

(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
01. August 2019 (01.08.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/145359 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01S 5/183 (2006.01) H01S 5/024 (2006.01)
H01S 5/042 (2006.01) H01S 5/42 (2006.01)
H01S 5/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/051629

(22) Internationales Anmeldedatum:

23. Januar 2019 (23.01.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2018 101 569.0

24. Januar 2018 (24.01.2018) DE

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

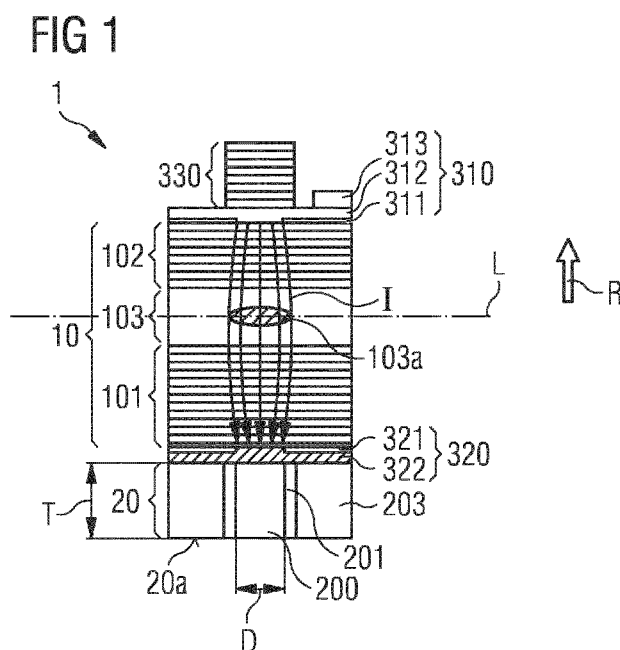
(72) **Erfinder: RÜGHEIMER, Tilman**; Wilhelmstr. 15, 93049
Regensburg (DE). **HALBRITTER, Hubert**; Am Arzberg
3, 92345 Dietfurt (DE).

(74) **Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-
WALTSGESELLSCHAFT MBH**; Schloßschmidstr. 5,
80639 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: SURFACE-EMITTING SEMICONDUCTOR LASER CHIP

(54) Bezeichnung: OBERFLÄCHENEMITTIERENDER HALBLEITERLASERCHIP



(57) **Abstract:** The invention relates to a surface-emitting semiconductor laser chip (1) having a substrate (20), a layer stack (10) arranged on the substrate (20) with a layer plane (L) running perpendicular to the stack direction (R), a front face contact (310) and a rear face contact (320), in which a predetermined distribution of a current density (I) is achieved during operation by means of current crowding in the layer stack (10), wherein an electrical plated-through hole (200) is provided in the substrate (20), which hole extends from a bottom surface (20a) of the substrate (20) facing away from the layer stack (10) to a surface of the substrate (20) facing the layer stack (10), and the distribution of the current density (I) is critically influenced by the shape and size of the cross-section of the plated-through hole (200) parallel to the layer plane (L) on the surface facing the layer stack.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) mit einem Träger (20), einem auf dem Träger (20) angeordneten Schichtenstapel (10) mit einer senkrecht zur Stapelrichtung (R) verlaufenden Schichtenebene (L), einem Vorderseitenkontakt (310) und einem Rückseitenkontakt (320), bei dem im Betrieb mittels Stromeinschnürung im Schichtenstapel (10) eine vorgegebene Verteilung einer Stromdichte (I) erzielt wird, wobei im Träger (20) eine elektrische Durchkontaktierung (200) vorgesehen ist, welche sich von einer von dem Schichtenstapel (10) abgewandten Bodenfläche (20a) des Trägers (20) bis zu einer dem Schichtenstapel (10) zugewandten Fläche des Trägers (20) erstreckt, und die Verteilung der Stromdichte (I) durch Form und Größe des Querschnitts der Durchkontaktierung (200) parallel zur Schichtenebene (L) an der dem Schichtenstapel zugewandten Fläche maßgeblich beeinflusst ist.

Beschreibung

OBERFLÄCHENEMITTIERENDER HALBLEITERLASERCHIP

5 Es wird ein oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip
(Englisch: vertical-cavity surface-emitting laser, englische
Abkürzung: VCSEL) angegeben. Ein derartiger
Halbleiterlaserchip ist beispielsweise in der Patentschrift
DE 10026262 B4 prinzipiell beschrieben.

10

Eine zu lösende Aufgabe besteht unter anderem darin, einen
oberflächenemittierenden Halbleiterlaserchip anzugeben, der
besonders effizient betreibbar ist und verbesserte thermische
Eigenschaften aufweist.

15

Der oberflächenemittierende Halbleiterlaserchip umfasst
beispielsweise einen von Reflektoren gebildeten Resonator mit
einem zwischen den Reflektoren angeordneten aktiven Bereich.
Beispielsweise ist der Resonator mit einem Schichtenstapel
20 gebildet, wobei die Reflektoren dazu eingerichtet sind, im
aktiven Bereich erzeugte elektromagnetische Strahlung quer
zur Haupterstreckungsebene von Schichten des Schichtenstapels
zu reflektieren. Beispielsweise sind die Reflektoren mit
Bragg-Spiegeln gebildet, welche mit Schichten des
25 Schichtenstapels gebildet sind. Insbesondere verläuft eine
Resonanzachse des Vertikalresonators entlang der
Stapelrichtung des Schichtenstapels. Die Stapelrichtung steht
senkrecht zu einer Schichtenebene. Die Schichten des
Schichtenstapels erstrecken sich beispielsweise entlang der
30 Schichtenebene. Beispielsweise ist der Halbleiterlaserchip
dazu eingerichtet, entlang der Stapelrichtung
elektromagnetische Strahlung zu emittieren. Im
bestimmungsgemäßen Betrieb emittiert der Halbleiterlaserchip

Laserstrahlung. Die Laserstrahlung weist beispielsweise zumindest eine besonders hohe Kohärenzlänge, eine lineare Polarisierung und/oder eine Wellenlängenbandbreite von maximal 50 nm auf.

5

Insbesondere handelt es sich bei dem oberflächenemittierenden Halbleiterlaserchip um einen Dünnschichtchip, bei dem das Aufwachssubstrat, auf welchem der Schichtenstapel hergestellt worden ist, entfernt ist. Das Aufwachssubstrat ist

10 beispielsweise mittels eines Laser-Lift-Off-Verfahrens oder mittels eines Ätzprozesses von dem Schichtenstapel entfernt. Ein Laser-Lift-Off-Verfahren ist beispielsweise in der internationalen Veröffentlichung WO 03/065420 A2 prinzipiell beschrieben.

15

Der oberflächenemittierende Halbleiterlaserchip umfasst einen Träger, auf welchem der Schichtenstapel, ein Vorderseitenkontakt und ein Rückseitenkontakt angeordnet sind. Beispielsweise handelt es sich bei dem Träger um eine
20 mechanisch tragende Struktur des oberflächenemittierenden Halbleiterlaserchips. Der Träger weist eine Haupterstreckungsebene auf, welche quer zur Stapelrichtung, insbesondere senkrecht zur Stapelrichtung, des Schichtenstapels liegen kann. Beispielsweise ist der Träger
25 mit einem Halbleitermaterial, insbesondere mit Silizium, gebildet.

Der Vorderseitenkontakt und der Rückseitenkontakt können beispielsweise jeweils an einander gegenüberliegenden

30 Hauptflächen des Schichtenstapels angeordnet sein.

Insbesondere ist der Vorderseitenkontakt an einer von dem Träger abgewandten Seite des Schichtenstapels angeordnet und der Rückseitenkontakt an einer dem Träger zugewandten Seite

des Schichtenstapels angeordnet. Der Schichtenstapel ist beispielsweise mittels des Vorderseitenkontakts und des Rückseitenkontakts elektrisch leitend kontaktierbar. Zum Betreiben des Halbleiterlaserchips wird zwischen dem

5 Vorderseitenkontakt und dem Rückseitenkontakt beispielsweise eine vorgegebene elektrische Spannung angelegt oder ein vorgegebener elektrischer Strom eingeprägt.

Mittels Stromeinschnürung wird im Schichtenstapel eine
10 vorgegebene Verteilung einer Stromdichte erzielt.
Beispielsweise gibt die Stromeinschnürung die Verteilung der Stromdichte derart vor, dass durch den aktiven Bereich fließender Strom nur ein Teil des aktiven Bereichs, im Folgenden als aktives Volumen bezeichnet, mit einer
15 ausreichend hohen Stromdichte beaufschlagt wird, um eine Besetzungsinversion zu erzeugen. Insbesondere wird im bestimmungsgemäßen Betrieb innerhalb des aktiven Volumens Laserstrahlung generiert und verstärkt, wobei das aktive Volumen innerhalb des aktiven Bereichs mittels
20 Stromeinschnürung begrenzt ist.

Bei dem Strom, dessen Verteilung der Stromdichte vermittelt Stromeinschnürung vorgegeben wird, handelt es sich beispielsweise um einen Pumpstrom, welcher dazu erforderlich
25 ist, die Besetzungsinversion innerhalb des aktiven Bereichs zu erzeugen.

Entlang der Schichtenebene kann das aktive Volumen einen zusammenhängenden, insbesondere einfach zusammenhängenden,
30 Querschnitt aufweisen. Beispielsweise kann der Querschnitt eine kreisrunde, ovale oder andere zweidimensionale Form aufweisen.

Im Träger ist eine elektrische Durchkontaktierung vorgesehen, welche sich von einer von dem Schichtenstapel abgewandten Bodenfläche des Trägers bis zur dem Schichtenstapel zugewandten Fläche des Trägers erstreckt. Die

5 Durchkontaktierung ist beispielsweise mit einem elektrisch leitenden Material gebildet. Insbesondere kann die Durchkontaktierung mit einem Metall, beispielsweise Kupfer, gebildet sein. Zum Herstellen der Durchkontaktierung kann mittels eines Ätzverfahrens in dem Träger ein Loch mit

10 isolierenden Seitenflächen erzeugt sein, welches mit dem Material der Durchkontaktierung vollständig befüllt ist. Form und Größe des Querschnitts der Durchkontaktierung, parallel zur Schichtebene an der dem Schichtenstapel zugewandten Seite, beeinflussen maßgeblich das Profil der

15 Stromdichte im aktiven Bereich. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn zwischen der Durchkontaktierung und dem Vorderseitenkontakt keine zusätzliche, insbesondere elektrisch isolierende, Struktur angeordnet ist, mittels der die Verteilung der Stromdichte innerhalb des aktiven Bereichs

20 senkrecht zur Stapelrichtung, sprich lateral eingeschränkt ist. Bedingt durch die Querleitfähigkeit der im Schichtenstapel eingesetzten Materialien ist eine laterale Stromaufweitung in diesem unvermeidbar. Insbesondere überragt der aktive Bereich die Durchkontaktierung in allen Richtungen

25 senkrecht zur Stapelrichtung.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst der oberflächenemittierende Halbleiterlaserchip einen Träger, einen auf dem Träger angeordneten Schichtenstapel mit einer

30 senkrecht zur Stapelrichtung verlaufenden Schichtenebene, einen Vorderseitenkontakt und einen Rückseitenkontakt. Im Betrieb wird vermittelt Stromeinschnürung im Schichtenstapel eine vorgegebene Verteilung einer Stromdichte erzielt. Im

Träger ist eine elektrische Durchkontaktierung vorgesehen, welche sich von einer von dem Schichtenstapel abgewandten Bodenfläche des Trägers bis zu einer dem Schichtenstapel zugewandten Fläche des Trägers erstreckt. Die Verteilung der Stromdichte ist durch die Form und die Größe des Querschnitts der Durchkontaktierung parallel zur Schichtenebene maßgeblich beeinflusst.

Einem hier beschriebenen oberflächenemittierenden Halbleiterlaserchip liegen unter anderem die folgenden Überlegungen zugrunde. Die Funktion und die Ausgangsleistung eines oberflächenemittierenden Halbleiterlaserchips hängen stark von der Stromführung innerhalb des aktiven Bereichs ab. Insbesondere die Einschnürung des Stroms entlang der Schichtenebene auf einem engen Raumbereich, in dem der Halbleiterlaserchip zur stimulierten Emission gebracht werden soll, ist von zentraler Bedeutung. Diese Stromeinschnürung kann herkömmlich beispielsweise mittels elektrisch isolierender Stromblenden innerhalb des Schichtenstapels realisiert werden. Diese Blenden können beispielsweise mit Siliziumoxid gebildet sein. Insbesondere kann je eine Blende oberhalb und unterhalb des aktiven Bereichs angeordnet sein, um eine Einschnürung des Stroms innerhalb des aktiven Bereichs zu erlangen und das aktive Volumen zu begrenzen. Jedoch erfordert die Herstellung der Blendenstrukturen zusätzliche Prozessschritte, wodurch die Herstellungskosten eines oberflächenemittierenden Halbleiterlaserchips steigen. Zudem wird durch die Blenden die thermische Leitfähigkeit des Schichtenstapels entlang der Stapelrichtung verringert, wodurch im Betrieb entstehende Wärme nur erschwert aus dem Schichtenstapel abgeleitet werden kann.

Der hier beschriebene oberflächenemittierende Halbleiterlaserchip macht unter anderem von der Idee Gebrauch, einen Träger mit einer Durchkontaktierung zu verwenden. Die Durchkontaktierung ist dazu eingerichtet, mittels Stromeinschnürung die Verteilung der Stromdichte innerhalb des aktiven Bereichs maßgeblich zu beeinflussen, wobei auf der dem Träger zugewandten Seite des Schichtenstapels keine weitere Blende vorgesehen ist. Mittels der Stromeinschnürung wird die Effizienz des oberflächenemittierenden Halbleiterlaserchips verbessert, sodass der Halbleiterlaserchip über eine längere Zeitspanne beziehungsweise mit einer höheren Leistung mit niedriger Modenzahl, insbesondere singlemodig, betreibbar ist. Mittels der Durchkontaktierung kann darüber der Serienwiderstand reduziert sein, da die Durchkontaktierung besonders nah an den Schichtenstapel angrenzt und so eine besonders geringe Verlustleistung in höherohmigen Halbleitermaterialien entsteht. Die Durchkontaktierung kann die Entwärmung unmittelbar unterhalb des Bereichs der stimulierten Emission verbessern.

Gemäß einer Ausführungsform bildet der Halbleiterlaserchip einen gewinngeführten Halbleiterlaser. Dabei wird das aktive Volumen nicht durch die Brechungsindices des Schichtenstapels und von an den Schichtenstapel angrenzenden Materialien, sondern beispielsweise durch die Durchkontaktierung in oben angegebener Weise maßgeblich vorgegeben. Vorteilhafterweise ist somit die Form und Querschnittsfläche des Bereichs, in welchem Laserstrahlung erzeugt wird, mittels stromeinprägender Strukturen, insbesondere der Durchkontaktierung, vorgebar.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Rückseitenkontakt zwischen dem Schichtenstapel und dem Träger angeordnet und grenzt dieser unmittelbar einerseits an den Schichtenstapel und andererseits an die Durchkontaktierung an. Der

5 Rückseitenkontakt ist beispielsweise dazu eingerichtet, den Träger, insbesondere die Durchkontaktierung, und den Schichtenstapel mechanisch fest miteinander zu verbinden. Beispielsweise ist der Rückseitenkontakt mit einem Metall, insbesondere einem Lotmaterial, gebildet. Beispielsweise
10 umfasst das Lotmaterial Gold-Zinn (AuSn), Nickel-Zinn und/oder Gold-Indium-Zinn (AuInSn). Vorteilhafterweise ermöglichen der direkte Kontakt der Durchkontaktierung an den Rückseitenkontakt und der direkte Kontakt des Rückseitenkontakts an den Schichtenstapel einen besonders
15 geringen thermischen Widerstand zwischen dem Schichtenstapel und der Durchkontaktierung. Dies verbessert eine Ableitung der im Betrieb des Halbleiterlaserchips entstehenden Wärme durch die Durchkontaktierung.

20 Gemäß einer Ausführungsform umfasst der Träger einen Grundkörper, der mit einem elektrisch leitenden Material gebildet ist, und eine Durchkontaktierung, die von dem Grundkörper mittels einer elektrisch isolierenden Beschichtung getrennt ist. Beispielsweise ist der
25 Schichtenstapel rückseitig nur elektrisch leitend mit der Durchkontaktierung verbunden und von dem Grundkörper elektrisch isoliert. Insbesondere ist die Durchkontaktierung an deren Seitenfläche zum Grundkörper hin vollständig von der elektrisch isolierenden Schicht überdeckt. Insbesondere kann
30 die Beschichtung mit einem keramischen Material oder mit Siliziumoxid gebildet sein. Beispielsweise kann das elektrisch leitende Material des Grundkörpers auch eine besonders hohe thermische Leitfähigkeit aufweisen.

Insbesondere wird dadurch die Entwärmung des Schichtenstapels verbessert, da der thermische Widerstand des Trägers insgesamt reduziert ist.

5 Gemäß einer Ausführungsform weist die Durchkontaktierung eine höhere thermische Leitfähigkeit als der Grundkörper auf. Beispielsweise weist die Durchkontaktierung eine thermische Leitfähigkeit von zumindest 300 Watt pro Meter Kelvin
[W/(m*K)], bevorzugt zumindest 400 Watt pro Meter Kelvin
10 [W/(m*K)], auf. Der Grundkörper weist beispielsweise eine thermische Leitfähigkeit von maximal 200 Watt pro Meter Kelvin [W/(m*K)], insbesondere maximal 150 Watt pro Meter Kelvin [W/(m*K)], auf. Beispielsweise kann die Durchkontaktierung mit Kupfer, bevorzugt aus Kupfer oder
15 einer Kupferlegierung, gebildet sein und der Grundkörper kann beispielsweise mit Silizium, bevorzugt aus Silizium, gebildet sein. Vorteilhafterweise ermöglicht die besonders hohe thermische Leitfähigkeit der Durchkontaktierung eine besonders effiziente Entwärmung des Schichtenstapels.

20 Gemäß einer Ausführungsform ist die Länge der Durchkontaktierung durch den Träger hindurch zumindest zehnmal größer als der mittlere Durchmesser der Durchkontaktierung parallel zur Bodenfläche. Beispielsweise
25 weist die Durchkontaktierung einen mittleren Durchmesser von maximal 10 µm, insbesondere maximal 5 µm, auf. Beispielsweise weist die Durchkontaktierung eine Länge von zumindest 100 µm, insbesondere zumindest 250 µm, auf. Vorteilhafterweise ist mittels des mittleren Durchmessers der Durchkontaktierung die
30 Stromeinschnürung innerhalb des aktiven Bereichs anpassbar. Insbesondere sind somit elektrische und optische Eigenschaften des Halbleiterlaserchips vorgebar.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst der Schichtenstapel einen aktiven Bereich zwischen einem ersten Bragg-Spiegel und einem zweiten Bragg-Spiegel, wobei der zweite Bragg-Spiegel an einer von dem Träger abgewandten Seite des aktiven Bereichs angeordnet ist, und der aktive Bereich zumindest manche Schichten des zweiten Bragg-Spiegels entlang der Schichtenebene vollständig überragt. Der erste und der zweite Bragg-Spiegel bilden beispielsweise die Reflektoren des Resonators. Insbesondere wird im bestimmungsgemäßen Betrieb der aktive Bereich durch den ersten Bragg-Spiegel und durch den zweiten Bragg-Spiegel bestromt. Die Bragg-Spiegel sind beispielsweise dazu eingerichtet zumindest einen Teil, bevorzugt zumindest 90%, der in dem aktiven Bereich erzeugten elektromagnetischen Strahlung zu reflektieren. Insbesondere weist der zweite Bragg-Spiegel eine höhere Reflektivität für im aktiven Bereich erzeugte elektromagnetische Strahlung als der erste Bragg-Spiegel auf.

Einzelne Schichten des zweiten Bragg-Spiegels können teilweise entfernt sein, sodass diese Schichten entlang der Schichtenebene von dem aktiven Bereich und/oder dem ersten Bragg-Spiegel in allen Richtungen senkrecht zur Stapelrichtung überragt werden. Beispielsweise ist durch das teilweise Entfernen von Schichten des zweiten Bragg-Spiegels eine zusätzliche Stromeinschnürung innerhalb des aktiven Bereichs möglich. Vorteilhafterweise ist in Richtungen senkrecht zur Stapelrichtung mittels des zweiten Bragg-Spiegels eine Einschränkung von Schwingungsmoden im Schichtenstapel möglich.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst eine Schicht des zweiten Bragg-Spiegels eine elektrisch isolierende Apertur, die einen elektrisch leitenden Bereich entlang der Schichtenebene,

spricht lateral, begrenzt. Beispielsweise kann das Material der Apertur eine oxidierte Form des Materials des elektrisch leitenden Bereichs sein. Insbesondere ist zum Erzeugen der Apertur eine Schicht des zweiten Bragg-Spiegels von einer
5 Seitenfläche des Bragg-Spiegels her eingebracht. Bei der Seitenfläche handelt es sich um eine Fläche, welche mit einer Mehrzahl von Schichten des Schichtenstapels gebildet ist, und die sich quer zur Schichtenebene erstreckt.

- 10 Die Apertur weist beispielsweise einen Innendurchmesser auf, innerhalb von dem der elektrisch leitende Bereich angeordnet ist. Der Innendurchmesser der Apertur unterscheidet sich beispielsweise maximal um 50 % vom Durchmesser der Durchkontaktierung. Insbesondere ist der Innendurchmesser der
15 Apertur größer als der Durchmesser der Durchkontaktierung. Der elektrisch leitende Bereich kann entlang der Stapelrichtung überlappend mit der Durchkontaktierung angeordnet sein. Vorteilhafterweise ist mittels der Apertur eine Stromeinschnürung innerhalb des Schichtenstapels,
20 insbesondere innerhalb des aktiven Bereichs, von einer dem Träger abgewandten Seite des Schichtenstapels her möglich. Vorteilhafterweise ist die Apertur an einer von dem Träger abgewandten Seite des aktiven Bereichs angeordnet, sodass die Apertur nicht innerhalb des Entwärmungspfads des
25 Halbleiterlaserchips liegt.

- Gemäß einer Ausführungsform sind die Schichten des Schichtenstapels einfach zusammenhängend ausgebildet und die elektrische Leitfähigkeit der Schichten entlang der
30 Schichtenebene ist jeweils konstant. Beispielsweise sind die Schichten des Schichtenstapels entlang der Schichtenebene durchgehend mit dem gleichen Material gebildet, insbesondere bestehen die Schichten entlang der Schichtenebene jeweils

durchgehend aus dem gleichen Material. Insbesondere ist der Schichtenstapel frei von Blendenstrukturen, mittels denen das Profil der Stromdichte eingeschnürt wird. Insbesondere sind zwischen dem aktiven Bereich und dem Rückseitenkontakt keine
5 Blendenstrukturen angeordnet. Vorteilhafterweise weist der Schichtenstapel entlang der Schichtenebene eine homogene elektrische und/oder thermische Leitfähigkeit auf, wodurch ein besonders zuverlässiges Entwärmen des Schichtenstapels möglich ist.

10

Gemäß einer Ausführungsform ist an einer von dem Träger abgewandten Seite des Schichtenstapels eine zweite Isolationsschicht angeordnet, wobei die zweite Isolationsschicht ringförmig ausgebildet ist. Insbesondere
15 weist die zweite Isolationsschicht entlang der Schichtenebene die Form einer Apertur auf. Beispielsweise schnürt die zweite Isolationsschicht den Strom innerhalb des Schichtenstapels von einer dem Träger abgewandten Seite her ein. Die zweite Isolationsschicht kann auf einer von dem aktiven Bereich
20 abgewandten Seite des zweiten Bragg-Spiegels angeordnet sein. Die zweite Isolationsschicht ist beispielsweise mit Siliziumoxid gebildet. Beispielsweise wird der zweite Bragg-Spiegel im Zentrum der ringförmigen zweiten Isolationsschicht mit einer ersten Teilschicht des Vorderseitenkontakts
25 elektrisch kontaktiert. Die erste Teilschicht kann mit einem transparenten elektrisch leitenden Material, beispielsweise einem transparenten leitfähigen Oxid, insbesondere Indium Zinnoxid (englische Abkürzung: ITO), gebildet sein.

30

Gemäß einer Ausführungsform umfasst der oberflächenemittierende Halbleiterlaser eine Vielzahl von Schichtenstapeln, die entlang der Schichtenebene nebeneinander auf dem Träger angeordnet sind, wobei den

Schichtenstapeln jeweils eine Durchkontaktierung zugeordnet ist und die Durchkontaktierung entlang der Stapelrichtung überlappend mit dem der Durchkontaktierung zugeordneten Schichtenstapel angeordnet ist. Beispielsweise sind die

5 Schichtenstapel in Form eines Arrays entlang den Knotenpunkten eines imaginären regelmäßigen Rechteckgitters nebeneinander angeordnet. Die Schichtenstapel sind beispielsweise mittels eines gleichen Herstellungsverfahrens gemeinsam hergestellt. Manche Schichten unterschiedlicher

10 Schichtenstapel sind beispielsweise miteinander zusammenhängend ausgebildet. Alternativ können die Schichtenstapel beabstandet voneinander angeordnet und nicht zusammenhängend ausgebildet sein.

15 Die Schichtenstapel sind beispielsweise jeweils separat mittels der den Schichtenstapeln zugeordneten Durchkontaktierung elektrisch leitend kontaktierbar. Jede Durchkontaktierung kann unabhängig von weiteren Durchkontaktierungen separat bestromt werden, sodass der

20 oberflächenemittierende Halbleiterlaser einen pixelierten oberflächenemittierenden Halbleiterlaser bildet.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Rückseitenkontakt entlang der Schichtenebene vollständig von einer ersten

25 Isolationsschicht umgeben. Beispielsweise ist mittels der ersten Isolationsschicht der Grundkörper elektrisch von dem Schichtenstapel isoliert. Insbesondere grenzt die erste Isolationsschicht einerseits direkt an den Grundkörper und andererseits direkt an den Schichtenstapel. Weiter können

30 mittels der ersten Isolationsschicht Rückseitenkontakte unterschiedlicher Schichtenstapel voneinander isoliert sein.

Beispielsweise ist die erste Isolationsschicht entlang der Stapelrichtung nicht überlappend mit der Durchkontaktierung angeordnet. Dann verursacht die erste Isolationsschicht keine weitere Stromeinschnürung im Schichtenstapel. Beispielsweise weist die Isolationsschicht im Bereich der Durchkontaktierung eine Öffnung auf. Beispielsweise ist Querschnittsfläche zumindest genau so groß wie die Querschnittfläche der Durchkontaktierung an ihrer dem Schichtenstapel zugewandten Seite. Insbesondere sind die Querschnittsform der Öffnung und der Durchkontaktierung im mathematischen Sinne ähnlich. Ähnlich im mathematischen Sinne heißt, dass die Querschnittsformen durch Ähnlichkeitsabbildungen, wie beispielsweise zentrische Streckungen und Kongruenzabbildungen, also Verschiebungen, Drehungen, Spiegelungen, ineinander überführbar sind. Die erste Isolationsschicht ist beispielsweise mit Siliziumoxid oder einem isolierenden keramischen Material gebildet.

Gemäß einer Ausführungsform ist an einer von dem Träger abgewandten Seite des Schichtenstapels ein dritter Bragg-Spiegel angeordnet, wobei der dritte Bragg-Spiegel entlang der Stapelrichtung vollständig mit der Durchkontaktierung überlappt. Entlang der Stapelrichtung ist der dritte Bragg-Spiegel beispielsweise vollständig überlappend mit dem aktiven Volumen angeordnet. Insbesondere bildet der dritte Bragg-Spiegel zumindest einen Teil der Reflektoren des Resonators. Der dritte Bragg-Spiegel kann entlang der Schichtenebene eine geringere Querschnittsfläche als der aktive Bereich aufweisen. Beispielsweise überragt der aktive Bereich den dritten Bragg-Spiegel entlang aller Richtungen senkrecht zur Stapelrichtung. Insbesondere ist mittels der Ausdehnung des dritten Bragg-Spiegels entlang der Schichtenebene die Reflektivität des Reflektors an einer von

dem Träger abgewandten Seite des Schichtenstapels vorgebbar, wodurch beispielsweise die optischen Moden des Halbleiterlaserchips vorgebbar sind.

- 5 Der dritte Bragg-Spiegel ist beispielsweise auf einer von dem aktiven Bereich abgewandten Seite des Vorderseitenkontakts angeordnet. Der dritte Bragg-Spiegel kann mit einem elektrisch isolierenden Material gebildet sein. Vorteilhafterweise ist somit ein besonders geringer
- 10 Kontaktwiderstand des Vorderseitenkontakts zum aktiven Bereich erreichbar, da der zweite Bragg-Spiegel besonders dünn beziehungsweise mit besonders wenigen Schichten ausgebildet sein kann.
- 15 Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des oberflächenemittierenden Halbleiterlasers ergeben sich aus den folgenden, im Zusammenhang mit den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen.
- 20 Es zeigen die Figuren 1, 2, 3, 4 und 5 schematische Schnittdarstellungen von Ausführungsbeispielen oberflächenemittierender Halbleiterlaser.

- Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in
- 25 den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente zur besseren Darstellbarkeit und/oder für eine bessere
- 30 Verständlichkeit übertrieben groß dargestellt sein.

Die Figur 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines hier beschriebenen oberflächenemittierenden

Halbleiterlaserchips 1 gemäß eines Ausführungsbeispiels. Der oberflächenemittierende Halbleiterlaserchip 1 umfasst einen Träger 20, einen auf dem Träger 20 angeordneten Schichtenstapel 10 mit einer senkrecht zur Stapelrichtung R verlaufenden Schichtenebene 11, einem Vorderseitenkontakt 310 und einem Rückseitenkontakt 320, bei dem im Betrieb mittels Stromeinschnürung im Schichtenstapel 10 eine vorgegebene Verteilung einer Stromdichte I erzielt wird, wobei im Träger 20 eine elektrische Durchkontaktierung 200 vorgesehen ist. Die Durchkontaktierung 200 erstreckt sich von einer von dem Schichtenstapel 10 abgewandten Bodenfläche 20a des Trägers 20 bis zu einer dem Schichtenstapel 10 zugewandten Fläche des Trägers 20. Die Verteilung der Stromdichte I ist durch die Form und die Größe des Querschnitts der Durchkontaktierung 200 parallel zur Schichtenebene L definiert.

Der Halbleiterlaserchip 1 bildet einen gewinngeführten Halbleiterlaser, bei dem mittels der Stromeinschnürung die Verteilung der Stromdichte I im aktiven Bereich 103 vorgegeben ist. Die Verteilung der Stromdichte I gibt die Form und die Querschnittsfläche des aktiven Volumens 103a vor. Das aktive Volumen 103a ist der Teil des aktiven Bereichs 103, in welchem im bestimmungsgemäßen Betrieb eine Besetzungsinversion vorliegt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das aktive Volumen nicht mittels elektrisch isolierender Blenden gebildet. Insbesondere sind die Schichten des Schichtenstapels 10 einfach zusammenhängend ausgebildet und die elektrische Leitfähigkeit der Schichten entlang der Schichtenebene L ist jeweils konstant.

Der Träger 20 umfasst einen Grundkörper 203, der beispielsweise mit Silizium gebildet ist, insbesondere aus

Silizium besteht. Die Durchkontaktierung 200 ist lateral, sprich in allen Richtungen senkrecht zur Stapelrichtung R von einer Beschichtung 201 umgeben, welche die Durchkontaktierung 200 von dem Grundkörper 203 elektrisch isoliert. Die

5 Durchkontaktierung 200 weist eine höhere thermische Leitfähigkeit als der Grundkörper 203 auf. Beispielsweise ist die Durchkontaktierung mit Kupfer und der Grundkörper mit Silizium gebildet. Beispielsweise weist die Durchkontaktierung eine thermische Leitfähigkeit von
10 zumindest 300 Watt pro Meter Kelvin auf und der Grundkörper weist eine thermische Leitfähigkeit von maximal 200 Watt pro Meter Kelvin auf.

Die Länge T der Durchkontaktierung 200 durch den Träger 20
15 hindurch ist zumindest zehnmal größer als der mittlere Durchmesser D der Durchkontaktierung 200 parallel zur Bodenfläche 20a. Beispielsweise beträgt der Durchmesser D maximal 10 μm und die Länge T zumindest 100 μm .

20 An einer dem Schichtenstapel 10 zugewandten Seite des Trägers 20 ist der Rückseitenkontakt 320 angeordnet. Der Rückseitenkontakt 320 umfasst eine Kontaktschicht 322 und eine erste Isolationsschicht 321. Die Kontaktschicht 322 ist mit einem elektrisch leitenden Material, beispielsweise mit
25 einem Lot, bevorzugt metallischen Lot, alternativ mit einem transparenten elektrisch leitenden Material, beispielsweise einem transparenten leitfähigen Oxid (englische Abkürzung: TCO), gebildet. Insbesondere sind der Schichtenstapel 10 und der Träger 20 ausschließlich mittels des Rückseitenkontakts
30 mechanisch und elektrisch miteinander verbunden. Der Rückseitenkontakt 320 ist zwischen dem Schichtenstapel 10 und dem Träger 20 angeordnet und grenzt einerseits unmittelbar an

den Schichtenstapel 10 und andererseits unmittelbar an die Durchkontaktierung 200 an.

Der Schichtenstapel umfasst einen aktiven Bereich 103, einen
5 ersten Bragg-Spiegel 101 und einen zweiten Bragg-Spiegel 102.
Der erste 101 und der zweite 102 Bragg-Spiegel sind dazu
eingerrichtet, im aktiven Bereich 103 erzeugte
elektromagnetische Strahlung zumindest teilweise zu
reflektieren. Beispielsweise weisen der erste 101 und/oder
10 zweite 102 Bragg-Spiegel jeweils zumindest eine Reflektivität
von 80 %, insbesondere 90 %, für im aktiven Volumen 103a
erzeugte elektromagnetische Strahlung auf.

An einer dem Rückseitenkontakt 310 abgewandten Seite des
15 Schichtenstapels 10 ist der Vorderseitenkontakt 310
angeordnet. Der Vorderseitenkontakt 310 umfasst eine zweite
Isolationsschicht 311, eine erste Teilschicht 312 und eine
zweite Teilschicht 313. Die erste Teilschicht 312 und die
zweite Teilschicht 313 sind mit einem elektrisch leitenden
20 Material gebildet. Insbesondere ist die erste Teilschicht 312
mit einem transparenten elektrisch leitenden Material,
beispielsweise TCO, gebildet. Die zweite Teilschicht 313 kann
beispielsweise mit einem Metall gebildet sein.

25 Im bestimmungsgemäßen Betrieb wird eine elektrische
Potentialdifferenz zwischen dem Vorderseitenkontakt 310 und
dem Rückseitenkontakt 320 angelegt, sodass im aktiven Bereich
103 elektromagnetische Strahlung erzeugt wird. Die
Stromeinschnürung gibt die Verteilung der Stromdichte I
30 entlang der Schichtenebene L vor, sodass ausschließlich in
einem aktiven Volumen 103a elektromagnetische Strahlung
erzeugt wird. Das aktive Volumen 103a ist entlang der
Stapelrichtung R überlappend mit der Durchkontaktierung 200

und einem dritten Bragg-Spiegel 330 angeordnet. Die Stromeinschnürung wird über die Form und die Größe des Querschnitts der Durchkontaktierung 200 parallel zur Schichtenebene L definiert.

5

An einer von dem Träger 20 abgewandten Seite des Schichtenstapels 10 ist eine zweite Isolationsschicht 311 angeordnet, wobei die zweite Isolationsschicht 311 ringförmig ausgebildet ist. Die zweite Isolationsschicht 311 ist
10 beispielsweise zur Stromeinschnürung vom aktiven Bereich 103 zu einer dem Träger 20 abgewandten Seite des Schichtenstapels 10 hin eingerichtet. Insbesondere ist mittels eines Innendurchmessers der ringförmigen zweiten Isolationsschicht 311 die Verteilung der Stromdichte zwischen dem aktiven
15 Bereich 103 und dem zweiten Bragg-Spiegel 102 vorgebbar.

An einer von dem Träger 20 abgewandten Seite des Schichtenstapels 10 ist der dritte Bragg-Spiegel 330 angeordnet, wobei der dritte Bragg-Spiegel 330 entlang der
20 Stapelrichtung R mit der Durchkontaktierung 200 überlappt. Der dritte Bragg-Spiegel 330 ist an einer von dem aktiven Bereich 103 abgewandten Seite des Vorderseitenkontakts 310 angeordnet. Insbesondere weist der dritte Bragg-Spiegel 330 entlang der Schichtenebene L eine geringere Ausdehnung als
25 der erste Bragg-Spiegel 101, der zweite Bragg-Spiegel 102 und der aktive Bereich 103 auf.

Die Figur 2 zeigt eine schematische Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels eines oberflächenemittierenden
30 Halbleiterlasers 1 gemäß einer Ausführungsform. Der oberflächenemittierende Halbleiterlaser 1 umfasst eine Vielzahl von Schichtenstapeln 10, die entlang der Schichtenebene L nebeneinander auf dem Träger 20 angeordnet

sind, wobei den Schichtenstapeln 10 jeweils eine Durchkontaktierung 200 zugeordnet ist und die Durchkontaktierungen 200 entlang der Stapelrichtung R überlappend mit dem der Durchkontaktierung 200 zugeordneten
5 Schichtenstapel 10 angeordnet ist.

Die Schichtenstapel 10 sind beispielsweise in Form eines Arrays an den Knotenpunkten eines imaginären regelmäßigen Rechteckgitters nebeneinander angeordnet. Die Schichtenstapel
10 sind mittels eines gleichen Herstellungsverfahrens gemeinsam hergestellt. Der erste Bragg-Spiegel 101 der nebeneinander angeordneten Schichtenstapel 10 ist zusammenhängend ausgebildet. Die Kontaktschichten 322, mittels denen Durchkontaktierungen 200 und Schichtenstapel 10
15 elektrisch leitend miteinander verbunden sind, sind mittels der ersten Isolationsschicht 321 voneinander elektrisch isoliert.

Die Schichtenstapel 10 sind jeweils separat mittels der den
20 Schichtenstapeln 10 zugeordneten Durchkontaktierung 200 elektrisch leitend kontaktierbar. Insbesondere ist jede Durchkontaktierung 200 unabhängig von weiteren Durchkontaktierungen 200 separat bestrombar, sodass der oberflächenemittierende Halbleiterlaser 1 einen pixelierten
25 oberflächenemittierenden Halbleiterlaser bildet.

Im Unterschied zu dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist in dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel die Kontaktschicht 322 entlang allen
30 Richtungen senkrecht zur Stapelrichtung R, sprich lateral, vollständig von der ersten Isolationsschicht 321 umgeben. Mittels der ersten Isolationsschicht 321 ist der Grundkörper 203 elektrisch von dem Schichtenstapel 10 isoliert. Im

bestimmungsgemäßen Betrieb fließt der elektrische Strom zum Betreiben des Halbleiterlaserchips 1 nicht durch das Material des Grundkörpers 203, sondern ausschließlich durch das Material der Durchkontaktierung 200.

5

Die Figur 3 zeigt eine schematische Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels eines hier beschriebenen oberflächenemittierenden Halbleiterlaserchips 1. In diesem Ausführungsbeispiel ist die zweite Teilschicht 313 des Vorderseitenkontakts 310 ringförmig ausgebildet, wobei im Zentrum der zweiten Teilschicht 313 der dritte Bragg-Spiegel 330 angeordnet ist. Im Unterschied zu dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Vorderseitenkontakt 310 frei von einer zweiten Isolationsschicht 311, mittels der die Verteilung der Stromdichte I im aktiven Bereich vorgegeben wird. Vielmehr wird die Verteilung der Stromdichte I mittels der Form und Querschnittsfläche der zweiten Teilschicht 313 entlang der Schichtebene L und mittels der Form und der Querschnittsfläche der Durchkontaktierung 200 entlang der Schichtebene L vorgegeben.

Die Figur 4 zeigt eine schematische Schnittansicht eines hier beschriebenen oberflächenemittierenden Halbleiterlaserchips gemäß einer Ausführungsform. Im Unterschied zu dem in Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel weist der Halbleiterlaserchip 1 keinen dritten Bragg-Spiegel 330 auf. Weiter ist der Vorderseitenkontakt 310 ausschließlich mit einer zweiten Teilschicht 313 gebildet. Die zweite Teilschicht 313 steht in unmittelbarem Kontakt mit dem zweiten Bragg-Spiegel 102. Die zweite Teilschicht 313 ist ringförmig ausgebildet, sodass im bestimmungsgemäßen Betrieb durch das Zentrum der ringförmig ausgebildeten zweiten Teilschicht 313 im aktiven Bereich 103 erzeugte Laserstrahlung emittiert wird.

Die Figur 5 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines oberflächenemittierenden Halbleiterchips 1. Bei dem oberflächenemittierenden

5 Halbleiterchip 1 umfasst eine Schicht des zweiten Bragg-Spiegels 102 eine elektrisch isolierende Apertur 102b, die einen elektrisch leitenden Bereich 102a begrenzt. Mittels der elektrisch isolierenden Apertur 102b wird beispielsweise die Verteilung der Stromdichte I im aktiven Bereich 103 von einer
10 dem Träger 20 abgewandten Seite des aktiven Bereichs 103 her vorgegeben. Weiter überragt der aktive Bereich 103 die Schichten des zweiten Bragg-Spiegels 102 in allen Richtungen senkrecht zur Stapelrichtung R . Insbesondere wird die elektrisch isolierende Apertur 102b mit einer oxidierten Form
15 des Materials des elektrisch leitenden Bereichs 102a gebildet. Beispielsweise ist zum Oxidieren des Materials von der Seitenfläche 102c her Sauerstoff in den zweiten Bragg-Spiegel 102 eingebracht worden. Die elektrisch isolierende Apertur 102b ist beispielsweise mit einem Aluminiumoxid
20 gebildet.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von
25 Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

30 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 102018101569.0, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird

Bezugszeichenliste

	1	oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip
	10	Schichtenstapel
5	101	erster Bragg-Spiegel
	102	zweiter Bragg-Spiegel
	102a	elektrisch leitender Bereich
	102b	Apertur
	102c	Seitenfläche
10	103	aktiver Bereich
	103a	aktives Volumen
	20	Träger
	20a	Bodenfläche
	200	Durchkontaktierung
15	201	Beschichtung
	202	leitendes Material
	203	Grundkörper
	210	erste Isolationsschicht
	230	Bondschrift
20	300	elektischer Kontakt
	301	erste Kontaktstruktur
	302	zweite Kontaktstruktur
	310	Vorderseitenkontakt
	311	zweite Isolationsschicht
25	312	erste Teilschicht
	313	zweite Teilschicht
	320	Rückseitenkontakt
	321	erste Isolationsschicht
	322	Kontaktschicht
30	330	dritter Bragg-Spiegel
	L	Schichtenebene
	R	Stapelrichtung
	T	Dicke der Durchkontaktierung

D Durchmesser der Durchkontaktierung
I Stromdichte

Patentansprüche

1. Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) mit
einem Träger (20), einem auf dem Träger (20)
5 angeordneten Schichtenstapel (10) mit einer senkrecht
zur Stapelrichtung (R) verlaufenden Schichtenebene (L),
einem Vorderseitenkontakt (310) und einem
Rückseitenkontakt (320), bei dem
im Betrieb vermittelt Stromeinschnürung im
10 Schichtenstapel (10) eine vorgegebene Verteilung einer
Stromdichte (I) erzielt wird, wobei
im Träger (20) eine elektrische Durchkontaktierung
(200) vorgesehen ist, welche sich von einer von dem
Schichtenstapel (10) abgewandten Bodenfläche (20a) des
15 Trägers (20) bis zu einer dem Schichtenstapel (10)
zugewandten Fläche des Trägers (20) erstreckt, und
die Verteilung der Stromdichte (I) durch Form und Größe
des Querschnitts der Durchkontaktierung (200) parallel
zur Schichtenebene (L) an der dem Schichtenstapel
20 zugewandten Fläche maßgeblich beeinflusst ist.
2. Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) gemäß
dem vorherigen Anspruch,
bei dem der Halbleiterlaserchip (1) einen gewinn-
25 geführten Halbleiterlaser bildet.
3. Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) gemäß
einem der vorherigen Ansprüche,
bei dem der Rückseitenkontakt (320) zwischen dem
30 Schichtenstapel (10) und dem Träger (20) angeordnet
ist, und unmittelbar einerseits an den Schichtenstapel
(10) und andererseits an die Durchkontaktierung (200)

angrenzt.

4. Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, bei dem
- 5 - der Träger (20) einen Grundkörper (203) umfasst, wobei der Grundkörper (203) mit einem elektrisch leitenden Material gebildet ist, und
- die Durchkontaktierung (200) von dem Grundkörper (203) mittels einer elektrisch isolierenden
- 10 Beschichtung (201) getrennt ist.
5. Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) gemäß dem vorherigen Anspruch,
- bei dem die Durchkontaktierung (200) eine höhere
- 15 thermische Leitfähigkeit als der Grundkörper (203) aufweist.
6. Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
- 20 bei dem die Länge (T) der Durchkontaktierung (200) durch den Träger (200) hindurch zumindest zehnmal größer ist als der mittlere Durchmesser (D) der Durchkontaktierung (200) parallel zur Bodenfläche (20a).
- 25
7. Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, bei dem
- der Schichtenstapel (10) einen aktiven Bereich (103) zwischen einem ersten Bragg-Spiegel (101) und einem
- 30 zweiten Bragg-Spiegel (102) umfasst,
- der zweite Bragg-Spiegel (102) an einer von dem Träger (20) abgewandten Seite des aktiven Bereichs (103) angeordnet ist, und

- der aktive Bereich (103) zumindest manche Schichten des zweiten Bragg-Spiegels (102) in Richtung senkrecht zur Stapelrichtung (R) vollständig überragt.

- 5 8. Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) gemäß dem vorherigen Anspruch,
bei dem eine Schicht des zweiten Bragg-Spiegels (102) eine elektrisch isolierende Apertur (102b) umfasst, die einen elektrisch leitenden Bereich (102a) entlang der
10 Schichtenebene (L) begrenzt.
9. Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) gemäß einem der Ansprüche 7 oder 8, bei dem
- die Schichten des Schichtenstapels (10) einfach
15 zusammenhängend ausgebildet sind, und
- die elektrische Leitfähigkeit der Schichten entlang der Schichtenebene (L) jeweils konstant ist.
10. Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, bei dem
20 - an einer von dem Träger (20) abgewandten Seite des Schichtenstapels (10) eine zweite Isolationsschicht (311) angeordnet ist, wobei
- die zweite Isolationsschicht (311) ringförmig
25 ausgebildet ist.
11. Oberflächenemittierender Halbleiterlaser (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, mit einer Vielzahl von Schichtenstapeln, bei dem
30 - die Schichtenstapel entlang der Schichtenebene nebeneinander auf dem Träger angeordnet sind, wobei den Schichtenstapeln jeweils eine Durchkontaktierung zugeordnet ist, und

- die Durchkontaktierung entlang der Stapelrichtung jeweils überlappend mit dem der Durchkontaktierung zugeordneten Schichtenstapel angeordnet ist.

- 5 12. Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) gemäß dem vorherigen Anspruch,
bei dem der Rückseitenkontakt (320) in allen Richtungen senkrecht zur Stapelrichtung (R) vollständig von einer ersten Isolationsschicht (321) umgeben ist.
- 10
13. Oberflächenemittierender Halbleiterlaserchip (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche,
bei dem an einer von dem Träger (20) abgewandten Seite des Schichtenstapels (10) ein dritter Bragg-Spiegel
15 (330) angeordnet ist, wobei
der dritte Bragg-Spiegel (330) entlang der Stapelrichtung (R) vollständig mit der Durchkontaktierung (200) überlappt.

FIG 1

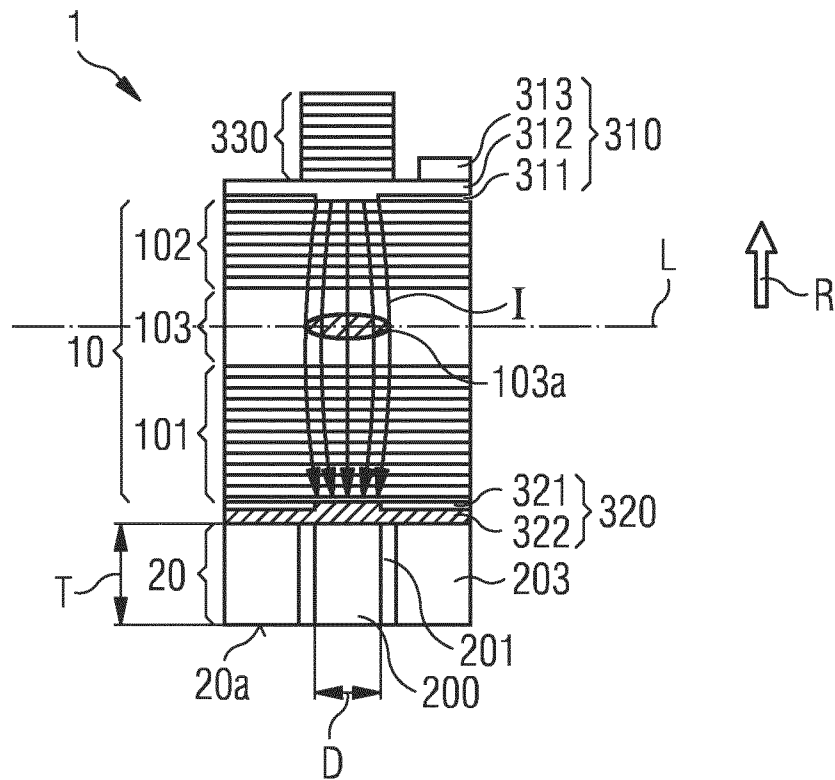


FIG 2

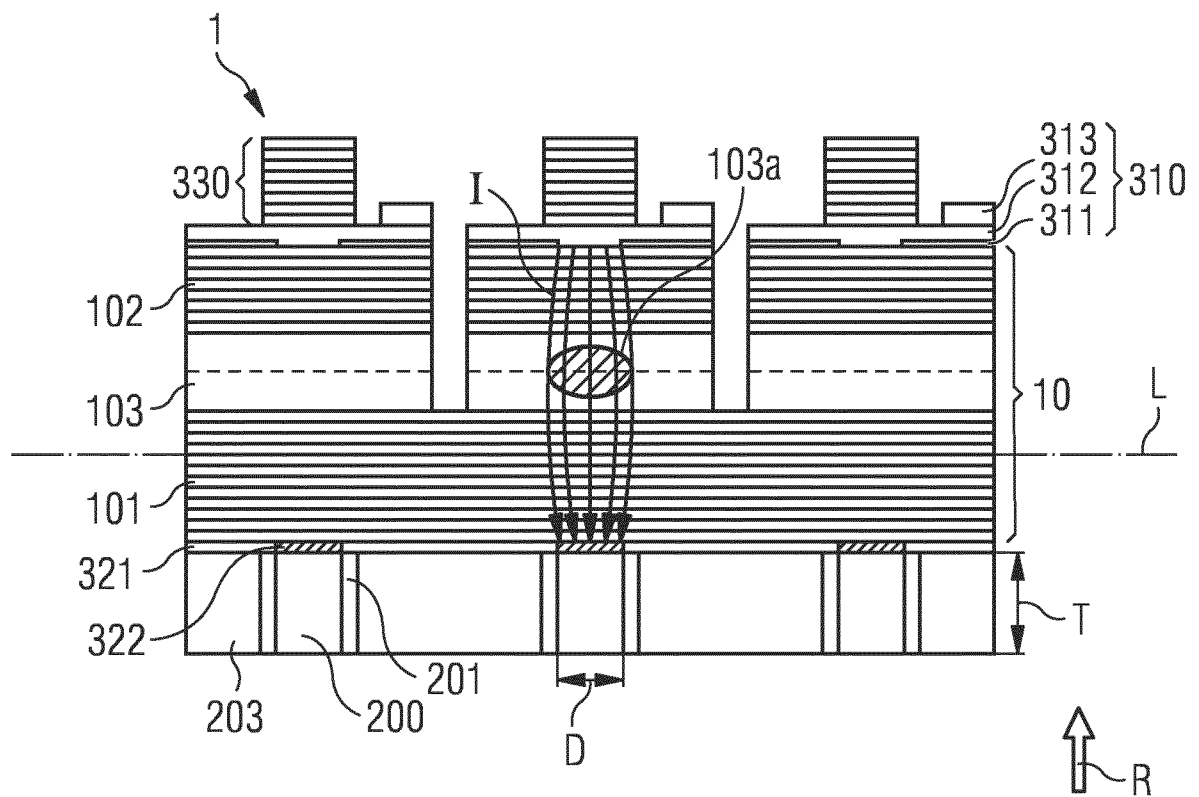


FIG 3

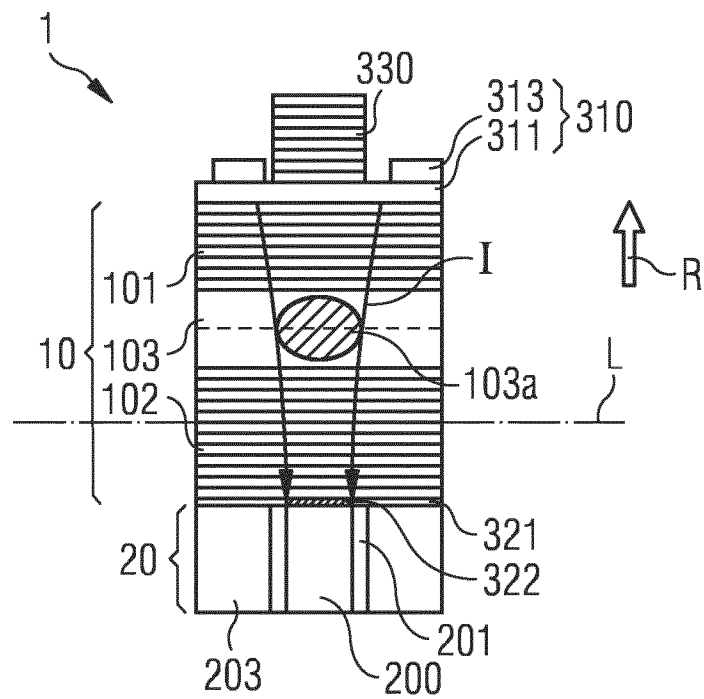


FIG 4

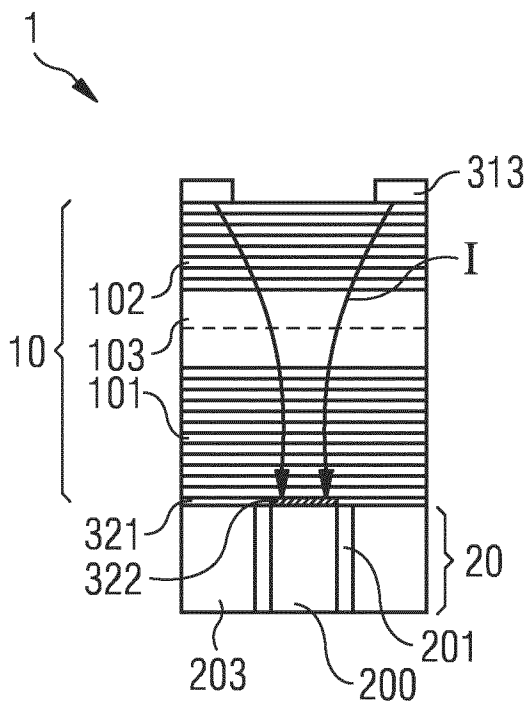
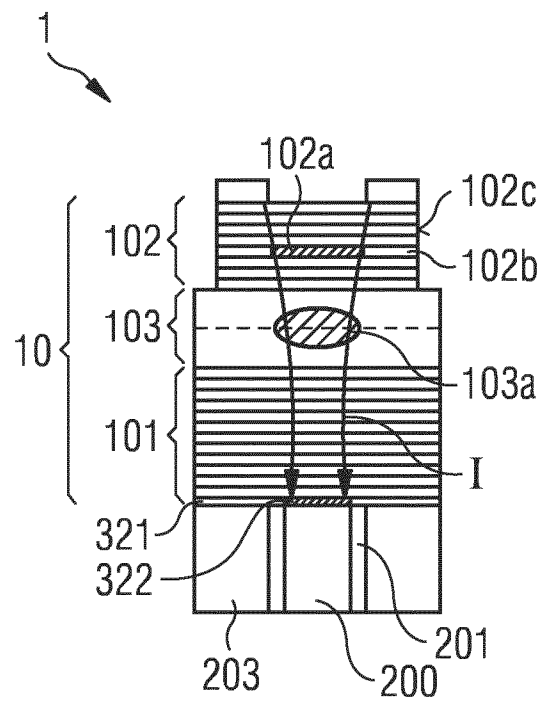


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/051629

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01S 5/183**(2006.01)i; **H01S 5/042**(2006.01)i; **H01S 5/02**(2006.01)i; **H01S 5/024**(2006.01)i; **H01S 5/42**(2006.01)i

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 Y	US 2017025815 A1 (JIANG TONGBI T [US] ET AL) 26 January 2017 (2017-01-26) paragraph [0019] - paragraph [0037]; figures 1B,1C,2A,2B	1,2,5-7,9,11,12 3,4,8,13
X Y	US 2007242716 A1 (SAMAL NIGAMANANDA [US] ET AL) 18 October 2007 (2007-10-18) paragraph [0051] - paragraph [0056]; figures 5,6,7	1,2,5,7-10 3,4,8,13
X Y	EP 0987800 A1 (SEIKO EPSON CORP [JP]) 22 March 2000 (2000-03-22) paragraph [0048] - paragraph [0057]; figure 4	1,2,5,7-10 13
Y	US 2017025820 A1 (SUZUKI RYOICHIRO [JP] ET AL) 26 January 2017 (2017-01-26) paragraph [0045] - paragraph [0049]; figure 1	13
Y	US 2013163627 A1 (SEURIN JEAN F [US] ET AL) 27 June 2013 (2013-06-27) paragraph [0055] - paragraph [0061]; figures 4, 5	3,4
A	US 2007291799 A1 (KONTTINEN JANNE [FI]) 20 December 2007 (2007-12-20) paragraph [0034] - paragraph [0038]; figure 1	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 April 2019

Date of mailing of the international search report

23 April 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Hervé, Denis

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/051629

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2017025815	A1	26 January 2017	US	2017025815	A1	26 January 2017
				US	2018048115	A1	15 February 2018
US	2007242716	A1	18 October 2007	JP	2007529910	A	25 October 2007
				US	2007242716	A1	18 October 2007
				WO	2005089521	A2	29 September 2005
EP	0987800	A1	22 March 2000	EP	0987800	A1	22 March 2000
				JP	H11330609	A	30 November 1999
				KR	20010012440	A	15 February 2001
				WO	9946837	A1	16 September 1999
US	2017025820	A1	26 January 2017	JP	2015177000	A	05 October 2015
				US	2017025820	A1	26 January 2017
				WO	2015137174	A1	17 September 2015
US	2013163627	A1	27 June 2013	NONE			
US	2007291799	A1	20 December 2007	EP	2041849	A1	01 April 2009
				US	2007291799	A1	20 December 2007
				WO	2007144471	A1	21 December 2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	H01S5/183	H01S5/042
		H01S5/02
		H01S5/024
		H01S5/42
ADD.		
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 2017/025815 A1 (JIANG TONGBI T [US] ET AL) 26. Januar 2017 (2017-01-26)	1,2,5-7,
Y	Absatz [0019] - Absatz [0037]; Abbildungen 1B,1C,2A,2B	9,11,12
	-----	3,4,8,13
X	US 2007/242716 A1 (SAMAL NIGAMANANDA [US] ET AL) 18. Oktober 2007 (2007-10-18)	1,2,5,
Y	Absatz [0051] - Absatz [0056]; Abbildungen 5,6,7	7-10
	-----	3,4,8,13
X	EP 0 987 800 A1 (SEIKO EPSON CORP [JP]) 22. März 2000 (2000-03-22)	1,2,5,
Y	Absatz [0048] - Absatz [0057]; Abbildung 4	7-10
	-----	13
Y	US 2017/025820 A1 (SUZUKI RYOICHIRO [JP] ET AL) 26. Januar 2017 (2017-01-26)	13
	Absatz [0045] - Absatz [0049]; Abbildung 1	

	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. April 2019		23/04/2019
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

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2013/163627 A1 (SEURIN JEAN F [US] ET AL) 27. Juni 2013 (2013-06-27) Absatz [0055] - Absatz [0061]; Abbildungen 4, 5	3,4
A	----- US 2007/291799 A1 (KONTTINEN JANNE [FI]) 20. Dezember 2007 (2007-12-20) Absatz [0034] - Absatz [0038]; Abbildung 1 -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/051629

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2017025815	A1	26-01-2017	US	2017025815 A1		26-01-2017
			US	2018048115 A1		15-02-2018

US 2007242716	A1	18-10-2007	JP	2007529910 A		25-10-2007
			US	2007242716 A1		18-10-2007
			WO	2005089521 A2		29-09-2005

EP 0987800	A1	22-03-2000	EP	0987800 A1		22-03-2000
			JP	H11330609 A		30-11-1999
			KR	20010012440 A		15-02-2001
			WO	9946837 A1		16-09-1999

US 2017025820	A1	26-01-2017	JP	2015177000 A		05-10-2015
			US	2017025820 A1		26-01-2017
			WO	2015137174 A1		17-09-2015

US 2013163627	A1	27-06-2013	KEINE			

US 2007291799	A1	20-12-2007	EP	2041849 A1		01-04-2009
			US	2007291799 A1		20-12-2007
			WO	2007144471 A1		21-12-2007
