichtstruktur 11 ist vorteilhaft dazu geeignet, die beim Abkühlen des Aufwachssubstrats entstehenden tensilen Verspannungen derart zu vermindern, dass eine auf der Verspannungsschichtstruktur 11 aufgewachsene funktionelle Halbleiterschicht eines optoelektronischen Bauelements eine hohe Qualität, insbesondere eine besonders geringe Versetzungsdichte, aufweist.

Besonders vorteilhaft an der Verspannungsschichtstruktur 11 ist, dass nur eine einzige Zwischenschicht 6 darin enthalten ist. Auf diese Weise wird eine weitere Reduzierung der Versetzungsdichte erzielt. Vorzugsweise wird in der Verspannungsschichtstruktur 11 und/oder in der nachfolgenden funktionellen Halbleiterschichtenfolge eines optoelektronischen Bauelements eine Versetzungsdichte von weniger als $1 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ erzielt. Besonders bevorzugt beträgt die Versetzungsdichte sogar weniger als $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$. Hierbei wird die Erkenntnis ausgenutzt, dass durch das Einbringen mehrerer Zwischenschichten eine Zunahme der Versetzungsdichte auftreten kann. Durch die hierin beschriebene Verwendung von nur einer einzigen Zwischenschicht 6 kann daher die Versetzungsdichte vermindert werden.

In einem nächsten Verfahrensschritt wird, wie in Figur 8 dargestellt, die funktionelle Halbleiterschichtenfolge 12 eines optoelektronischen Bauelements auf die zuvor aufgewachsene Verspannungsschichtstruktur 11 aufgewachsen.

- 5 Die funktionelle Halbleiterschichtenfolge 12 des optoelektronischen Bauelements basiert auf einem Nitrid-Verbindungshalbleiter.

- Die funktionelle Halbleiterschichtenfolge 12 enthält insbesondere eine aktive Schicht 9 des optoelektronischen Bauelements. Die aktive Schicht 9 kann insbesondere eine strahlungsemittierende oder eine strahlungsempfangende Schicht sein. Die aktive Schicht 9 umfasst beispielsweise $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ mit $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x + y \leq 1$.
- 15 Die aktive Schicht kann zum Beispiel als pn-Übergang, als Doppelheterostruktur, als Einfach-Quantentopfstruktur oder Mehrfach-Quantentopfstruktur ausgebildet sein. Die Bezeichnung Quantentopfstruktur umfasst dabei jegliche Struktur, bei der Ladungsträger durch Einschluss
- 20 (Confinement) eine Quantisierung ihrer Energiezustände erfahren. Insbesondere beinhaltet die Bezeichnung Quantentopfstruktur keine Angabe über die Dimensionalität der Quantisierung. Sie umfasst somit unter anderem Quantentröge, Quantendrähte und Quantenpunkte und jede Kombination dieser
- 25 Strukturen.

- Weiterhin enthält die funktionelle Halbleiterschichtenfolge 12 beispielsweise einen ersten Halbleiterbereich 8 und einen zweiten Halbleiterbereich 10, wobei der erste
- 30 Halbleiterbereich 8 beispielsweise n-dotiert und der zweite Halbleiterbereich 10 beispielsweise p-dotiert ist. Der erste Halbleiterbereich 8 und der zweite Halbleiterbereich 10

können jeweils aus mehreren Teilschichten zusammengesetzt sein.

Der in Figur 8 dargestellte Schichtstapel des

5 optoelektronischen Bauelements kann bei einer Ausgestaltung in an sich bekannter Weise mit elektrischen Kontakten (nicht dargestellt) versehen werden, um einen Strom in die aktive Schicht einzubringen und somit beispielsweise eine Emission von Strahlung zu bewirken.

10

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung wird das optoelektronische Bauelement als so genanntes Dünnschicht-Bauelement ausgebildet. Dies erfolgt beispielsweise, wie in Figur 9 dargestellt, derart, dass auf die vom

15

Aufwachssubstrat 1 abgewandte Seite der funktionellen Halbleiterschichtenfolge 12 zunächst eine Spiegelschicht 13 aufgebracht wird. Die Spiegelschicht 13 kann beispielsweise eine Silberschicht sein.

20

Nachfolgend wird der Schichtenstapel an der vom Aufwachssubstrat abgewandten Seite beispielsweise mit einer Verbindungsschicht 14 mit einem Trägersubstrat 15 verbunden. Die Verbindungsschicht 14 kann beispielsweise eine Lotschicht sein. Zwischen der Spiegelschicht 13 und der Lotschicht 14
25 können weitere Zwischenschichten enthalten sein, die zur Vereinfachung der Darstellung hier nicht gezeigt sind. Bei derartigen Zwischenschichten kann es sich beispielsweise um Haftvermittler-, Benetzungs- oder Diffusionsbarriereschichten handeln.

30

Das Trägersubstrat 15 muss vorteilhaft nicht zum epitaktischen Aufwachsen eines Nitrid-Verbindungshalbleitermaterials geeignet sein und kann daher

vorteilhaft anhand anderer Kriterien, wie beispielsweise einer hohen elektrischen und/oder thermischen Leitfähigkeit, ausgewählt werden.

- 5 In einem weiteren Verfahrensschritt wird, wie in Fig. 10 dargestellt, das Aufwachssubstrat 1 von der vom Trägersubstrat 15 abgewandten Seite des Schichtenstapels abgelöst. Die dem ursprünglichen Aufwachssubstrat zugewandte Seite der Halbleiterschichtenfolge dient somit im fertigen
- 10 optoelektronischen Bauelement vorzugsweise als Strahlungsaustrittsfläche. Nach dem Ablösen des Aufwachssubstrats können auch weitere Schichten des ursprünglich aufgetragenen Schichtenstapels, wie insbesondere die Pufferschicht 2, die Übergangsschicht 3 und/oder
- 15 zumindest Teile der Verspannungsschichtstruktur 11 entfernt werden. Dies kann beispielsweise mit einem Ätzprozess erfolgen. Beispielsweise sind bei dem in Figur 10 dargestellten optoelektronischen Bauelement das Aufwachssubstrat, die Pufferschicht, die Übergangsschicht und
- 20 die erste Teilschicht der ersten Halbleiterschicht mit der darin eingebetteten Maskierungsschicht entfernt worden und somit im fertigen optoelektronischen Bauelement nicht mehr enthalten. Die zweite Teilschicht 4b ist an der nun als Strahlungsaustrittsfläche dienenden Grenzfläche vorteilhaft.
- 25 mit einer Auskoppelstruktur 16 versehen worden.

Das mit dem hierin beschriebenen Verfahren hergestellte optoelektronische Bauelement zeichnet sich insbesondere durch eine besonders geringe Versetzungsdichte aus, wodurch sich

30 der Wirkungsgrad des optoelektronischen Bauelements vorteilhaft erhöht.

Die 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
5 den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Nitridverbindungshalbleiter-Bauelements,
mit den Schritten:
- Bereitstellen eines Aufwachssubstrats (1) mit einer Siliziumoberfläche,
 - Aufwachsen einer Pufferschicht (2), die einen Aluminium enthaltenden Nitrid-Verbindungshalbleiter enthält, auf die Siliziumoberfläche,
 - Aufwachsen einer Verspannungsschichtstruktur (11) zur Erzeugung einer kompressiven Spannung, und
 - Aufwachsen einer funktionellen Halbleiterschichtenfolge (12), welche eine aktive Schicht (9) aufweist, auf die Verspannungsschichtstruktur (11), wobei
 - die Verspannungsschichtstruktur (11) eine erste GaN-Halbleiterschicht (4) und eine zweite GaN-Halbleiterschicht (7) umfasst,
 - in die erste GaN-Halbleiterschicht (4) eine Maskierungsschicht (5) eingebettet ist,
 - zwischen der ersten GaN-Halbleiterschicht (4) und der zweiten GaN-Halbleiterschicht (7) eine Al(Ga)N-Zwischenschicht (6) zur Erzeugung einer kompressiven Spannung angeordnet ist, und
 - die Verspannungsschichtstruktur (11) keine weiteren Al(Ga)N-Zwischenschichten (6) enthält.
2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Versetzungsdichte in der funktionellen Halbleiterschichtenfolge (12) weniger als $1 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$

beträgt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei eine Versetzungsdichte in der funktionellen
5 Halbleiterschichtenfolge (12) weniger als $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$
beträgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Pufferschicht (2) mit Sauerstoff dotiert ist.
10
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die erste GaN-Halbleiterschicht (4) eine Dicke von
500 nm oder mehr aufweist.
- 15 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die zweite GaN-Halbleiterschicht (7) eine Dicke
von 1000 nm oder mehr aufweist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
20 wobei eine Gesamtdicke der Verspannungsschichtstruktur
(11) 2 μm oder mehr beträgt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die erste GaN-Halbleiterschicht (4) und/oder die
25 zweite GaN-Halbleiterschicht (7) dotiert sind.
9. Verfahren nach Anspruch 8,
wobei eine Dotierstoffkonzentration in der ersten
und/oder zweiten GaN-Halbleiterschicht (4, 7) nicht mehr
30 als $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ beträgt.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei zwischen der Pufferschicht (2) und der

Verspannungsschichtstruktur (11) mindestens eine Übergangsschicht (3) aus $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ mit $0 < x < 1$ angeordnet ist.

- 5 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Maskierungsschicht (5) ein Siliziumnitrid
aufweist.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 wobei die Maskierungsschicht (5) eine mittlere Dicke von
weniger als 2 nm aufweist.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Siliziumoberfläche eine (111)-Ebene ist.
- 15 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Aufwachsubstrat (1) nach dem Aufwachsen der
funktionellen Halbleiterschichtenfolge (12) abgelöst
wird.
- 20 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die funktionelle Halbleiterschichtenfolge (12) an
einer dem Aufwachsubstrat (1) gegenüberliegenden Seite
mit einem Trägersubstrat (15) verbunden wird.

FIG 1

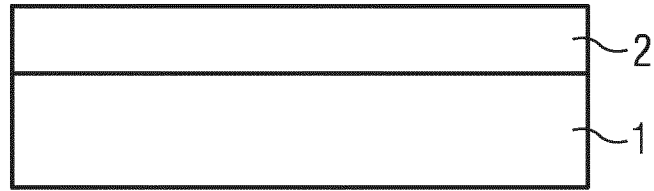


FIG 2

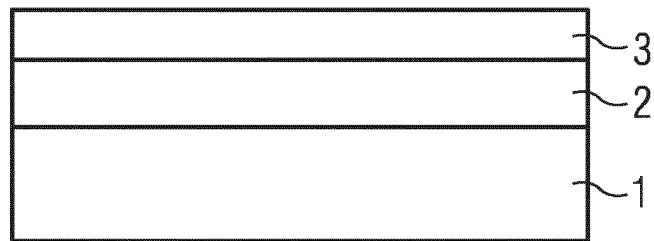


FIG 3

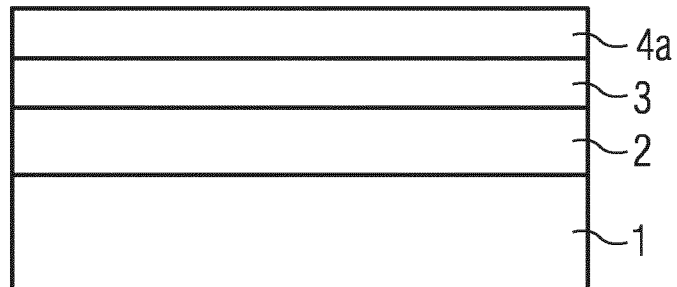


FIG 4

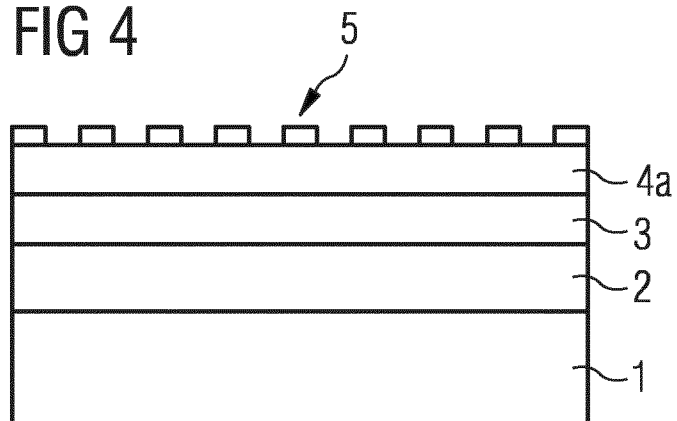


FIG 5

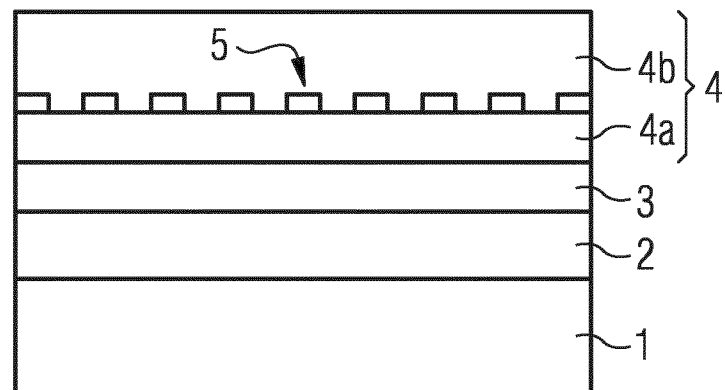


FIG 6

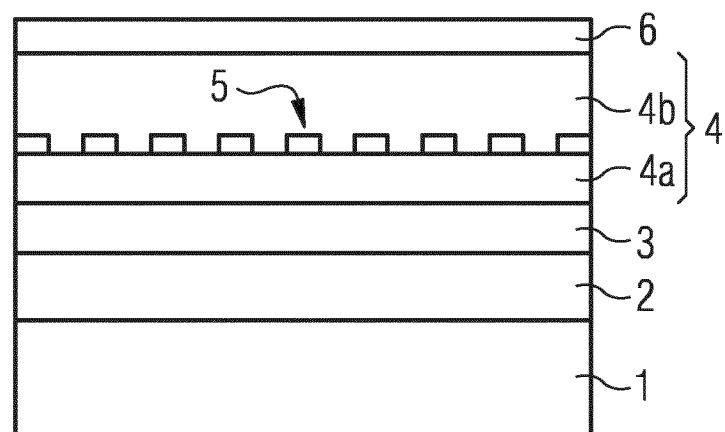


FIG 7

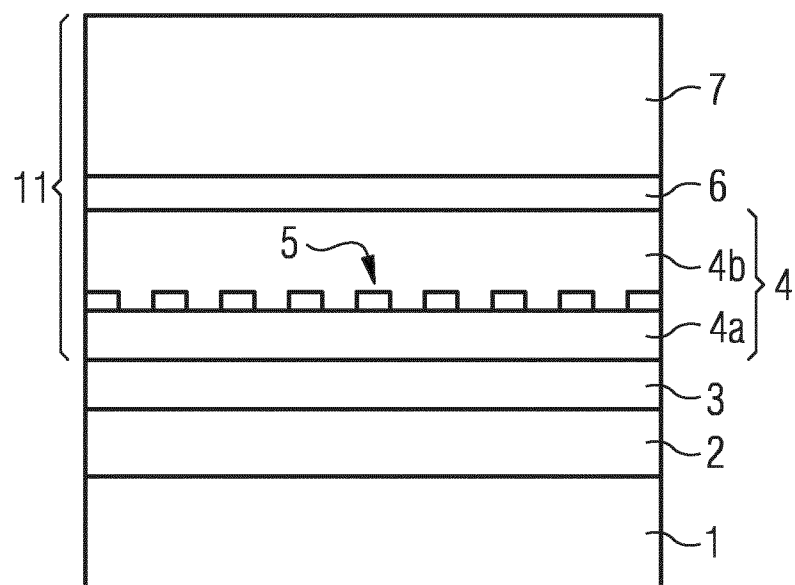


FIG 8

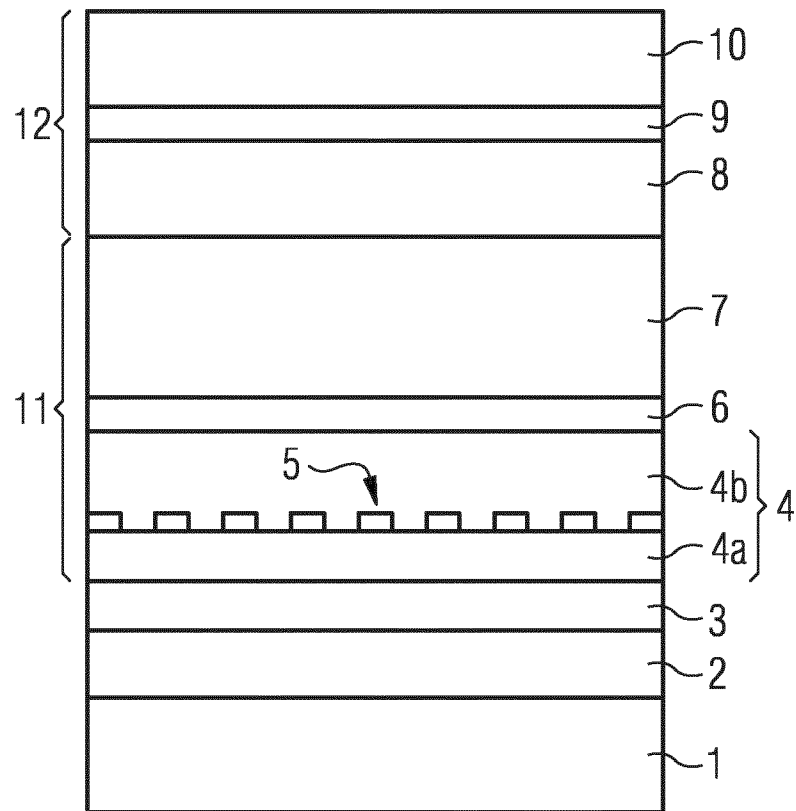


FIG 9

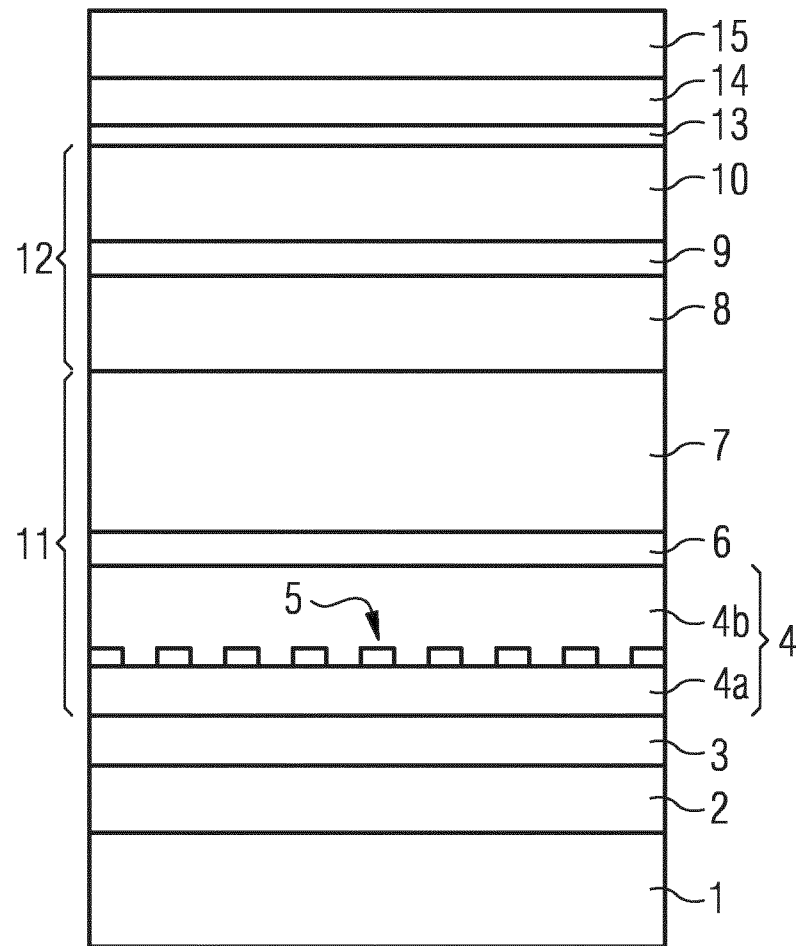
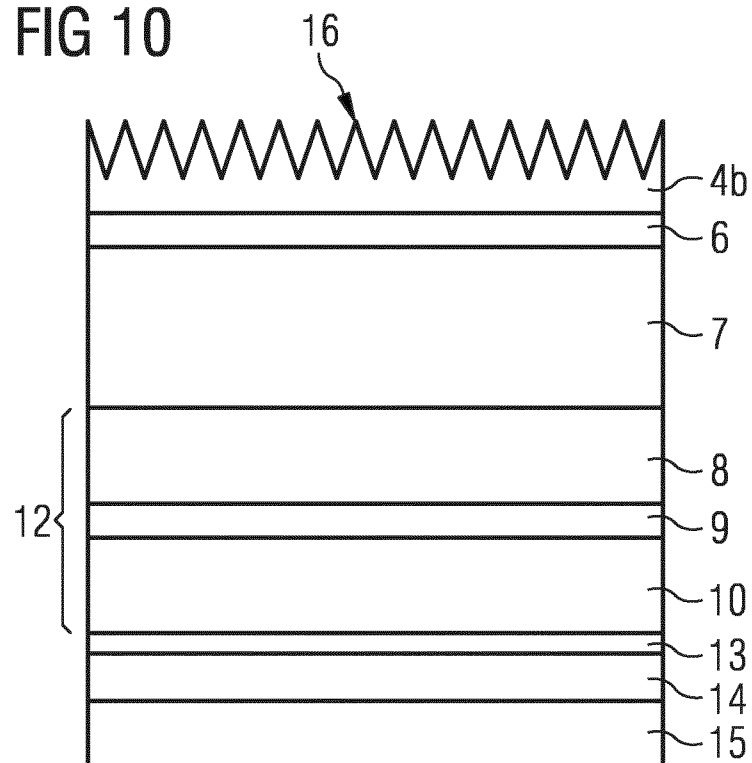


FIG 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/068617

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01L33/00 H01L33/12 H01L21/02 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.
Y	WO 2011/039181 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; STAUSS PETER [DE]; DRECHSEL PHILI) 7 April 2011 (2011-04-07) cited in the application the whole document	1-15
Y	US 2008/048207 A1 (SEMOND FABRICE [FR] ET AL) 28 February 2008 (2008-02-28) paragraphs [0009] - [0099]; figure 2 ----- -/--	1-15
☒ 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 02/01/2013
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 Ott, André

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/068617

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	BLÄSING J ET AL: "Oxygen induced strain field homogenization in AlN nucleation layers and its impact on GaN grown by metal organic vapor phase epitaxy on sapphire: An x-ray diffraction study", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 105, no. 3, 3 February 2009 (2009-02-03), pages 33504-33504, XP012119699, ISSN: 0021-8979, DOI: 10.1063/1.3074095 page 9	4
A	----- DE 10 2004 038573 A1 (AZZURRO SEMICONDUCTORS AG [DE]) 16 March 2006 (2006-03-16) abstract; figure 1	1-15
A	----- DE 102 56 911 A1 (DADGAR ARMIN [DE]; KROST ALOIS [DE]; DAUMILLER INGO [DE]; KUNZE MIKE []) 17 June 2004 (2004-06-17) the whole document -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/068617

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011039181 A1	07-04-2011	CN 102576656 A DE 102009047881 A1 EP 2483914 A1 KR 20120081177 A WO 2011039181 A1	11-07-2012 21-04-2011 08-08-2012 18-07-2012 07-04-2011
US 2008048207 A1	28-02-2008	AU 6613101 A CA 2411606 A1 CN 1436365 A CN 101241883 A EP 1290721 A1 FR 2810159 A1 JP 2003536257 A US 2003136333 A1 US 2008048207 A1 US 2008050894 A1 WO 0195380 A1	17-12-2001 13-12-2001 13-08-2003 13-08-2008 12-03-2003 14-12-2001 02-12-2003 24-07-2003 28-02-2008 28-02-2008 13-12-2001
DE 102004038573 A1	16-03-2006	NONE	
DE 10256911 A1	17-06-2004	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L33/00 H01L33/12 H01L21/02 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.
Y	WO 2011/039181 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; STAUSS PETER [DE]; DRECHSEL PHILI) 7. April 2011 (2011-04-07) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-15
Y	US 2008/048207 A1 (SEMOND FABRICE [FR] ET AL) 28. Februar 2008 (2008-02-28) Absätze [0009] - [0099]; Abbildung 2 ----- -/--	1-15
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. Dezember 2012		02/01/2013
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 Ott, André

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	BLÄSING J ET AL: "Oxygen induced strain field homogenization in AlN nucleation layers and its impact on GaN grown by metal organic vapor phase epitaxy on sapphire: An x-ray diffraction study", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, Bd. 105, Nr. 3, 3. Februar 2009 (2009-02-03), Seiten 33504-33504, XP012119699, ISSN: 0021-8979, DOI: 10.1063/1.3074095 Seite 9	4
A	----- DE 10 2004 038573 A1 (AZZURRO SEMICONDUCTORS AG [DE]) 16. März 2006 (2006-03-16) Zusammenfassung; Abbildung 1	1-15
A	----- DE 102 56 911 A1 (DADGAR ARMIN [DE]; KROST ALOIS [DE]; DAUMILLER INGO [DE]; KUNZE MIKE []) 17. Juni 2004 (2004-06-17) das ganze Dokument	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/068617

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011039181	A1	07-04-2011	CN 102576656 A	11-07-2012
			DE 102009047881 A1	21-04-2011
			EP 2483914 A1	08-08-2012
			KR 20120081177 A	18-07-2012
			WO 2011039181 A1	07-04-2011

US 2008048207	A1	28-02-2008	AU 6613101 A	17-12-2001
			CA 2411606 A1	13-12-2001
			CN 1436365 A	13-08-2003
			CN 101241883 A	13-08-2008
			EP 1290721 A1	12-03-2003
			FR 2810159 A1	14-12-2001
			JP 2003536257 A	02-12-2003
			US 2003136333 A1	24-07-2003
			US 2008048207 A1	28-02-2008
			US 2008050894 A1	28-02-2008
			WO 0195380 A1	13-12-2001

DE 102004038573	A1	16-03-2006	KEINE	

DE 10256911	A1	17-06-2004	KEINE	
