

(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
11. Mai 2017 (11.05.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/077059 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01S 5/02 (2006.01) H01S 5/024 (2006.01)
H01S 5/22 (2006.01) H01S 5/042 (2006.01)
H01S 5/022 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/076705

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. November 2016 (04.11.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 119 146.6
6. November 2015 (06.11.2015) DE

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

(72) Erfinder: GERHARD, Sven; Bischof-Ketteler-Str. 36,
93087 Alteglofsheim (DE). VIERHEILIG, Clemens;
Lutherstr. 19, 93105 Tegernheim (DE). LOEFFLER,
Andreas; Breslauer Str. 39, 93073 Neutraubling (DE).

(74) Anwalt: PATENTANWALTSKANZLEI WILHELM &
BECK; Prinzenstr. 13, 80639 München (DE).

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

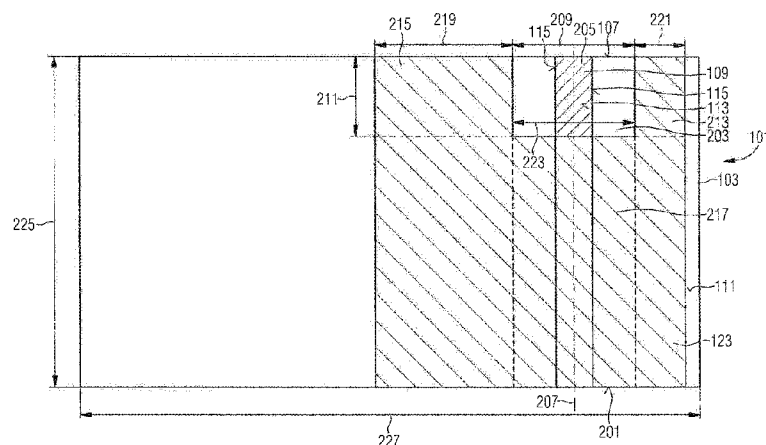
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEMICONDUCTOR LASER AND METHOD FOR PRODUCING A SEMICONDUCTOR LASER AND WAFER

(54) Bezeichnung : HALBLEITERLASER UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES HALBLEITERLASERS SOWIE
WAFER

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to a semiconductor laser comprising the following: - a semiconductor layer sequence with two opposing facets, which define a resonator, and an active zone formed between the two facets, - a ridge waveguide which is formed from the semiconductor layer sequence as an elevation of an upper face of the semiconductor layer sequence, said elevation lying over the active zone, and the longitudinal axis of which is oriented along the active zone, - a contact metallization which is applied onto a ridge waveguide upper face facing away from the active zone, and - a current flow layer which directly contacts the contact metallization, wherein - the upper face of the semiconductor layer sequence comprises a section which adjoins one of the two facets over the section width with respect to a longitudinal axis of the ridge waveguide; the section comprises a lower section of the upper face of the ridge waveguide; and the lower section extends so as to adjoin the one of the two facets with respect to the longitudinal axis of the ridge waveguide over the width of the ridge waveguide, and - the section is free of the current flow layer. The invention further relates to a method for producing a semiconductor laser and to a wafer.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/077059 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). — **Veröffentlicht:** mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft einen Halbleiterlaser, umfassend: - eine Halbleiterschichtenfolge mit zwei gegenüberliegenden, einen Resonator definierenden, Facetten und einer zwischen den beiden Facetten ausgebildeten aktiven Zone, - einen Stegwellenleiter, der aus der Halbleiterschichtenfolge als eine über der aktiven Zone liegenden Erhebung einer Oberseite der Halbleiterschichtenfolge ausgebildet und mit seiner Längsachse entlang der aktiven Zone ausgerichtet ist, - eine Kontaktmetallisierung, die auf einer der aktiven Zone abgewandten Oberseite des Stegwellenleiters aufgebracht ist, und - eine Bestromungsschicht, die in direktem Kontakt mit der Kontaktmetallisierung steht, - wobei die Oberseite der Halbleiterschichtenfolge einen Abschnitt umfasst, der bezogen auf eine Längsachse des Stegwellenleiters über seine Breite an eine der beiden Facetten angrenzt, wobei der Abschnitt einen Unterabschnitt der Oberseite des Stegwellenleiters umfasst, wobei sich der Unterabschnitt bezogen auf die Längsachse des Stegwellenleiters über eine Breite des Stegwellenleiters an der einen der beiden Facetten angrenzend erstreckt, - wobei der Abschnitt frei von der Bestromungsschicht ist. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterlasers sowie einen Wafer.

**HALBLEITERLASER UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES
HALBLEITERLASERS SOWIE WAFER**

BESCHREIBUNG

5

Die Erfindung betrifft einen Halbleiterlaser sowie ein Verfahren zum Herstellen eines Halbleiterlasers. Die Erfindung betrifft ferner einen Wafer.

10 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 10 2015 119 146.6, deren Offenbarungsgesamt hiermit durch Bezugnahme aufgenommen wird.

Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2012 106 687 A1 ist ein
15 Steglaser bekannt.

Aus der Offenlegungsschrift WO 2015/055644 A1 ist ein Halbleiterlaser mit einer einseitigen verbreiterten Ridgestruktur bekannt.

20

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe ist darin zu sehen, einen verbesserten Halbleiterlaser bereitzustellen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe ist ferner darin
25 zu sehen, ein verbessertes Verfahren zum Herstellen eines Halbleiterlasers bereitzustellen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe ist auch darin zu sehen, einen verbesserten Wafer bereitzustellen.

30

Diese Aufgaben werden mittels des jeweiligen Gegenstands der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von jeweils abhängigen Unteransprüchen.

35

Nach einem Aspekt wird ein Halbleiterlaser bereitgestellt, umfassend:

- eine Halbleiterschichtenfolge mit zwei gegenüberliegenden, einen Resonator definierenden, Facetten und einer zwischen den beiden Facetten ausgebildeten aktiven Zone,
 - einen Stegwellenleiter, der aus der Halbleiterschichtenfolge als eine über der aktiven Zone liegende Erhebung einer Oberseite der Halbleiterschichtenfolge ausgebildet und mit seiner Längsachse entlang der aktiven Zone ausgerichtet ist,
 - eine Kontaktmetallisierung, die auf einer der aktiven Zone abgewandten Oberseite des Stegwellenleiters aufgebracht ist, und
 - eine Bestromungsschicht, die in direktem Kontakt mit der Kontaktmetallisierung steht,
 - wobei die Oberseite der Halbleiterschichtenfolge einen Abschnitt umfasst, der bezogen auf eine Längsachse des Stegwellenleiters über seine Breite an eine der beiden Facetten angrenzt, wobei der Abschnitt einen Unterabschnitt der Oberseite des Stegwellenleiters umfasst, wobei sich der Unterabschnitt bezogen auf die Längsachse des Stegwellenleiters über eine Breite des Stegwellenleiters an der einen der beiden Facetten angrenzend erstreckt,
 - wobei der Abschnitt frei von der Bestromungsschicht ist.
- 25 Nach einem anderen Aspekt wird ein Verfahren zum Herstellen eines Halbleiterlasers bereitgestellt, umfassend die folgenden Schritte:
- Bereitstellen einer Halbleiterschichtenfolge mit einer aktiven Zone, wobei die Halbleiterschichtenfolge einen Stegwellenleiter umfasst, der aus der Halbleiterschichtenfolge als eine über der aktiven Zone liegenden Erhebung einer Oberseite der Halbleiterschichtenfolge ausgebildet und mit seiner Längsachse entlang der aktiven Zone ausgerichtet ist, wobei eine Kontaktmetallisierung auf einer der aktiven Zone abgewandten Oberseite des Stegwellenleiters aufgebracht ist,
 - Festlegen von zwei Bruchlinien, die quer zur Längsachse des Stegwellenleiters und parallel zur Oberseite der Halbleiterschichtenfolge verlaufen,

- Aufbringen einer Bestromungsschicht auf die Halbleiterschichtenfolge derart, dass nach dem Aufbringen die Bestromungsschicht in direktem Kontakt mit der Kontaktmetallisierung steht und
- 5 - dass die Oberseite der Halbleiterschichtenfolge einen Abschnitt umfasst, der bezogen auf eine Längsachse des Stegwellenleiters über seine Breite an einer der beiden Bruchlinien angrenzt, wobei der Abschnitt mindestens einen Unterabschnitt der Oberseite des Stegwellenleiters
- 10 umfasst, wobei sich der Unterabschnitt bezogen auf die Längsachse des Stegwellenleiters über eine Breite des Stegwellenleiters an der einen der beiden Bruchlinien angrenzend erstreckt, wobei der Abschnitt frei von der Bestromungsschicht ist,
- 15 - Brechen der Halbleiterschichtenfolge entlang der zwei Bruchlinien, so dass entlang der zwei Bruchlinien zwei sich gegenüberliegende, einen Resonator definierende, Facetten gebildet werden, wobei die aktive Zone zwischen den beiden Facetten ausgebildet ist.

20

Nach noch einem Aspekt wird ein Wafer bereitgestellt, umfassend:

- eine Halbleiterschichtenfolge mit einer aktiven Zone, wobei die Halbleiterschichtenfolge einen Stegwellenleiter
- 25 umfasst, der aus der Halbleiterschichtenfolge als eine über der aktiven Zone liegende Erhebung einer Oberseite der Halbleiterschichtenfolge ausgebildet und mit seiner Längsachse entlang der aktiven Zone ausgerichtet ist, wobei eine Kontaktmetallisierung auf einer der aktiven Zone
- 30 abgewandten Oberseite des Stegwellenleiters aufgebracht ist,
- zwei Bruchgräben zum Festlegen von zwei Bruchlinien, die quer zur Längsachse des Stegwellenleiters und parallel zur Oberseite der Halbleiterschichtenfolge verlaufen,
- 35 - eine Bestromungsschicht, die in direktem Kontakt mit der Kontaktmetallisierung steht,
- wobei die Oberseite der Halbleiterschichtenfolge einen Abschnitt umfasst, der bezogen auf eine Längsachse des Stegwellenleiters über seine Breite an einer der beiden

Bruchlinien angrenzt, wobei der Abschnitt mindestens einen Unterabschnitt der Oberseite des Stegwellenleiters umfasst, wobei sich der Unterabschnitt bezogen auf die Längsachse des Stegwellenleiters über eine Breite des Stegwellenleiters an der einen der beiden Bruchlinien angrenzend erstreckt, wobei der Abschnitt frei von der Bestromungsschicht ist.

Die Erfindung umfasst insbesondere und unter anderem den Gedanken, auf der Oberseite des Stegwellenleiters einen Bereich (oder zwei Bereiche) vorzusehen, der unmittelbar an der einen der beiden Bruchlinien angrenzt (oder die jeweils an einer der beiden Bruchlinien angrenzt), der (oder die) frei von der Bestromungsschicht ist (oder sind). Das heißt also, dass sich in diesem Bereich, der Unterabschnitt, keine Bestromungsschicht befindet. Dadurch wird in vorteilhafter Weise ein verbessertes Bruchverhalten entlang der Bruchlinie bewirkt. Dadurch wird insbesondere der technische Vorteil bewirkt, dass eine verbesserte Bruchqualität erreicht werden kann. Insbesondere kann in vorteilhafter Weise vermieden werden, dass sich mögliche Materialreste der Bestromungsschicht im aktiven Bereich der Facette nach dem Brechen befinden. Dies insbesondere deshalb, da eine lokale Verspannung im Bereich der Bruchlinien, entlang derer nach dem Brechen sich die Facetten ausgebildet haben, für das Spalten oder Brechen positiv beeinflusst wird.

Dadurch kann in vorteilhafter Weise der technische Vorteil bewirkt werden, dass die Facetten eine möglichst glatte Oberfläche aufweisen, insbesondere eine atomar glatte Oberfläche, ohne hierbei Störungen, wie zum Beispiel Kristallversetzungen, aufzuweisen. Dadurch kann in vorteilhafter Weise ein guter Schwellstrom erzielt werden. Insbesondere können niedrige Betriebsströme, hohe Effizienzen und eine hohe Lebensdauer erzielt werden.

Durch das Aussparen eines Bereichs, der unmittelbar an der einen der beiden Bruchlinien angrenzt, auf der Oberseite des Stegwellenleiters können globale respektive lokale Verspan-

nungsfelder effizient kontrolliert werden, so dass Facetten mit einer ausreichenden Oberflächenqualität erhalten werden können.

- 5 Insbesondere kann dadurch ein Überformen des Stegwellenleiterbereichs an der Stelle, an der der Bruch zum Erzeugen der Facetten verläuft, verhindert werden.

10 Dass die Bestromungsschicht in direktem Kontakt mit der Kontaktmetallisierung steht, bedeutet insbesondere, dass sich zwischen der Bestromungsschicht und der Kontaktmetallisierung keine weitere Schicht befindet. Die Bestromungsschicht berührt somit die Kontaktmetallisierung beispielsweise direkt, also unmittelbar. Insbesondere befindet sich zwischen der
15 Kontaktmetallisierung und der Bestromungsschicht keine thermisch leitfähige weitere Schicht, die beispielsweise dazu vorgesehen sein kann, eine Wärme, die im Betrieb des Halbleiterlasers erzeugt wird, abzuführen.

20 Der Abschnitt der Oberseite der Halbleiterschichtenfolge, der frei von der Bestromungsschicht ist, ist nach einer Ausführungsform mit der Kontaktmetallisierung versehen. Das heißt also insbesondere, dass auf diesem Abschnitt die Kontaktmetallisierung aufgebracht oder gebildet ist, wobei die Kontaktmetallisierung innerhalb dieses Abschnitts frei von der
25 Bestromungsschicht ist.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Kontaktmetallisierung einen Bereich aufweist, der frei von der Bestromungsschicht ist. Der Bereich entspricht dem vorstehend bezeichneten Abschnitt der Oberseite der Halbleiterschichtenfolge respektive umfasst den vorstehend bezeichneten Abschnitt der Oberseite der Halbleiterschichtenfolge.

35 Ein Stegwellenleiter im Sinne der vorliegenden Erfindung kann auch als ein Ridge bezeichnet werden. Ein Stegwellenleiter bewirkt in vorteilhafter Weise eine effiziente Führung von Strahlung in Richtung parallel zu einer Haupterstreckungsrichtung der Halbleiterschichtenfolge. Die Führung von Strah-

lung in Richtung senkrecht zur Haupterstreckungsrichtung, also parallel zu einer Wachstumsrichtung der Halbleiterschichtenfolge, erfolgt insbesondere durch Schichten der Halbleiterschichtenfolge, die zumindest zum Teil nicht von dem Steg umfasst sind. In diesem Zusammenhang bezieht sich also der Begriff Wellenleiter auf eine Wellenleitung in Richtung parallel zur Haupterstreckungsrichtung.

Der Stegwellenleiter ist aus der Halbleiterschichtenfolge geformt oder ausgebildet. Es ist der Wellenleiter somit als eine Erhebung über restliche Bereiche der Halbleiterschichtenfolge ausgebildet, in Richtung parallel zu einer Wachstumsrichtung der Halbleiterschichtenfolge. Mit anderen Worten ist der Wellenleiter (Stegwellenleiter) aus einem Material der Halbleiterschichtenfolge ausgebildet oder gebildet. Beidseitig von dem Stegwellenleiter ist ein Material der Halbleiterschichtenfolge entfernt. Der Stegwellenleiter erstreckt sich längs einer Emissionsrichtung und/oder einer Resonatorlängsrichtung des Halbleiterlasers. Neben dem Synonymbegriff Steg respektive Wellenleiter kann ein solcher Stegwellenleiter auch als "Ridgewaveguide" oder einfach nur als „Ridge“ bezeichnet werden.

Nach einer Ausführungsform ist der Halbleiterlaser als ein Steglaser ausgebildet.

Eine Resonatorlängsrichtung ist zum Beispiel durch die als Resonatorspiegel wirkende Facetten definiert und ist beispielsweise senkrecht zu den Facetten ausgerichtet.

Nach einer Ausführungsform umfasst der Halbleiterlaser eine Kontaktmetallisierung. Die Kontaktmetallisierung befindet sich auf einer der aktiven Zone abgewandten Oberseite des Wellenleiters. Insbesondere berührt die Kontaktmetallisierung ein die Oberseite formendes Halbleitermaterial der Halbleiterschichtenfolge. Die Kontaktmetallisierung ist bevorzugt aus einem Metall oder aus einer Metalllegierung gebildet oder geformt. Alternativ oder zusätzlich ist vorgesehen, dass die Kontaktmetallisierung aus einem Halbleitermaterial gebildet

ist respektive ein solches umfasst, das über eine entsprechende Dotierung metallische Eigenschaften oder im Wesentlichen metallische Eigenschaften aufweist.

- 5 Nach einer Ausführungsform ist die Kontaktmetallisierung aus einem oder aus mehreren der nachfolgend genannten Materialien gebildet oder umfasst ein oder mehrere solcher Materialien: Pd, Ti, Pt, Ni, ZnO:Al, ZnO:Al, ZnO:Ga, ITO, Rh (Rhodium). Die Ausrittsarbeit der aufgeführten oxidischen Materialien
10 wird zum Beispiel über eine entsprechende Dotierung eingestellt.

- Nach einer Ausführungsform weist der Halbleiterlaser eine Bestromungsschicht auf. Die Bestromungsschicht steht in direktem Kontakt mit der Kontaktmetallisierung. Die Bestromungsschicht ist dazu eingerichtet oder ausgebildet, die Kontaktmetallisierung elektrisch anzuschließen. Zum Beispiel ist die Bestromungsschicht als eine Leiterbahnstruktur ausgebildet. Die Bestromungsschicht ist zum Beispiel als ein Bondpad
15 ausgebildet. Die Bestromungsschicht kann zum Beispiel als eine Bondpadmetallisierung ausgebildet sein. Die Bestromungsschicht erstreckt sich zum Beispiel zumindest teilweise über die Oberseite des Wellenleiters in Draufsicht gesehen.

- 25 Nach einer Ausführungsform umfasst die Bestromungsschicht eines der nachfolgenden Materialien oder besteht aus einem oder mehreren der nachfolgenden Materialien: Au, Ni, Ti, ZnO:Al, ZnO:Ga, ITO, Pt. Vorzugsweise ist die Bestromungsschicht aus Au oder aus Ti oder aus Ti-Pt-Au gebildet. Es ist zum Beispiel vorgesehen, dass die Bestromungsschicht aus mehreren
30 einzelnen Schichten aus unterschiedlichen Materialien ausgebildet oder geformt ist. In diesem Fall ist es zum Beispiel vorgesehen, dass Schichten der Bestromungsschicht, die nicht in unmittelbarem Kontakt mit der Oberseite der Halbleiterschichtenfolge respektive des Stegwellenleiters stehen, aus
35 anderen als den genannten Materialien gebildet sind.

Da der Stegwellenleiter als eine Erhebung einer Oberseite der Halbleiterschichtenfolge ausgebildet ist, ist auch die Ober-

seite des Stegwellenleiters Teil der Oberseite der Halbleiterschichtenfolge. Somit umfasst insbesondere die Formulierung "Oberseite der Halbleiterschichtenfolge" gemäß einer Ausführungsformen die Oberseite des Stegwellenleiters.

5

Über die Kontaktmetallisierung wird insbesondere Strom in die Halbleiterschichtenfolge eingeprägt. Über die Bestromungsschicht wird kein oder kein signifikanter Strom in die Halbleiterschichtenfolge eingeprägt, insbesondere bei Bestromungsstärken nahe eines Schwellstroms für die Erzeugung von Laserstrahlung. Das heißt, dass die Bestromungsschicht im Wesentlichen dazu dient, den Halbleiterlaser elektrisch zu kontaktieren.

15 Die Halbleiterschichtenfolge basiert insbesondere auf einem III-V-Verbindungshalbleitermaterial. Bei dem Halbleitermaterial handelt es sich beispielsweise um ein Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial, wie $\text{Al}_n \text{In}_{1-n-m} \text{Ga}_m \text{N}$ oder auch um ein Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n \text{In}_{1-n-m} \text{Ga}_m \text{P}$ oder 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 weist zum Beispiel die Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe und zum Beispiel zusätzliche Bestandteile auf.

25

Die Halbleiterschichtenfolge umfasst zum Beispiel eine oder mehrere aktive Zonen. Eine aktive Zone umfasst zum Beispiel eine Einfach-Quantentopfstruktur oder zum Beispiel eine Mehrfach-Quantentopfstruktur. Im bestimmungsgemäßen Gebrauch des Halbleiterlasers wird in der aktiven Zone eine elektromagnetische Strahlung erzeugt, zum Beispiel im Spektralbereich zwischen einschließlich 300 nm und einschließlich 1500 nm, zum Beispiel zwischen einschließlich 380 nm und einschließlich 600 nm. Die erzeugte Strahlung ist im bestimmungsgemäßen Gebrauch des Halbleiterlasers eine kohärente Laserstrahlung.

35

Nach einer Ausführungsform ist der Halbleiterlaser als ein kantenemittierender Halbleiterlaser ausgebildet.

Nach einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Halbleiterlaser mittels des Verfahrens zum Herstellen eines Halbleiterlasers hergestellt ist respektive wird.

- 5 Nach einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Halbleiterlaser unter Verwendung des Wafers hergestellt wird.

Ein Brechen im Sinne der vorliegenden Erfindung umfasst insbesondere ein Spalten.

10

Die Formulierung "respektive" umfasst insbesondere die Formulierung "und/oder".

- 15 Technische Funktionalitäten des Verfahrens zum Herstellen eines Halbleiterlasers respektive des Wafers ergeben sich analog aus entsprechenden technischen Funktionalitäten des Halbleiterlasers und umgekehrt.

- 20 Nach einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Breite des Abschnitts bezogen auf die Längsachse des Stegwellenleiters zwischen 30 μm und 80 μm , insbesondere zwischen 35 μm und 55 μm , beträgt.

- 25 Nach noch einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass eine Länge des Abschnitts bezogen auf die Längsachse des Stegwellenleiters zwischen 5 μm und 50 μm , insbesondere zwischen 10 μm und 20 μm , beträgt.

- 30 Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Abschnitt teilweise durch einen oder mehrere Bestromungsschichtabschnitte der Bestromungsschicht begrenzt ist.

- 35 Nach einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass bezogen auf die Längsachse des Stegwellenleiters eine jeweilige Breite des einen oder der mehreren Bestromungsschichtabschnitte zwischen 30 μm und 100 μm , insbesondere zwischen 35 μm und 85 μm , vorzugsweise zwischen 5 μm und 10 μm , beträgt.

Nach noch einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass auf der Oberseite der Halbleiterschichtenfolge zumindest eine weitere von der Bestromungsschicht beabstandete Bestromungsschicht aufgebracht ist.

5

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass eine jeweilige Breite der zumindest einen weiteren Bestromungsschicht bezogen auf die Längsachse des Stegwellenleiters zwischen 10 μm und 40 μm , insbesondere zwischen 20 μm und 30 μm , beträgt.

10

Nach einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass auf die Oberseite der Halbleiterschichtenfolge zumindest eine weitere von der Bestromungsschicht beabstandete Bestromungsschicht aufgebracht wird.

15

Nach einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass eine jeweilige Breite der zumindest einen weiteren Bestromungsschicht bezogen auf die Längsachse des Stegwellenleiters zwischen 10 μm und 40 μm , insbesondere zwischen 20 μm und 30 μm , beträgt.

20

Nach einer Ausführungsform sind mehrere weitere Bestromungsschichten vorgesehen.

25 Ausführungen, die im Zusammenhang mit einer weiteren Bestromungsschicht gemacht sind, gelten analog für Ausführungsformen umfassend mehrere weitere Bestromungsschichten und umgekehrt. Eine weitere Bestromungsschicht ist nach einer Ausführungsform zum Beispiel nicht auf dem Stegwellenleiter aufgebracht. Das heißt, dass nach einer Ausführungsform die weitere Bestromungsschicht auf einem Bereich der Oberseite der Halbleiterschichtenfolge aufgebracht ist, der verschieden von der Oberseite des Stegwellenleiters ist.

30

35 Eine Facette im Sinne der vorliegenden Erfindung kann auch als eine Laserfacette bezeichnet werden.

Die Begriffe Länge und Breite beziehen sich relativ zu der Längsachse des Stegwellenleiters. Die Breite bezeichnet somit

eine Richtung quer zur Längsachse. Die Länge erstreckt sich somit längs, also parallel, zur Längsachse. Die Längsachse des Stegwellenleiters ist die Achse des Stegwellenleiters, die entlang seiner größten Ausdehnung verläuft. Die Längsachse verläuft zum Beispiel senkrecht zu den beiden Facetten.

Ausführungen im Zusammenhang mit der einen der beiden Facetten gelten analog für die andere der beiden Facetten. Somit sind insbesondere ein entsprechender Abschnitt umfassend einen entsprechenden Unterabschnitt vorgesehen, wobei der entsprechende Unterabschnitt frei von der Bestromungsschicht ist. Gleiches gilt für die Bruchlinien.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass ein Verlauf respektive eine Kontur der Passivierungsschicht respektive der Kontaktmetallisierung teilweise oder vollständig einer Kontur der Bestromungsschicht entspricht respektive entsprechen.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Passivierungsschicht respektive die Kontaktmetallisierung bis an die Facette respektive Facetten reichen, also an diese unmittelbar oder direkt angrenzen.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass ein Verlauf respektive eine Kontur der Passivierungsschicht respektive der Kontaktmetallisierung verschieden von einer Kontur der Bestromungsschicht ist.

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden, wobei

Fig. 1 eine frontale Schnittansicht eines ersten Halbleiterlasers,

- Fig. 2 eine Draufsicht auf den ersten Halbleiterlaser der Fig. 1,
- Fig. 3 eine Draufsicht auf einen zweiten Halbleiterlaser,
- 5 Fig. 4 einen vergrößerten Ausschnitt der Draufsicht auf den zweiten Halbleiterlaser der Fig. 3,
- Fig. 5 eine Draufsicht auf einen dritten Halbleiterlaser,
- 10 Fig. 6 eine Draufsicht auf einen vierten Halbleiterlaser,
- Fig. 7 eine Draufsicht auf einen fünften Halbleiterlaser,
- 15 Fig. 8 eine Draufsicht auf einen sechsten Halbleiterlaser,
- Fig. 9 eine Draufsicht auf einen siebenten Halbleiterlaser,
- 20 Fig. 10 eine Draufsicht auf einen Wafer und
- Fig. 11 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen eines Halbleiterlasers
- 25 zeigen.

Im Folgenden können für gleiche Merkmale gleiche Bezugszeichen verwendet werden. Des Weiteren kann der Übersicht halber vorgesehen sein, dass nicht in sämtlichen Figuren sämtliche

30 Elemente eingezeichnet sind sowie für sämtliche Elemente die Bezugszeichen eingezeichnet sind.

Fig. 1 zeigt eine frontale Schnittansicht auf einen ersten Halbleiterlaser 101.

35

Die Fig. 1 zeigt eine Ansicht auf eine Facette 107 des Halbleiterlasers 101. Im Allgemeinen können Facetten im Sinne der vorliegenden Erfindung auch als Laserfacetten bezeichnet werden. Der Halbleiterlaser 101 umfasst eine Halbleiterschicht-

tenfolge 103. Die Halbleiterschichtenfolge 103 umfasst eine aktive Zone 105. Die aktive Zone 105 ist zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung ausgebildet.

5 Aus der Halbleiterschichtenfolge 103 ist ein Stegwellenleiter 109 in Form einer Erhebung ausgebildet. Der Stegwellenleiter 109 ist aus der Halbleiterschichtenfolge 103 als eine über der aktiven Zone 105 liegende Erhebung einer Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103 ausgebildet oder geformt. Der Stegwellenleiter 109 ist mit seiner Längsachse (in Fig. 1 nicht gezeigt) entlang der aktiven Zone 105 ausgerichtet.

Der Facette 107 gegenüberliegend ist eine weitere Facette
15 vorgesehen, die in Fig. 1 nicht gezeigt ist, sondern vielmehr in den Draufsichten der noch weiteren Figuren 2 bis 10.

Die beiden Facetten definieren einen Resonator, wobei die aktive Zone 105 zwischen den beiden Facetten liegt. Die beiden
20 Facetten bilden sich aufgrund eines Brechens der Halbleiterschichtenfolge 103 entlang von Bruchlinien im Rahmen eines Verfahrens zum Herstellen eines Halbleiterlasers.

Der Stegwellenleiter 109 weist eine Oberseite 113 auf, die
25 der aktiven Zone 105 abgewandt ist. Da der Stegwellenleiter 109 aus der Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103 geformt ist, ist somit auch die Oberseite 113 des Stegwellenleiters 109 Teil der Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103.

30

Der Stegwellenleiter 109 weist eine Oberseite 113 auf, die parallel zur aktiven Zone 105 orientiert ist. Laterale Begrenzungsflächen des Stegwellenleiters 109 sind durch Flanken 115 gebildet. Die Flanken 115 sind senkrecht zur aktiven Zone
35 105 orientiert. Senkrecht zur Zeichenebene weist der Stegwellenleiter 109 eine Haupterstreckungsrichtung auf, die seiner Längsachse entspricht. Der durch die beiden Facetten definierte oder festgelegte Resonator des Halbleiterlasers 101 ist ebenfalls senkrecht zur Zeichenebene orientiert. Im be-

stimmungsgemäßen Betrieb emittiert der Halbleiterlaser 101 Laserstrahlung innerhalb der Halbleiterschichtenfolge 103 senkrecht zur Zeichenebene. Eine sich im bestimmungsgemäßen Betrieb ausbildende Lasermode ist zeichnerisch als eine Verdickung der aktiven Zone 105 unterhalb des Stegwellenleiters 109 dargestellt und mit dem Bezugszeichen 117 versehen.

Die Bereiche der Halbleiterschichtenfolge 103 neben dem Stegwellenleiter 109 sowie die Flanken 115 sind von einer Passivierungsschicht 121 bedeckt. Bei der Passivierungsschicht 121 handelt es sich zum Beispiel um eine elektrisch nicht leitende Schicht aus einem Isolator oder zum Beispiel aus einem Halbleitermaterial mit zum Beispiel einer Bandlücke von zum Beispiel mindestens 4 eV.

Zum Beispiel ist die Passivierungsschicht 121 aus einem der nachfolgend genannten Materialien gebildet: SiN, SiO, ZrO, TaO, AlO, ZnO. Eine Dicke der Passivierungsschicht 121 beträgt beispielsweise zwischen einschließlich 100 nm und einschließlich 2 µm.

Auf der Oberseite 113 des Stegwellenleiters 109 ist eine Kontaktmetallisierung 119 aufgebracht. Über die Kontaktmetallisierung 119 wird ein elektrischer Strom in die Halbleiterschichtenfolge 103 eingeprägt.

Die Kontaktmetallisierung 119 umfasst zum Beispiel eines oder mehrere der folgenden Materialien: Pd, Pt, ZnO, ITO, Ni, Rh. Eine Dicke der Kontaktmetallisierung 119 beträgt zum Beispiel zwischen 20 nm und 500 nm, insbesondere zwischen 30 nm und 300 nm.

Der Halbleiterlaser 101 umfasst ferner eine Bestromungsschicht 123, die in direktem Kontakt mit der Kontaktmetallisierung 119 steht. Über die Bestromungsschicht 123 kann die Kontaktmetallisierung 119 elektrisch angeschlossen werden. Die Bestromungsschicht 123 ist also aus einem elektrisch leitfähigen Material gebildet. Über die Bestromungsschicht 123 wird kein oder kein signifikanter elektrischer

Strom in die Halbleiterschichtenfolge 103 eingeprägt, insbesondere bei Bestromungsstärken nahe eines Schwellstroms für die Erzeugung von Laserstrahlung.

5 Beispielsweise wird als Material für die Bestromungsschicht 123 ein Material mit einer guten Wärmeleitfähigkeit verwendet, so dass der direkte Kontakt mit der Halbleiterschichtenfolge 103 eine verbesserte Wärmeabfuhr bewirkt. Für eine solch verbesserte Wärmeabfuhr ist zum Beispiel vorgesehen, dass Teile der Flanken 115 ebenfalls mit der Bestromungsschicht 123 bedeckt sind.

Die Bestromungsschicht 123 bedeckt ebenfalls Bereiche der Passivierungsschicht 121 und ist somit auf der Oberseite 111
15 der Halbleiterschichtenfolge 103 aufgebracht.

Die Bestromungsschicht 123 kann auch als eine Bondpadmetallisierung bezeichnet werden, insofern sie analog zu einem Bondpad eine elektrische Kontaktierung der Kontaktmetallisierung 119 bewirkt. Die Bestromungsschicht 123 ist zum Beispiel
20 aus einem oder mehreren der folgenden Materialien gebildet respektive umfasst ein oder mehrere der folgenden Materialien: Pd, Pt, Ti, Au, ITO, ZnO, Ni, ZnO:Al, ZnO:Ga.

25 Ein Träger für die Halbleiterschichtenfolge 103 ist zur Vereinfachung der Darstellung in den Figuren jeweils nicht gezeichnet. Ein solcher Träger ist aber nach einer Ausführungsform vorgesehen. Bei einem solchen Träger handelt es sich zum Beispiel um ein Aufwachssubstrat für die Halbleiterschichtenfolge 103 oder um ein hiervon verschiedenes Ersatzsubstrat.
30

Zum Beispiel ist die Halbleiterschichtenfolge 103 auf einem Wafer angeordnet.

35 Um einen guten Schwellstrom, niedrige Betriebsströme, hohe Effizienzen und eine hohe Lebensdauer zu erzielen, müssen die Facetten von Halbleiterlasern eine atomar glatte Oberfläche ohne Störungen durch Kristallversetzungen aufweisen. Zur Herstellung der Facetten werden in der Regel die Wafer, auf wel-

chen die Halbleiterschichtenfolge aufgebracht ist, zunächst zu einzelnen Barren gebrochen und anschließend zu den einzelnen Halbleiterlasern, die zum Beispiel als Halbleiterlaserchip ausgebildet sein können, vereinzelt. Die Barren definieren hier den Laserresonator, welcher durch die Facetten begrenzt wird.

Um die Facetten mit einer ausreichenden Oberflächenqualität brechen zu können, ist eine genaue Kontrolle der globalen sowie lokalen Spannungsfelder nötig. Bereits kleine Änderungen in der Oberflächenstruktur des Halbleiters (zum Beispiel Änderungen in den Abmessungen des Stegwellenleiters) oder der Beschichtungen, hier insbesondere der Bestromungsschicht, die zum Beispiel als eine p-Metallisierung ausgebildet ist, können die Qualität der Facetten negativ beeinflussen. Es hat sich in aufwendigen Experimenten der Anmelderin überraschend gezeigt, dass insbesondere die Ausführung der Bestromungsschicht, die zum Beispiel als eine p-Metallisierung ausgebildet ist, und des Bondpads einen starken Einfluss auf die Qualität der Facetten hat.

Die Form der Bestromungsschicht, zum Beispiel der Bondpadmetallisierung, hat jedoch nicht nur über die lokal erzeugten Spannungsfelder einen Einfluss auf die Facettenqualität. So hat sich ebenfalls gezeigt, dass aufgrund der Duktilität von Metall im Gegensatz zum spröde brechenden Halbleiter ein Überformen des Ridge-Bereichs an der Stelle, an der der Bruch zum Erzeugen der Facetten läuft, nachteilig für die Facettenqualität sein kann.

Zusätzlich kann dickes Metall an diesen Stellen zu Nachteilen beim Trennen der Barren führen und den Facettenbereich durch Metallreste verschmutzen. Daher ist es im Allgemeinen von Vorteil, den Facettenbereich des Ridges, also des Stegwellenleiters, nicht mit Metall zu überformen.

Jedoch hat ein breiter metallisierter Bereich Vorteile bei der Entwärmung des Halbleiterlasers, insbesondere bei einer Montage des Halbleiterlasers auf einen Träger, wobei hier die

Bestromungsschicht dem Träger zugewandt ist (eine so genannte p-side-down-Montage). Dies insbesondere deshalb, da Metall eine entstehende Verlustwärme gut leitet und zur Spreizung der Wärme in Richtung einer Wärmesenke beiträgt.

5

Bisher bekannte Strukturen einer Bondpadmetallisierung sind in der Regel ausschließlich auf die elektrischen sowie optischen Eigenschaften dieser Metallschichten optimiert, ohne den Einfluss dieser Schichten auf Verspannungsfelder an der Facette zu optimieren und den Wärmehaushalt des Halbleiterlasers zu optimieren.

Die vorliegende Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass durch Vorsehen einer geeigneten p-Metallisierung (allgemein durch das Vorsehen einer geeigneten Bestromungsschicht), welche die Verspannungen an den Spiegelfacetten des Laserresonators positiv beeinflusst, und welche möglichst viel Metall im Ridge-Bereich für die Entwärmung der Chips aufweist und welche hierbei die Brechqualität der Laserfacetten positiv beeinflusst, ein Halbleiterlaser mit einem guten Schwellstrom, niedrigen Betriebsströmen, hohen Effizienzen und einer hohen Lebensdauer hergestellt werden kann. Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine Struktur der Bestromungsschicht, zum Beispiel der p-Metallisierung, im Bereich des Ridges sowie daneben auf eine vorteilhafte Weise strukturiert wird, so dass die lokale Verspannung im Bereich der Facetten für das Spalten der Facetten positiv beeinflusst wird. Durch das Aussparen des Facettenbereichs des Ridges wird eine gute Bruchqualität erreicht und mögliche Metallreste im aktiven Bereich der Facette verhindert.

Dies wird konkret erfindungsgemäß dadurch umgesetzt, dass die Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103 einen Abschnitt umfasst, der bezogen auf eine Längsachse des Stegwellenleiters 109 über seine Breite, also die Breite des Abschnitts, an eine der beiden Facetten angrenzt, wobei der Abschnitt einen Unterabschnitt der Oberseite 113 des Stegwellenleiters 109 umfasst, wobei sich der Unterabschnitt bezogen auf die Längsachse des Stegwellenleiters 109 über eine Breite

des Stegwellenleiters 109 an der einen der beiden Facetten angrenzend erstreckt, wobei dieser Abschnitt frei von der Bestromungsschicht ist.

5 Das heißt also, dass erfindungsgemäß ein Bereich auf der Oberseite 113 des Stegwellenleiters 109 vorgesehen wird, der an eine der beiden Facetten angrenzt, wobei dieser Bereich frei von der Bestromungsschicht ist, das heißt, dass in diesem Bereich keine Bestromungsschicht aufgebracht ist. Somit
10 wird in vorteilhafter Weise der Ridge-Bereich mit der Bestromungsschicht ausgespart. Das heißt, dass die Bestromungsschicht entsprechend strukturiert ist, um einen solchen Bereich, der frei von der Bestromungsschicht ist, auszubilden.

15 Die technischen Vorteile und Wirkungen sind zum Beispiel die folgenden:

Beim Spalten der Halbleiterschichtenfolge zur Erzeugung der Spiegelfacetten (Laserfacetten) entlang der Bruchlinien wird
20 auf diese Weise die lokale Verspannung an den Spiegelfacetten dahingehend beeinflusst, dass der Bruch ideal durch das Material der Halbleiterschichtenfolge läuft und ein atomar glatter Facettenbereich entsteht. Dies führt zu besseren elektrooptischen Eigenschaften des Halbleiterlasers wie zum Beispiel
25 eine geringere Schwelle und einen geringeren Betriebsstrom sowie eine höhere Ausbeute.

Durch den optimierten Verspannungshaushalt wird im Laserbetrieb eine bessere Haftung der dielektrischen Spiegelschichten, die in der Regel auf den Facetten aufgebracht sind, erreicht, was zu einer höheren Lebensdauer des Halbleiterlasers
30 führt.

Durch ein Aufbringen der Bestromungsschicht neben dem Ridge
35 bei gleichzeitiger Aussparung des Facettenbereichs wird eine Entwärmung des Halbleiterlasers, insbesondere bei einer p-side-down-Montage, gewährleistet.

Wie im Einzelnen der Abschnitt umfassend den Unterabschnitt ausgebildet sein kann, zeigen die nachfolgend beschriebenen Figuren. Hierbei ist der Übersicht halber vorgesehen, dass die Kontaktmetallisierung 119 sowie die Passivierungsschicht 121 nicht gezeichnet sind.

An dieser Stelle wird angemerkt, dass die vorstehend respektive nachstehend gemachten Ausführungen, die im Zusammenhang mit der Kontaktmetallisierung 119 und der Passivierungsschicht 121 unter Bezugnahme auf die Fig. 1 gemacht wurden, auch für die weiteren Figuren gelten sowie gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen auch unabhängig von den in den Figuren gezeigten und erläuterten Ausführungsbeispielen gelten. Das heißt, dass die entsprechenden Merkmale auch losgelöst von den konkret in den Figuren gezeigten und beschriebenen Ausführungsbeispielen offenbart sind.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass ein Verlauf respektive eine Kontur der Passivierungsschicht 121 respektive der Kontaktmetallisierung 119 teilweise oder vollständig einer Kontur der Bestromungsschicht 123 entspricht respektive entsprechen.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Passivierungsschicht 121 respektive die Kontaktmetallisierung 119 bis an die Facette 107 reichen, also an diese unmittelbar oder direkt angrenzen.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass ein Verlauf respektive eine Kontur der Passivierungsschicht 121 respektive der Kontaktmetallisierung verschieden von einer Kontur der Bestromungsschicht 123 ist.

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf den ersten Halbleiterlayer 101 der Fig. 1. Die Draufsicht bezieht sich hierbei auf die Sicht von oben auf die Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103.

Aufgrund der Draufsicht ist nun die weitere Facette zu erkennen, die der Facette 107 gegenüberliegt. Diese weitere Facette ist mit dem Bezugszeichen 201 versehen.

5 Der Abschnitt, der frei von der Bestromungsschicht 123 ist, ist mit dem Bezugszeichen 203 gekennzeichnet. Der Abschnitt 203 grenzt an der Facette 107 an. Der Abschnitt 203 weist eine Viereckform auf, wobei eine Seite des Vierecks durch die Facette 107 begrenzt ist. Die anderen drei Seiten
10 des Vierecks sind durch Bestromungsschichtabschnitte 213, 215, 217 der Bestromungsschicht 123 begrenzt. Mit anderen Worten ist die Bestromungsschicht 123 auf der Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103 derart aufgebracht, dass hierbei ein viereckiger Bereich, der Abschnitt 203, der Ober-
15 seite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103 ausgespart bleibt. Eine Breite des Abschnitts 203 ist mit einem Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 209 gekennzeichnet.

Die Breite 209 beträgt zum Beispiel zwischen 30 μm und 80 μm ,
20 insbesondere zwischen 35 μm und 55 μm .

Eine Länge des Abschnitts 203 ist mit einem Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 211 gekennzeichnet. Die Länge 211 beträgt zum Beispiel zwischen 5 μm und 50 μm , insbesondere zwischen
25 10 μm und 20 μm .

An dieser Stelle sei angemerkt, dass sich die Begriffe Länge und Breite relativ zu der Längsachse 207 des Stegwellenleiters 109 beziehen. Die Breite bezeichnet somit eine Richtung
30 quer zur Längsachse 207. Die Länge erstreckt sich somit längs, also parallel, zur Längsachse 207. Die Längsachse 207 des Stegwellenleiters 109 ist die Achse des Stegwellenleiters 109, die entlang seiner größten Ausdehnung verläuft. Die Längsachse 207 verläuft somit senkrecht zu den beiden Facet-
35 ten 107, 201.

Eine Breite des Bestromungsschichtabschnitts 215 ist mit einem Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 219 gekennzeichnet. Die

Breite 219 beträgt zum Beispiel zwischen 30 μm und 100 μm , insbesondere zwischen 35 μm und 85 μm .

5 Eine Breite des Bestromungsschichtabschnitts 213 ist mit einem Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 221 gekennzeichnet. die Breite 221 beträgt zum Beispiel zwischen 5 μm und 10 μm .

Eine Breite des Bestromungsschichtabschnitts 217 ist mit einem Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 223 gekennzeichnet.
10 Aufgrund der Viereckform des Abschnitts 203 entspricht die Breite 223 der Breite 209 des Abschnitts 203.

Der Abschnitt 203 umfasst ferner einen Unterabschnitt 205, der auf der Oberseite 113 des Stegwellenleiters 109 definiert
15 oder festgelegt ist. Dieser Unterabschnitt 205 grenzt über die Breite des Stegwellenleiters 109 ebenfalls an die Facette 107 an. Das heißt, dass sich der Unterabschnitt 205 über die Breite, also über die gesamte Breite, des Stegwellenleiters 109 an der Facette 107 angrenzend erstreckt.

20 Somit ist also, bezogen auf die Draufsicht, ein Bereich der Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103 frei von der Bestromungsschicht 123, wobei dieser Bereich (Abschnitt 203) einen Abschnitt der durch die Facette 107 gebildete Kante der
25 Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103 umfasst.

Eine Länge der Halbleiterschichtenfolge 103 ist mit einem Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 225 gekennzeichnet. Die Länge 225 beträgt zum Beispiel zwischen 600 μm und 2000 μm .

30 Eine Breite der Halbleiterschichtenfolge 103 ist mit einem Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 227 gekennzeichnet. Die Breite 227 beträgt zum Beispiel zwischen 100 μm und 400 μm .

35 Eine Breite der Bestromungsschicht 123 ist somit die Summe der Breiten 219, 223 und 221. Eine Länge der Bestromungsschicht 123 entspricht der Länge 225, insofern die Bestromungsschicht 123 in Längsrichtung, also längs zur Längsach-

se 207, von der Facette 107 zur weiteren Facette 201 verläuft.

Fig. 3 zeigt einen zweiten Halbleiterlaser 301 in einer Draufsicht auf die Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103.

In diesem Ausführungsbeispiel verläuft die Bestromungsschicht 123 nicht von der Facette 107 zur weiteren Facette 201, sondern ist jeweils beabstandet zu den Facetten 107, 201 auf der Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge und somit auch auf der Oberseite 113 des Stegwellenleiters 109 aufgebracht. Die Bestromungsschicht 123 weist in der Draufsicht eine Rechteckform auf.

Aufgrund der beabstandeten Anordnung der Bestromungsschicht 123 zu den beiden Facetten 107, 201 ist somit ein Abschnitt 203 ausgebildet, der an die Facette 107 angrenzt und einen Unterabschnitt 205 umfasst, der auf der Oberseite 113 des Stegwellenleiters 109 gebildet ist, wobei der Abschnitt 203 frei von der Bestromungsschicht 123 ist.

Der Abschnitt 203 ist in Fig. 3 schraffiert dargestellt.

Das Bezugszeichen 303 zeigt auf ein Viereck, welches einen Bereich des Halbleiterlasers 301 umschließt, der in Fig. 4 vergrößert dargestellt ist.

Wie in Fig. 4 gezeigt ist, ist die Bestromungsschicht 123 in einem Abstand 211, der der Länge des Abschnitts 203 entspricht, zur Facette 107 angeordnet.

Obwohl in den Fig. 3 und 4, dies gilt auch für die Fig. 1 und die weiteren Figuren, nicht explizit gezeigt, ist in weiteren nicht gezeigten Ausführungsbeispielen ein entsprechender Abschnitt, der frei von der Bestromungsschicht 123 ist, auch an der Facette 201 ausgebildet. Das heißt also, dass die im Zusammenhang mit dem Abschnitt 203, der an der Facette 107 an-

grenzt, gemachten Ausführungen analog für die weitere Facette 201 gelten.

In Fig. 4 ist ein Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 401 gezeichnet, der die Breite der Bestromungsschicht 123 kennzeichnet.

Fig. 5 zeigt einen dritten Halbleiterlaser 501 in einer Draufsicht auf die Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103.

Im Wesentlichen ist der Halbleiterlaser 501 analog zum Halbleiterlaser 101 der Fig. 2 ausgebildet. Als ein Unterschied fehlt es an dem Bestromungsschichtabschnitt 213, so dass der Abschnitt 203, der frei von der Bestromungsschicht 123 ist, zu einer Seite hin offen ist. Das heißt, dass dieser Abschnitt 203 an einer Seite nicht mehr durch einen Bestromungsschichtabschnitt begrenzt ist.

Fig. 6 zeigt einen vierten Halbleiterlaser 601 in einer Draufsicht auf die Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103.

Die Bestromungsschicht 123 ist im Wesentlichen analog zu der Bestromungsschicht 123 gemäß dem Halbleiterlaser 501 der Fig. 5 ausgebildet, wobei im Vergleich zu dem Halbleiterlaser 501 eine Breite der Bestromungsschicht 123 verkleinert oder reduziert ist.

Als ein weiterer Unterschied ist eine weitere Bestromungsschicht 603 vorgesehen, die streifenförmig von der Facette 107 zur Facette 201 verläuft. Die weitere Bestromungsschicht 603 ist beabstandet zur Bestromungsschicht 123 aufgebracht. Dieser Abstand ist mit einem Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 607 gekennzeichnet. Der Abstand 607 beträgt zum Beispiel zwischen 10 µm und 40 µm, insbesondere zwischen 20 µm und 30 µm.

Eine Breite der weiteren Bestromungsschicht 603 ist mit einem Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 605 gekennzeichnet. Die Breite 605 beträgt zum Beispiel zwischen 10 μm und 40 μm , insbesondere zwischen 20 μm und 30 μm .

5

Durch das Vorsehen der weiteren Bestromungsschicht 603, die beabstandet zur Bestromungsschicht 123 ist, wird insbesondere der technische Vorteil bewirkt, dass hierüber eine noch bessere Abführung von thermischer Energie bewirkt werden kann.

10

Fig. 7 zeigt einen fünften Halbleiterlaser 701 in einer Draufsicht auf die Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103.

15 Die Bestromungsschicht 123 ist im Wesentlichen analog zu der Bestromungsschicht 123 gemäß dem Halbleiterlaser 101 der Fig. 2 ausgebildet, wobei hier jedoch eine Breite der Halbleiterschichtenfolge 123 reduziert ist.

20 Analog zu Fig. 6 ist auch hier eine weitere Bestromungsschicht 603 beabstandet zur Bestromungsschicht 123 vorgesehen. Die im Zusammenhang mit der Fig. 6 gemachten Ausführungen gelten analog.

25 Fig. 8 zeigt einen sechsten Halbleiterlaser 801 in einer Draufsicht auf die Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103.

Der Halbleiterlaser 801 ist im Wesentlichen analog zum Halbleiterlaser 701 der Fig. 1 ausgebildet. Als ein Unterschied ist hier noch eine zweite weitere Bestromungsschicht 803 vorgesehen, die beabstandet zur weiteren Bestromungsschicht 603 auf der Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103 aufgebracht ist. Dieser Abstand ist mit einem Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 805 gekennzeichnet. Der Abstand 805 entspricht zum Beispiel dem Abstand 607. Entsprechend entspricht zum Beispiel eine Breite 807 der weiteren Bestromungsschicht 803 der Breite der weiteren Bestromungsschicht 603.

30
35

In nicht gezeigten Ausführungsformen sind mehrere weitere Bestromungsschichten vorgesehen, die analog zu den weiteren Bestromungsschichten 803, 603 streifenförmig auf der Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103 aufgebracht sind.

5

Fig. 9 zeigt einen siebenten Halbleiterlaser 901 in einer Draufsicht auf die Oberseite 111 der Halbleiterschichtenfolge 103.

10 Der Halbleiterlaser 901 ist im Wesentlichen analog zum Halbleiterlaser 601 der Fig. 6 ausgebildet. Als ein Unterscheid ist analog zum Halbleiterlaser 801 der Fig. 8 eine weitere Bestromungsschicht 803 vorgesehen. Die im Zusammenhang mit der Fig. 8 gemachten Ausführungen gelten somit analog auch
15 für den Halbleiterlaser 901 der Fig. 9.

Fig. 10 zeigt einen Wafer 1001.

Auf dem Wafer 1001 ist eine Halbleiterschichtenfolge 103 aufgebracht, zum Beispiel aufgewachsen, wobei drei Stegwellenleiter 109 ausgebildet sind. Ferner sind zwei Bruchlinien 1003, 1005 gestrichelt eingezeichnet, entlang derer der Wafer 1001 und somit die Halbleiterschichtenfolge 103 gebrochen werden soll. Das Brechen wird zum Beispiel entlang eines
20 Bruchgrabens durchgeführt, der der Übersicht halber hier nicht eingezeichnet ist. Das heißt also, dass die Halbleiterschichtenfolge 103 und der Wafer 1001 an geeigneten Stellen Bruchgräben aufweisen, entlang derer der Wafer 1001 mit der Halbleiterschichtenfolge 103 gebrochen wird, so dass sich
25 dann entlang den beiden Bruchlinien 1003, 1005 die Facetten 107, 201 ausbilden können.

Vor dem Brechen ist vorgesehen, dass die Bestromungsschicht 123 auf die Oberseite 111 und auf die Oberseite 113
35 aufgebracht wird. Hierbei ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass ein Abschnitt analog zu dem Abschnitt 203, wie er im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 9 beschrieben ist und gezeichnet ist, ausgebildet wird. Das heißt also, dass im Bereich der Bruchlinien 1003, 1005 keine Bestromungsschicht 123

aufgebracht wird. Somit gibt es Bereiche, die Abschnitte 203, die frei von der Bestromungsschicht 123 sind und an die zukünftigen Facetten angrenzen und einen Unterabschnitt der Oberseite 113 des Stegwellenleiters 109 umfassen.

5

Durch das Aussparen dieser Bereiche mit der Bestromungsschicht 123 können verbesserte Bruchqualitäten erzielt werden, was bereits vorstehend näher ausgeführt wurde.

10 Fig. 11 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen eines Halbleiterlasers.

Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- 15 - Bereitstellen 1101 einer Halbleiterschichtenfolge mit einer aktiven Zone, wobei die Halbleiterschichtenfolge einen Stegwellenleiter umfasst, der aus der Halbleiterschichtenfolge als eine über der aktiven Zone liegenden Erhebung einer Oberseite der Halbleiterschichtenfolge
- 20 ausgebildet und mit seiner Längsachse entlang der aktiven Zone ausgerichtet ist, wobei eine Kontaktmetallisierung auf einer der aktiven Zone abgewandten Oberseite des Stegwellenleiters aufgebracht ist,
- Festlegen 1103 von zwei Bruchlinien, die quer zur Längsachse des Stegwellenleiters und parallel zur Oberseite
- 25 der Halbleiterschichtenfolge verlaufen,
- Aufbringen 1105 einer Bestromungsschicht auf die Halbleiterschichtenfolge derart, dass nach dem Aufbringen die Bestromungsschicht in direktem Kontakt mit der Kontaktmetallisierung steht und
- 30 - dass die Oberseite der Halbleiterschichtenfolge einen Abschnitt umfasst, der bezogen auf eine Längsachse des Stegwellenleiters über seine Breite an einer der beiden Bruchlinien angrenzt, wobei der Abschnitt mindestens einen Unterabschnitt der Oberseite des Stegwellenleiters
- 35 umfasst, wobei sich der Unterabschnitt bezogen auf die Längsachse des Stegwellenleiters über eine Breite des Stegwellenleiters an der einen der beiden Bruchlinien an-

grenzend erstreckt, wobei der Abschnitt frei von der Bestromungsschicht ist,

- Brechen 1107 der Halbleiterschichtenfolge entlang der zwei Bruchlinien, so dass entlang der zwei Bruchlinien zwei sich gegenüberliegende, einen Resonator definierende, Facetten gebildet werden, wobei die aktive Zone zwischen den beiden Facetten ausgebildet ist.

Zusammenfassend stellt die Erfindung ein effizientes Konzept bereit, basierend auf welchem ein positiver Effekt auf die Verspannung und auf ein Bruchverhalten erzielt werden kann. Hierbei ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Bestromungsschicht derart strukturiert wird, dass ein Bereich, der an die Facetten oder an einer der Facetten angrenzt, frei von der Bestromungsschicht bleibt, wobei hier zumindest ein Unterabschnitt der Oberseite des Stegwellenleiters von diesem Bereich mitumfasst ist.

Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

BEZUGSZEICHENLISTE

	101	Halbleiterlaser
	103	Halbleiterschichtenfolge
5	105	aktive Zone
	107	Facette
	109	Stegwellenleiter
	111	Oberseite der Halbleiterschichtenfolge
	113	Oberseite des Stegwellenleiters
10	115	Flanke
	117	Lasermode
	119	Kontaktmetallisierung
	121	Passivierungsschicht
	123	Bestromungsschicht
15	201	weitere Facette
	203	Abschnitt
	205	Unterabschnitt
	207	Längsachse
	209	Breite des Abschnitts 203
20	211	Länge des Abschnitts 203
	213, 215, 217	Bestromungsschichtabschnitte
	219	Breite des Bestromungsschichtabschnitts 215
	221	Breite des Bestromungsschichtabschnitts 213
	223	Breite des Bestromungsschichtabschnitts 217
25	225	Länge der Halbleiterschichtenfolge
	227	Breite der Halbleiterschichtenfolge
	301	zweiter Halbleiterlaser
	303	Bereich
	401	Breite der Bestromungsschicht
30	501	dritter Halbleiterlaser
	601	vierter Halbleiterlaser
	603	weitere Bestromungsschicht
	605	Breite der weiteren Bestromungsschicht 603
	607	Abstand zwischen der weiteren Bestromungsschicht 603 und der Bestromungsschicht 123
35		
	701	fünfter Halbleiterlaser
	801	sechster Halbleiterlaser
	803	weitere Bestromungsschicht

	805	Abstand zwischen der weiteren Bestromungs-
		schicht 803 und der weiteren Bestromungs-
		schicht 603
	807	Breite der weiteren Bestromungsschicht 803
5	901	siebenter Halbleiterlaser
	1001	Wafer
	1003	Bruchlinie
	1005	Bruchlinie
	1101	Bereitstellen
10	1103	Festlegen
	1105	Aufbringen
	1107	Brechen

PATENTANSPRÜCHE

1. Halbleiterlaser (101), umfassend:

- eine Halbleiterschichtenfolge (103) mit zwei gegenüber-
liegenden, einen Resonator definierenden, Facet-
ten (107, 201) und einer zwischen den beiden Facet-
ten (107, 201) ausgebildeten aktiven Zone (105),
- einen Stegwellenleiter (109), der aus der Halbleiter-
schichtenfolge (103) als eine über der aktiven Zo-
ne (105) liegenden Erhebung einer Oberseite (111) der
Halbleiterschichtenfolge (103) ausgebildet und mit sei-
ner Längsachse (207) entlang der aktiven Zone (105)
ausgerichtet ist,
- eine Kontaktmetallisierung (119), die auf einer der ak-
tiven Zone (105) abgewandten Oberseite (113) des Steg-
wellenleiters (109) aufgebracht ist, und
- eine Bestromungsschicht (123), die in direktem Kontakt
mit der Kontaktmetallisierung (119) steht,
- wobei die Oberseite (111) der Halbleiterschichtenfol-
ge (103) einen Abschnitt (203) umfasst, der bezogen auf
eine Längsachse (207) des Stegwellenleiters (109) über
seine Breite (209) an eine der beiden Facetten (107,
201) angrenzt, wobei der Abschnitt (203) einen Unterab-
schnitt (205) der Oberseite (113) des Stegwellenlei-
ters (109) umfasst, wobei sich der Unterabschnitt (205)
bezogen auf die Längsachse (207) des Stegwellenlei-
ters (109) über eine Breite des Stegwellenleiters (109)
an der einen der beiden Facetten (107, 201) angrenzend
erstreckt,
- wobei der Abschnitt (203) frei von der Bestromungs-
schicht (123) ist.

2. Halbleiterlaser (101) nach Anspruch 1, wobei die Brei-
te (209) des Abschnitts (203) bezogen auf die Längsach-
se (207) des Stegwellenleiters (109) zwischen 30 µm und
80 µm, insbesondere zwischen 35 µm und 55 µm, beträgt.3. Halbleiterlaser (101) nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine
Länge (211) des Abschnitts (203) bezogen auf die Längs-

achse (207) des Stegwellenleiters (109) zwischen 5 μm und 50 μm , insbesondere zwischen 10 μm und 20 μm , beträgt.

4. Halbleiterlaser (101) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Abschnitt (203) teilweise durch einen oder mehrere Bestromungsschichtabschnitte (213, 215, 217) der Bestromungsschicht (123) begrenzt ist.

5. Halbleiterlaser (101) nach Anspruch 4, wobei bezogen auf die Längsachse (207) des Stegwellenleiters (109) eine jeweilige Breite (219, 221, 223) des einen oder der mehreren Bestromungsschichtabschnitte (213, 215, 217) zwischen 30 μm und 100 μm , insbesondere zwischen 35 μm und 85 μm , vorzugsweise zwischen 5 μm und 10 μm , beträgt.

6. Halbleiterlaser (101) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei auf der Oberseite (111) der Halbleiterschichtenfolge (103) zumindest eine weitere von der Bestromungsschicht (123) beabstandete Bestromungsschicht (603, 803) aufgebracht ist.

7. Halbleiterlaser (101) nach Anspruch 6, wobei eine jeweilige Breite (605) der zumindest einen weiteren Bestromungsschicht (603, 803) bezogen auf die Längsachse (207) des Stegwellenleiters (109) zwischen 10 μm und 40 μm , insbesondere zwischen 20 μm und 30 μm , beträgt.

8. Verfahren zum Herstellen eines Halbleiterlasers (101), umfassend die folgenden Schritte:

– Bereitstellen (1101) einer Halbleiterschichtenfolge (103) mit einer aktiven Zone (105), wobei die Halbleiterschichtenfolge (103) einen Stegwellenleiter (109) umfasst, der aus der Halbleiterschichtenfolge (103) als eine über der aktiven Zone (105) liegenden Erhebung einer Oberseite (111) der Halbleiterschichtenfolge (103) ausgebildet und mit seiner Längsachse (207) entlang der aktiven Zone (105) ausgerichtet ist, wobei eine Kontaktmetallisierung (119) auf einer der aktiven Zo-

ne (105) abgewandten Oberseite (113) des Stegwellenleiters (109) aufgebracht ist,

– Festlegen (1103) von zwei Bruchlinien (1003, 1005), die quer zur Längsachse (207) des Stegwellenleiters (109) und parallel zur Oberseite (111) der Halbleiterschichtenfolge (103) verlaufen,

– Aufbringen (1105) einer Bestromungsschicht (123) auf die Halbleiterschichtenfolge (103) derart, dass nach dem Aufbringen (1105) die Bestromungsschicht (123) in direktem Kontakt mit der Kontaktmetallisierung (119) steht und

– dass die Oberseite (111) der Halbleiterschichtenfolge (103) einen Abschnitt (203) umfasst, der bezogen auf eine Längsachse (207) des Stegwellenleiters (109) über seine Breite (209) an einer der beiden Bruchlinien (1003, 1005) angrenzt, wobei der Abschnitt (203) mindestens einen Unterabschnitt (205) der Oberseite (113) des Stegwellenleiters (109) umfasst, wobei sich der Unterabschnitt (205) bezogen auf die Längsachse (207) des Stegwellenleiters (109) über eine Breite des Stegwellenleiters (109) an der einen der beiden Bruchlinien (1003, 1005) angrenzend erstreckt, wobei der Abschnitt (203) frei von der Bestromungsschicht (123) ist,

– Brechen (1107) der Halbleiterschichtenfolge (103) entlang der zwei Bruchlinien (1003, 1005), so dass entlang der zwei Bruchlinien (1003, 1005) zwei sich gegenüberliegende, einen Resonator definierende, Facetten (107, 201) gebildet werden, wobei die aktive Zone (105) zwischen den beiden Facetten (107, 201) ausgebildet ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Breite (209) des Abschnitts (203) bezogen auf die Längsachse (207) des Stegwellenleiters (109) zwischen 30 µm und 80 µm, insbesondere zwischen 35 µm und 55 µm, beträgt.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei eine Länge (211) des Abschnitts (203) bezogen auf die Längsachse (207) des

Stegwellenleiters (109) zwischen 5 μm und 50 μm , insbesondere zwischen 10 μm und 20 μm , beträgt.

5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei der Abschnitt (203) teilweise durch einen oder mehrere Bestromungsschichtabschnitte (213, 215, 217) der Bestromungsschicht (123) begrenzt ist.

10 12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei bezogen auf die Längsachse (207) des Stegwellenleiters (109) eine jeweilige Breite (219, 221, 223) des einen oder der mehreren Bestromungsschichtabschnitte (213, 215, 217) zwischen 30 μm und 100 μm , insbesondere zwischen 35 μm und 85 μm , vorzugsweise zwischen 5 μm und 10 μm , beträgt.

15 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei auf die Oberseite (111) der Halbleiterschichtenfolge (103) zumindest eine weitere von der Bestromungsschicht (123) beabstandete Bestromungsschicht (603, 803) aufgebracht wird.

20 14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei eine jeweilige Breite (605) der zumindest einen weiteren Bestromungsschicht (603, 803) bezogen auf die Längsachse (207) des Stegwellenleiters (109) zwischen 10 μm und 40 μm , insbesondere zwischen 20 μm und 30 μm , beträgt.

15. Wafer (1001), umfassend:

30 – eine Halbleiterschichtenfolge (103) mit einer aktiven Zone (105), wobei die Halbleiterschichtenfolge (103) einen Stegwellenleiter (109) umfasst, der aus der Halbleiterschichtenfolge (103) als eine über der aktiven Zone (105) liegende Erhebung einer Oberseite (111) der Halbleiterschichtenfolge (103) ausgebildet und mit seiner Längsachse (207) entlang der aktiven Zone (105) ausgerichtet ist, wobei eine Kontaktmetallisierung (119) auf einer der aktiven Zone (105) abgewandten Oberseite (113) des Stegwellenleiters (109) aufgebracht ist,

- zwei Bruchgräben zum Festlegen von zwei Bruchlinien (1003, 1005), die quer zur Längsachse (207) des Stegwellenleiters (109) und parallel zur Oberseite (111) der Halbleiterschichtenfolge (103) verlaufen,
- 5 - eine Bestromungsschicht (123), die in direktem Kontakt mit der Kontaktmetallisierung (119) steht,
- wobei die Oberseite (111) der Halbleiterschichtenfolge (103) einen Abschnitt (203) umfasst, der bezogen auf eine Längsachse (207) des Stegwellenleiters (109) über seine Breite (209) an einer der beiden Bruchli-
10 nien (1003, 1005) angrenzt, wobei der Abschnitt (203) mindestens einen Unterabschnitt (205) der Oberseite (113) des Stegwellenleiters (109) umfasst, wobei sich der Unterabschnitt (205) bezogen auf die Längsachse (207) des Stegwellenleiters (109) über eine Breite des Stegwellenleiters (109) an der einen der beiden
15 Bruchlinien (1003, 1005) angrenzend erstreckt, wobei der Abschnitt (203) frei von der Bestromungsschicht (123) ist.

20

FIG 1

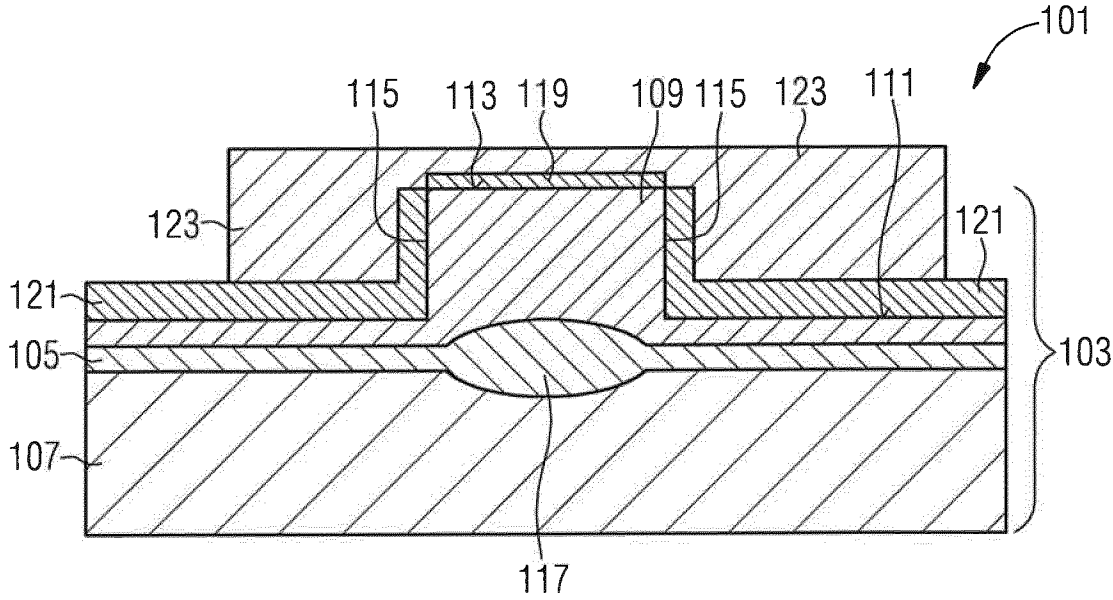
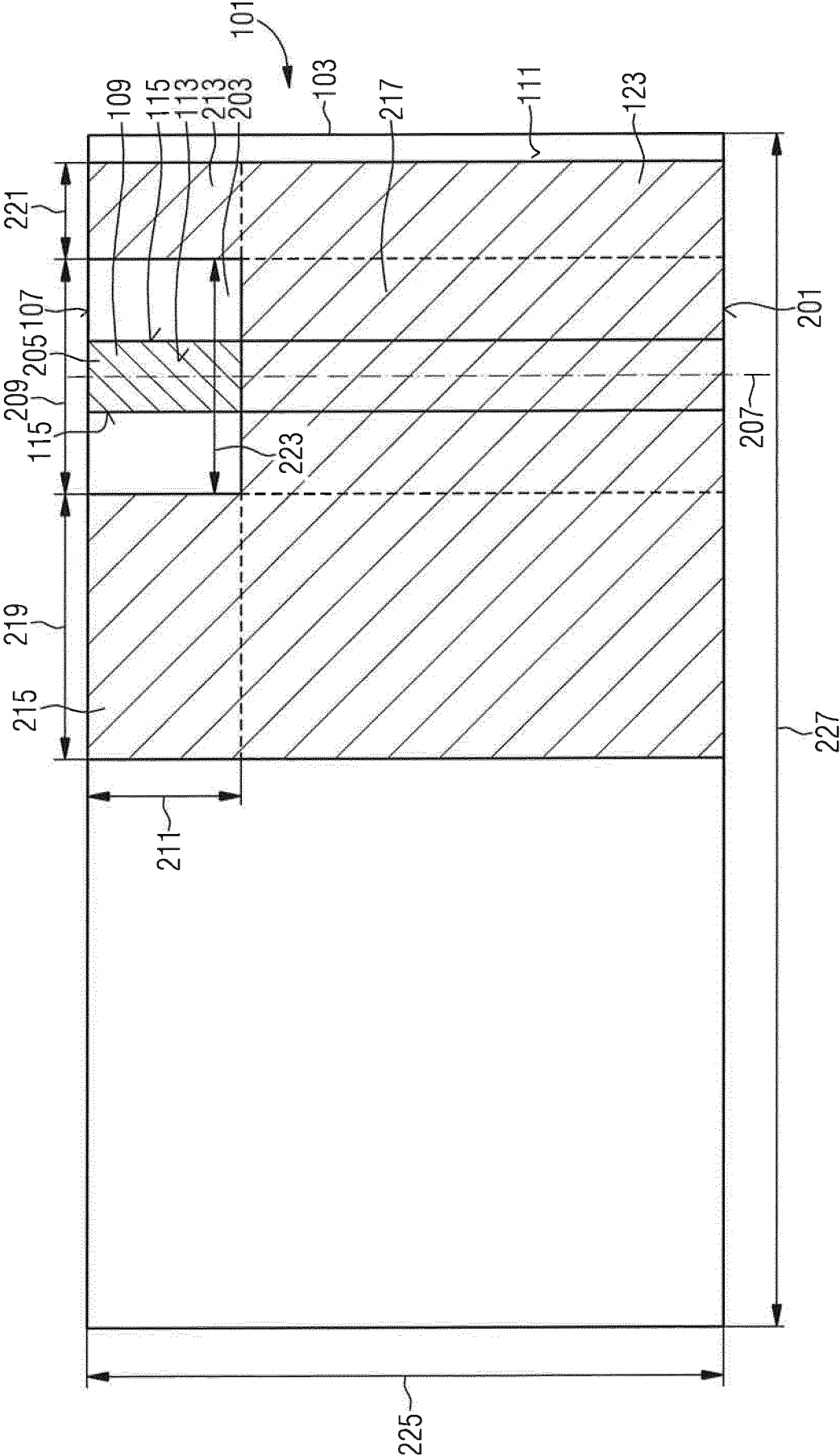


FIG 2



3/10

FIG 3

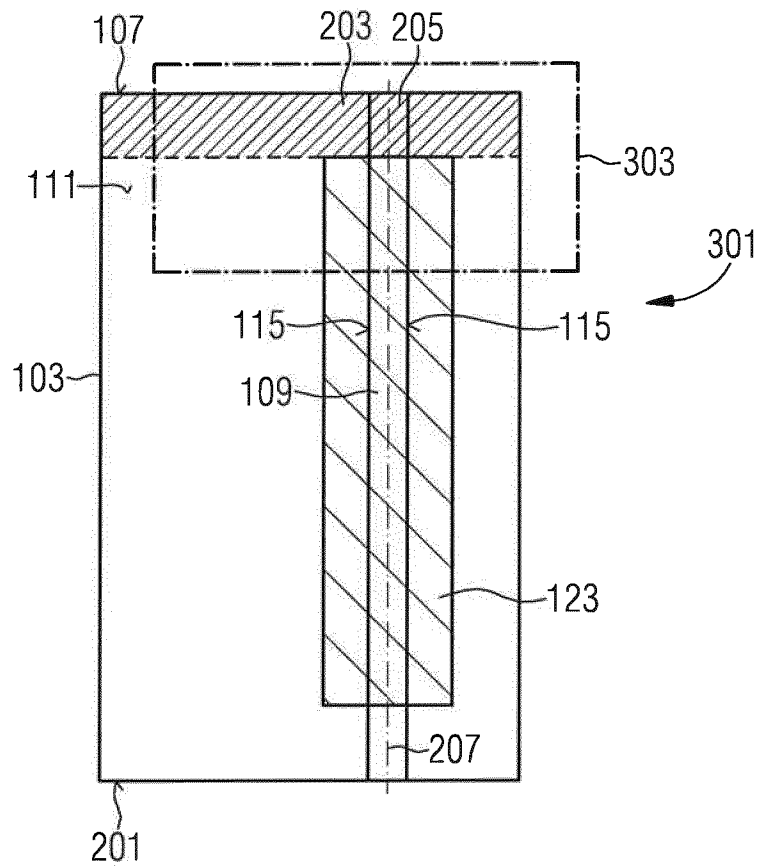


FIG 4

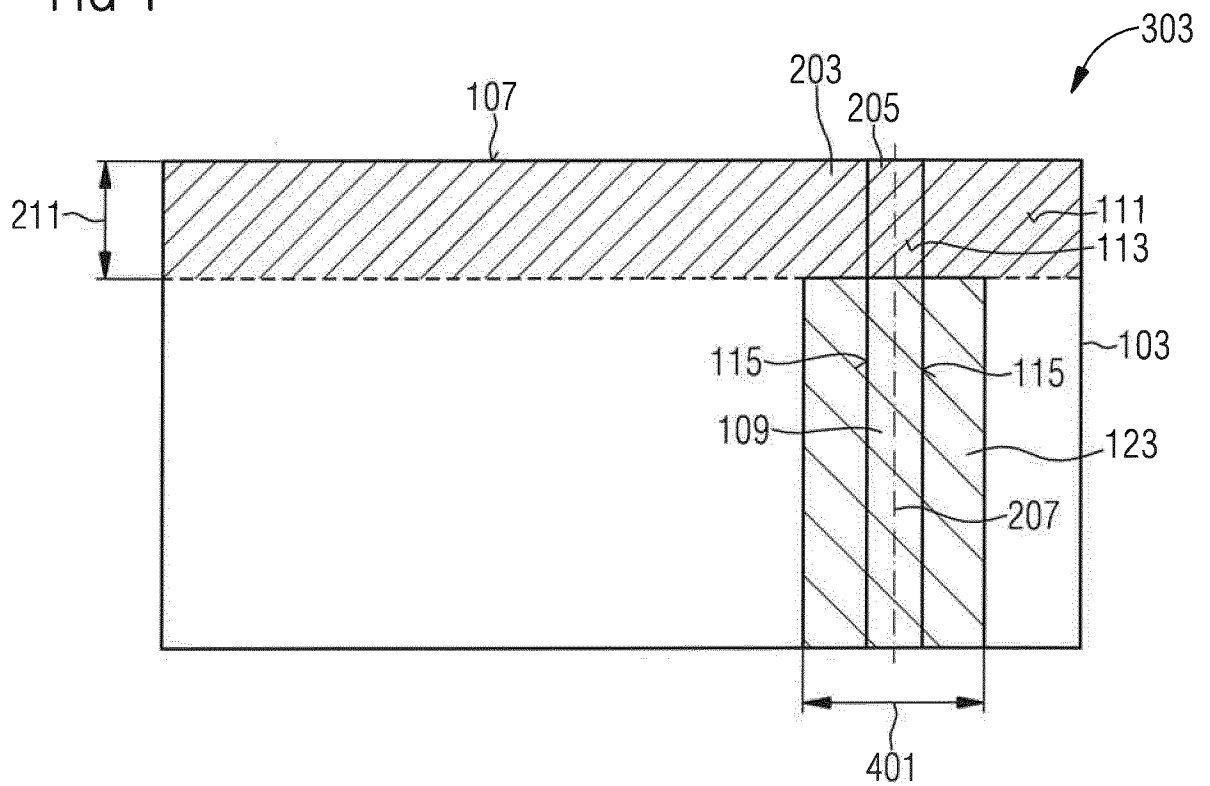
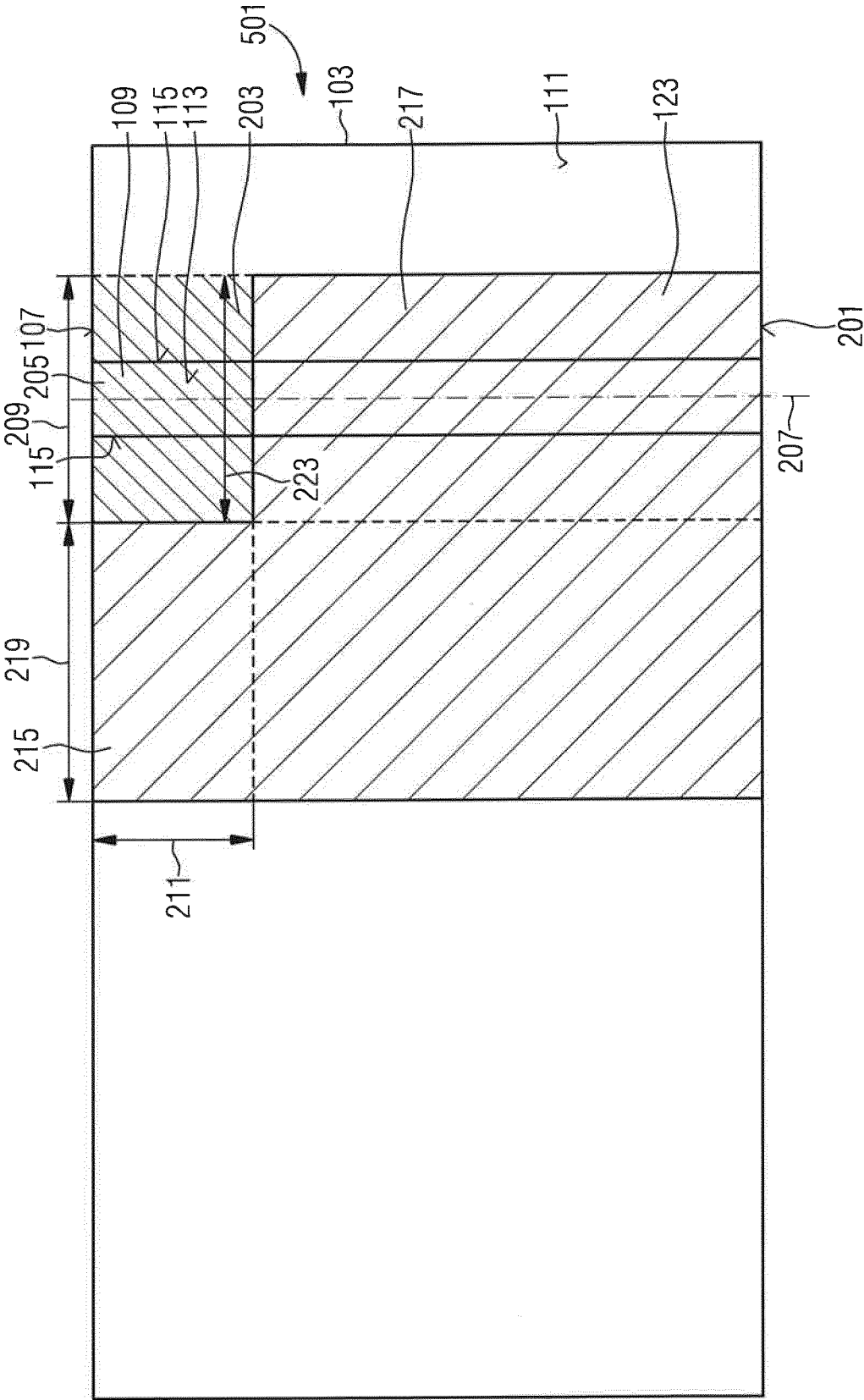


FIG 5



5/10

FIG 6

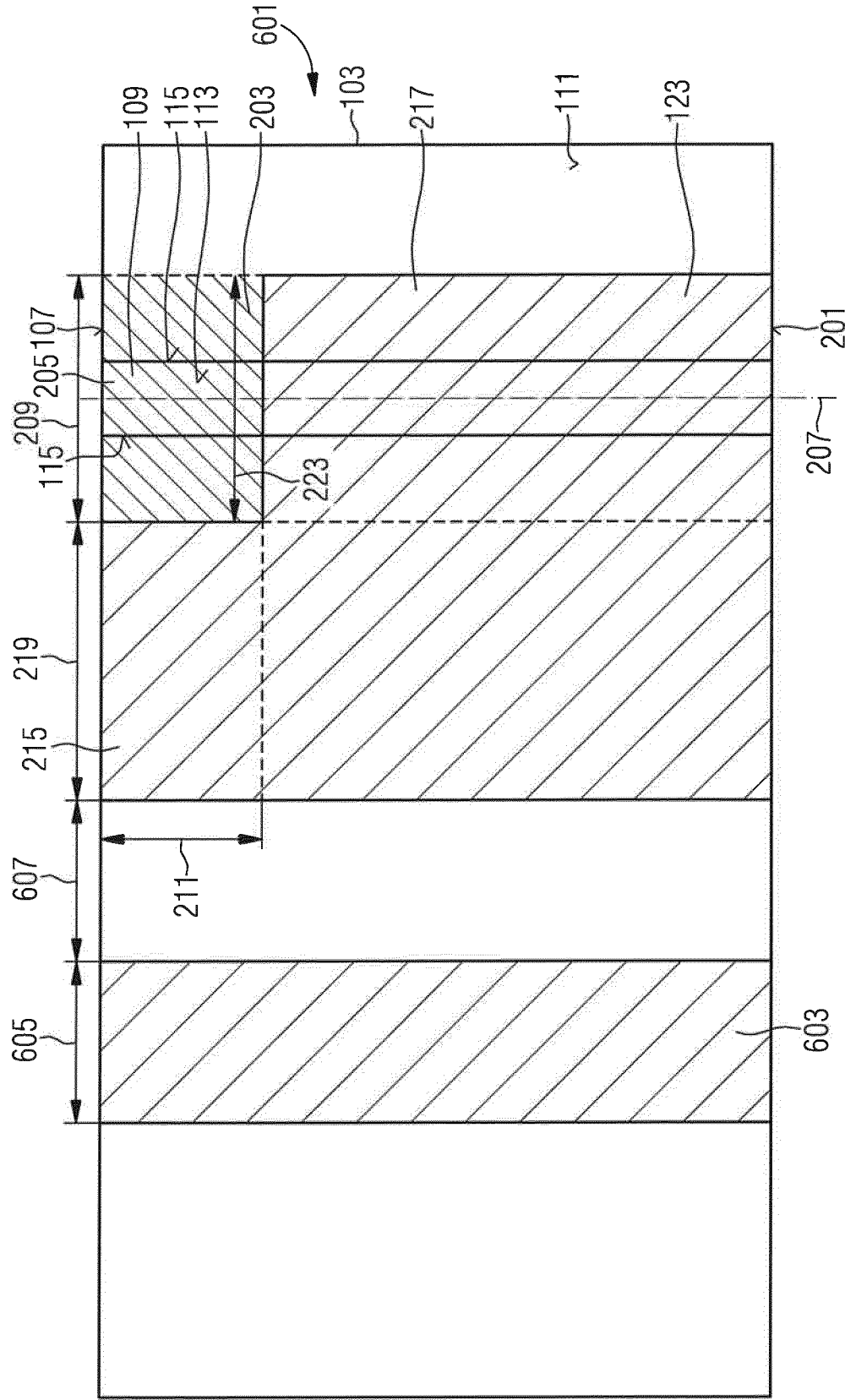


FIG 7

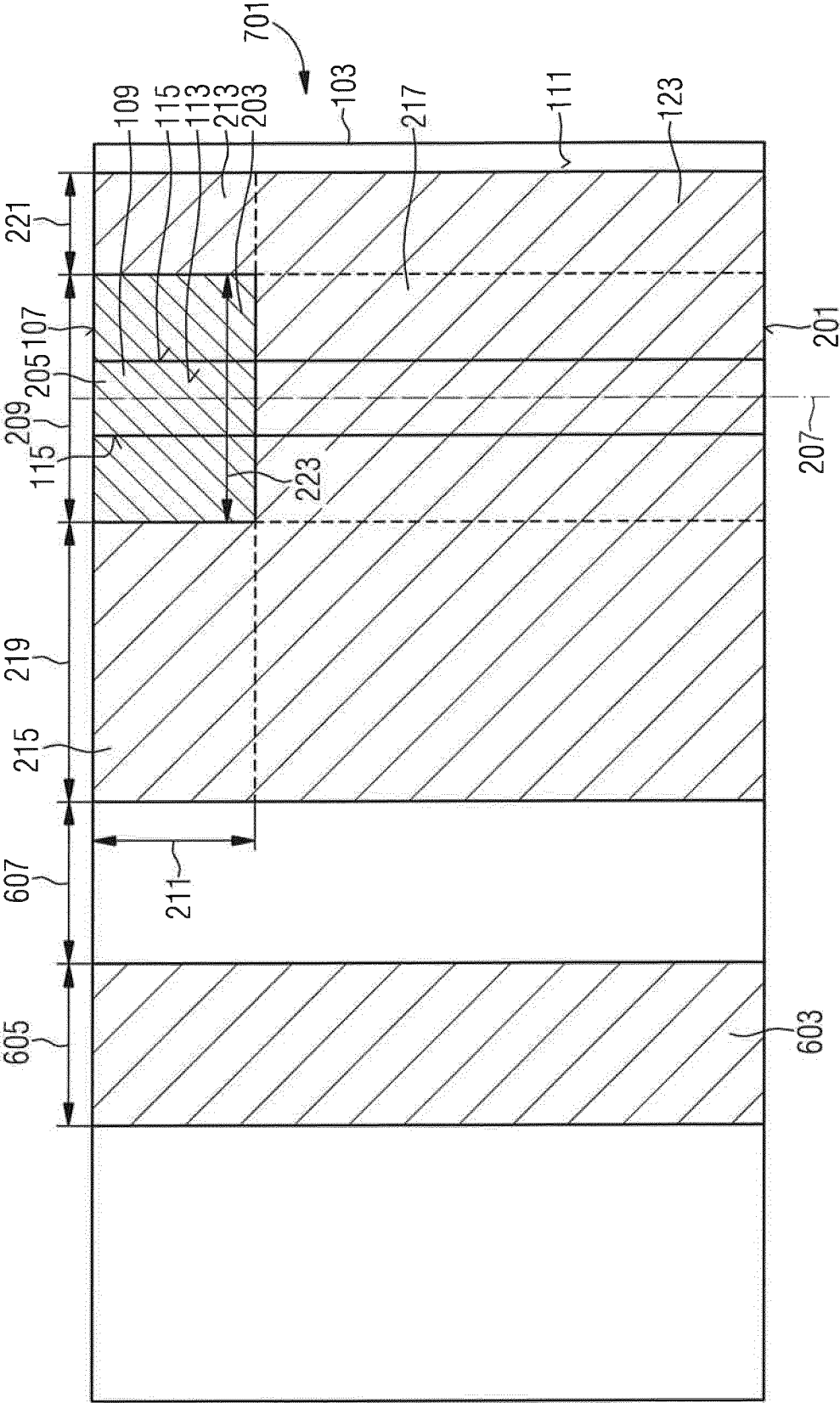


FIG 8

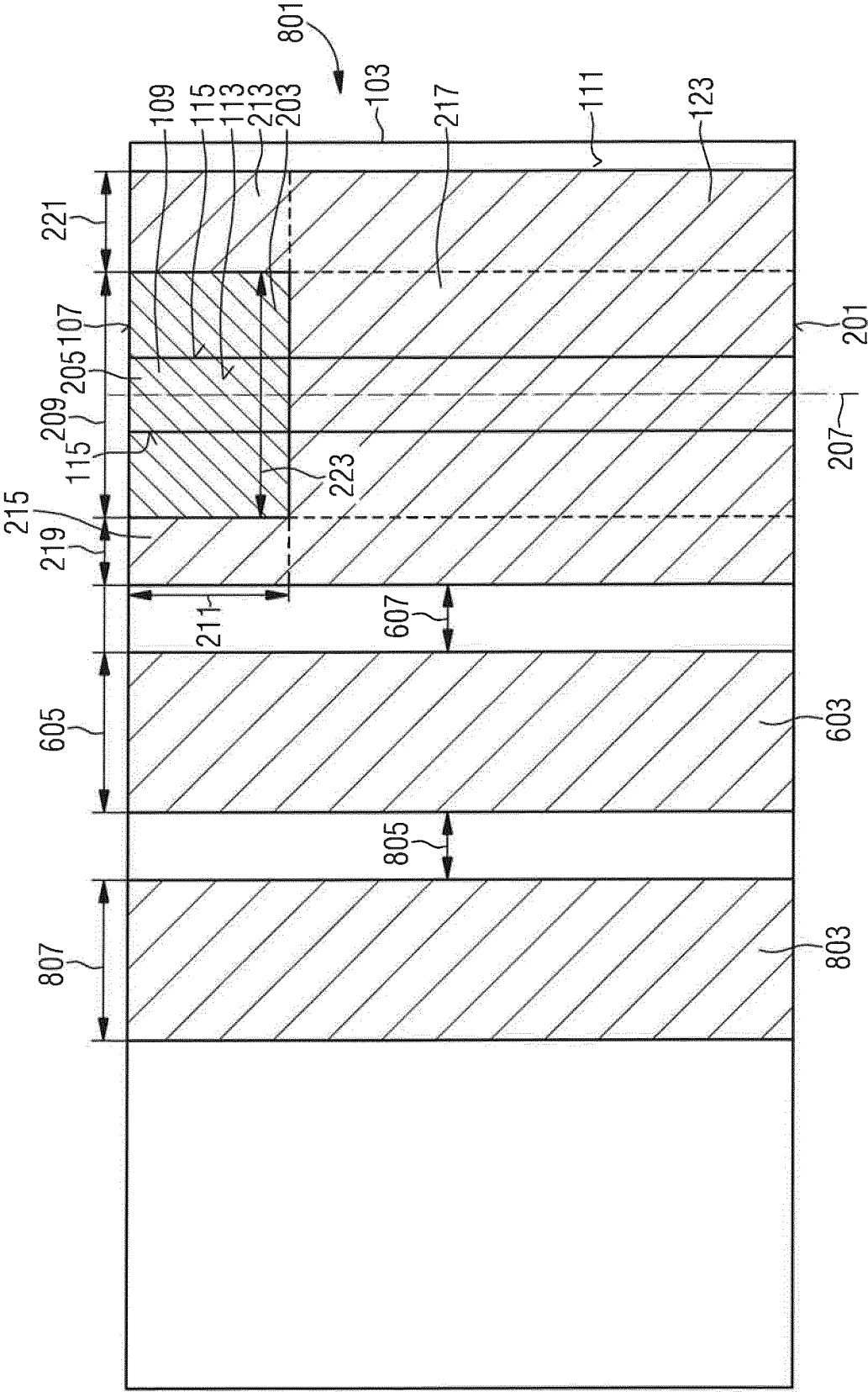
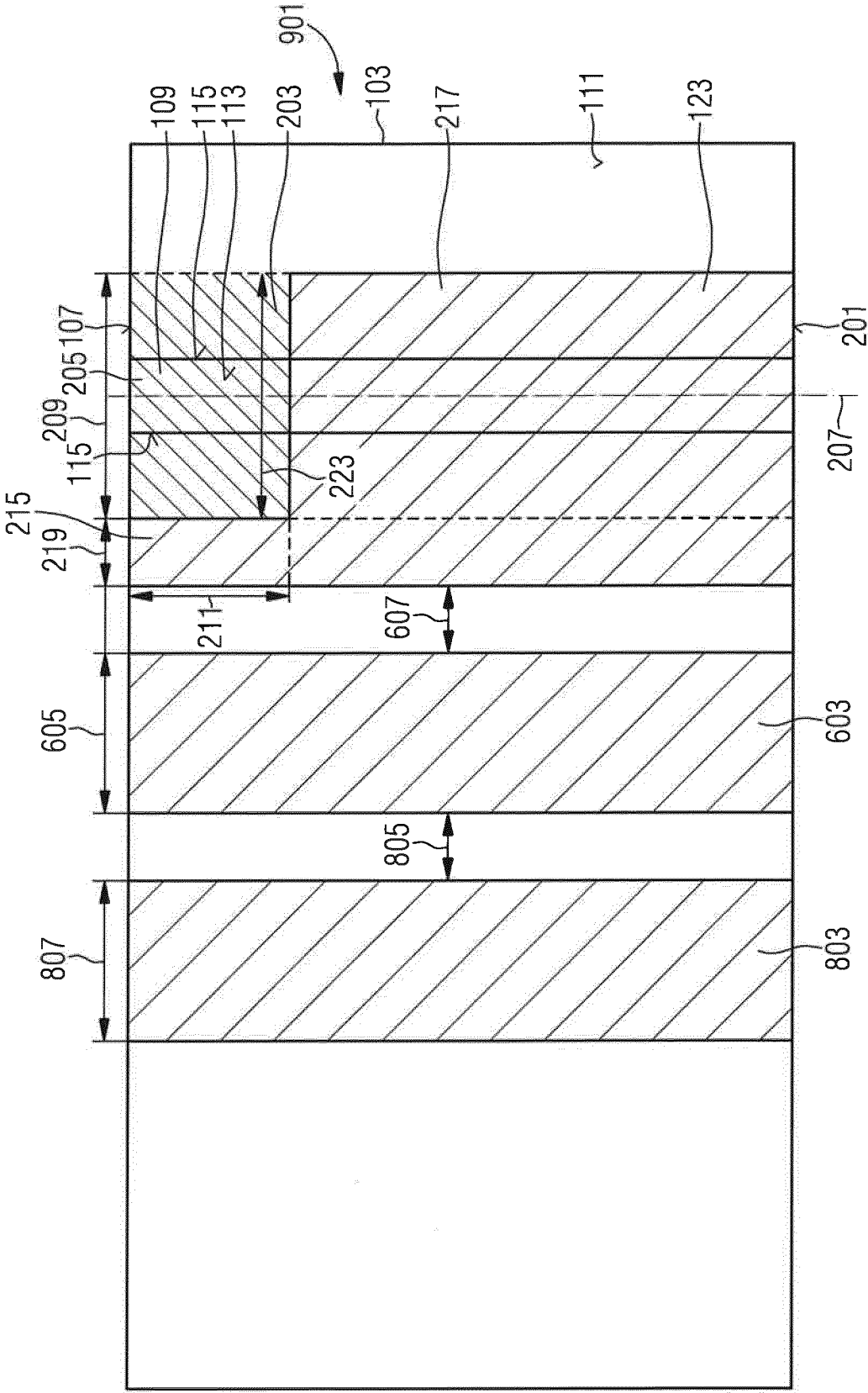


FIG 9



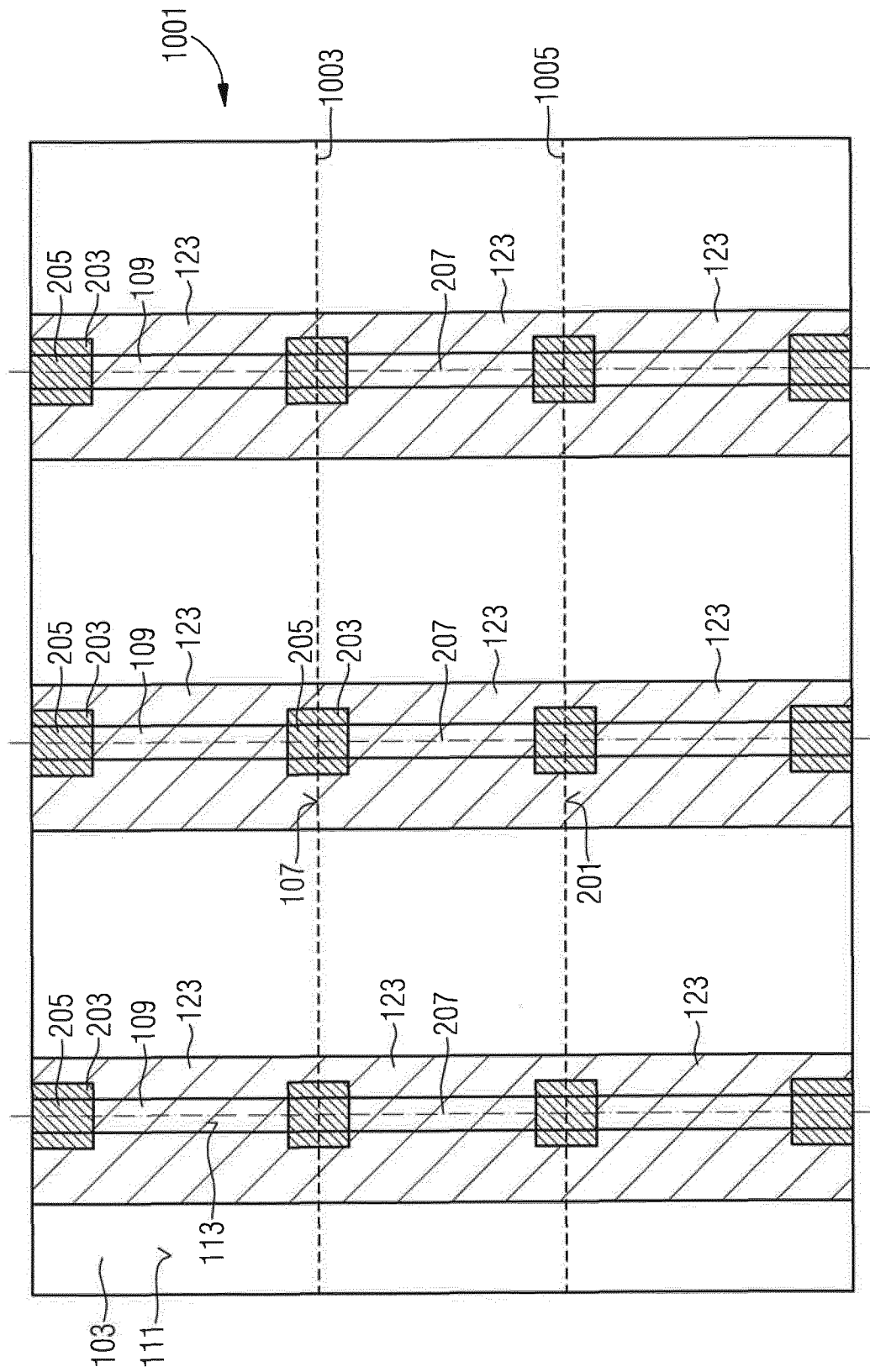
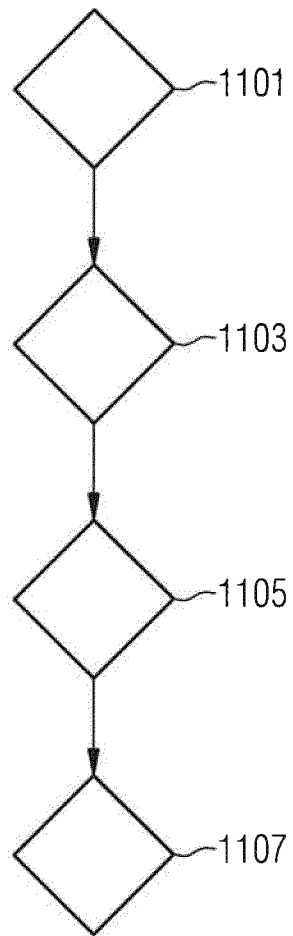


FIG 10

10/10

FIG 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/076705

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01S5/02 H01S5/22
ADD. H01S5/022 H01S5/024 H01S5/042

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)
H01S

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, COMPENDEX, INSPEC, 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 2009/185594 A1 (HIROYAMA RYOJI [JP] ET AL) 23 July 2009 (2009-07-23)	1-5, 8-12,15
Y	paragraph [0053] - paragraph [0083]; figures 4, 5 paragraph [0096] - paragraph [0110] figures 3,7,8,9,19	6,7,13, 14
X	US 2013/028280 A1 (HONGO KAZUHIRO [JP] ET AL) 31 January 2013 (2013-01-31)	1
	paragraph [0032] - paragraph [0053]; figures 1,2A,2B	
Y	DE 10 2008 014092 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 2 July 2009 (2009-07-02)	6,7,13, 14
	paragraph [0048] - paragraph [0051]; figures 4-8	



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

24 January 2017

Date of mailing of the international search report

02/02/2017

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Hervé, Denis

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/076705

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009185594 A1	23-07-2009	CN 101499621 A	05-08-2009
		JP 2009200478 A	03-09-2009
		KR 20090080486 A	24-07-2009
		US 2009185594 A1	23-07-2009
		US 2011104839 A1	05-05-2011
US 2013028280 A1	31-01-2013	CN 102904156 A	30-01-2013
		JP 2013030538 A	07-02-2013
		US 2013028280 A1	31-01-2013
DE 102008014092 A1	02-07-2009	DE 102008014092 A1	02-07-2009
		WO 2009082999 A2	09-07-2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01S5/02 H01S5/22 ADD. H01S5/022 H01S5/024 H01S5/042		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01S		
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, COMPENDEX, INSPEC, 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 2009/185594 A1 (HIROYAMA RYOJI [JP] ET AL) 23. Juli 2009 (2009-07-23)	1-5,
Y	Absatz [0053] - Absatz [0083]; Abbildungen 4, 5	8-12, 15
	Absatz [0096] - Absatz [0110]	6, 7, 13,
	Abbildungen 3, 7, 8, 9, 19	14
X	US 2013/028280 A1 (HONGO KAZUHIRO [JP] ET AL) 31. Januar 2013 (2013-01-31)	1
	Absatz [0032] - Absatz [0053]; Abbildungen 1, 2A, 2B	
Y	DE 10 2008 014092 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 2. Juli 2009 (2009-07-02)	6, 7, 13,
	Absatz [0048] - Absatz [0051]; Abbildungen 4-8	14
☐ 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
24. Januar 2017		02/02/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Hervé, Denis

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/076705

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009185594 A1	23-07-2009	CN 101499621 A	05-08-2009
		JP 2009200478 A	03-09-2009
		KR 20090080486 A	24-07-2009
		US 2009185594 A1	23-07-2009
		US 2011104839 A1	05-05-2011

US 2013028280 A1	31-01-2013	CN 102904156 A	30-01-2013
		JP 2013030538 A	07-02-2013
		US 2013028280 A1	31-01-2013

DE 102008014092 A1	02-07-2009	DE 102008014092 A1	02-07-2009
		WO 2009082999 A2	09-07-2009
