

(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
16. Juli 2020 (16.07.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/144226 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/02 (2010.01) H01L 33/20 (2010.01)
H01L 33/08 (2010.01) H01S 5/022 (2006.01)
H01L 33/10 (2010.01) H01S 5/40 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/050301

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. Januar 2020 (08.01.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 100 532.9
10. Januar 2019 (10.01.2019) DE

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

(72) Erfinder: **JENTZSCH, Bruno**; Auhölzweg 40, 93053
Regensburg (DE). **TONKIKH, Alexander**; Unterlindhof-
str. 16, 93173 Wenzenbach (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,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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).

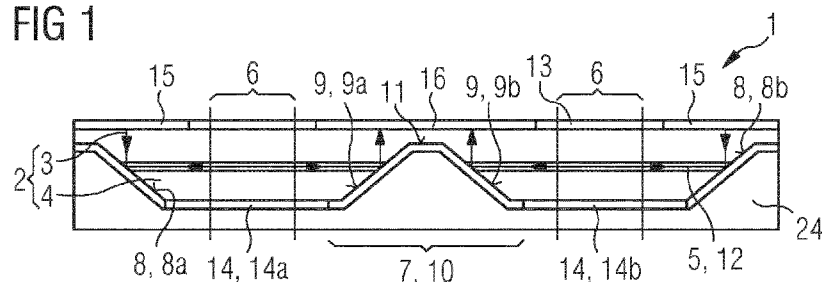
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: RADIATION-EMITTING SEMICONDUCTOR CHIP AND METHOD FOR PRODUCING A RADIATION-EMITTING
SEMICONDUCTOR CHIP

(54) Bezeichnung: STRALUNGSEMITTIERENDER HALBLEITERCHIP UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES
STRALUNGSEMITTIERENDEN HALBLEITERCHIPS

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a radiation-emitting semiconductor chip (1) comprising: - a semiconductor layer sequence (2) having at least two active regions (6) which generate electromagnetic radiation during operation; and - at least one reflective outer surface (8) which is arranged to the side of each active region (6); - wherein the reflective outer surface (8) includes an angle of at least 35° and at most 55° with a main extension plane of the semiconductor chip (1). The invention also relates to a method for producing a radiation-emitting semiconductor chip (1).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) angegeben, mit: - einer Halbleiterschichtenfolge (2) mit zumindest zwei aktiven Bereichen (6), die im Betrieb elektromagnetische Strahlung erzeugen, und - zumindest einer reflektierenden Außenfläche (8), die seitlich jedes aktiven Bereichs (6) angeordnet ist, wobei - die reflektierende Außenfläche (8) einen Winkel von mindestens 35° und höchstens 55° mit einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips (1) einschließt. Zudem wird ein Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Halbleiterchips (1) angegeben.



WO 2020/144226 A1

Beschreibung

STRAHLUNGSEMITTIERENDER HALBLEITERCHIP UND VERFAHREN ZUR
HERSTELLUNG EINES STRAHLUNGSEMITTIERENDEN HALBLEITERCHIPS

5

Es wird ein strahlungsemittierender Halbleiterchip angegeben.
Darüber hinaus wird ein Verfahren zur Herstellung eines
strahlungsemittierenden Halbleiterchips angegeben.

10 Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, einen
strahlungsemittierenden Halbleiterchip anzugeben, der eine
verbesserte Abstrahlcharakteristik aufweist. Außerdem soll
ein Verfahren zur Herstellung eines solchen
strahlungsemittierenden Halbleiterchips angegeben werden.

15

Diese Aufgaben werden durch einen strahlungsemittierenden
Halbleiterchip mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und
durch ein Verfahren mit den Schritten des Patentanspruchs 17
gelöst.

20

Vorteilhafte Ausführungsformen des strahlungsemittierenden
Halbleiterchips und des Verfahrens zur Herstellung eines
strahlungsemittierenden Halbleiterchips sind Gegenstand der
jeweils abhängigen Ansprüche.

25

Gemäß einer Ausführungsform umfasst der
strahlungsemittierende Halbleiterchip eine
Halbleiterschichtenfolge mit zumindest zwei aktiven
Bereichen, die im Betrieb elektromagnetische Strahlung
30 erzeugen. Sollte hier und im Folgenden vereinfacht von
„Strahlung“ die Rede sein, so ist „elektromagnetische
Strahlung“ gemeint.

Die Halbleiterschichtenfolge basiert bevorzugt auf einem III-V-Verbindungshalbleitermaterial, wie einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial, einem Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial oder einem Arsenid-Verbindungshalbleitermaterial.

Der Halbleiterchip weist bevorzugt eine Haupterstreckungsebene auf. Eine laterale Richtung ist bevorzugt parallel zur Haupterstreckungsebene ausgerichtet und eine vertikale Richtung ist senkrecht zu der lateralen Richtung ausgerichtet.

Die im Betrieb der zumindest zwei aktiven Bereiche erzeugte Strahlung kann nahultraviolette Strahlung, sichtbares Licht und/oder naheinfrarote Strahlung sein.

Bevorzugt sind die zumindest zwei aktiven Bereiche in lateraler Richtung beabstandet zueinander angeordnet. Das heißt, die zumindest zwei aktiven Bereiche stehen in diesem Fall an keiner Stelle des Halbleiterchips in direktem Kontakt miteinander. Weiterhin sind die zumindest zwei aktiven Bereiche bevorzugt in einer gemeinsamen Ebene angeordnet. Das heißt, die zumindest zwei aktiven Bereiche sind in Draufsicht bevorzugt überlappungsfrei ausgebildet.

Alternativ ist es möglich, dass die zumindest zwei aktiven Bereiche aneinander angrenzen, beispielsweise in der Mitte. In diesem Fall ist es möglich, dass die zumindest zwei aktiven Bereiche in direktem Kontakt miteinander stehen.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst der strahlungsemittierende Halbleiterchip einen Träger. Der Träger ist bevorzugt dazu vorgesehen und eingerichtet, den

Halbleiterchip mechanisch zu stabilisieren. Der Träger kann aus einem Verguss gebildet sein. Beispielsweise handelt es sich bei dem Verguss um ein Metall. In diesem Fall ist der Träger elektrisch leitend ausgebildet. Vorteilhafterweise
5 kann die Wärmeableitung des Halbleiterchips mittels dem metallischen Verguss verbessert sein.

Weiterhin ist es auch möglich, dass der Träger ein Halbleitermaterial aufweist oder aus einem Halbleitermaterial
10 besteht. Beispielsweise handelt es sich bei dem Halbleitermaterial um Silizium. In diesem Fall ist der Träger elektrisch isolierend ausgebildet.

Ist der Träger elektrisch isolierend ausgebildet, können die
15 aktiven Bereiche mittels einer elektrisch leitenden Kontaktierung bestrombar sein. Die elektrisch leitende Kontaktierung ist in diesem Fall in den Verguss eingebettet. Gemäß einer Ausführungsform umfasst der strahlungsemitierende Halbleiterchip einen elektrisch
20 isolierenden Bereich, der zwischen den aktiven Bereichen angeordnet ist. Der elektrisch isolierende Bereich gibt bevorzugt die laterale Beabstandung der aktiven Bereiche vor. Bevorzugt umfasst der elektrisch isolierende Bereich ein elektrisch isolierendes Material oder besteht aus einem
25 elektrisch isolierenden Material. Beispielsweise umfasst der elektrisch isolierende Bereich eines der folgenden Materialien oder ist aus einem der folgenden Materialien gebildet: SiO_2 , TiO_2 , HfO_2 , ZrO_2 .

30 Bevorzugt umfasst der elektrisch isolierende Bereich SiO_2 mit einem Brechungsindex von ungefähr 1,4. Dadurch kann ein Brechungsindexunterschied zu der Halbleiterschichtenfolge, beispielsweise basierend auf AlGaAs, mit einem Brechungsindex

von ungefähr 3,5, vergleichsweise groß ausgebildet sein. Vorteilhafterweise ist damit eine totale interne Reflektion der Strahlung an dem isolierenden Bereich erhöht.

- 5 Gemäß einer Ausführungsform umfasst der strahlungsemittierende Halbleiterchip zumindest eine reflektierende Außenfläche, die seitlich jedes aktiven Bereichs angeordnet ist. Die zumindest eine reflektierende Außenfläche weist für in den aktiven Bereichen erzeugte
- 10 Strahlung bevorzugt eine Reflektivität von wenigstens 90 % auf, insbesondere 95 %, 99 % oder 100 %.

- Bevorzugt ist jeder aktive Bereich zwischen der reflektierenden Außenfläche und dem elektrisch isolierenden
- 15 Bereich angeordnet. Beispielsweise können die aktiven Bereiche in lateraler Richtung beabstandet zu der reflektierenden Außenfläche und dem elektrisch isolierenden Bereich angeordnet sein.

- 20 Die zumindest eine reflektierende Außenfläche ist dazu ausgebildet, einen Teil der Strahlung der aktiven Bereiche zu reflektieren. Die zumindest eine reflektierende Außenfläche umfasst beispielsweise ein Metall oder besteht daraus. Die zumindest eine reflektierende Außenfläche umfasst
- 25 beispielsweise zumindest eines der folgenden Metalle oder besteht daraus: Silber, Aluminium, Rhodium, Nickel, Kupfer, Gold.

- Eine Grenzfläche zwischen der reflektierenden Außenfläche und
- 30 der Halbleiterschichtenfolge ist bevorzugt elektrisch isolierend ausgebildet. In diesem Fall weist die reflektierende Außenfläche ein Dielektrikum an der Grenzfläche auf. Die Grenzfläche der zumindest einen

reflektierende Außenfläche ist in diesem Fall elektrisch isolierend ausgebildet.

Alternativ ist es möglich, dass die zumindest eine
5 reflektierende Außenfläche ein Bragg-Spiegel ist, der abwechselnd angeordnete Schichten eines hoch brechenden und eines niedrig brechenden Materials umfasst. Die zumindest eine reflektierende Außenfläche ist in diesem Fall in der Regel elektrisch isolierend ausgebildet.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform schließt die reflektierende Außenfläche einen Winkel von mindestens 35° und höchstens 55° mit einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips ein. Bevorzugt schließt die reflektierende
15 Außenfläche einen Winkel von mindestens 40° und höchstens 50° mit einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips ein. Besonders bevorzugt ist der Winkel zwischen der reflektierenden Außenfläche, die dem zugeordneten aktiven Bereich zugewandt ist, und der Haupterstreckungsebene des
20 Halbleiterchips 45° .

Gemäß einer Ausführungsform umfasst der strahlungsemitterende Halbleiterchip eine Halbleiterschichtenfolge mit zumindest zwei aktiven
25 Bereichen, die im Betrieb elektromagnetische Strahlung erzeugen, und zumindest eine reflektierende Außenfläche, die seitlich jedes aktiven Bereichs angeordnet ist, wobei die reflektierende Außenfläche einen Winkel von mindestens 35° und höchstens 55° zu einer Haupterstreckungsebene des
30 Halbleiterchips aufweist.

Weiterhin sind die aktiven Bereiche bevorzugt in derselben Halbleiterschichtenfolge angeordnet. Mit Vorteil ist damit

der Halbleiterchip so vergleichsweise kompakt, im Unterschied zu einem Halbleiterchip, der zwei getrennte Halbleiterschichtenfolgen mit jeweils einem aktiven Bereich aufweist.

5

Gemäß einer Ausführungsform ist die reflektierende Außenfläche zusammenhängend ausgebildet und umschließt den elektrisch isolierenden Bereich vollständig. Die reflektierende Außenfläche weist bevorzugt in Draufsicht die Form eines Kreises oder eines Vielecks auf. In einem Querschnitt senkrecht zur Haupterstreckungsebene kann die reflektierende Außenfläche einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich umfassen, die sich gegenüberliegen. Bevorzugt ist jedem Bereich der reflektierenden Außenfläche ein aktiver Bereich zugeordnet. Weist die reflektierende Innenfläche in Draufsicht die Form eines Kreises auf, so verläuft die reflektierende Außenfläche, die jeweils einem aktiven Bereich zugeordnet ist, in lateraler Richtung bevorzugt jeweils gekrümmt.

20

Weist die reflektierende Innenfläche in Draufsicht die Form eines Vielecks auf, so verläuft die reflektierende Außenfläche, die jeweils einem aktiven Bereich zugeordnet ist, in lateraler Richtung jeweils geradlinig. Die jeweils einem aktiven Bereich zugeordnete reflektierende Außenfläche kann alternativ nicht zusammenhängend ausgebildet sein. In diesem Fall ist die jeweils einem aktiven Bereich zugeordnete reflektierende Außenfläche bevorzugt lateral beabstandet.

Alternativ setzt sich die die reflektierende Außenfläche, die jeweils einem aktiven Bereich zugeordnet ist, durch in lateraler Richtung geradlinig und gekrümmt verlaufende Bereiche zusammen.

Gemäß einer Ausführungsform weist der elektrisch isolierende Bereich eine reflektierende Innenfläche auf, die gegenüber der reflektierenden Außenfläche angeordnet ist. Die

5 reflektierende Innenfläche weist in diesem Fall für in den aktiven Bereichen erzeugte Strahlung bevorzugt eine Reflektivität von wenigstens 90 % auf, insbesondere 95 %, 99 % oder 100 %.

10 Die reflektierende Innenfläche ist beispielsweise elektrisch isolierend ausgebildet und umfasst beispielsweise dielektrische Materialien oder besteht daraus. Die reflektierende Innenfläche ist beispielsweise ein Bragg-Spiegel, der aus abwechselnd angeordneten Schichten eines
15 hoch brechenden und eines niedrig brechenden Materials besteht. Darüber hinaus kann es sich bei der reflektierenden Innenfläche um eine Kombination von metallischen Materialien und elektrisch isolierenden Materialien handeln.

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform schließt die reflektierende Innenfläche einen Winkel von mindestens 35° und höchstens 55° mit einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips ein. Bevorzugt schließt die reflektierende Innenfläche einen Winkel von mindestens 40° und höchstens 50°
25 mit einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips ein. Besonders bevorzugt ist der Winkel zwischen der reflektierenden Innenfläche, die dem zugeordneten aktiven Bereich zugewandt ist, und der Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips 45°. Weiterhin schließen die reflektierende
30 Innenfläche und die jeweils gegenüberliegende reflektierende Außenfläche einen Winkel von 90° ein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die reflektierende Innenfläche in Draufsicht die Form eines Kreises, eines runden Rings, eines Vielecks oder eines vieleckigen Rings auf. Damit ist die reflektierende

5 Innenfläche zusammenhängend ausgebildet. In einem Querschnitt senkrecht zur Haupterstreckungsebene kann die reflektierende Innenfläche einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich umfassen, die sich gegenüberliegen. Bevorzugt ist jedem Bereich der reflektierenden Innenfläche ein aktiver Bereich
10 zugeordnet.

Weist die reflektierende Innenfläche in Draufsicht die Form eines Vielecks oder eines vieleckigen Rings auf, so verläuft die reflektierende Innenfläche, die jeweils einem aktiven
15 Bereich zugeordnet ist, in lateraler Richtung jeweils geradlinig.

Gemäß einer Ausführungsform ist der elektrisch isolierende Bereich als Vorsprung ausgebildet, der von der
20 reflektierenden Innenfläche seitlich begrenzt ist. Der Vorsprung erstreckt sich bevorzugt in vertikaler Richtung. Eine Seitenfläche des Vorsprungs kann durch die reflektierende Innenfläche gebildet sein oder die reflektierende Innenfläche umfassen. Eine Ausdehnung der
25 reflektierenden Innenfläche in vertikaler Richtung gibt bevorzugt eine Höhe des Vorsprungs vor. Weiterhin kann der Vorsprung eine Deckfläche aufweisen. In diesem Fall verbindet die Deckfläche des Vorsprungs Endpunkte der Seitenfläche des Vorsprungs. Die Deckfläche erstreckt sich in diesem Fall
30 bevorzugt in lateraler Richtung.

Gemäß einer Ausführungsform weist die Halbleiterschichtenfolge eine erste Mantelschicht und eine

zweite Mantelschicht auf, die sich jeweils in lateraler Richtung erstrecken. Weiterhin sind die erste Mantelschicht und die zweite Mantelschicht in vertikaler Richtung übereinander angeordnet. Die zumindest zwei aktiven Bereiche
5 sind bevorzugt zwischen der ersten Mantelschicht und der zweiten Mantelschicht angeordnet.

Gemäß einer Ausführungsform weist die Halbleiterschichtenfolge eine aktive Zone auf, die die
10 aktiven Bereiche umfasst. Die aktive Zone ist bevorzugt zwischen der ersten Mantelschicht und der zweiten Mantelschicht angeordnet. Die aktive Zone grenzt beispielsweise unmittelbar an die erste Mantelschicht und die zweite Mantelschicht an.

15
Gemäß einer Ausführungsform durchdringt die reflektierende Innenfläche die aktive Zone vollständig. Die in den aktiven Bereichen erzeugte Strahlung bildet jeweils einen Strahl mit einem Strahlprofil, das im Querschnitt senkrecht zu einer
20 Haupterstreckungsrichtung des Strahls eine laterale und eine vertikale Ausdehnung aufweist. Durchdringt die reflektierende Innenfläche die aktive Zone vollständig, kann das Strahlprofil in einer Seitenansicht vollständig mit der reflektierenden Innenfläche überlappen und reflektiert
25 werden.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die aktive Zone einen Ausbreitungsbereich. Die Strahlung weist bevorzugt eine Ausbreitungsrichtung entlang der aktiven Zone auf, die durch
30 eine longitudinale Komponente des Ausbreitungsbereichs vorgegeben ist. Im Querschnitt zur Ausbreitungsrichtung weist das Strahlprofil eine vertikale und laterale Ausdehnung auf,

die durch eine vertikale und laterale Ausdehnung des Ausbreitungsbereichs vorgegeben ist.

Gemäß einer Ausführungsform ist die aktive Zone innerhalb des Ausbreitungsbereichs angeordnet. Bevorzugt überragt der Ausbreitungsbereich die aktive Zone in vertikaler Richtung. Das Strahlprofil kann damit die aktive Zone in vertikaler Richtung überragen. Weiterhin kann der Ausbreitungsbereich die gleiche Dimension in lateraler Richtung wie die aktive Zone aufweisen.

Der Ausbreitungsbereich ist bevorzugt zwischen der ersten Mantelschicht und der zweiten Mantelschicht angeordnet. Beispielsweise kann der Ausbreitungsbereich Materialien umfassen, die verschieden von der ersten Mantelschicht und der zweiten Mantelschicht sind. Die Mantelschichten weisen in diesem Fall einen geringeren Brechungsindex für die Strahlung auf als der Ausbreitungsbereich. Durch Wahl des Brechungsindex des Ausbreitungsbereichs kann beispielsweise die vertikale Ausdehnung des Ausbreitungsbereichs und damit des Strahlprofils vorgegeben sein.

Gemäß einer Ausführungsform durchdringt die reflektierende Innenfläche den Ausbreitungsbereich nur teilweise. Das heißt, der Ausbreitungsbereich wird nicht vollständig durch die reflektierende Innenfläche durchbrochen. In diesem Fall kann das Strahlprofil in einer Seitenansicht teilweise mit der reflektierenden Innenfläche überlappen, wobei sich Strahlung des nicht überlappenden Teils des Strahlprofils weiter im Ausbreitungsbereich ausbreiten kann.

Beispielsweise durchdringt die reflektierende Innenfläche den Ausbreitungsbereich zu höchstens 70 %. In diesem Fall kann

höchstens 70 % der Strahlung von der reflektierenden Innenfläche reflektiert werden. Alternativ ist es möglich, dass die reflektierende Innenfläche den Ausbreitungsbereich höchstens zu 50 % durchdringt und Strahlung höchstens zu 50 % von der reflektierenden Innenfläche reflektiert werden kann. Weiterhin ist es möglich, dass die reflektierende Innenfläche den Ausbreitungsbereich höchstens zu 30 % durchdringt und Strahlung höchstens zu 30 % von der reflektierenden Innenfläche reflektiert werden kann.

10

Grenzen die zumindest zwei aktiven Bereiche direkt aneinander an, ist es möglich, dass der Ausbreitungsbereich nicht durchbrochen ist.

15 Gemäß einer Ausführungsform durchdringt die reflektierende Außenfläche die aktive Zone vollständig. Das Strahlprofil kann in diesem Fall in einer Seitenansicht vollständig mit der reflektierenden Außenfläche überlappen und reflektiert werden.

20

Gemäß einer Ausführungsform durchdringen die reflektierende Innenfläche und die reflektierende Außenfläche die Halbleiterschichtenfolge nicht vollständig. Bevorzugt ist die erste Mantelschicht der Halbleiterschichtenfolge nicht vollständig von der reflektierenden Innenfläche und der reflektierenden Außenfläche durchdrungen. Das heißt, die erste Mantelschicht ist zusammenhängend ausgebildet. Weiterhin weist die erste Mantelschicht keine Öffnungen auf, die die erste Mantelschicht durchdringen.

30

Gemäß einer Ausführungsform ist eine erste Kontaktschicht auf einer Deckfläche der Halbleiterschichtenfolge angeordnet. Die erste Kontaktschicht ist bevorzugt elektrisch leitend

ausgebildet und zur elektrischen Kontaktierung der Halbleiterschichtenfolge eingerichtet und vorgesehen. Bevorzugt bedeckt die erste Kontaktschicht die Deckfläche der Halbleiterschichtenfolge zu großen Teilen. Die erste

5 Kontaktschicht bedeckt die Halbleiterschichtenfolge bevorzugt zu 80 % oder 90 %. Die erste Kontaktschicht umfasst bevorzugt ein Metall oder besteht daraus.

Gemäß einer Ausführungsform ist eine zweite Kontaktschicht

10 auf einer Bodenfläche der Halbleiterschichtenfolge angeordnet. Die zweite Kontaktschicht ist bevorzugt elektrisch leitend ausgebildet und zur elektrischen Kontaktierung der Halbleiterschichtenfolge eingerichtet und vorgesehen. Die Bodenfläche der Halbleiterschichtenfolge

15 liegt der Deckfläche gegenüber. Die zweite Kontaktschicht ist bevorzugt bereichsweise auf der Bodenfläche der Halbleiterschichtenfolge angeordnet. Die zweite Kontaktschicht umfasst bevorzugt ein Metall oder besteht

daraus.

20 Die zweite Kontaktschicht weist beispielsweise zumindest zwei Kontaktbereiche auf, die jeweils in lateraler Richtung beabstandet voneinander auf der Bodenfläche der Halbleiterschichtenfolge angeordnet sind. Weiterhin weisen

25 die zumindest zwei Kontaktbereiche jeweils eine Breite und eine Länge auf. Die Breite der zumindest zwei Kontaktbereiche ist bevorzugt an jeder Stelle gleich groß ausgebildet. Alternativ kann sich die Breite der zumindest zwei Kontaktbereiche in Richtung des elektrisch isolierenden

30 Bereichs verjüngen oder verbreitern.

Gemäß einer Ausführungsform geben die erste Kontaktschicht und die zweite Kontaktschicht die lateralen Dimensionen jedes aktiven Bereichs vor.

- 5 Weist die zweite Kontaktschicht die zumindest zwei Kontaktbereiche auf, überlappen die zumindest zwei Kontaktbereiche in Draufsicht bevorzugt jeweils mit einem der zumindest zwei aktiven Bereiche. In den überlappenden Bereichen ist eine Stromdichte des einzuprägenden Stroms
10 vergleichsweise hoch. In den überlappenden Bereichen ist die Stromdichte bevorzugt so groß, dass die aktive Zone Strahlung emittiert und damit die zumindest zwei aktiven Bereiche bildet. Das heißt, die lateralen Dimensionen der zumindest zwei aktiven Bereiche sind bevorzugt jeweils durch die Breite
15 und die Länge der zumindest zwei Kontaktbereiche vorgegeben. Bevorzugt weist ein aktiver Bereich eine größere Fläche auf als ein zugeordneter Kontaktbereich.

- Alternativ umfasst der Halbleiterchip einen Stegwellenleiter,
20 der die erste Mantelschicht, die zweite Mantelschicht und/oder die aktive Zone umfasst. Der Stegwellenleiter ist durch einen Vorsprung gebildet, der die erste Mantelschicht, die zweite Mantelschicht und/oder die aktive Zone umfasst. Die laterale Dimension des Stegwellenleiters gibt die
25 laterale Dimension des aktiven Bereichs vor. Flanken des Stegwellenleiters können jeweils von einer Passivierungsschicht bedeckt sein, die einen Brechungsindex aufweisen, der jeweils verschieden zu einem Brechungsindex der ersten Mantelschicht und/oder der zweiten Mantelschicht
30 ist. Damit können die lateralen Dimensionen des aktiven Bereichs vorteilhafterweise besonders gut vorgegeben werden.

Gemäß einer Ausführungsform weist die Halbleiterschichtenfolge eine Vielzahl aktiver Bereiche auf, die paarweise gegenüberliegend und kreisförmig angeordnet sind. In diesem Fall weist die zweite Kontaktschicht
5 bevorzugt eine Vielzahl von Kontaktbereichen auf, die bevorzugt paarweise gegenüberliegend und kreisförmig angeordnet sind.

Die Kontaktbereiche geben bevorzugt jeweils eine Länge und
10 Breite der aktiven Bereiche vor. Die paarweise gegenüberliegenden aktiven Bereiche weisen bevorzugt eine gemeinsame Achse auf, die sich entlang der Längen von sich paarweise gegenüberliegenden aktiven Bereichen erstreckt. Zwischen direkt benachbarten Achsen zweier sich paarweise
15 gegenüberliegenden aktiven Bereichen ist bevorzugt jeweils ein Winkel angeordnet. Die Achsen schneiden sich in diesem Fall im elektrisch isolierenden Bereich. Bevorzugt sind die Winkel zwischen den Achsen äquidistant. Weiterhin können direkt benachbarte Achsen zweier sich paarweise
20 gegenüberliegenden aktiven Bereiche jeweils einen Winkel von $180^\circ/n$ aufweisen. In diesem Fall ist n die gesamte Anzahl der Achsen und $n*2$ ist die gesamte Anzahl der aktiven Bereiche. Weist der Halbleiterchip direkt benachbarte Achsen auf, so verläuft der Ausbreitungsbereich entlang jeweils einer der
25 Achsen. Direkt benachbarte Ausbreitungsbereiche weisen bevorzugt einen Winkel von $180^\circ/n$ auf, wobei n die gesamte Anzahl der Ausbreitungsbereiche ist. Durch eine solche Anordnung wird vorteilhafterweise eine besonders homogene Abstrahlcharakteristik erzielt.

30

Gemäß einer Ausführungsform weist die Halbleiterschichtenfolge eine Vielzahl aktiver Bereiche auf, die paarweise gegenüberliegend und/oder kreisförmig

angeordnet sind. Beispielsweise erstrecken sich direkt benachbarte Achsen zweier sich paarweise gegenüberliegenden aktiver Bereiche parallel zueinander.

5 Gemäß einer Ausführungsform ist auf der Halbleiterschichtenfolge im Bereich der reflektierenden Außenfläche eine Reflexionsbeschichtung angeordnet. Bevorzugt ist die Reflexionsbeschichtung auf der Deckfläche der Halbleiterschichtenfolge angeordnet und kann mit dieser in
10 direktem Kontakt stehen. Die Reflexionsbeschichtung weist für die Strahlung bevorzugt eine Reflektivität von mindestens 90 %, 95 % oder 99 % auf. Damit kann es sich bei der Reflexionsbeschichtung um eine hochreflektierende Beschichtung handeln.

15 Gemäß einer Ausführungsform ist auf der Halbleiterschichtenfolge im elektrisch isolierenden Bereich eine Antireflexbeschichtung angeordnet. Die Antireflexbeschichtung ist bevorzugt auf der Deckfläche der Halbleiterschichtenfolge angeordnet und kann mit dieser in
20 direktem Kontakt stehen. Eine Reflexion an der Grenzfläche von der Deckfläche der Halbleiterschichtenfolge zur Antireflexbeschichtung liegt beispielsweise bei höchstens 20 %, 10 %, 5 %, 0,0001 % oder 0,00001 %.

25 Eine Idee des hier beschriebenen Halbleiterchips ist unter anderem, dass die Halbleiterschichtenfolge zumindest zwei aktive Bereiche aufweist, die im Betrieb jeweils elektromagnetische Strahlung erzeugen. In den aktiven
30 Bereichen emittierte Strahlung kann sich in dem Ausbreitungsbereich in Richtung reflektierender Außenfläche ausbreiten. Die Strahlung kann an der reflektierenden Außenfläche in Richtung Deckfläche der

Halbleiterschichtenfolge reflektiert werden. Dort kann die Strahlung zu großen Teilen von der Reflexionsbeschichtung zurück zur reflektierenden Außenfläche reflektiert werden. Die zunächst in Richtung der reflektierenden Außenfläche emittierte Strahlung wird damit in Richtung des isolierenden Bereichs zurückreflektiert. Die zurückreflektierte Strahlung sowie die in Richtung des isolierenden Bereichs emittierte Strahlung können nachfolgend an der reflektierenden Innenfläche in Richtung Deckfläche der Halbleiterschichtenfolge reflektiert werden und über die Antireflexbeschichtung zumindest teilweise aus dem Halbleiterchip ausgekoppelt werden.

Vorteilhafterweise ist so eine Lichtauskoppelleffizienz und die Abstrahlcharakteristik des Halbleiterchips verbessert, da die emittierte Strahlung der aktiven Bereiche über die Antireflexbeschichtung ausgekoppelt wird und sich im Fernfeld überlagern kann.

Gemäß einer Ausführungsform ist auf der Halbleiterschichtenfolge im Bereich der reflektierenden Außenfläche eine Antireflexbeschichtung angeordnet und auf der Halbleiterschichtenfolge im elektrisch isolierenden Bereich eine Reflexionsbeschichtung angeordnet. Die emittierte Strahlung der aktiven Bereiche wird in diesem Fall über die Antireflexbeschichtung über der reflektierenden Außenfläche ausgekoppelt. Mit Vorteil wird die Strahlung nicht lokal im Bereich der Antireflexbeschichtung überlagert und eine geringere Erwärmung des Halbleiterchips kann erzielt werden.

Gemäß einer Ausführungsform ist auf der Halbleiterschichtenfolge im Bereich der reflektierenden

Außenfläche und im elektrisch isolierenden Bereich eine Antireflexbeschichtung angeordnet. Die emittierte Strahlung der aktiven Bereiche wird in diesem Fall über die Antireflexbeschichtung über der reflektierenden Außenfläche und über der reflektierenden Innenfläche ausgekoppelt. Damit kann eine Wärmebelastung des Halbleiterchips weiter verringert werden.

Für den Fall, dass die zumindest zwei aktiven Bereiche aneinander angrenzen und der Halbleiterchip damit keinen elektrisch isolierenden Bereich aufweist, ist die Antireflexbeschichtung lediglich auf der Halbleiterschichtenfolge im Bereich der reflektierenden Außenfläche angeordnet. Alternativ kann die Antireflexbeschichtung auf der Halbleiterschichtenfolge im Bereich der reflektierenden Außenfläche, die einem der aktiven Bereiche zugeordnet ist, angeordnet sein. Im Bereich der reflektierenden Außenfläche, die einem gegenüberliegenden aktiven Bereich zugeordnet ist, kann auf der Halbleiterschichtenfolge in diesem Fall die Reflexionsbeschichtung angeordnet sein.

Gemäß einer Ausführungsform ist der strahlungsemittierende Halbleiterchip eine superlumineszente lichtemittierende Diode mit einer erhöhten Helligkeit und/oder einem erhöhten Lichtstrom gegenüber einer herkömmlichen lichtemittierenden Diode. Die erzeugte Strahlung der superlumineszenten lichtemittierenden Diode kann im Ausbreitungsbereich verstärkt werden. Beispielsweise kann Strahlung, die sich in Richtung der reflektierenden Außenfläche ausbreitet, mittels der Reflexionsbeschichtung und nochmaliger Reflexion an der reflektierenden Außenfläche in Richtung reflektierender Innenfläche gelenkt werden. Emittierte Strahlung, die sich in

Richtung der Innenfläche ausbreitet, kann sich vorteilhafterweise mit der zurückreflektierten, von der reflektierenden Außenfläche kommenden Strahlung, überlagern. Vorteilhafterweise können die so überlagerten Strahlungen der
5 aktiven Bereiche im Bereich der Antireflexbeschichtung überlagert werden. Die ausgekoppelte Strahlung ist damit verstärkt und weist eine erhöhte Helligkeit und/oder Lichtstrom auf.

- 10 Im Unterschied zu einer Laserdiode weisen superlumineszente lichtemittierende Dioden keinen Resonator auf. In Verbindung mit der superlumineszenten lichtemittierenden Diode wird Strahlung vorteilhafterweise verstärkt, wobei die Strahlung eine vergleichsweise geringe zeitliche Kohärenz und eine
15 vergleichsweise große räumliche Kohärenz aufweist.

Gemäß einer Ausführungsform erzeugt der strahlungsemittierende Halbleiterchip Laserstrahlung. In diesem Fall ist der Halbleiterchip beispielsweise eine
20 Laserdiode, insbesondere eine Halbleiterlaserdiode. Die vom Halbleiterchip erzeugte Laserstrahlung weist bevorzugt eine vergleichsweise große zeitliche Kohärenz und eine vergleichsweise große räumliche Kohärenz auf. In diesem Fall ist die Laserstrahlung kohärente Strahlung. Die von den zwei
25 aktiven Bereichen emittierte Strahlung ist in diesem Fall bevorzugt monochromatisches und kohärentes Laserlicht. Die Strahlung weist damit vorteilhafterweise eine vergleichsweise geringe Bandbreite auf bei gleichzeitigem vergleichsweise hohem Lichtstrom.

30

Mittels einem Anteil der Strahlung, die an der Innenfläche reflektiert wird, und einem Anteil der Strahlung, die an der Antireflexbeschichtung reflektiert wird, kann der

Halbleiterchip von einer superlumineszenten lichtemittierenden Diode zu einer Laserdiode umgewandelt werden.

- 5 Ist die reflektierende Innenfläche beispielsweise so ausgebildet, dass diese den Ausbreitungsbereich nur teilweise durchdringt, kann sich erzeugte Strahlung teilweise zwischen gegenüberliegenden reflektierenden Außenflächen im Ausbreitungsbereich ausbreiten. Der Ausbreitungsbereich
10 bildet in diesem Fall einen Resonator für die Strahlung. Durch Überlagerung der Strahlung, die sich zwischen den gegenüberliegenden reflektierenden Außenflächen im Ausbreitungsbereich ausbreiten, ist beispielsweise Laserlicht erzeugbar, das teilweise über die reflektierende Innenfläche
15 und die Antireflexbeschichtung ausgekoppelt wird.

- Weist der Halbleiterchip beispielsweise die Vielzahl von aktiven Bereichen auf, überlagert sich das Laserlicht der Paare der Vielzahl von aktiven Bereichen. Damit ist die
20 Auskoppelleffizienz des Halbleiterchips mit Vorteil weiter erhöht.

- Weiterhin kann mittels der Antireflexbeschichtung vorteilhafterweise ein Reflexionsgrad von Strahlung
25 vorgegeben sein. Damit kann ein Anteil der Strahlung mittels der Antireflexbeschichtung auf der ersten Mantelschicht zurück in den Ausbreitungsbereich, der als Resonator ausgebildet sein kann, geführt werden.

- 30 Gemäß einer Ausführungsform sind Eigenschaften der elektromagnetischen Strahlung mittels einer Dicke der aktiven Bereiche und einer Breite der zweiten Kontaktschicht vorgegeben. Bevorzugt weist die Strahlung in einem Fernfeld

eine schnelle Achse und eine langsame Achse auf. Im Fernfeld breitet sich die Strahlung als ebene Welle im Raum aus. Die Schwingungsrichtung der Strahlung, bei der die ebene Welle die größere Ausbreitungsgeschwindigkeit aufweist, heißt

5 „schnelle Achse“, die Schwingungsrichtung, die zur schnellen Achse senkrecht steht und eine kleinere Ausbreitungsgeschwindigkeit aufweist, heißt „langsame Achse“.

Durch die Breite der zweiten Kontaktschicht kann die Breite
10 der aktiven Bereiche vorgegeben sein. Durch die Breite der aktiven Bereiche kann weiterhin die langsame Achse vorgegeben sein. Ist die Breite vergleichsweise groß ausgebildet, so weist die langsame Achse in der Regel eine vergleichsweise geringe Breite auf. Ist die Breite vergleichsweise klein
15 ausgebildet, so weist die langsame Achse in der Regel einen vergleichsweise kleinen Wert auf.

Gemäß einer Ausführungsform verbreitert oder verjüngt sich die Kontaktschicht zum elektrisch isolierenden Bereich hin.
20 Verbreitert oder verjüngt sich die Kontaktschicht zum elektrisch isolierenden Bereich hin kann die elektrische Strahlung eine vergleichsweise breite Mode in einem breiteren Bereich aufweisen. Verbreitert sich die Kontaktschicht, so weist die schnelle Achse einen vergleichsweise hohen Wert
25 auf. Verjüngt sich die Kontaktschicht, so kann die vergleichsweise breite Mode in einem breiteren Bereich durch den verjüngenden Bereich ausgefiltert werden und die schnelle Achse weist einen vergleichsweise kleinen Wert auf.
Vorteilhafterweise kann mittels der sich verbreiternden oder
30 verjüngenden Kontaktschicht eine hohe Sättigung erzielt werden.

Mittels der Dicke der aktiven Bereiche kann die schnelle Achse vorgegeben sein. Ist die Dicke vergleichsweise groß ausgebildet, so weist die schnelle Achse in der Regel eine vergleichsweise geringe Breite auf. Ist die Dicke
5 vergleichsweise klein ausgebildet, so weist die schnelle Achse in der Regel eine vergleichsweise große Breite auf.

Es wird darüber hinaus ein Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Halbleiterchips angegeben, mit dem
10 ein hier beschriebener strahlungsemittierender Halbleiterchip hergestellt werden kann. Sämtliche in Verbindung mit dem strahlungsemittierenden Halbleiterchip offenbarten Merkmale und Ausführungsformen sind daher auch in Verbindung mit dem Verfahren anwendbar und umgekehrt.

15 Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird eine Halbleiterschichtenfolge mit einer aktiven Zone bereitgestellt, die dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung zu erzeugen.

20 Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird eine äußere Ausnehmung in der Halbleiterschichtenfolge erzeugt. Die äußere Ausnehmung durchdringt die aktive Zone bevorzugt vollständig. Die äußere Ausnehmung wird beispielsweise durch
25 Materialabtrag der Halbleiterschichtenfolge erzeugt. Die Ausnehmung wird beispielsweise mittels eines chemischen Ätzprozesses erzeugt.

30 Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird eine reflektierende Schicht auf eine Seitenfläche der äußeren Ausnehmung aufgebracht. Die reflektierende Schicht bedeckt die Seitenfläche der Ausnehmung bevorzugt vollständig und bildet die reflektierende Außenfläche.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird eine elektrisch isolierende Schicht auf einen zentralen Bereich der Halbleiterschichtenfolge aufgebracht. In Draufsicht ist
5 der zentrale Bereich in der Mitte der Halbleiterschichtenfolge angeordnet. Das heißt, der zentrale Bereich weist in Draufsicht bevorzugt maximale Abstände zu Seitenbereichen der Halbleiterschichtenfolge auf.

10 Die elektrisch isolierende Schicht bildet den elektrisch isolierenden Bereich. Die elektrisch isolierende Schicht und die reflektierende Schicht können beispielsweise mittels chemischer Gasphasenabscheidung (englisch chemical vapor deposition, kurz CVD) oder einer physikalischen
15 Gasphasenabscheidung (englisch physical vapor deposition, kurz PVD) aufgebracht werden. Die reflektierende Schicht und/oder die elektrisch isolierende Schicht kann/können beispielsweise aus einer Vielzahl von Einzelschichten bestehen.

20 Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens weist die zumindest eine Seitenfläche der äußeren Ausnehmung einen Winkel von mindestens 35° und höchstens 55° zu einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips auf.

25 Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird eine innere Ausnehmung in der Halbleiterschichtenfolge im zentralen Bereich erzeugt.

30 Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird die elektrisch isolierende Schicht auf einer Seitenfläche der inneren Ausnehmung aufgebracht. Die elektrisch isolierende

Schicht kann die Seitenfläche der inneren Ausnehmung bevorzugt vollständig bedecken.

5 Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens schließt die Seitenfläche der inneren Ausnehmung einen Winkel von mindestens 35° und höchstens 55° mit einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips ein.

10 Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird die Halbleiterschichtenfolge von einem Aufwachssubstrat entfernt. Die Halbleiterschichtenfolge ist nach dem Entfernen des Aufwachssubstrats an diesem Bereich frei zugänglich.

15 Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird auf der Halbleiterschichtenfolge ein Träger erzeugt. Beispielsweise kann ein vorgefertigter Träger formschlüssig über eine Fläche der Halbleiterschichtenfolge aufgebracht werden, die die Ausnehmungen aufweist. Bevorzugt wird der Träger vor dem Entfernen des Aufwachssubstrats erzeugt.

20 Alternativ wird ein Vergussmaterial über eine Fläche der Halbleiterschichtenfolge aufgebracht, die die Ausnehmungen aufweist. Das Vergussmaterial füllt die innere Ausnehmung und die äußere Ausnehmung in der Halbleiterschichtenfolge
25 bevorzugt vollständig aus. Weiterhin kann das aufgebrachte Vergussmaterial die Ausnehmung überragen, sodass eine zusammenhängende Schicht des Vergussmaterials erzeugt wird. Bevorzugt liegt das Vergussmaterial beim Aufbringen in einer fließfähigen Form vor. In diesem Fall wird das
30 Vergussmaterial in der Regel nach dem Aufbringen ausgehärtet. Das ausgehärtete Vergussmaterial bildet bevorzugt den Träger und ist die mechanisch stabilisierende Komponente des Halbleiterchips.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens ist mittels dem Verfahren eine Vielzahl von strahlungsemittierenden Halbleiterchips herstellbar. Bevorzugt können die Vielzahl von Halbleiterchips auf einem gemeinsamen Wafer erzeugt werden, der beispielsweise nach dem Erzeugen der Halbleiterchips vereinzelt wird.

Nachfolgend werden der strahlungsemittierende Halbleiterchip und das Verfahren zur Herstellung des strahlungsemittierenden Halbleiterchips anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Die Figuren 1 bis 8 zeigen schematische Darstellungen eines strahlungsemittierenden Halbleiterchips gemäß verschiedener Ausführungsbeispiele,

die Figuren 9 bis 12 zeigen schematische Schnittdarstellungen von Verfahrensstadien eines Verfahrens zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Halbleiterchips gemäß einem Ausführungsbeispiel,

die Figuren 13 bis 15 zeigen exemplarisch Messungen des Fernfelds von elektromagnetischer Strahlung,

anhand der Figuren 16 bis 18 wird exemplarisch eine Messung des Lichtstroms von elektromagnetischer Strahlung erläutert,

die Figuren 19 bis 24 zeigen Simulationen des Fernfelds von elektromagnetischer Strahlung gemäß jeweils einem Ausführungsbeispiel,

die Figuren 25 und 26 zeigen Messungen des Fernfelds von elektromagnetischer Strahlung eines strahlungsemittierenden Halbleiterchips gemäß einem Ausführungsbeispiel, und

- 5 die Figuren 27 bis 31 zeigen schematische Darstellungen eines Ausschnitts eines strahlungsemittierenden Halbleiterchips gemäß jeweils einem Ausführungsbeispiel.

Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in
10 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
15 Verständlichkeit übertrieben groß dargestellt sein.

Die schematische Schnittdarstellung der Figur 1 zeigt das Ausführungsbeispiel eines hier beschriebenen Halbleiterchips 1 entlang einer in Figur 2 dargestellten Schnittlinie A-A.

20

Der Halbleiterchip 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figuren 1 und 2 umfasst eine Halbleiterschichtenfolge 2 mit zumindest zwei aktiven Bereichen 6, die im Betrieb Strahlung erzeugen. Figur 1 zeigt hierbei eine Schnittdarstellung
25 entlang der in Figur 2 dargestellten Schnittlinie A-A. Die Halbleiterschichtenfolge 2 weist eine erste Mantelschicht 3 und eine zweite Mantelschicht 4 auf, zwischen denen eine aktive Zone 5 angeordnet ist, die die aktiven Bereiche 6 umfasst. Die aktiven Bereiche 6 sind in lateraler Richtung
30 beabstandet zueinander und in einer gemeinsamen Ebene angeordnet. Weiterhin umfasst ein Ausbreitungsbereich 12 die aktive Zone 5. Die von den aktiven Bereichen 6 erzeugte

Strahlung breitet sich im Ausbreitungsbereich 12 aus, der sich parallel zur aktiven Zone 5 erstreckt.

Seitlich jedes aktiven Bereichs 6 ist eine reflektierende Außenfläche 8 angeordnet. Die reflektierende Außenfläche 8 weist einen Winkel von ungefähr 45° zu einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips auf. Weiterhin weist der Halbleiterchip einen elektrisch isolierenden Bereich 7 auf, der zwischen den aktiven Bereichen 6 angeordnet ist. Der elektrisch isolierende Bereich 7 weist eine reflektierende Innenfläche 9 auf, die gegenüber der reflektierenden Außenfläche 8 angeordnet ist. Weiterhin ist der elektrisch isolierende Bereich als Vorsprung 10 ausgebildet, der von der reflektierenden Innenfläche 9 seitlich begrenzt ist. Die reflektierende Innenfläche 9 weist einen Winkel von ungefähr 45° zu einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips 1 auf.

Die reflektierende Außenfläche 8 und die reflektierende Innenfläche 9 durchdringen die aktive Zone 4 und den Ausbreitungsbereich 12 vollständig. Ferner weist der Halbleiterchip 1 einen Träger 24 auf, der eine der reflektierenden Innenfläche 9 und der reflektierenden Außenfläche 8 zugewandte Fläche der Halbleiterschichtenfolge formschlüssig bedeckt.

In einem Querschnitt senkrecht zur Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips 1, der der Schnittlinie A-A in der Figur 2 entspricht, umfasst die reflektierende Außenfläche 8 einen ersten Bereich 8a und einen zweiten Bereich 8b, die sich gegenüberliegen. Jedem Bereich der reflektierenden Außenfläche 8a, 8b ist ein aktiver Bereich 6 zugeordnet. Weiterhin umfasst die reflektierende Innenfläche 9 in dem

Querschnitt senkrecht zur Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips 1 einen ersten Bereich 9a und einen zweiten Bereich 9b, die sich gegenüberliegen. Jedem Bereich der reflektierenden Innenfläche 9a, 9b ist ein aktiver Bereich 6 zugeordnet.

Zwischen dem ersten Bereich der reflektierenden Außenfläche 8a und dem ersten Bereich der reflektierenden Innenfläche 9a ist ein aktiver Bereich 6 angeordnet. Weiterhin ist zwischen dem zweiten Bereich der reflektierenden Außenfläche 8b und dem zweiten Bereich der reflektierenden Innenfläche 9b ein aktiver Bereich 6 angeordnet.

Auf einer Deckfläche der Halbleiterschichtenfolge 2 ist eine erste Kontaktschicht 13 bereichsweise angeordnet. Weiterhin ist eine zweite Kontaktschicht 14 auf einer Bodenfläche der Halbleiterschichtenfolge 2 angeordnet. Neben der zweiten Kontaktschicht 13 ist auf der Deckfläche der Halbleiterschichtenfolge 2 im Bereich der reflektierenden Außenfläche 8 eine Reflexionsbeschichtung 15 angeordnet. Bei der Reflexionsbeschichtung 15 handelt es sich bevorzugt um eine hochreflektierende Beschichtung. Weiterhin ist auf der Deckfläche der Halbleiterschichtenfolge 2 im elektrisch isolierenden Bereich 7 eine Antireflexbeschichtung 16 angeordnet.

Die zweite Kontaktschicht 14 weist gemäß dem Querschnitt der Schnittlinie A-A in der Figur 2 einen ersten Kontaktbereich 14a und einen zweiten Kontaktbereich 14b auf, die jeweils in lateraler Richtung beabstandet voneinander auf einer Bodenfläche der Halbleiterschichtenfolge 2 angeordnet sind. Weiterhin weisen die Kontaktbereiche 14a, 14b jeweils eine Breite und eine Länge auf.

Gemäß den in Figur 1 dargestellten Pfeilen sind Ausbreitungsrichtungen von Strahlungen dargestellt. Die in den aktiven Bereichen erzeugte Strahlung bildet jeweils einen Strahl mit einem Strahlprofil, das im Querschnitt senkrecht zu einer Haupterstreckungsrichtung des Strahls eine laterale und eine vertikale Ausdehnung aufweist. Strahlung, die sich in Richtung der reflektierenden Außenfläche 8 ausbreitet, wird mittels der Reflexionsbeschichtung 15 und nochmaliger Reflexion an der reflektierenden Außenfläche 8 in Richtung der reflektierenden Innenfläche 9 gelenkt. Emittierte Strahlung, die sich in Richtung der reflektierenden Innenfläche 9 ausbreitet, überlagert sich mit der an der reflektierenden Außenfläche 8 reflektierten Strahlung. Die so überlagerten Strahlungen der aktiven Bereiche 6 werden im Bereich der Antireflexbeschichtung 16 überlagert und ausgekoppelt. Die ausgekoppelte Strahlung ist damit verstärkt und weist eine erhöhte Helligkeit und einen erhöhten Lichtstrom auf.

Der strahlungsemittierende Halbleiterchip 2 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figuren 1 und 2 ist als superlumineszente lichtemittierende Diode ausgebildet.

Wie in der Draufsicht der Figur 2 gezeigt, ist die reflektierende Außenfläche 8 bei dem Halbleiterchip gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figuren 1 und 2 zusammenhängend ausgebildet. Die reflektierende Außenfläche 8 umschließt den elektrisch isolierenden Bereich 7, der durch die reflektierende Innenfläche 9 gebildet ist, vollständig.

Die erste Kontaktschicht 13 bedeckt die Deckfläche der Halbleiterschichtenfolge 1 zu großen Teilen. Weiterhin weist

der Halbleiterchip eine Vielzahl von Kontaktbereichen 14c auf. Die erste Kontaktschicht 13 und die zweite Kontaktschicht 14 mit der Vielzahl von Kontaktbereichen 14c geben die lateralen Dimensionen jedes aktiven Bereichs 6 vor.
5 Bevorzugt weist ein aktiver Bereich 6 hierbei eine größere Fläche auf als ein zugeordneter Kontaktbereich der zweiten Kontaktschicht 14.

Die aktiven Bereiche 6, die durch die Vielzahl von
10 Kontaktbereichen 14c vorgegeben sind, sind paarweise gegenüberliegend und kreisförmig angeordnet. Die Kontaktbereiche der Vielzahl von Kontaktbereichen 14c geben jeweils eine Länge und Breite der aktiven Bereiche 6 vor. Die paarweise gegenüberliegenden aktiven Bereiche 6 weisen eine
15 gemeinsame Achse (siehe beispielsweise Schnitt A-A) auf, die sich entlang der Längen erstreckt. Zwischen den Achsen von sich paarweise gegenüberliegenden aktiven Bereichen 6 ist ein Winkel angeordnet. Die Achsen schneiden sich in diesem Fall im elektrisch isolierenden Bereich 7. Weiterhin sind die
20 Winkel zwischen den Achsen äquidistant.

Der Halbleiterchip 1 ist zudem von einem Rahmen 20 umgeben. Der Rahmen 20 trennt einen funktionalen Bereich nach außen hin ab. Der Rahmen 20 ist beispielsweise eine Erhebung oder
25 eine Senke.

Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel gemäß der Figuren 1 und 2 durchdringt die reflektierende Innenfläche 9 des Halbleiterchips 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 3
30 den Ausbreitungsbereich 12 teilweise.

In diesem Ausführungsbeispiel ist der Ausbreitungsbereich 12 um die aktive Zone 5 angeordnet. Der Ausbreitungsbereich 12

überraagt die aktive Zone 5 in vertikaler Richtung. Das heißt, dass das Strahlprofil des Strahls die aktive Zone 5 in vertikaler Richtung überraagt.

5 Der Ausbreitungsbereich 12 ist zwischen der ersten Mantelschicht 3 und der zweiten Mantelschicht 4 angeordnet. Beispielsweise kann der Ausbreitungsbereich 12 Materialien umfassen, die verschieden von den Materialien der ersten Mantelschicht 3 und der zweiten Mantelschicht 4 sind. Die
10 Mantelschichten 3, 4 weisen in diesem Fall für die Strahlung einen geringeren Brechungsindex auf als der Ausbreitungsbereich 12.

Die erzeugte Strahlung breitet sich damit teilweise zwischen
15 gegenüberliegenden reflektierenden Außenflächen 8 im Ausbreitungsbereich 12 aus. Der Ausbreitungsbereich 12 bildet bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel einen Resonator für die Strahlung. Mittels der Antireflexbeschichtung kann beispielsweise ein Reflexionsgrad der Strahlung vorgegeben
20 sein. Damit kann ein Anteil der Strahlung mittels der Antireflexbeschichtung 16 zurück in den Ausbreitungsbereich 12, der als Resonator ausgebildet sein kann, geführt werden.

Wird ein vergleichsweise geringer Anteil der Strahlung von
25 der reflektierenden Innenfläche 9 reflektiert und wird ein vergleichsweise großer Anteil der Strahlung von der Antireflexbeschichtung 16 zurückreflektiert, so ist es möglich, Laserlicht zu erzeugen und auszukoppeln.

30 Im Unterschied zu den Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren 1 und 2 oder 3 ist die Antireflexbeschichtung 16 über der reflektierenden Außenfläche 8 angeordnet. Weiterhin weist der Halbleiterchip 2 keinen isolierenden Bereich 7 auf.

In diesem Ausführungsbeispiel grenzen die zumindest zwei aktiven Bereiche des Halbleiterchips direkt aneinander an.

Gemäß den Figuren 5, 6, 7 und 8 sind schematische

5 Darstellungen in Draufsicht eines Halbleiterchips 1 gemäß jeweils einem Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem die reflektierende Innenfläche 8 in Draufsicht die Form eines Kreises (Figur 5), eines runden Rings (Figur 6), eines Vielecks (Figur 7) oder eines vieleckigen Rings (Figur 8)
10 aufweist.

Bei dem Verfahren gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figuren 9, 10, 11 und 12 wird zunächst eine Halbleiterschichtenfolge 2 auf einem Aufwachssubstrat 20 bereitgestellt (Figur 9). In
15 der Halbleiterschichtenfolge 2 wird eine innere Ausnehmung 23 und eine äußere Ausnehmung 23 (hier nicht gezeigt) erzeugt. Eine Seitenfläche der inneren Ausnehmung 23 weist einen Winkel 21 von ungefähr 45° zu einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips 1 auf.

20

Im Verfahrensschritt gemäß der Figur 10 wird eine elektrisch isolierende Schicht auf eine Seitenfläche der inneren Ausnehmung 23 aufgebracht, die den elektrisch isolierenden Bereich 7 bildet. Weiterhin wird die zweite Kontaktschicht 14
25 auf der Halbleiterschichtenfolge 2 aufgebracht.

Weiterhin wird wie in Figur 11 gezeigt ein vorgefertigter Träger 24 formschlüssig über eine Fläche der Halbleiterschichtenfolge 2 aufgebracht, die die Ausnehmungen
30 23, 22 aufweist. Der vorgefertigte Träger 24 umfasst beispielsweise Silizium. Weiterhin kann der Träger 24 aus einem Verguss gebildet sein. Beispielsweise handelt es sich bei dem Verguss um ein Metall. Nachfolgend wird die

Halbleiterschichtenfolge 2 von dem Aufwachssubstrat 20 entfernt.

In einem weiteren Verfahrensschritt gemäß der Figur 12 wird
5 die erste Kontaktstruktur 13, die Antireflexbeschichtung 16 und die Reflexionsbeschichtung 15 (hier nicht gezeigt) auf die vom Aufwachssubstrat 20 freigelegte Halbleiterschichtenfolge 2 aufgebracht.

10 In Figur 13 sind Messungen des Fernfelds von elektromagnetischer Strahlung eines herkömmlichen strahlungsemittierenden Halbleiterchips mit einem einzigen aktiven Bereich in einem Diagramm aufgetragen, bei dem eine normierte Strahlungsleistung L_{norm} der Strahlung in
15 willkürlichen Einheiten gegenüber Polarkoordinaten θ in Grad [$^{\circ}$] aufgetragen ist. Die gemessene Strahlungsleistung der Strahlung im Fernfeld wird hier von einem einzigen aktiven Bereich erzeugt.

20 Entlang einer schnellen Achse 18 weist die Strahlung eine Strahlungsleistung L_1 auf, die eine Halbwertsbreite (englisch „full width half maximum“, kurz „FWHM“) von beispielsweise 40° aufweist. Senkrecht zur schnellen Achse 18 ist eine langsame Achse 19 angeordnet, wie in einem
25 Polarkoordinatendiagramm der Figur 14 dargestellt. Strahlung entlang einer senkrecht zur schnellen Achse 18 stehenden langsamen Achse 19 weist eine Strahlungsleistung L_2 mit einer Halbwertsbreite von beispielsweise 8° auf (siehe Figur 13).

30 Mittels der Breite des aktiven Bereichs kann die schnelle Achse 18 vorgegeben sein. Gemäß Figur 15 ist die Breite des aktiven Bereichs im Vergleich zu einem aktiven Bereich, wie in Figur 13 vorgegeben, breit ausgebildet, sodass sich die

Halbwertsbreite der Strahlungsleistung der schnellen Achse L_1 auf beispielsweise 32° verkleinert.

Messungen des Lichtstroms Φ von Strahlung eines

5 Halbleiterchips gemäß einem Ausführungsbeispiel sind in Figur 16 dargestellt. In dem Diagramm ist der Lichtstrom Φ in willkürlichen Einheiten gegenüber einem an einen Halbleiterchip angelegten Strom I in Milliampere [mA] aufgetragen. Eine erste Kurve Φ_1 korrespondiert zu einem
10 herkömmlichen Halbleiterchip, bei dem der Halbleiterchip nur einen einzigen aktiven Bereich aufweist. Eine zweite Kurve Φ_2 korrespondiert zu einem Halbleiterchip 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 4, bei dem der Halbleiterchip 1 zwei aktive Bereiche 6 aufweist. Der in Figur 17 exemplarisch
15 gezeigte herkömmliche Halbleiterchip weist nur einen einzigen aktiven Bereich auf und ist der ersten Kurve Φ_1 zugeordnet. Der in Figur 18 exemplarisch gezeigte Halbleiterchip 1 weist zwei sich gegenüberliegende aktive Bereiche 6 auf und ist der zweiten Kurve Φ_2 zugeordnet.

20

Gemäß den Figuren 19, 20, 21, 22, 23 und 24 sind Simulationen des Fernfelds von Strahlung eines Halbleiterchips gemäß jeweils einem Ausführungsbeispiel dargestellt. Das Fernfeld der Strahlung ist dabei in einem Polarkoordinatendiagramm
25 dargestellt. Die Ausführungsbeispiele der Figuren 19 und 20 korrespondieren zu einem Halbleiterchip 1 mit zwei sich gegenüberliegenden aktiven Bereichen 6. Die Ausführungsbeispiele der Figuren 21 und 22 korrespondieren zu einem Halbleiterchip 1 mit acht sich paarweise
30 gegenüberliegenden aktiven Bereichen 6. Die Ausführungsbeispiele der Figuren 23 und 24 korrespondieren zu

einem Halbleiterchip 1 mit sechszehn sich paarweise gegenüberliegenden aktiven Bereichen 6.

Die Halbwertsbreite der Strahlungsleistung der Strahlung ist gemäß der Figuren 19, 21 und 23 auf der schnellen Achse 18 30° und auf der langsamen Achse 19 16° . Gemäß den Figuren 20, 22 und 24 beträgt die Halbwertsbreite auf der schnellen Achse 18 40° und auf der langsamen Achse 19 8° .

Gemäß der Figur 25 sind Messungen des Fernfelds von Strahlung in einem Diagramm aufgetragen, bei dem eine Strahlungsleistung L_e der Strahlung mit den Einheiten [mW/sr] gegenüber Polarkoordinaten θ in Grad $[\circ]$ aufgetragen ist. Die Strahlung wird hier von einem Halbleiterchip 1 mit zwei gegenüberliegenden aktiven Bereichen 6 erzeugt. Entlang der schnellen Achse 18 weist die Strahlung eine Strahlungsleistung L_1 auf. Die Strahlung weist entlang der langsamen Achse 19 eine Strahlungsleistung L_2 auf.

In diesem Ausführungsbeispiel weist die reflektierende Außenfläche 8 und/oder die reflektierende Innenfläche 7 einen Winkel zu einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips 1 auf, der von 45° verschieden ist, aber zwischen mindestens 35° und höchstens 55° liegt. Dadurch weist das Spektrum der Strahlungsleistung zwei voneinander getrennte Peaks auf.

Gemäß Figur 26 sind Strahlungsleistungen L_1 des Fernfelds der Strahlung entlang der schnellen Achse 18 gezeigt. In diesem Ausführungsbeispiel weist der Halbleiterchip 1 sich paarweise gegenüberliegende aktive Bereiche 6 auf. Analog zu Figur 25 weist die reflektierende Außenfläche 8 und/oder die reflektierende Innenfläche 7 einen Winkel zu einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips 1 auf, der von 45°

verschieden ist. Mittels der Vielzahl der aktiven Bereiche, die paarweise gegenüberliegend und kreisförmig angeordnet sind, weist ein gemeinsames Spektrum der Strahlungsleistungen der aktiven Bereiche 6 im Unterschied zu Figur 25 nur einen
5 Hauptpeak auf.

Gemäß den Figuren 27, 28, 29, 30 und 31 sind die reflektierenden Außenflächen 8 nicht zusammenhängend ausgebildet. Der erste Bereich der reflektierenden
10 Außenfläche 8a und der zweite Bereich der reflektierenden Außenfläche (8b) (hier nicht gezeigt) sind in diesen Ausführungsbeispielen gerade ausgeführt und sind in lateraler Richtung voneinander beabstandet.

15 Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel in Verbindung mit den Figuren 27, 28 und 29 weisen die Kontaktbereiche 14 der zweiten Kontaktschicht 14 der Figuren 30 und 31 eine sich zum elektrisch isolierenden Bereich 7 verjüngende (Figur 28) oder verbreiternde (Figur 29) Form auf.

20

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2019 100 532.9, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

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

Bezugszeichenliste

	1	strahlungsemitterender Halbleiterchip
	2	Halbleiterschichtenfolge
5	3	erste Mantelschicht
	4	zweite Mantelschicht
	5	aktive Zone
	6	aktive Bereiche
	7	elektrisch isolierender Bereich
10	8	reflektierende Außenfläche
	8a	erster Bereich reflektierende Außenfläche
	8b	zweiter Bereich reflektierende Außenfläche
	9	reflektierende Innenfläche
	9a	erster Bereich reflektierende Innenfläche
15	9b	zweiter Bereich reflektierende Innenfläche
	10	Vorsprung
	11	Deckfläche Vorsprung
	12	Ausbreitungsbereich
	13	erste Kontaktschicht
20	14	zweite Kontaktschicht
	14a	erster Bereich Kontaktschicht
	14b	zweiter Bereich Kontaktschicht
	14c	Vielzahl von Kontaktbereichen
	15	Reflexionsbeschichtung
25	16	Antireflexbeschichtung
	17	Rahmen
	18	schnelle Achse
	19	langsame Achse
	20	Aufwachssubstrat
30	21	Winkel
	22	äußere Ausnehmung
	23	innere Ausnehmung
	24	Träger

	25	elektrisch isolierende Schicht
	θ	Polarkoordinaten
	L_e	Strahlungsleistung
	L_{norm}	normierte Strahlungsleistung
5	L_1	Strahlungsleistung schnelle Achse
	L_2	Strahlungsleistung langsame Achse
	Φ	Lichtstrom
	I	Strom
	Φ_1	erste Kurve
10	Φ_2	zweite Kurve

Patentansprüche

1. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) mit:

- einer Halbleiterschichtenfolge (2) mit zumindest zwei
- 5 aktiven Bereichen (6), die im Betrieb elektromagnetische Strahlung erzeugen,
- zumindest einer reflektierenden Außenfläche (8), die seitlich jedes aktiven Bereichs (6) angeordnet ist, und
- einem elektrisch isolierenden Bereich, der zwischen den
- 10 aktiven Bereichen (6) angeordnet ist, wobei
- der elektrisch isolierende Bereich (7) eine reflektierende Innenfläche (9) aufweist, die gegenüber der reflektierenden Außenfläche (8) angeordnet ist, und
- die reflektierende Innenfläche (9) einen Winkel von
- 15 mindestens 35° und höchstens 55° mit einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips (1) einschließt
- die reflektierende Außenfläche (8) einen Winkel von mindestens 35° und höchstens 55° mit einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips (1) einschließt.

20

2. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die reflektierende Außenfläche (8) zusammenhängend ausgebildet ist und den elektrisch isolierenden Bereich (7) vollständig umschließt.

25

3. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei dem die reflektierende Innenfläche (9) in Draufsicht die Form eines Kreises, eines runden Rings, eines Vielecks oder

30 eines vieleckigen Rings aufweist.

4. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei dem der elektrisch isolierende Bereich (7) als Vorsprung (10) ausgebildet ist, der von der reflektierenden Innenfläche (9) seitlich begrenzt ist.

- 5 5. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem die Halbleiterschichtenfolge (2) eine aktive Zone (5) aufweist, die die aktiven Bereiche (6) umfasst.
- 10 6. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach dem Anspruch 5,
bei dem die reflektierende Innenfläche (9) die aktive Zone (5) vollständig durchdringt.
- 15 7. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach dem Anspruch 5, bei dem
- die aktive Zone (5) einen Ausbreitungsbereich (12) umfasst,
- der Ausbreitungsbereich (12) um die aktive Zone (5) angeordnet ist, und
20 - die reflektierende Innenfläche (9) den Ausbreitungsbereich (12) teilweise durchdringt.
8. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
25 bei dem die reflektierende Außenfläche (8) die aktive Zone (5) vollständig durchdringt.
9. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
30 - eine erste Kontaktschicht (13) auf einer Deckfläche der Halbleiterschichtenfolge (2) angeordnet ist,
- eine zweite Kontaktschicht (14) auf einer Bodenfläche der Halbleiterschichtenfolge (2) angeordnet ist, und

- die erste Kontaktschicht (13) und die zweite Kontaktschicht (14) die lateralen Dimensionen jedes aktiven Bereichs (6) vorgeben.

5 10. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem die Halbleiterschichtenfolge (2) eine Vielzahl aktiver Bereiche (6) aufweist, die paarweise gegenüberliegend und kreisförmig angeordnet sind.

10

11. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem

- auf der Halbleiterschichtenfolge (2) im Bereich der reflektierenden Außenfläche (8) eine Reflexionsbeschichtung
15 (15) angeordnet ist, und
- auf der Halbleiterschichtenfolge (2) im elektrisch isolierenden Bereich (7) eine Antireflexbeschichtung (16) angeordnet ist.

20 12. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem

- auf der Halbleiterschichtenfolge (2) im Bereich der reflektierenden Außenfläche (8) eine Antireflexbeschichtung (16) angeordnet ist und auf der Halbleiterschichtenfolge (2)
25 im elektrisch isolierenden Bereich (7) eine Reflexionsbeschichtung (15) angeordnet ist, oder
- auf der Halbleiterschichtenfolge (2) im Bereich der reflektierenden Außenfläche (8) und im elektrisch isolierenden Bereich (7) eine Antireflexbeschichtung (16)
30 angeordnet ist.

13. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei dem der strahlungsemittierende Halbleiterchip (1) eine superlumineszente lichtemittierende Diode ist.

14. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach einem der
5 Ansprüche 1 bis 12,
bei dem der strahlungsemittierende Halbleiterchip (1)
Laserstrahlung erzeugt.

15. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (1) nach einem der
10 Ansprüche 9 bis 14,
bei dem Eigenschaften der elektromagnetischen Strahlung
mittels einer Dicke der aktiven Bereiche (6) und einer Breite
der zweiten Kontaktschicht (14) vorgegeben sind.

15 16. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden
Halbleiterchips (1) mit den Schritten:
- Bereitstellen einer Halbleiterschichtenfolge (2) mit einer
aktiven Zone (5), die dazu geeignet ist, elektromagnetische
Strahlung zu erzeugen,
20 - Erzeugen einer äußeren Ausnehmung (22) in der
Halbleiterschichtenfolge (2),
- Aufbringen einer reflektierenden Schicht (26) auf zumindest
eine Seitenfläche der äußeren Ausnehmung (22),
- Erzeugen einer inneren Ausnehmung (23) in der
25 Halbleiterschichtenfolge (2) in einem zentralen Bereich, und
- Aufbringen einer elektrisch isolierenden Schicht (25) auf
eine Seitenfläche der inneren Ausnehmung (23), wobei
- die zumindest eine Seitenfläche der äußeren Ausnehmung (22)
einen Winkel von mindestens 35° und höchstens 55° mit einer
30 Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips (1) einschließt,
und

- die Seitenfläche der inneren Ausnehmung (23) einen Winkel von mindestens 35° und höchstens 55° mit einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips (1) einschließt.

- 5 17. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei
- die Halbleiterschichtenfolge (2) von einem Aufwachssubstrat (20) entfernt wird, und
 - auf der Halbleiterschichtenfolge (2) ein Träger (24) erzeugt wird.

10

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 17, wobei mittels dem Verfahren eine Vielzahl von strahlungsemitierenden Halbleiterchips (1) herstellbar ist.

FIG 1

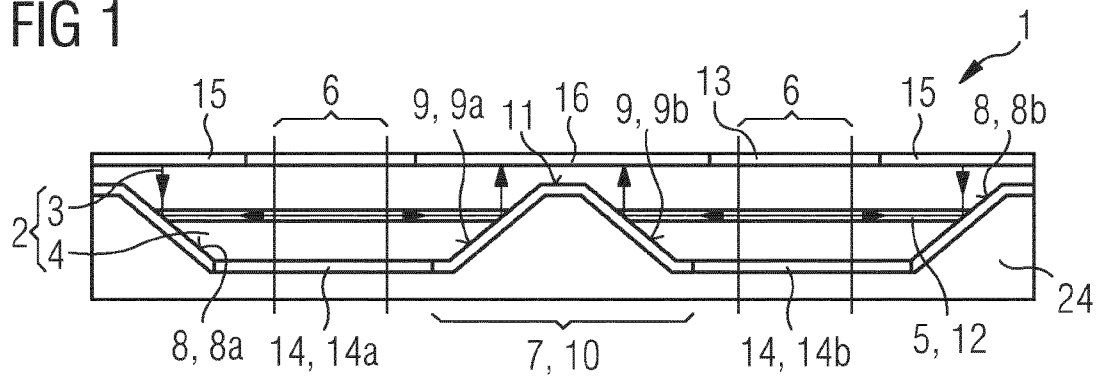


FIG 2

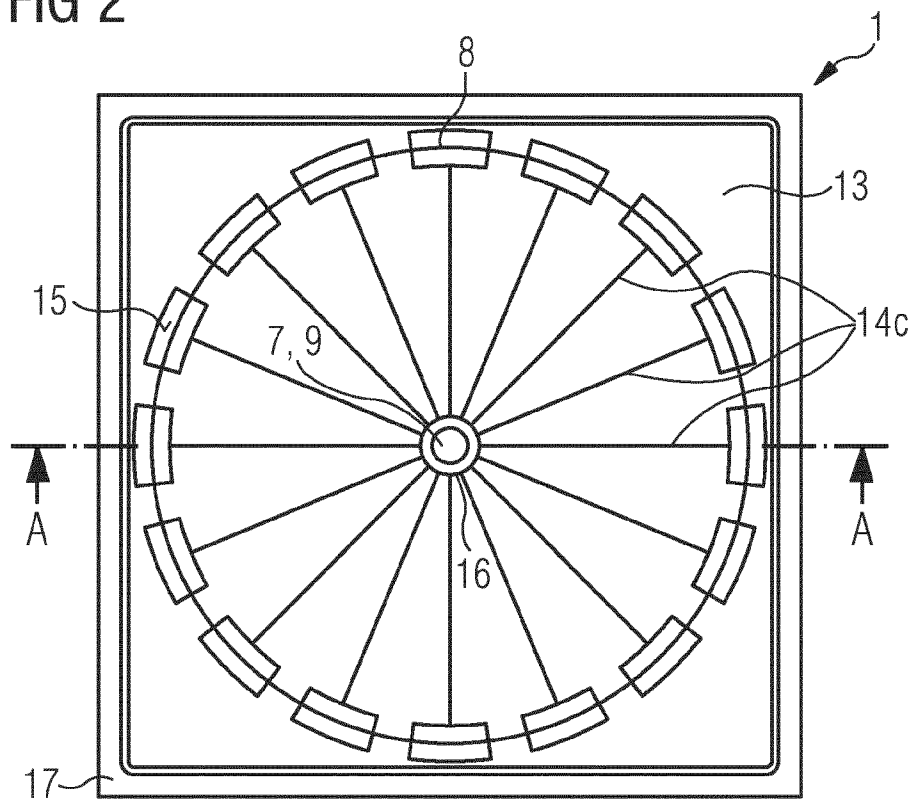


FIG 4

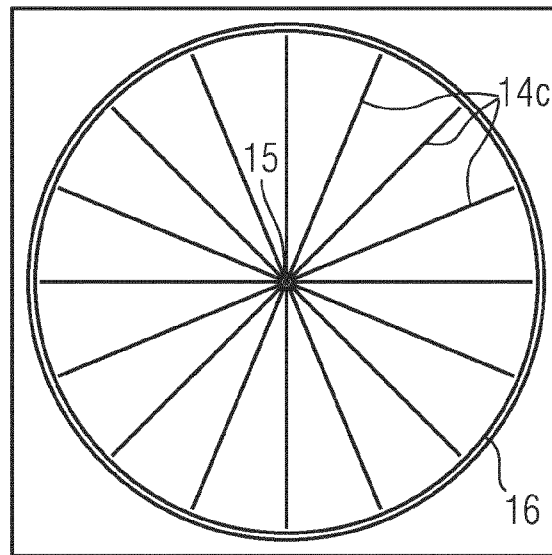


FIG 5

7, 8, 10

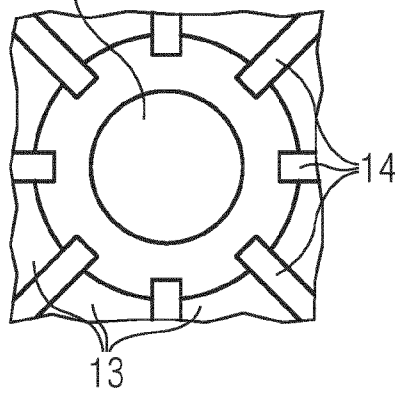


FIG 6

7, 8, 10

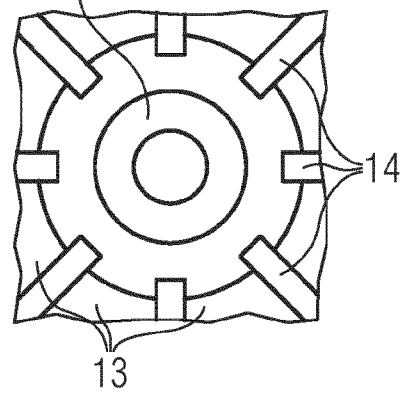


FIG 7

7, 8, 10

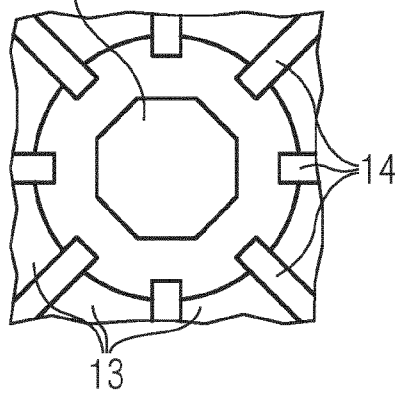


FIG 8

7, 8, 10

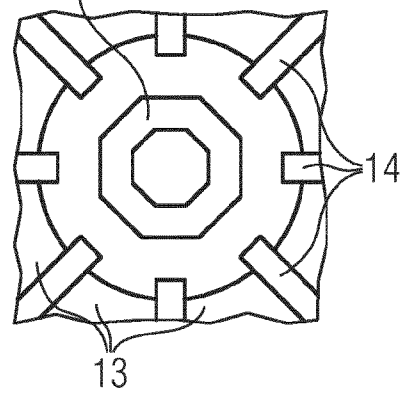


FIG 9

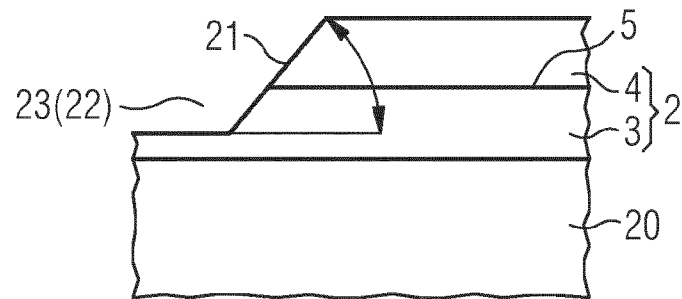


FIG 10

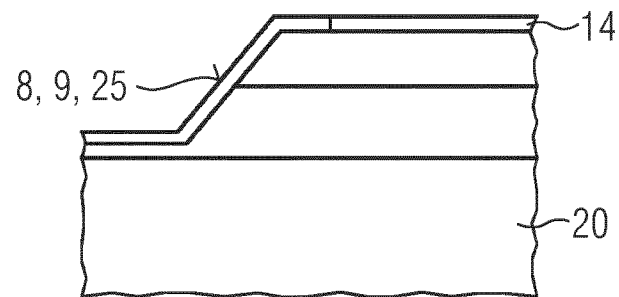


FIG 11

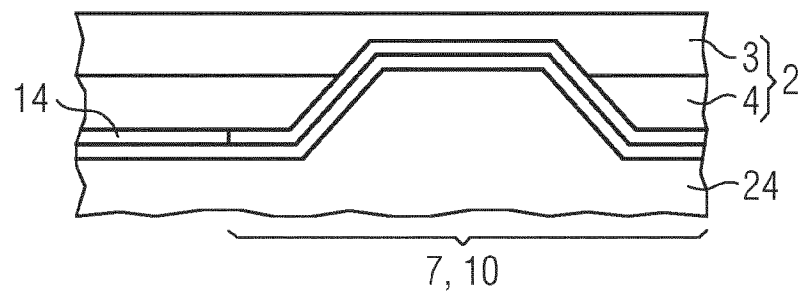


FIG 12

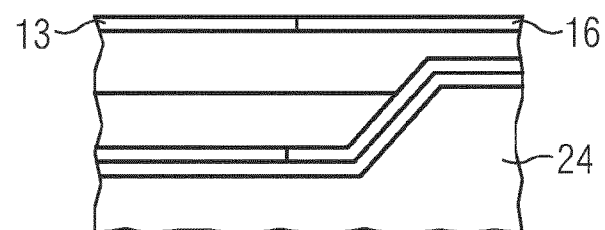


FIG 13

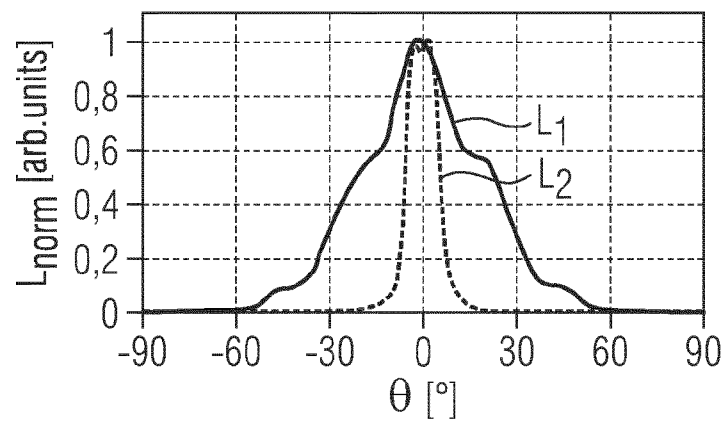


FIG 14

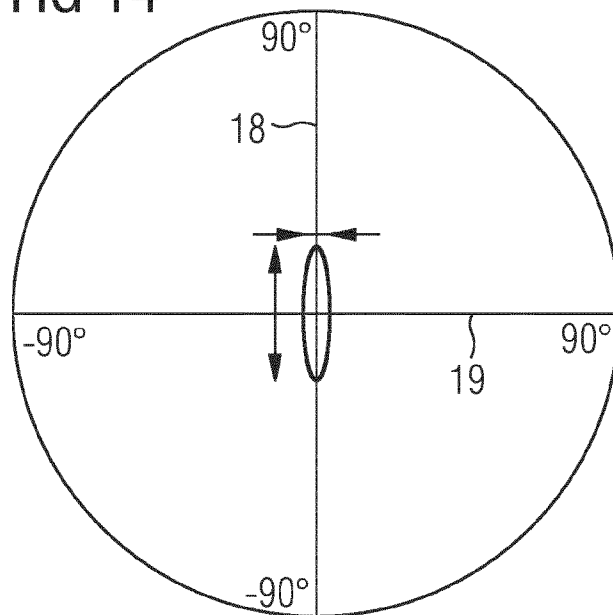


FIG 15

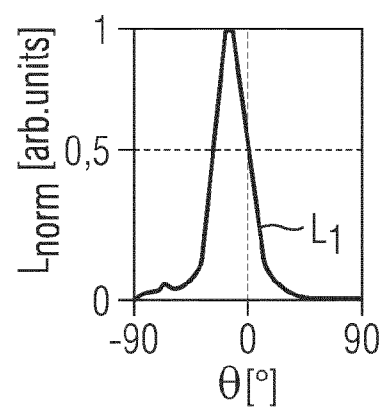


FIG 16

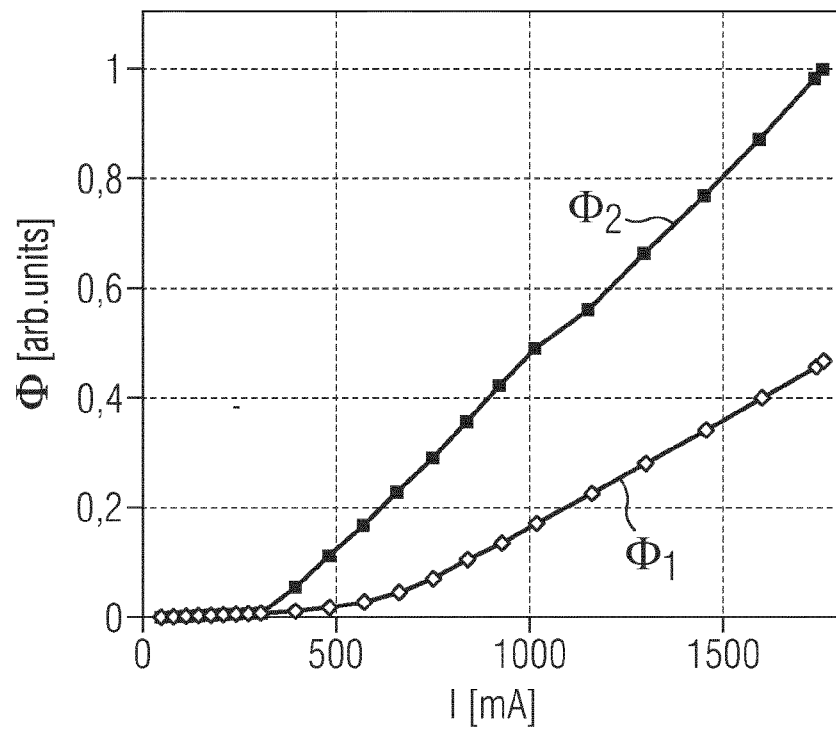


FIG 17

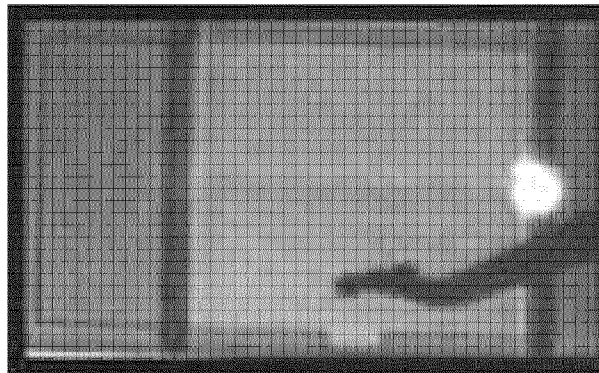


FIG 18

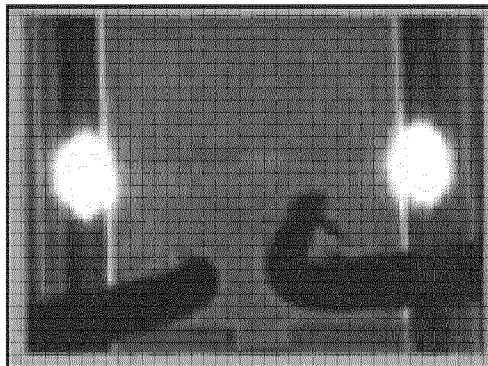


FIG 19

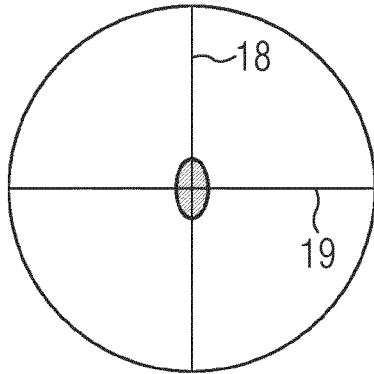


FIG 20

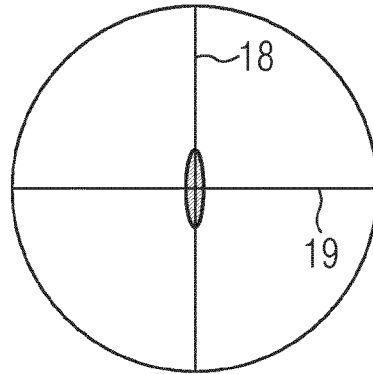


FIG 21

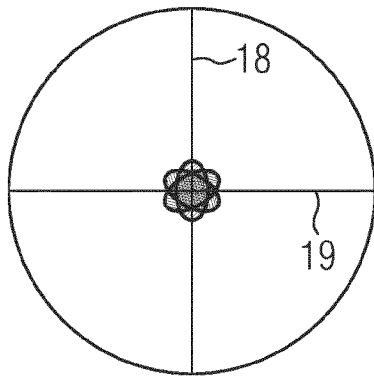


FIG 22

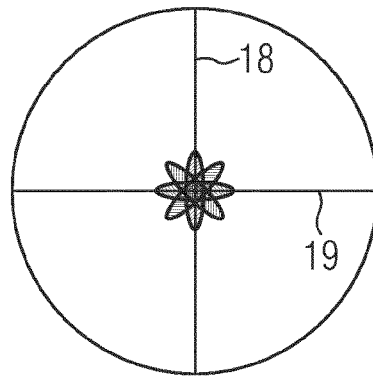


FIG 23

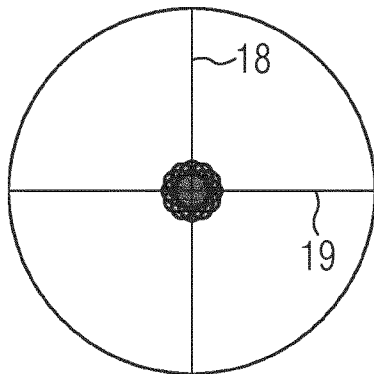


FIG 24

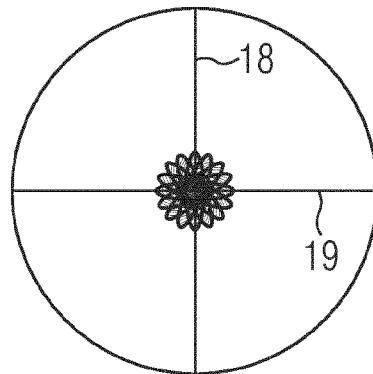


FIG 25

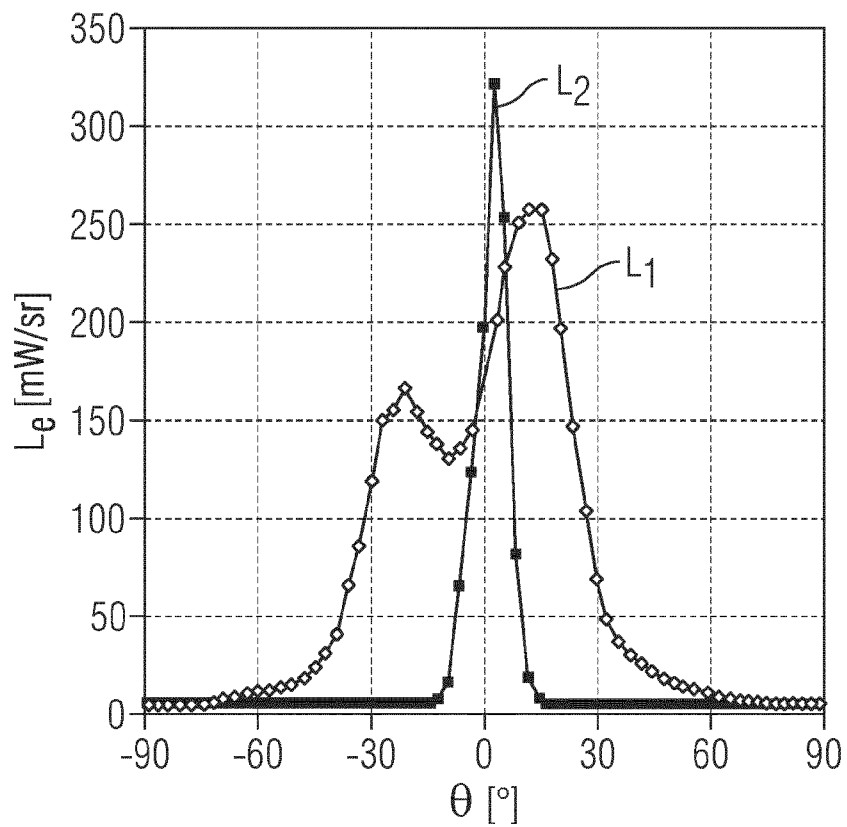


FIG 26

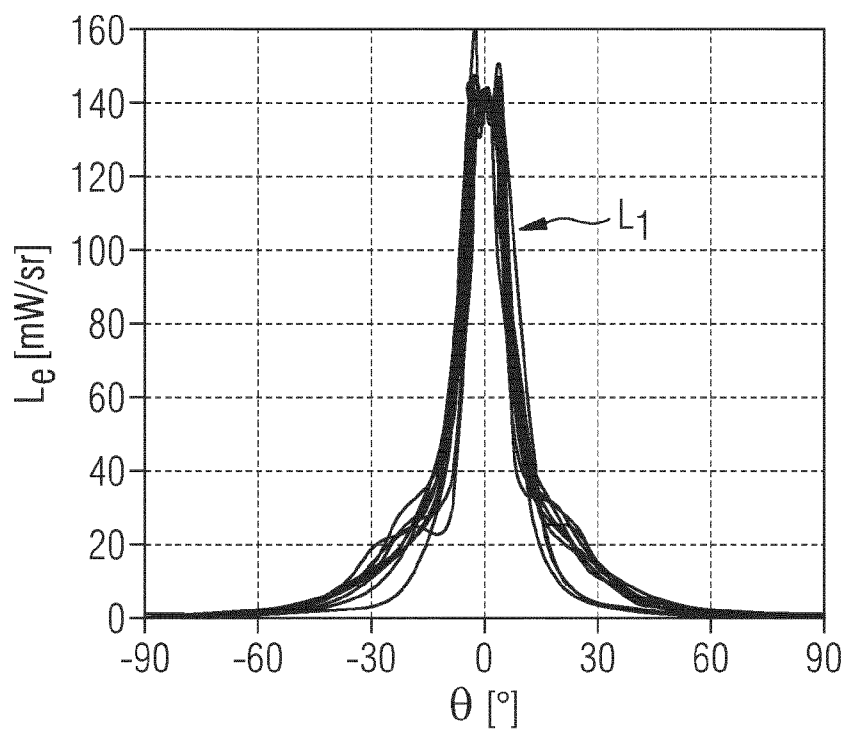


FIG 27

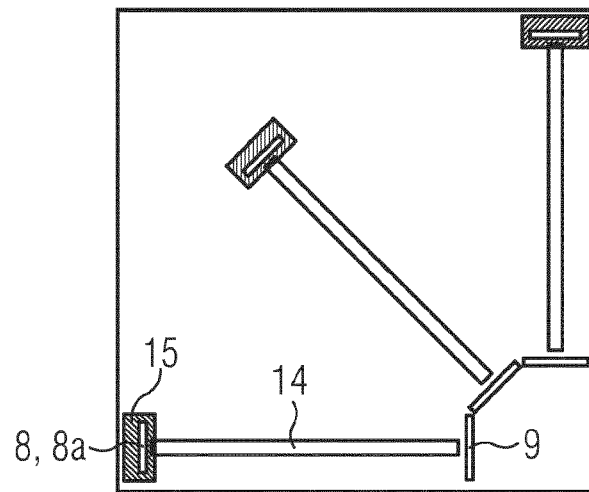


FIG 28

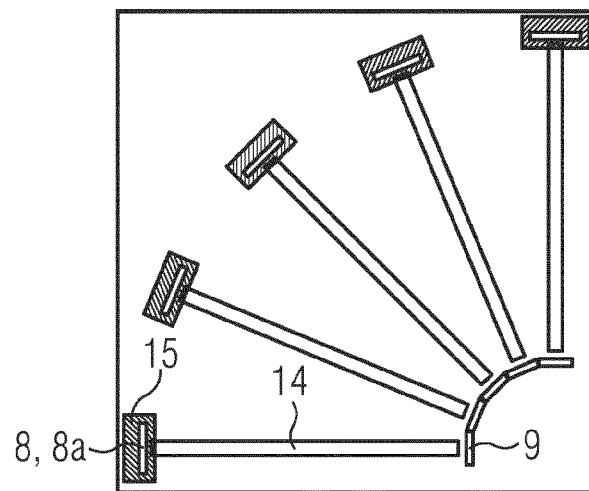


FIG 29

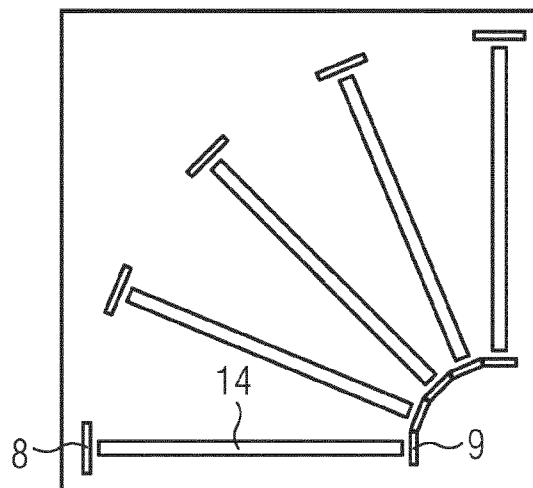


FIG 30

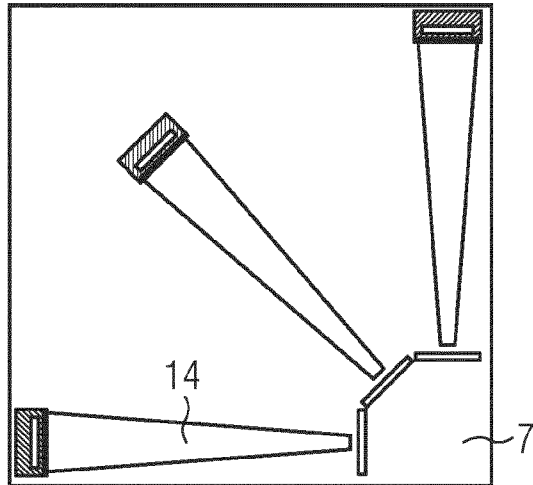
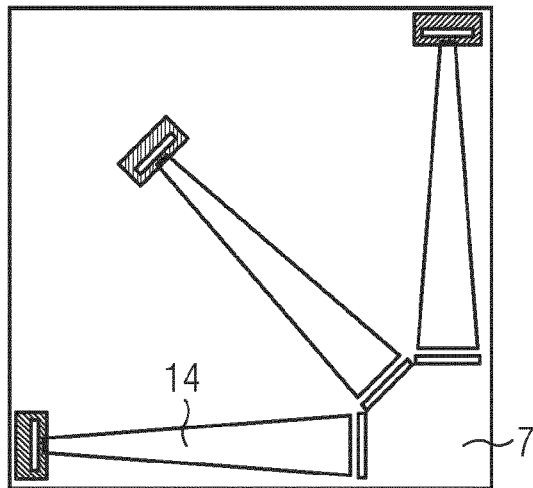


FIG 31



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/050301

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 33/02(2010.01)i; **H01L 33/08**(2010.01)i; **H01L 33/10**(2010.01)i; **H01L 33/20**(2010.01)i; **H01S 5/022**(2006.01)i; **H01S 5/40**(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)

H01L; 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, 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	EP 1553640 A1 (NICHIA CORP [JP]) 13 July 2005 (2005-07-13) paragraphs [0024], [0079] - [0082], [0109], [0110], [0120], [0170] - paragraph [0208]; figures 13,34-49	1-18
X	US 7453099 B2 (TOSHIBA KK [JP]) 18 November 2008 (2008-11-18) columns 8,10,11; figure 20c	1
A	EP 1063743 A1 (SHVEIKIN VASILY IVANOVICH [RU]) 27 December 2000 (2000-12-27) paragraph [0103]; figure 18	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 April 2020

Date of mailing of the international search report

29 April 2020

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

Chin, Patrick

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/050301

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
EP	1553640	A1	13 July 2005	AU	2003252359	A1	23 February 2004
				CN	1672271	A	21 September 2005
				CN	101150165	A	26 March 2008
				CN	101150166	A	26 March 2008
				CN	101165930	A	23 April 2008
				EP	1553640	A1	13 July 2005
				EP	2290715	A1	02 March 2011
				KR	20050026551	A	15 March 2005
				KR	20080077293	A	21 August 2008
				KR	20080077294	A	21 August 2008
				US	2006231852	A1	19 October 2006
				US	2008251808	A1	16 October 2008
				US	2012025256	A1	02 February 2012
				US	2013193467	A1	01 August 2013
				WO	2004013916	A1	12 February 2004
US	7453099	B2	18 November 2008	CN	1983614	A	20 June 2007
				JP	2007103725	A	19 April 2007
				TW	I314791	B	11 September 2009
				US	2007114550	A1	24 May 2007
EP	1063743	A1	27 December 2000	AU	2965599	A	27 September 1999
				CA	2339061	A1	16 September 1999
				CN	1299526	A	13 June 2001
				EP	1063743	A1	27 December 2000
				JP	2002507063	A	05 March 2002
				KR	20010041832	A	25 May 2001
				RU	2134007	C1	27 July 1999
				US	6649938	B1	18 November 2003
				WO	9946838	A1	16 September 1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/050301

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L33/02 H01L33/08 H01L33/10 H01L33/20 H01S5/022 H01S5/40 ADD. Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01L 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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 553 640 A1 (NICHIA CORP [JP]) 13. Juli 2005 (2005-07-13) Absätze [0024], [0079] - [0082], [0109], [0110], [0120], [0170] - Absatz [0208]; Abbildungen 13,34-49 -----	1-18
X	US 7 453 099 B2 (TOSHIBA KK [JP]) 18. November 2008 (2008-11-18) Spalten 8,10,11; Abbildung 20c -----	1
A	EP 1 063 743 A1 (SHVEIKIN VASILY IVANOVICH [RU]) 27. Dezember 2000 (2000-12-27) Absatz [0103]; Abbildung 18 -----	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 14. April 2020		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 29/04/2020
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 Chin, Patrick

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/050301

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1553640	A1	13-07-2005	
		AU 2003252359 A1	23-02-2004
		CN 1672271 A	21-09-2005
		CN 101150165 A	26-03-2008
		CN 101150166 A	26-03-2008
		CN 101165930 A	23-04-2008
		EP 1553640 A1	13-07-2005
		EP 2290715 A1	02-03-2011
		KR 20050026551 A	15-03-2005
		KR 20080077293 A	21-08-2008
		KR 20080077294 A	21-08-2008
		US 2006231852 A1	19-10-2006
		US 2008251808 A1	16-10-2008
		US 2012025256 A1	02-02-2012
		US 2013193467 A1	01-08-2013
		WO 2004013916 A1	12-02-2004

US 7453099	B2	18-11-2008	
		CN 1983614 A	20-06-2007
		JP 2007103725 A	19-04-2007
		TW I314791 B	11-09-2009
		US 2007114550 A1	24-05-2007

EP 1063743	A1	27-12-2000	
		AU 2965599 A	27-09-1999
		CA 2339061 A1	16-09-1999
		CN 1299526 A	13-06-2001
		EP 1063743 A1	27-12-2000
		JP 2002507063 A	05-03-2002
		KR 20010041832 A	25-05-2001
		RU 2134007 C1	27-07-1999
		US 6649938 B1	18-11-2003
		WO 9946838 A1	16-09-1999
