



(10) **DE 10 2017 123 798 A1** 2019.04.18

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 123 798.4**

(22) Anmeldetag: **12.10.2017**

(43) Offenlegungstag: **18.04.2019**

(51) Int Cl.: **H01S 5/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055 Regensburg, DE**

(74) Vertreter:

**Epping Hermann Fischer  
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München, DE**

(72) Erfinder:

**Sorg, Jörg Erich, 93053 Regensburg, DE; König, Harald, Dr., 93170 Bernhardswald, DE; Lell, Alfred, 93142 Maxhütte-Haidhof, DE; Peskoller,**

**Florian, 85051 Ingolstadt, DE; Auen, Karsten, 93057 Regensburg, DE; Schulz, Roland, Dr., 93059 Regensburg, DE; Brunner, Herbert, 93161 Sinzing, DE; Singer, Frank, 93128 Regenstauf, DE; Hüttinger, Roland, 86916 Kaufering, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

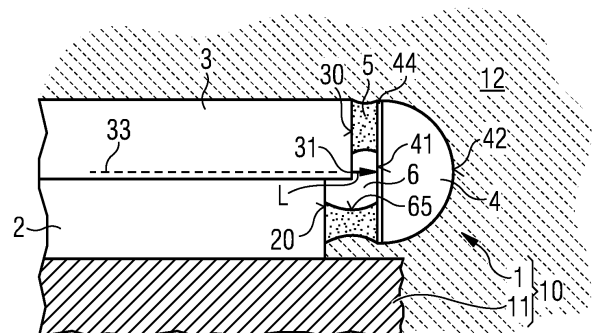
<b>DE</b>	<b>10 2004 014 355</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2009 040 834</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2003 / 0 007 257</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2013 / 0 001 627</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>5 757 830</b>	<b>A</b>

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Halbleiterlaser und Herstellungsverfahren für optoelektronische Halbleiterbauteile**

(57) Zusammenfassung: In einer Ausführungsform beinhaltet der Halbleiterlaser (1) einen Träger (2) sowie eine kantenemittierende Laserdiode (3), die auf dem Träger (2) angebracht ist und die eine aktive Zone (33) zur Erzeugung einer Laserstrahlung (L) sowie eine Facette (30) mit einem Strahlungsaustrittsbereich (31) umfasst. Der Halbleiterlaser (1) weist ferner eine Schutzabdeckung (4), bevorzugt eine Linse zur Kollimation der Laserstrahlung (L), auf. Die Schutzabdeckung (4) ist mit einem Klebemittel (5) an der Facette (30) und an einer Seitenfläche (20) des Trägers (2) befestigt. Ein mittlerer Abstand zwischen einer Lichteintrittsseite (41) der Schutzabdeckung (4) und der Facette (30) beträgt höchstens 60 µm. Der Halbleiterlaser (1) ist dazu eingerichtet, in normaler Atmosphäre ohne zusätzliche gasdichte Kapselung betrieben zu werden.



## Beschreibung

**[0001]** Es wird ein Halbleiterlaser angegeben. Darüber hinaus wird ein Herstellungsverfahren für optoelektronische Halbleiterbauteile angegeben.

**[0002]** Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein optoelektronisches Halbleiterbauteil anzugeben, das effizient gekapselt und effizient herstellbar ist.

**[0003]** Diese Aufgabe wird unter anderem durch einen Halbleiterlaser und durch ein Herstellungsverfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0004]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der Halbleiterlaser einen Träger. Bei dem Träger kann es sich um ein sogenanntes Submount handeln. Es ist möglich, dass der Träger einen Treiber umfasst, mit dem der Halbleiterlaser angesteuert werden kann. Alternativ ist es möglich, dass der Träger eine elektronisch passive Komponente darstellt und lediglich als Montageebene dient.

**[0005]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der Halbleiterlaser eine oder mehrere Laserdioden. Bei der mindestens einen Laserdiode handelt es sich bevorzugt um eine kantenemittierende Laserdiode. Dies bedeutet insbesondere, dass eine im Betrieb erzeugte Laserstrahlung in Richtung parallel zu einer aktiven Zone der Laserdiode emittiert wird.

**[0006]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die Laserdiode eine Facette. Die Facette ist bevorzugt senkrecht oder näherungsweise senkrecht zur aktiven Zone orientiert. An der Facette befindet sich ein Strahlungsausstrittsbereich. An den Strahlungsausstrittsbereich tritt die im Betrieb erzeugte Laserstrahlung aus der Laserdiode heraus. Der Strahlungsausstrittsbereich ist insbesondere eine Teilregion der Facette und damit auf die Facette beschränkt.

**[0007]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der Halbleiterlaser eine oder mehrere Schutzabdeckungen, insbesondere genau eine Schutzabdeckung. Die Schutzabdeckung ist bevorzugt eine Optik zu einer Strahlformung oder Strahlumlenkung, kann jedoch auch ein optisch inaktiver Körper wie eine Scheibe, etwa eine planparallele Platte, sein.

**[0008]** Insbesondere ist die Schutzabdeckung eine Linse, welche bevorzugt zu einer Kollimation oder Fokussierung der erzeugten Strahlung eingerichtet ist. Die Linse kann sphärisch, asphärisch oder als Freiform gestaltet sein. Weiter ist eine Zylinderlinse oder Halbzylinderlinse möglich. Es kann sich bei der Schutzabdeckung um eine Sammellinse handeln. Die Schutzabdeckung kann etwa als Plankonvexlin-

se oder Bikonvexlinse gestaltet sein. Ebenso ist eine Ausführung als Fresnel-Linse möglich. Weiterhin kann die Schutzabdeckung ein Prisma, beispielsweise zu einer Strahlumlenkung, sein.

**[0009]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Schutzabdeckung aus einem anorganischen Material wie einem Glas oder Saphir oder SiC. Alternativ und weniger bevorzugt ist die Schutzabdeckung aus einem organischen Material wie einem Kunststoff, zum Beispiel einem Silikon oder einem Epoxid oder einem Hybridmaterial hieraus, oder auch aus einem Polymer wie Polycarbonat. Ist die Schutzabdeckung aus einem organischen Material, so bildet dieses organische Material bevorzugt einen Kern der Schutzabdeckung, welcher insbesondere ganzflächig und ringsum von einer anorganischen Schutzschicht, etwa als Diffusionssperre gegen Sauerstoff und/oder Wasserdampf, gestaltet sein kann.

**[0010]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der Halbleiterlaser ein Klebemittel. Mit dem Klebemittel ist die Schutzabdeckung an der Facette und optional auch an einer Seitenfläche des Trägers befestigt. Die Seitenfläche des Trägers kann parallel oder näherungsweise parallel zur Facette orientiert sein. Bevorzugt ist die Seitenfläche des Trägers gegenüber der Facette zurückversetzt, entlang einer Strahlrichtung der Laserstrahlung. Somit wird die Schutzabdeckung bevorzugt an der Facette und an dem Träger mit dem Klebemittel befestigt. Bevorzugt handelt es sich bei dem Klebemittel um ein anorganisches Material wie ein Glas oder zumindest ein Metall.

**[0011]** Alternativ ist das Klebemittel ein Kunststoff wie ein Silikon, Poly-Siloxan, Poly-Silizan oder ein Silikon-Hybridmaterial, bevorzugt ein niederorganischer Kunststoff. Poly-Siloxan bedeutet etwa, dass das Material aus  $-\text{[O-SiR}_2\text{]}_n-$  aufgebaut ist, im Falle von Poly-Silazan aus  $-\text{[NH-SiR}_2\text{]}_n-$ , wobei jeweils verschiedene Reste **R** vorhanden sein können. Niederorganisch bedeutet beispielsweise, dass ein Anteil von organischen Bestandteilen an dem Silikon, Siloxan oder Siliazan höchstens 30 Masse-% oder 20 Masse-% beträgt und/oder dass insbesondere im Falle eines Siloxans oder Silazans ein Quotient aus einer Anzahl von Kohlenstoff enthaltenden Resten **R** und aus  $n$  höchstens 0,75 oder 0,25 beträgt. Der Masseanteil der Organik wird insbesondere durch Veraschung des Materials bestimmt.

**[0012]** Weniger bevorzugt kann das Klebemittel aus einem organischen Material wie einem Epoxid und/oder einem Polymer aus kohlenstoffenthaltenden Struktureinheiten sein.

**[0013]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform beträgt ein mittlerer Abstand zwischen einer Lichteintrittsseite der Schutzabdeckung und der Facette

höchstens 5 µm oder 15 µm oder 30 µm oder 60 µm oder 0,1 mm. Alternativ oder zusätzlich liegt dieser mittlere Abstand bei mindestens 0,1 µm oder 0,5 µm. Bevorzugt liegt der mittlere Abstand im Bereich zwischen 0,5 µm und 5 µm. Mit anderen Worten kann sich die Schutzabdeckung nahe an der Facette befinden.

**[0014]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Halbleiterlaser dazu eingerichtet, in normaler Atmosphäre ohne zusätzliche gasdichte Kapselung betrieben zu werden. Das heißt, eine Kapselung und ein Schutz der Facette, insbesondere des Strahlungsausstrittsbereichs, erfolgt durch das Klebemittel zusammen mit der Schutzabdeckung. Aufgrund des Klebemittels zusammen mit der Schutzabdeckung kann der Halbleiterlaser bevorzugt in normaler Umgebungsluft betrieben werden, wobei die Umgebungsluft einen Sauerstoffgehalt im Bereich um 21 % und Wasserdampf enthalten kann.

**[0015]** In mindestens einer Ausführungsform beinhaltet der Halbleiterlaser einen Träger sowie eine kantenemittierende Laserdiode, die auf dem Träger angebracht ist und die eine aktive Zone zur Erzeugung einer Laserstrahlung sowie eine Facette mit einem Strahlungsausstrittsbereich umfasst. Der Halbleiterlaser weist ferner eine Schutzabdeckung, bevorzugt eine Linse zur Kollimation der Laserstrahlung, auf. Die Schutzabdeckung ist mit einem Klebemittel an der Facette und an einer Seitenfläche des Trägers befestigt. Ein mittlerer Abstand zwischen einer Lichteintrittsseite der Schutzabdeckung und der Facette beträgt höchstens 60 µm. Der Halbleiterlaser ist dazu eingerichtet, in normaler Atmosphäre ohne zusätzliche gasdichte Kapselung betrieben zu werden.

**[0016]** Insbesondere Halbleiterlaser mit einer hohen Leistungsabgabe, beispielsweise oberhalb von 0,2 W oder 1 W optischer Ausgangsleistung, die kurzwellig im nahen ultravioletten oder im blauen Spektralbereich emittieren, sind gegen Umwelteinflüsse zu schützen und zu kapseln. Um langfristig einen stabilen Betrieb gewährleisten zu können, müssen entsprechende Laserdioden in einer sauberen, hermetisch gekapselten Atmosphäre betrieben werden oder von jeglicher Atmosphäre ferngehalten werden.

**[0017]** Bei dem hier beschriebenen Halbleiterlaser erfolgt eine hermetische Abschottung des Strahlungsausstrittsbereichs durch eine facettennahe Kapselung. Durch die facettennahe Kapselung, gebildet durch die Schutzabdeckung zusammen mit dem Klebemittel, ist ein ansonsten erforderliches, hermetisch dichtes Gehäuse entbehrlich. Hierdurch kann der Halbleiterlaser kostengünstiger gefertigt und mit verringertem Platzbedarf verbaut werden.

**[0018]** Die Schutzabdeckung, insbesondere zusammen mit dem Klebemittel, schützt dabei die Facette

vor Umwelteinflüssen und reduziert eine Strahldivergenz der Laserstrahlung. Ebenso erfolgt durch die Schutzabdeckung, etwa in Form einer Linse, eine Vergrößerung einer Oberfläche, an der sich mögliche Zersetzungsprodukte ablagern können. Weiter erfolgt durch die Vergrößerung der Oberfläche des Halbleiterlasers, die einer Atmosphäre ausgesetzt ist, eine Verringerung einer optischen Leistungsdichte, einhergehend mit einer Reduzierung eines Effekts einer optischen Pinzette. Insbesondere wird durch die Schutzabdeckung eine Akkumulierung von Partikeln und/oder anorganischen Molekülen direkt an der Laserfacette und am Strahlungsausstrittsbereich verhindert.

**[0019]** Ablagerungen an der Facette können insbesondere durch kurzweilige Strahlung zersetzt werden und können einbrennen. Durch solche Veränderungen im Bereich der Facette sinkt eine Auskoppelleffizienz des Lasers und es kann zu Beschädigungen einer Facettenbeschichtung kommen, etwa durch optische Absorption in den Ablagerungen, was wiederum zu einer Überhitzung und damit zur Zerstörung des gesamten Laserfacettenbereichs führen kann. Dies wird auch als katastrophaler optischer Schaden, englisch catastrophic optical damage, kurz COD, bezeichnet. Durch die im Facettenbereich montierte Schutzabdeckung ist eine Ablagerung von Partikeln und/oder Molekülen an der Facette verhindert, bei gleichzeitig einfachem Aufbau des Halbleiterlasers und reduziertem Platzbedarf.

**[0020]** Außerdem wird durch die facettennahe Linse die Divergenz der emittierten Laserstrahlung reduziert. Ebenso wird die Feldstärke im Bereich des an der Atmosphäre laufenden Laserstrahls reduziert. Die Feldstärke im divergenten Strahl könnte ansonsten potentielle Kontaminationen in der Umgebung der Facette ansaugen und deren Ablagerung auf der Facette bewirken, entsprechend einer optischen Pinzette. Somit führt eine Reduzierung der Strahldivergenz direkt zu einer Verminderung der Ablagerungen.

**[0021]** Ferner wird durch die Schutzabdeckung, also bevorzugt durch die Linse, eine Grenzfläche zur Atmosphäre vergrößert. Durch die Vergrößerung der Grenzfläche nimmt die Menge potentieller Ablagerungen pro Flächeneinheit ab. Außerdem ist die Energiedichte an dieser Grenzfläche gegenüber direkt an der Facette reduziert.

**[0022]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Laserdiode durch das Klebemittel und die Schutzabdeckung hermetisch dicht gekapselt. Das heißt, zwischen einem Inneren und einem Äußeren der Verkapselung, gebildet aus dem Klebemittel zusammen mit der Schutzabdeckung, findet kein signifikanter Austausch von Stoffen wie Sauerstoff oder Wasserdampf statt. Hermetisch dicht bedeutet zum Beispiel,

dass eine Leck-Rate höchstens  $5 \times 10^{-9}$  Pa m/s beträgt, insbesondere bei Raumtemperatur.

**[0023]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform beträgt ein minimaler Abstand zwischen der Schutzabdeckung und der Facette  $0,1 \mu\text{m}$  oder  $0,2 \mu\text{m}$ . Alternativ oder zusätzlich liegt dieser minimale Abstand bei höchstens  $10 \mu\text{m}$  oder  $5 \mu\text{m}$  oder  $3 \mu\text{m}$ . Das heißt, der minimale Abstand kann sich in der Größenordnung der Wellenlänge der Laserstrahlung befinden. Dadurch ist es möglich, dass der Bereich zwischen der Schutzabdeckung und der Facette als unerwünschter, zusätzlicher Resonator wirken kann. Andererseits wird durch diesen kleinen minimalen Abstand erreicht, dass nur kleine Diffusionsquerschnittsflächen hin zum Strahlungsaustrittsbereich insbesondere durch das Klebemittel hindurch auftreten.

**[0024]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist im Bereich der aktiven Zone an der Facette eine Kavität gebildet. In Draufsicht auf die Facette gesehen ist die Kavität ringsum von dem Klebemittel umschlossen. Somit kann der Strahlungsaustrittsbereich, in dem die Laserstrahlung die Laserdiode verlässt, frei von dem Klebemittel sein. Damit entsteht keine potentiell die Facette schädigende Wechselwirkung zwischen der Laserstrahlung und dem Klebemittel direkt an dem Strahlungsaustrittsbereich.

**[0025]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Kavität evakuiert oder mit einem oder mehreren Schutzgasen gefüllt. Bei einem entsprechenden Schutzgas handelt es sich beispielsweise um ein Edelgas wie Argon oder Helium oder um ein inertes Gas wie Stickstoff. Ist die Kavität mit Schutzgas gefüllt, so kann ein Gasdruck in der Kavität nahe an einem normalen Atmosphärendruck liegen, insbesondere zwischen einschließlich  $0,8 \text{ bar}$  und  $1,1 \text{ bar}$ , etwa bei einer bestimmungsgemäßen Betriebstemperatur des Halbleiterlasers.

**[0026]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Kavität in Draufsicht auf die Facette gesehen einen mittleren Durchmesser von mindestens  $3 \mu\text{m}$  oder  $5 \mu\text{m}$  oder  $10 \mu\text{m}$  und/oder von höchstens  $0,1 \text{ mm}$  oder  $50 \mu\text{m}$  oder  $20 \mu\text{m}$  oder  $10 \mu\text{m}$  auf. Mit anderen Worten kann die Kavität in Draufsicht gesehen vergleichsweise klein sein.

**[0027]** Die Kavität kann rotationssymmetrisch zum Strahlungsaustrittsbereich geformt sein oder sich asymmetrisch um den Strahlungsaustrittsbereich herum erstrecken. Ein Abstand zwischen dem Klebemittel und dem Strahlungsaustrittsbereich beträgt bevorzugt mindestens  $2 \mu\text{m}$  oder  $5 \mu\text{m}$  oder  $10 \mu\text{m}$ .

**[0028]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt eine Dicke der Kavität zwischen einschließlich  $0,5 \mu\text{m}$  und  $20 \mu\text{m}$ . Die Dicke der Kavität senkrecht zur

Facette kann dem mittleren Abstand zwischen dem Strahlungsaustrittsbereich und/oder der Seitenfläche des Trägers einerseits und der Lichteintrittsseite der Schutzabdeckung andererseits entsprechen.

**[0029]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform beträgt in Draufsicht auf die Facette gesehen eine Breite des Klebemittels um die Kavität herum mindestens  $100 \%$  oder  $150 \%$  oder  $250 \%$  des mittleren Durchmessers der Kavität. Alternativ oder zusätzlich liegt die Breite des Klebemittels bei mindestens  $20 \mu\text{m}$  oder  $30 \mu\text{m}$  oder  $50 \mu\text{m}$  und/oder bei höchstens  $0,1 \text{ mm}$  oder  $50 \mu\text{m}$  oder  $20 \mu\text{m}$ .

**[0030]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Kavität hin zum Klebemittel gekrümmte Seitenwände auf. Beispielsweise weist die Kavität im Querschnitt senkrecht zur Facette gesehen in dem Strahlungsaustrittsbereich eine bikonvexe Gestalt auf. Das heißt, in diesem Querschnitt gesehen und ausgehend von einer maximalen Ausdehnung in Richtung parallel zur Facette verschmälert sich die Kavität in Richtung hin zur Facette sowie in Richtung hin zur Lichteintrittsseite der Schutzabdeckung.

**[0031]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform verläuft die Laserstrahlung beabstandet von dem Klebemittel hin zur Lichteintrittsseite. Das heißt, auf direktem bestimmungsgemäßen Weg vom Strahlungsaustrittsbereich hin zur Lichteintrittsseite gelangt die Laserstrahlung nicht zum Klebemittel. Dies schließt nicht aus, dass eventuell an der Lichteintrittsseite reflektierte Laserstrahlung zu dem Klebemittel geführt wird.

**[0032]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform bedeckt das Klebemittel die Lichteintrittsseite und optional die Seitenfläche des Trägers teilweise oder vollständig sowie den gesamten Strahlungsaustrittsbereich unmittelbar und direkt. Das heißt, zwischen der Facette und der Lichteintrittsseite kann eine durchgehende, lückenlose Verbindung alleine durch das Klebemittel gebildet sein.

**[0033]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die gesamte Lichteintrittsseite von dem Klebemittel bedeckt. Ebenso kann die gesamte Facette von dem Klebemittel bedeckt sein. Die Seitenfläche des Trägers ist bevorzugt lediglich teilweise von dem Klebemittel bedeckt, kann alternativ aber auch vollständig von dem Klebemittel bedeckt sein.

**[0034]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform beträgt ein Brechungsindexunterschied zwischen der Schutzabdeckung und dem Klebemittel höchstens  $0,2$  oder  $0,1$  oder  $0,05$  oder  $0,02$ . Dies gilt insbesondere bei einer Wellenlänge maximaler Intensität der Laserstrahlung sowie bei einer Temperatur von  $300 \text{ K}$ . Durch einen entsprechend geringen Brechungsindexunterschied lassen sich Reflexionen an einer Grenz-

fläche zwischen der Schutzabdeckung und dem Klebemittel reduzieren.

**[0035]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Schutzabdeckung aus mindestens einem der folgenden Materialien oder besteht aus einem oder mehrerer dieser Materialien: Glas, Saphir, Siliziumcarbid. Bevorzugt ist die Schutzabdeckung aus Saphir.

**[0036]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt die Wellenlänge maximaler Intensität der von der Laserdiode erzeugten Laserstrahlung bei mindestens 365 nm oder 400 nm. Alternativ oder zusätzlich liegt die Wellenlänge maximaler Intensität bei höchstens 530 nm oder 460 nm oder 440 nm. Das heißt, die Laserstrahlung ist vergleichsweise kurzweilig.

**[0037]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform besteht das Klebemittel aus einem oder mehreren Metallen, insbesondere aus einem Lot, auch in Kombination mit Metallschichten an der Schutzabdeckung und/oder an der Facette und der Seitenfläche, an denen das Lot aufgebracht wird. Alternativ wird mindestens ein Glas für das Klebemittel verwendet.

**[0038]** Das Klebemittel kann homogen aufgebaut sein oder auch inhomogen. Beispielsweise im Falle eines Glases ist es möglich, dass in eine Glasmatrix weitere Partikel eingebracht sind, beispielsweise als Abstandshalter und/oder zur Einstellung thermischer Ausdehnungskoeffizienten.

**[0039]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Lichteintrittsseite der Schutzabdeckung mit einer Aufrauung versehen. Die Lichteintrittsseite ist somit dazu eingerichtet, an der Lichteintrittsseite reflektierte Strahlung diffus zu streuen, sodass die reflektierte Laserstrahlung nicht oder nur abgeschwächt zum Strahlungsaustrittsbereich gelangt. Damit ist eine Rückkopplung des Bereichs zwischen der Facette und der Schutzabdeckung auf einen Resonator der Laserdiode verringert.

**[0040]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Lichteintrittsseite eben geformt. Dabei liegt die Lichteintrittsseite schräg zur Facette. Beispielsweise liegt ein Winkel zwischen der Lichteintrittsseite und der Facette bei mindestens 5° oder 10° und/oder bei höchstens 35° oder 25° oder 15°. Hierdurch wird an der Lichteintrittsseite reflektierte Laserstrahlung von dem Strahlungsaustrittsbereich an der Facette ferngehalten. Der Winkel liegt bevorzugt unterhalb eines Brewster-Winkels, um eine Angriffsfläche für Diffusion an dem Klebemittel gering zu halten.

**[0041]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Schutzabdeckung als Linse und bikonvex geformt, sodass die Lichteintrittsseite gekrümmt verläuft, insbesondere zusammenhängend gekrümmt

verläuft. Dabei liegt bevorzugt eine maximale Auswölbung der Lichteintrittsseite außerhalb einer optischen Achse der Laserstrahlung, sodass an der Lichteintrittsseite eventuell reflektierte Laserstrahlung von dem Strahlungsaustrittsbereich ferngehalten wird.

**[0042]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Lichteintrittsseite und/oder die Lichtaustrittsseite der Schutzabdeckung teilweise oder vollständig mit einer Antireflexbeschichtung für die Laserstrahlung versehen. Damit weist insbesondere die Lichteintrittsseite für die Laserstrahlung eine Reflektivität von höchstens 0,5 % oder 0,1 % oder 0,01 % auf. Auch durch eine solche Antireflexbeschichtung sind Rückwirkungen des Bereichs zwischen der Facette und der Schutzabdeckung auf den Resonator der Laserdiode reduzierbar oder verhinderbar.

**[0043]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die der Facette abgewandte Lichtaustrittsseite der Schutzabdeckung mit einer katalytischen, bevorzugt einer fotokatalytischen Beschichtung versehen. Diese Beschichtung ist etwa dazu eingerichtet, mittels der Laserstrahlung Ablagerungen an der Lichtaustrittsseite zu entfernen und/oder zu zersetzen. Die Beschichtung ist insbesondere durch ein Metalloxid wie Titandioxid oder Zirkoniumoxid gebildet. Alternativ ist die Beschichtung aus mindestens einem Metall wie Platin oder Palladium oder Rhodium. Im Falle einer Metallbeschichtung für die katalytische Beschichtung weist diese bevorzugt eine Dicke von höchstens 10 nm oder 5 nm oder 3 nm auf, sodass die Laserstrahlung ohne signifikante Verluste durch die katalytische Beschichtung hindurch gelangen kann.

**[0044]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Lichtaustrittsseite der Schutzabdeckung mit einer Antihafbeschichtung versehen. Die Antihafbeschichtung ist dazu eingerichtet, Ablagerungen außen an der Schutzabdeckung zu unterbinden. Bei der Antihafbeschichtung handelt es sich beispielsweise um eine Kunststoffbeschichtung, insbesondere mit einer Fluor-Kohlenstoff-Verbindung oder einer Fluor-Silizium-Verbindung. Die Antihafbeschichtung ist beispielsweise aus einem fluorierten oder perfluorierten Polymer und/oder aus einem fluorierten oder perfluorierten Siloxan oder Silazan. Bevorzugt ist die gesamte Lichtaustrittsseite entsprechend beschichtet.

**[0045]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform befindet sich die aktive Zone an einer dem Träger zugewandten Seite der Laserdiode. Beispielsweise trägt ein Abstand zwischen der aktiven Zone und der Laserdiode höchstens 5 µm oder 10 µm oder 3 µm. Demgegenüber liegt die Dicke der Laserdiode beispielsweise bei mindestens 20 µm oder 50 µm oder 100 µm und/oder bei höchstens 0,5 mm oder 0,2 mm.

**[0046]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform überragt die Facette den Träger entlang einer Laufrichtung der Laserstrahlung. Ein Überstand der Laserdiode über den Träger liegt beispielsweise bei mindestens 50 µm oder 0,1 mm und alternativ oder zusätzlich bei höchstens 0,3 mm oder 0,15 mm oder 50 µm.

**[0047]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der Halbleiterlaser ein oder mehrere Leuchtstoffelemente. Das mindestens eine Leuchtstoffelement ist zu einer teilweisen oder vollständigen Umwandlung der Laserstrahlung eingerichtet und umfasst einen oder mehrere Leuchtstoffe.

**[0048]** Insbesondere wird einer oder werden mehrere der folgenden Leuchtstoffe verwendet:  $\text{Eu}^{2+}$ -dotierte Nitride wie  $(\text{Ca}, \text{Sr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ ,  $\text{Sr}(\text{Ca}, \text{Sr})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{N}_6:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3^*\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Ca}, \text{Ba}, \text{Sr})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ ,  $(\text{Sr}, \text{Ca})[\text{LiAl}_3\text{N}_4]:\text{Eu}^{2+}$ ; Granate aus dem allgemeinen System  $(\text{Gd}, \text{Lu}, \text{Tb}, \text{Y})_3(\text{Al}, \text{Ga}, \text{D})_5(\text{O}, \text{X})_{12}:\text{RE}$  mit  $\text{X} =$  Halogenid,  $\text{N}$  oder zweiwertiges Element,  $\text{D} =$  dreiwertiges oder vierwertiges Element und  $\text{RE} =$  Seltenerdmetalle wie  $\text{Lu}_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Y}_3(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ;  $\text{Eu}^{2+}$ -dotierte Sulfide wie  $(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})\text{S}:\text{Eu}^{2+}$ ;  $\text{Eu}^{2+}$ -dotierte SiONE wie  $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})\text{Si}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}^{2+}$ ; SiAlONE etwa aus dem System  $\text{Li}_x\text{M}_y\text{Ln}_z\text{Si}_{12-(m+n)}\text{Al}_{(m+n)}\text{O}_n\text{N}_{16-n}$ ; beta-SiAlONE aus dem System  $\text{Si}_{6-x}\text{Al}_z\text{O}_y\text{N}_{8-y}:\text{RE}_z$  mit  $\text{RE} =$  Seltenerdmetalle; Nitrido-Orthosilikate wie  $\text{AE}_{2-x}\text{RE}_x\text{Eu}_a\text{SiO}_{4-x}\text{N}_x$  oder  $\text{AE}_{2-x}\text{RE}_x\text{Eu}_a\text{Si}_{1-y}\text{O}_{4-x-2y}\text{N}_x$  mit  $\text{RE} =$  Seltenerdmetall und  $\text{AE} =$  Erdalkalimetall oder wie  $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}, \text{Mg})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ ; Chlorosilikate wie  $\text{Ca}_8\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$ ; Chlorophosphate wie  $(\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca}, \text{Mg})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$ ; BAM-Leuchtstoffe aus dem  $\text{BaO-MgO-Al}_2\text{O}_3$ -System wie  $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ ; Halophosphate wie  $\text{M}_5(\text{PO}_4)_3(\text{Cl}, \text{F}):(\text{Eu}^{2+}, \text{Sb}^{2+}, \text{Mn}^{2+})$ ; SCAP-Leuchtstoffe wie  $(\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ . Außerdem können auch sogenannte Quantenpunkte als Konvertermaterial eingebracht werden. Quantenpunkte in der Form nanokristalliner Materialien, welche eine Gruppe II-VI-Verbindung und/oder eine Gruppe III-V-Verbindungen und/oder eine Gruppe IV-VI-Verbindung und/oder Metall-Nanokristalle beinhalten, sind hierbei bevorzugt.

**[0049]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform befindet sich das Leuchtstoffelement direkt an der Lichtaustrittsseite der Schutzabdeckung. Die Lichtaustrittsseite kann vollständig oder nur zum Teil von dem Leuchtstoffelement bedeckt sein. Direkt bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das Leuchtstoffelement die Lichtaustrittsseite berührt oder dass sich zwischen der Lichtaustrittsseite und dem Leuchtstoffelement nur ein Verbindungsmittel zum Anbringen des Leuchtstoffelements befindet. Ein Abstand zwischen dem Leuchtstoffelement und der Lichtaustrittsseite beträgt bevorzugt höchstens 10 µm oder 5 µm oder 2 µm.

**[0050]** Darüber hinaus wird ein Herstellungsverfahren für ein optoelektronisches Halbleiterbauteil wie ein Halbleiterlaser angegeben. Merkmale hinsichtlich der Laserdiode, des Trägers, der Schutzabdeckung, des Leuchtstoffelements, der Aufrauung, der Antireflexbeschichtung, der katalytischen Beschichtung und/oder der Antihafbeschichtung, wie in Verbindung mit dem Halbleiterlaser vorangehend beschrieben, sind daher auch für das Herstellungsverfahren offenbart und umgekehrt.

**[0051]** In mindestens einer Ausführungsform umfasst das Herstellungsverfahren für das optoelektronische Halbleiterbauteil die folgenden Schritte:

- Bereitstellen eines optoelektronischen Halbleiterchips, der eine aktive Zone zur Erzeugung einer Strahlung sowie einen Strahlungsaustrittsbereich aufweist, und
- nachfolgend Erzeugen einer Schutzabdeckung direkt an dem Strahlungsaustrittsbereich, wobei die Schutzabdeckung bevorzugt aus einem Glas ist und mittels Heißprägen erzeugt wird, und das Halbleiterbauteil dazu eingerichtet ist, in normaler Atmosphäre ohne zusätzliche gasdichte Kapselung betrieben zu werden.

**[0052]** Insbesondere handelt es sich bei dem Halbleiterchip um eine Laserdiode, wie vorstehend erläutert, alternativ um einen Leuchtdiodenchip, kurz LED-Chip. Der Halbleiterchip ist bevorzugt auf einem Träger angebracht. Die Schutzabdeckung kann eine Linse zur Kollimation der Strahlung, insbesondere der Laserstrahlung, sein.

**[0053]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens berührt die Schutzabdeckung die Seitenfläche des Trägers, die bevorzugt mit einer Toleranz von höchstens 15° oder 5° parallel zur Facette verläuft, unmittelbar. Die Facette kann vollständig von der Schutzabdeckung bedeckt sein, die Seitenfläche des Trägers wird teilweise oder vollständig von der Schutzabdeckung bedeckt.

**[0054]** Nachfolgend werden ein hier beschriebener Halbleiterlaser und ein hier beschriebenes Herstellungsverfahren unter Bezugnahme auf die Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

**[0055]** Es zeigen:

**Fig. 1A, Fig. 2 bis Fig. 10 und Fig. 13 bis Fig. 15** schematische Schnittdarstellungen von Ausführungsbeispielen von hier beschriebenen Halbleiterlasern,

**Fig. 1B** eine schematische Draufsicht auf eine Facette eines Ausführungsbeispiels eines hier beschriebenen Halbleiterlasers, und

**Fig. 11** und **Fig. 12** schematische Schnittdarstellungen von Verfahrensschritten zur Herstellung von hier beschriebenen Halbleiterlasern und optoelektronischen Halbleiterbauteilen.

**[0056]** In **Fig. 1A** ist eine Schnittdarstellung und in **Fig. 1B** eine Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel eines Halbleiterlasers **1** gezeigt. Der Halbleiterlaser **1** ist dabei bevorzugt auf einer Wärmesenke **11** angebracht und bildet zusammen mit der Wärmesenke **11** eine Anordnung **10**. Die Anordnung **10** befindet sich in normaler Umgebungsluft **12**. Damit ist die Anordnung **10** nicht weiter gegen Umgebungsluft **12** gekapselt oder hermetisch abgeschlossen.

**[0057]** Der Halbleiterlaser **1** umfasst einen Träger **2**, insbesondere ein sogenanntes Submount. An dem Träger **2** befindet sich eine Laserdiode **3** zur Erzeugung einer Laserstrahlung **L**, welche beispielsweise blaues Licht ist. Hierzu weist die Laserdiode **3** eine aktive Zone **33** auf. An einem Strahlungsaustrittsbereich **31** an der aktiven Zone **33** wird die Laserstrahlung **L** emittiert. Eine bevorzugt ebene Facette **30** der Laserdiode **3** ist näherungsweise senkrecht zur aktiven Zone **33** orientiert.

**[0058]** An der Facette **30** sowie an einer Seitenfläche **20** des Trägers **2** befindet sich ein Klebemittel **5**, mit dem eine Schutzabdeckung befestigt ist. Die Schutzabdeckung ist als Linse **4**, bevorzugt als sphärische Linse, gestaltet und weist eine der Facette **30** zugewandte Lichteintrittsseite **41** und eine der Facette **30** abgewandte Lichtaustrittsseite **42** auf.

**[0059]** Der beispielsweise ellipsenförmige Strahlungsaustrittsbereich **31** ist in Draufsicht ringsum von dem Klebemittel **5** in einer geschlossenen Bahn umschlossen, siehe **Fig. 1B**. Dabei ist in **Fig. 1B** zur Vereinfachung der Darstellung die Linse **4** nicht eingezeichnet, wobei die Schutzabdeckung **4** deckungsgleich mit einer Außenkontur des Klebemittels **5** abschließen kann, wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen möglich.

**[0060]** Somit wird von dem Klebemittel **5** an der Facette **30** eine Kavität **6** definiert, die von der Schutzabdeckung **4** abgeschlossen wird. Die Kavität **6** ist evakuiert oder mit einem Schutzgas gefüllt. Seitenwände **65** der Kavität **6**, die dem Strahlungsaustrittsbereich **31** zugewandt sind, sind im Querschnitt gesehen gekrümmt, sodass die Kavität **6** bikonvex erscheint, siehe **Fig. 1A**.

**[0061]** Der Strahlungsaustrittsbereich **31** kann in Draufsicht gesehen mittig in der Kavität **6** angeordnet sein, siehe **Fig. 1B**. Das Klebemittel **5** kann in unterschiedlichen Richtungen um den Strahlungsaus-

trittsbereich **31** herum verschiedene Breiten aufweisen. Dabei ist das Klebemittel **5** bevorzugt dünn gestaltet, sodass ein mittlerer Abstand zwischen der Facette **30** und der Lichteintrittsseite **41** bevorzugt höchstens 5 µm beträgt. Optional befindet sich an der Lichteintrittsseite **41** eine Antireflexbeschichtung **44** für die Laserstrahlung **L**. Entsprechendes gilt bevorzugt auch für alle anderen Ausführungsbeispiele.

**[0062]** Durch die Kavität **6** zusammen mit dem Klebemittel **5** und der Schutzabdeckung **4** erfolgt eine facettennahe Kapselung der Laserdiode **3**. Diese Verkapselung schützt den Strahlungsaustrittsbereich **31** der Laserdiode **3** vor Umwelteinflüssen und Kontaminationen. Die Verkapselung ist somit lokal auf dem Bereich der Laserfacette **30** selbst und eine umgebende Montagefläche beschränkt.

**[0063]** Im Bereich der Facette **30** bildet die Verkapselung die Kavität **6**. Die so gebildete Kavität **6** ist gegenüber Umwelteinflüssen hermetisch gekapselt. Das optionale Schutzgas oder Gasgemisch ist beispielsweise H<sub>2</sub>, He, N<sub>2</sub>, He/O<sub>2</sub>. Der Strahlungsaustrittsbereich **31** ist bei der Montage der Schutzabdeckung **4** durch eine Ausnehmung in dem Klebemittel **5** ausgespart. Es gibt somit keinen physischen Kontakt zwischen dem Verkapselungselement, gebildet aus der Schutzabdeckung **4** und dem Klebemittel **5**, und dem Strahlungsaustrittsbereich **31**, weder bei der Montage noch im Betrieb des Halbleiterlasers **1**.

**[0064]** Durch die facettennahe Kapselung und einen Brechungsindexsprung zwischen der Kavität **6** und der Schutzabdeckung **4** können potentiell Rückreflexionen der emittierten Laserstrahlung **L** in einem Resonator der Laserdiode **3** auftreten und zu Störungen des Resonators führen. Um diese Wechselwirkung zu unterdrücken, ist insbesondere die Antireflexbeschichtung **44** vorgesehen, für alternative oder zusätzliche Verhinderungsmöglichkeiten solcher Wechselwirkungen siehe auch die nachfolgenden **Fig. 2** und **Fig. 3**.

**[0065]** Zum Herstellen der Kavität **6** wird beispielsweise eine Ringstruktur aus Glas auf die Laserdiode **3** und den Träger **2**, oder alternativ auf die Schutzabdeckung **4**, insbesondere auf die Lichteintrittsseite **41**, aufgebracht. Zum Fügen mit der Schutzabdeckung **4** werden bevorzugt der Träger **2** und die Laserdiode **3** auf die erforderliche Verarbeitungstemperatur gebracht. Das Fügen erfolgt unter Einwirkung von Temperatur und bevorzugt von Druck.

**[0066]** Weiterhin ist es möglich, einen Glaspulver-Binder-Mischung auf die Schutzabdeckung **4** aufzubringen, welcher das Klebemittel **5** bildet. Dazu wird durch Prozesse wie Drucken oder Dispensen eine Glaspulver-Binder-Mischung auf die Schutzabdeckung **4** aufgebracht. Durch eine nachgeschaltete Temperaturbehandlung wird der Binder entfernt und das Glaspul-

ver angesintert, auch als Neck-Bildung bezeichnet. Die so vorbereitete Schutzabdeckung **4** wird dann mittels Temperatur und optional Druck auf die Struktur aus dem Träger **2** und der Laserdiode **3** aufgebracht.

**[0067]** Alternativ kann ein Glasschwamm für das Klebemittel **5** durch chemische Prozesse hergestellt werden. Dazu wird beispielsweise eine ringförmige Struktur eines speziell angepassten Glases auf die Schutzabdeckung **4** aufgebracht. Das Glas wird durch gezielte Temperaturlagerung im mikroskopischen Maßstab entmischt, bevorzugt in zwei oder in mehr Phasen. Eine der Phasen kann nasschemisch aus der verbleibenden Matrix herausgelöst werden. Die so gebildete schwammartige Struktur kann wie vorhergehend beschrieben auf den Träger **2** und/oder der Laserdiode **3** oder auch auf der Schutzabdeckung **4** montiert werden. Das Fügen erfolgt entsprechend.

**[0068]** Weiterhin ist es möglich, insbesondere auf der Schutzabdeckung **4** und dem Verbund aus dem Träger **2** und der Laserdiode **3** strukturierte Metallisierungen aufzubringen. Zum Fügen wird ein metallisches Fügeelement angebracht. Das Fügeelement ist beispielsweise ein Lot, ein Metallschwamm oder ein vorgefertigter Metallring. Das Fügen erfolgt unter Temperatureinwirkung und optional mit Druck.

**[0069]** Durch die Ausformung der Mikrokavität **6** im Bereich des Strahlungsausstrittsbereichs **31** entsteht kein mechanischer Kontakt zwischen dem Strahlungsausstrittsbereich **31** und der Schutzabdeckung **4**. Durch diese chipnahe Verkapselung kann im Vergleich zu sogenannten TO-Gehäusen eine signifikante Miniaturisierung erreicht werden.

**[0070]** Beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** ist die Schutzabdeckung **4** gegenüber der Laserdiode **3** gekippt aufgebracht. Ein Winkel  $\alpha$  zwischen der Lichteintrittsseite **41** und der Facette **30** liegt beispielsweise bei  $10^\circ$ .

**[0071]** Ein Durchmesser der Schutzabdeckung **4**, deren Lichteintrittsseite **41** vorliegend eben und deren Lichtaustrittsseite **42** halbkugelförmig gestaltet ist, beträgt beispielsweise zwischen einschließlich 0,2 mm und 0,8 mm, insbesondere um 0,4 mm. Entsprechendes gilt für alle anderen Ausführungsbeispiele.

**[0072]** Im Übrigen entspricht das Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** bevorzugt dem der **Fig. 1**.

**[0073]** Zur Verhinderung von Einflüssen der reflektierten Laserstrahlung **L** weist die Schutzabdeckung **4** des Ausführungsbeispiels der **Fig. 3** an der Lichteintrittsseite **41** eine Aufrauung **43** auf. Die Aufrauung **43** kann regelmäßig oder auch unregelmäßig gestaltet

sein. Die Aufrauung **43** kann sich über die gesamte Lichteintrittsseite **41** hin erstrecken oder auf einen Zentralbereich der Schutzabdeckung **4**, der der Kavität **6** zugeordnet ist, beschränkt sein. Eine mittlere Strukturgröße der Aufrauung **43** liegt bevorzugt bei mindestens  $0,2 \mu\text{m}$  und/oder bei höchstens  $3 \mu\text{m}$ .

**[0074]** Möglichkeiten zur Verhinderung von Einflüssen durch rückreflektierte Laserstrahlung **L** auf den Resonator der Laserdiode **3** sind auch in Verbindung mit den **Fig. 4** bis **Fig. 8** erläutert.

**[0075]** In **Fig. 4**, linke Seite, ist dargestellt, dass bei einer parallel zur Facette **30** stehenden Lichteintrittsseite **41** rückreflektierte Laserstrahlung **R** in den Resonator der Laserdiode **3** gelangen kann. Dies wird durch die Schrägstellung der Schutzabdeckung **4** gegenüber der Laserdiode **3** verhindert, siehe **Fig. 4**, rechte Seite. Der Winkel  $\alpha$  zwischen der Facette **30** und der Lichteintrittsseite **41** liegt bevorzugt zwischen einschließlich  $5^\circ$  und  $15^\circ$ .

**[0076]** In **Fig. 5** ist illustriert, dass die Rückreflektion **R**, die in der linken Seite der **Fig. 5** auftritt, in der rechten Seite der **Fig. 5** durch die Antireflexbeschichtung **44** verhindert wird. Die Antireflexbeschichtung **44** ist beispielsweise durch eine alternierende Abfolge von Schichten mit hohem und niedrigem Brechungsindex gebildet, in **Fig. 5** nur schematisch angedeutet. Die Antireflexbeschichtung **44** kann sowohl an der Lichteintrittsseite **41** als auch an der Lichtaustrittsseite **42** angebracht sein und damit den eigentlichen Körper der Schutzabdeckung **4** vollständig umschließen. Entsprechendes ist auch beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** möglich.

**[0077]** Wie auch in den **Fig. 4** und **Fig. 5** bedeckt das Klebemittel **5** den Strahlungsausstrittsbereich **31** vollständig, anders als in den **Fig. 1** bis **Fig. 3**. Somit ist keine Kavität gebildet. Damit ist das Klebemittel **5** bevorzugt durchlässig für die Laserstrahlung **L** und insbesondere aus einem Glas oder aus einer Glasmischung geformt. Beim dem Klebemittel **5** handelt es sich somit, wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen möglich, um eine anorganische Komponente.

**[0078]** In **Fig. 6** ist illustriert, dass die Aufrauung **43** an der Lichteintrittsseite **41** vorhanden ist, analog zu **Fig. 3**, wobei die Aufrauung **43** die Lichteintrittsseite **41** auch nur teilweise bedecken kann, abweichend von der Darstellung in den **Fig. 3** und **Fig. 6**. Die Ausführungen zur **Fig. 3** und auch zur **Fig. 1** gelten für **Fig. 6** entsprechend, bis auf das Wegfallen der Kavität.

**[0079]** Wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen ist es möglich, dass die Schutzabdeckung **4** zwischen der Lichteintrittsseite **41** und der Lichtaustrittsseite **42** im Querschnitt gesehen eine gerade



verlaufende Seitenfläche aufweist. Die Seitenfläche stellt beispielsweise eine Zylindermantelfläche dar.

**[0080]** In **Fig. 7** ist gezeigt, dass die Lichteintrittsseite **41** gezielt zur Verhinderung der störenden Rückreflektionen gestaltet ist. Dazu weist die Schutzabdeckung **4** im Querschnitt gesehen näherungsweise eine bikonvexe Gestalt auf. Ein Bereich einer maximalen Auswölbung der Lichteintrittsseite **41** ist gegenüber der aktiven Zone **33** und damit gegenüber den Strahlungsausstrittsbereich **31** versetzt, so dass an dem Strahlungsausstrittsbereich **31** die Lichteintrittsseite **41** nicht parallel zur Facette **30** orientiert ist.

**[0081]** Beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 8** ist das Klebemittel **5** als Brechungsindexanpassungsschicht **47** gestaltet. Somit besteht zwischen dem Klebemittel **5** und der Schutzabdeckung **4** kein oder kein signifikanter Brechungsindexsprung, symbolisiert durch eine Strich-Punkt-Linie. Im Übrigen gelten die Ausführungen zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen entsprechend.

**[0082]** In den bisherigen Figuren ist je nur eine Maßnahme zur Verhinderung von Rückreflektionen in den Resonator der Laserdiode **3** gezeichnet. Diese Maßnahmen können auch kombiniert auftreten. So kann etwa die Aufrauung **43** oder die gekrümmte Lichteintrittsseite **41** mit einer Schrägstellung der Lichteintrittsseite **41** kombiniert werden. Ebenso kann jeweils zusätzlich eine Antireflexbeschichtung **44** vorhanden sein. Auch eine Brechungsindexanpassungsschicht **47** kann in den Ausführungsbeispielen, insbesondere der **Fig. 5** bis **Fig. 7**, Verwendung finden.

**[0083]** Speziell bei der Gestaltung der **Fig. 8** ist es auch möglich, dass das Klebemittel **5** und die Schutzabdeckung **4** aus dem gleichen oder aus sehr ähnlichen Materialien sind. Dabei weist das Klebemittel **5** bevorzugt jedoch eine niedrigere Verarbeitungstemperatur auf als die Schutzabdeckung **4**.

**[0084]** Durch die Reduzierung oder Eliminierung der optischen Wechselwirkung zwischen der Schutzabdeckung **4** und dem Resonator der Laserdiode **3** bei der facettennahen Kapselung werden zusätzliche Freiheitsgrade beim Design erzielt. Dabei wird eine miniaturisierte Bauform beibehalten.

**[0085]** Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 9** ist gezeigt, dass die Laserdiode **3** über Bonddrähte **13** mit der Wärmesenke **11** verbunden ist, wie dies auch in allen anderen Ausführungsbeispielen der Fall sein kann. Wie ebenso in allen anderen Ausführungsbeispielen möglich, kann das Klebemittel **5** bis zur Wärmesenke **11** reichen und in diesem Fall auch beabstandet zu dem Träger **2** verlaufen oder der Träger **2** ist in der Laserdiode **3** integriert.

**[0086]** Durch die facettennah aufgebrachte Schutzabdeckung **4** wird eine der Umgebungsluft **12** zugängliche Grenzfläche, an der die Laserstrahlung **L** austritt, signifikant vergrößert. Damit werden Effekte wie eine optische Pinzette verringert und die Intensität der Laserstrahlung **L** an der Grenzfläche, also an der Lichtaustrittsseite **42**, ist verringert.

**[0087]** Im Übrigen gelten die Ausführungen zu den **Fig. 1** bis **Fig. 8** für **Fig. 9** entsprechend.

**[0088]** In **Fig. 10** ist gezeigt, dass die Lichtaustrittsseite **42** bevorzugt vollständig von einer fotokatalytischen Beschichtung **45** und/oder einer Antihafbeschichtung **46** bedeckt ist. Die fotokatalytische Beschichtung **45** ist beispielsweise eine dünne Platinschicht oder eine Titandioxidschicht. Durch eine solche Beschichtung **45** kann das thermodynamische Gleichgewicht der Abscheidung von Kontaminationen auf der Lichtaustrittsseite **42** der Schutzabdeckung **4** und der Zersetzung potentieller Ablagerungen in der Art und Weise verschoben werden, sodass über die Betriebsdauer des Halbleiterlasers **1** hinweg zuverlässig eine Akkumulation von Abscheidungen vermindert wird.

**[0089]** Durch das Aufbringen der Antihafbeschichtung **46** ist es möglich, dass an der Lichtaustrittsseite **42** keine oder keine signifikante Akkumulation von Verunreinigungen oder ein Einbrennen von Verunreinigungen erfolgt. Die Antihafbeschichtung **46** ist für die Laserstrahlung **L** bevorzugt transparent. Die Antihafbeschichtung **46** ist beispielsweise durch ein Fluorpolymer wie Polytetrafluorethylen gebildet. Weitere mögliche Materialien für die Antihafbeschichtung **46** sind Perylenderivate wie Perylen HT oder Schwefelverbindungen wie Thiole-R-D-H oder Schichtstrukturen aus Kohlenstoffnanoröhren.

**[0090]** Das Herstellen der Halbleiterbauteile etwa der **Fig. 9** oder **Fig. 10** erfolgt bevorzugt durch Aufkleben der Schutzabdeckung **4** mit einem geeigneten Klebemittel **5** und optional mit nachfolgenden Aufheizprozessen und/oder Einbrennprozessen. Für das Aufkleben der Schutzabdeckung **4** kommen etwa silikonbasierte Klebstoffe mit einer sehr hohen Reinheit und mit niedrigem Kohlenwasserstoffgehalt in Frage. Eventuell in einem solchen Klebemittel **5** vorhandene flüchtige Additive werden optional durch eine Temperaturlagerung, insbesondere im Bereich von 180 °C bis 300 °C, ausgetrieben. Verbleibende Kohlenwasserstoffe werden wiederum optional durch einen Einbrennprozess unter definierten Bedingungen hinsichtlich einer Leistung der Laserstrahlung **L** und einer Umgebungstemperatur ausgetrieben.

**[0091]** Alternativ ist es möglich, die Schutzabdeckung **4** mittels eines Glases als Klebemittel **5** aufzukleben. Dabei wird bevorzugt ein mittelschmelzendes Glas verwendet. Das Glas wird dabei entweder

auf einer der beiden zu fügenden Flächen oder auf beide Fläche aufgetragen. Vorzugsweise geschieht das Aufbringen des Glases durch Flüssigdispersion im Temperaturbereich von 300 °C bis 450 °C. Im Anschluss an ein solches Dispensieren wird die Schutzabdeckung **4** beispielsweise mittels eines Greifprozesses, auch als Pick and Place bezeichnet, auf die Facette **30** der Laserdiode **3** montiert.

**[0092]** In **Fig. 11** ist ein Herstellungsverfahren für optoelektronische Halbleiterbauteile **1** gezeigt, wobei gemäß **Fig. 11** ein Halbleiterlaser **1** hergestellt wird. Dabei ist es möglich, auf das Klebemittel **5**, wie in Verbindung mit den **Fig. 1** bis **Fig. 10** verwendet, gänzlich zu verzichten und dennoch eine hermetische Kapselung des Strahlungsausstrittsbereichs **31** zu gewährleisten.

**[0093]** Dazu wird, siehe **Fig. 11A**, eine Rohmasse **48** bevorzugt aus einem Glas auf die Facette **30** und/oder auf die Seitenfläche **20** des Trägers **2** aufgebracht, insbesondere in flüssigem Zustand mittels Dispensieren. Alternativ erfolgt das Aufbringen eines Glaspulvers, auch als Schlicker bezeichnet, wobei das Glaspulver sich bevorzugt in einer Binderlösung befindet. Das Aufbringen kann durch Dispensieren, Sprühen, Drucken oder Jetten erfolgen und wird bevorzugt von einem Temperaturlagerschritt für die Entbindung und Verdichtung gefolgt.

**[0094]** Alternativ wird eine Glasperle aufgelegt, gefolgt von einer gezielten lokalen Temperaturbehandlung zur Befestigung analog eines Laserschweißprozesses, auch als Laser Melting Process bezeichnet. Beim Laserschmelzen kann durch eine gezielte Einstellung der Energiedichteverteilung im Strahlprofil, etwa durch ein Gauß-Profil oder ein sogenanntes Top Hat-Profil, die Form des Glastropfens durch lokales Aufschmelzen beeinflusst werden.

**[0095]** Beispiele für geeignete Glaszusammensetzungen kommen insbesondere aus der Gruppe der optischen Gläser, speziell Gläser mit einer niedrigen Glasübergangstemperatur von höchstens 400 °C oder Gläser mit einer sehr niedrigen Glasübergangstemperatur von weniger als 300 °C. Solche Gläser basieren bevorzugt auf Glasbildnern wie Telluroxid,  $\text{Te}_2\text{O}_5$ , Bortrioxid,  $\text{B}_2\text{O}_3$ , Silica,  $\text{SiO}_2$ , oder Bismutoxid,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ . Geeignete Glaszusammensetzungen weisen bevorzugt einen hohen Anteil an Netzwerkkunterbrechern auf, zum Beispiel ZnO und/oder CaO. Um derartige Glaszusammensetzungen zu stabilisieren oder eine Kristallisationsneigung gering zu halten, kann optional Aluminiumoxid,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , zugegeben werden.

**[0096]** Derartige Gläser können auch für das Klebemittel **5** insbesondere der **Fig. 1** bis **Fig. 3** verwendet werden, ebenso als Klebemittel **5** etwa für die **Fig. 4** bis **Fig. 8**.

**[0097]** Alternativ oder zusätzlich erfolgt ein Aufheizen der Laserdiode **3** und/oder des Trägers **2** mit dem darauf angebrachten Klebemittel **5** auf eine Temperatur, bei der insbesondere das Glas eine für die Formgebung durch Prägen hinreichend niedrige Viskosität aufweist. Der Prägeprozess mit einem Heißprägewerkzeug **49**, das bevorzugt geheizt werden kann, siehe **Fig. 11B**, findet vorzugsweise bei Viskositäten des Klebemittels **5** im Bereich von  $10^4$  dPa/s bis  $10^8$  dPa/s statt, bevorzugt im Bereich  $10^4$  dPa/s bis  $10^5$  dPa/s.

**[0098]** Das Prägewerkzeug **49** ist beispielsweise aus Platin, Gold, einer Platin-Gold-Legierungen oder Graphit. Darüber hinaus sind Werkzeuge **49** aus Hartmetallen geeignet. Beispiele hierfür sind Wolframcarbid oder Titancarbid, insbesondere in einer Matrix aus Kobalt.

**[0099]** Das Heißprägewerkzeug **49** kann eine Beschichtung aufweisen, um ein Anhaften des Klebemittels **5** zu vermeiden. Eine solche Beschichtung ist beispielsweise aus TiN, AlN und/oder TiAlN. Vorzugsweise werden Prägewerkzeuge **49** mit einer geringen Oberflächenrauigkeit eingesetzt, beispielsweise mit einer Rauheit Ra von höchstens 100 nm. Hierzu ist insbesondere oberflächenbeschichtetes oder oberflächenverdichtetes Graphit geeignet.

**[0100]** Die aufgebrachte Schutzabdeckung **4** kann zu einer gezielten Strahlformung dienen. Alternativ kann die Schutzabdeckung **4** auch als refraktive Optik, als diffraktive Optik oder als Kombination von beidem ausgeführt sein. Eine optisch wirksame Struktur der Schutzabdeckung **4** kann als Struktur zur Steigerung einer Lichtauskopplung gestaltet sein, siehe auch **Fig. 12**.

**[0101]** Das fertige Halbleiterbauteil **1** ist in **Fig. 11C** illustriert. Dabei ist es möglich, dass die gesamte Facette **30** und die gesamte Seitenfläche **20** des Trägers **2** von der Schutzabdeckung **4** bedeckt werden.

**[0102]** Beim Verfahren der **Fig. 12** handelt es sich bei dem optoelektronischen Halbleiterchip **3** um einen LED-Chip, bevorzugt mit einem integrierten Träger **2** oder alternativ mit einem separaten Träger, nicht gezeichnet. Optional ist der Halbleiterchip **3** über Verbindungsmittel **14**, beispielsweise Klebepunkte oder Lotpunkte, an einem Träger **11** angebracht. Gemäß **Fig. 12A** wird das Rohmaterial **48** für die Schutzabdeckung **4** aufgebracht.

**[0103]** Nachfolgend, siehe **Fig. 12B**, erfolgt das Prägen mit dem Prägewerkzeug **49**, sodass wie in **Fig. 12C** illustriert, die Schutzabdeckung **4** etwa zur Verbesserung einer Lichtauskopplung resultiert. Die Schutzabdeckung **4** ist somit an der Lichtaustrittsseite **42** mit einer Aufrauung **43** gestaltet. Die Schutzabdeckung **4** kann hierzu einen ähnlichen Brechungsindex

dex aufweisen wie der Halbleiterchip **3**, beispielsweise mit einem Brechungsindexunterschied von höchstens 0,3, sodass hochbrechende Rohmaterialien **48** für die Schutzabdeckung **4** verwendet werden können.

**[0104]** Beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 13** ist die Schutzabdeckung **4** als planparallele, runde Scheibe gestaltet und nicht als Linse. Die Facette **30** ist nur zum Teil von dem Klebemittel **5** bedeckt und schließt bündig mit der Seitenfläche **20** ab. Gleiches ist in allen anderen Ausführungsbeispielen möglich.

**[0105]** Gemäß **Fig. 14** ist an der Schutzabdeckung **4** ein Leuchtstoffelement **7** angebracht, beispielsweise in Form einer planparallelen Keramikplatte. Zwischen der beispielsweise planparallelen Schutzabdeckung **4** und dem Leuchtstoffelement **7** befindet sich lediglich das Verbindungsmittel **14**, zum Beispiel eine dünne Schicht aus einem Silikonkleber, insbesondere mit einer Dicke zwischen einschließlich 0,2 µm und 3 µm.

**[0106]** Der mindestens eine Leuchtstoff zur Wellenlängenkonversion kann auf eine Region des Leuchtstoffelements **7** beschränkt sein, in der die im Betrieb erzeugte Laserstrahlung **L** auf das Leuchtstoffelement **7** trifft. Optional befindet sich an einer der Laserdiode **3** zugewandten Eintrittsseite **72** des Leuchtstoffelements **7** eine dichroitische Beschichtung **73**, die die Laserstrahlung **L** hindurchlässt, in dem Leuchtstoffelement **7** erzeugte Strahlung jedoch reflektiert.

**[0107]** Weiter ist es möglich, dass der Träger **2** über die Facette **30** übersteht. Damit kann die Schutzabdeckung **4** von dem Träger **2** weg gewandt sein und schräg zum Träger **2** verlaufen. Entsprechendes kann in allen anderen Ausführungsbeispielen der Fall sein.

**[0108]** Ebenso ist beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 15** das Leuchtstoffelement **7** vorhanden. Hierbei ist das Leuchtstoffelement **7** unmittelbar und insbesondere ganzflächig auf der Lichtaustrittsseite **42** aufgebracht, vorzugsweise mit einer gleichbleibenden, konstanten Dicke.

**[0109]** Solche Leuchtstoffelemente **7**, wie in den **Fig. 14** und **Fig. 15** erläutert, können auch in allen anderen Ausführungsbeispielen vorhanden sein, bevorzugt zusammen mit der dichroitischen Beschichtung **73**.

**[0110]** Auch bei den Gestaltungen der **Fig. 13** bis **Fig. 15** können Maßnahmen zur Verhinderung von Rückreflexen in den Resonator der Laserdiode **3** getroffen werden, in gleicher Weise wie bei den **Fig. 1** bis **Fig. 8**, einzeln oder miteinander kombiniert.

**[0111]** Die in den Figuren gezeigten Komponenten folgen, sofern nicht anders kenntlich gemacht, bevor-

zugt in der angegebenen Reihenfolge jeweils unmittelbar aufeinander. Sich in den Figuren nicht berührende Schichten sind bevorzugt voneinander beabstandet. Soweit Linien parallel zueinander gezeichnet sind, sind die entsprechenden Flächen bevorzugt ebenso parallel zueinander ausgerichtet. Ebenfalls, soweit nicht anders kenntlich gemacht, sind die relativen Positionen der gezeichneten Komponenten zueinander in den Figuren korrekt wiedergegeben.

**[0112]** Die hier beschriebene Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Halbleiterlaser und optoelektronisches Halbleiterbauteil
<b>2</b>	Träger
<b>20</b>	Trägerseitenfläche
<b>3</b>	Laserdiode und optoelektronischer Halbleiterchip
<b>30</b>	Facette
<b>31</b>	Strahlungsaustrittsbereich
<b>33</b>	aktive Zone
<b>4</b>	Schutzabdeckung/Linse
<b>41</b>	Lichteintrittsseite
<b>42</b>	Lichtaustrittsseite
<b>43</b>	Aufrauung
<b>44</b>	Antireflexbeschichtung
<b>45</b>	fotokatalytische Beschichtung
<b>46</b>	Antihafbeschichtung
<b>47</b>	Brechungsindexanpassungsschicht
<b>48</b>	Linsenrohmaterial
<b>49</b>	Heißprägewerkzeug
<b>5</b>	Klebemittel
<b>6</b>	Kavität
<b>65</b>	Seitenwand der Kavität
<b>7</b>	Leuchtstoffelement
<b>72</b>	Eintrittsseite
<b>73</b>	dichroitische Beschichtung
<b>10</b>	Anordnung

- 11 Wärmesenke
- 12 Umgebungsluft
- 13 Bonddraht
- 14 Verbindungsmittel
- L Laserstrahlung
- R an der Linse reflektierte Laserstrahlung
- Winkel zwischen der Facette und der Lichteintrittsseite

### Patentansprüche

1. Halbleiterlaser (1) mit

- einem Träger (2),
- einer kantenemittierenden Laserdiode (3), die auf dem Träger (2) angebracht ist und die eine aktive Zone (33) zur Erzeugung einer Laserstrahlung (L) sowie eine Facette (30) mit einem Strahlungsausstrittsbereich (31) aufweist,
- einer Schutzabdeckung (4), und
- einem Klebemittel (5), mit dem die Schutzabdeckung (4) an der Facette (30) und an einer Seitenfläche (20) des Trägers (2) befestigt ist, wobei
- ein mittlerer Abstand zwischen einer Lichteintrittsseite (41) der Schutzabdeckung (4) und der Facette (30) höchstens 60 µm beträgt, und
- der Halbleiterlaser (1) dazu eingerichtet ist, in normaler Atmosphäre ohne zusätzliche gasdichte Kapselung betrieben zu werden.

2. Halbleiterlaser (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Schutzabdeckung (4) eine Linse zur Kollimation der Laserstrahlung (L) ist und einen minimalen Abstand zur Facette (30) von 0,1 µm aufweist, wobei im Bereich der aktiven Zone (33) an der Facette (30) eine Kavität (6) gebildet ist, die in Draufsicht auf die Facette (30) gesehen ringsum von dem Klebemittel (5) umschlossen ist, sodass der Strahlungsausstrittsbereich (31), in dem die Laserstrahlung (L) die Laserdiode (3) verlässt, frei von dem Klebemittel (5) ist.

3. Halbleiterlaser (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Kavität (6) evakuiert oder mit mindestens einem Schutzgas gefüllt ist, wobei die Kavität (6) in Draufsicht auf die Facette (30) gesehen einen mittleren Durchmesser zwischen einschließlich 3 µm und 100 µm aufweist und eine Dicke der Kavität (6) zwischen einschließlich 0,5 µm und 20 µm liegt, und wobei in Draufsicht auf die Facette (30) gesehen eine Breite des Klebemittels (5) um die Kavität (6) herum mindestens 150 % des mittleren Durchmessers der Kavität (6) und außerdem mindestens 30 µm beträgt.

4. Halbleiterlaser (1) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche,

bei dem die Kavität (6) hin zum Klebemittel (5) gekrümmte Seitenwände (65) aufweist, sodass die Kavität (6) im Querschnitt senkrecht zur Facette (30) gesehen in dem Strahlungsausstrittsbereich (31) eine bikonvexe Gestalt aufweist, wobei die Laserstrahlung (L) beabstandet vom Klebemittel (5) hin zur Lichteintrittsseite (41) verläuft.

5. Halbleiterlaser (1) nach Anspruch 1, bei dem das Klebemittel (5) die Lichteintrittsseite (41), die Seitenfläche (20) sowie den gesamten Strahlungsausstrittsbereich (31) unmittelbar bedeckt und die Schutzabdeckung (4) eine Linse zur Kollimation der Laserstrahlung (L) ist, wobei der mittlere Abstand zwischen der Lichteintrittsseite (41) und der Facette (30) zwischen einschließlich 0,2 µm und 15 µm beträgt.

6. Halbleiterlaser (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die gesamte Lichteintrittsseite (41) von dem Klebemittel (5) bedeckt ist, wobei ein Brechungsindexunterschied zwischen der Schutzabdeckung (4) und dem Klebemittel (5) bei einer Wellenlänge maximaler Intensität der Laserstrahlung (L) und bei 300 K höchstens 0,1 beträgt.

7. Halbleiterlaser (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Schutzabdeckung (4) mindestens eines der folgenden Materialien aufweist oder aus mindestens einem dieser Materialien besteht: Saphir, SiC, wobei eine Wellenlänge maximaler Intensität der Laserstrahlung (L) zwischen einschließlich 365 nm und 460 nm liegt.

8. Halbleiterlaser (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Klebemittel (5) anorganisch ist und mindestens ein Metall und/oder mindestens ein Glas umfasst oder hieraus besteht.

9. Halbleiterlaser (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem das Klebemittel (5) ein niederorganisches Silikon, Silazan und/oder Siloxan umfasst oder hieraus besteht.

10. Halbleiterlaser (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Lichteintrittsseite (41) mit einer Aufrauung (43) versehen ist, sodass die Lichteintrittsseite (41) dazu eingerichtet ist, reflektierte Laserstrahlung (L) diffus zu streuen und die reflektierte Laserstrahlung (L) nicht oder nur abgeschwächt zum Strahlungsausstrittsbereich (31) gelangt und/oder sodass ein Resonator der Laserdiode (3) von der reflektierten Laserstrahlung (L) ungestört bleibt.

11. Halbleiterlaser (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die eben geformte Lichteintrittsseite (41) schräg zur Facette (30) ausgerichtet ist, sodass an der Lichteintrittsseite (41) reflektierte Laserstrahlung (L) vom Strahlungsausstrittsbereich (31) fernge-

halten wird und/oder sodass ein Resonator der Laserdiode (3) von der reflektierten Laserstrahlung (L) ungestört bleibt, wobei ein Winkel ( $\square$ ) zwischen der Lichteintrittsseite (41) und der Facette (30) zwischen einschließlich  $5^\circ$  und  $25^\circ$  liegt.

12. Halbleiterlaser (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Schutzabdeckung (4) als bikonvexe Linse geformt ist, wobei eine maximale Auswölbung der Lichteintrittsseite (41) hin zur Facette (30) außerhalb einer optischen Achse der Laserstrahlung (L) liegt, sodass an der Lichteintrittsseite (41) reflektierte Laserstrahlung (L) vom Strahlungsausstrittsbereich (31) ferngehalten wird und/oder sodass ein Resonator der Laserdiode (3) von der reflektierten Laserstrahlung (L) ungestört bleibt.

13. Halbleiterlaser (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zumindest die Lichteintrittsseite (41) mit einer Antireflexbeschichtung (44) für die Laserstrahlung (L) versehen ist, sodass die Lichteintrittsseite (41) für die Laserstrahlung (L) eine Reflektivität von höchstens 0,5 % aufweist und/oder sodass ein Resonator der Laserdiode (3) von der reflektierten Laserstrahlung (L) ungestört bleibt.

14. Halbleiterlaser (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zumindest eine der Facette (30) abgewandte Lichtaustrittsseite (42) der Schutzabdeckung (4) mit einer fotokatalytischen Beschichtung (45) versehen ist, wobei die fotokatalytische Beschichtung (45) dazu eingerichtet ist, aufgrund der Laserstrahlung (L) Ablagerungen an der Lichtaustrittsseite (42) zu entfernen und/oder zu zersetzen.

15. Halbleiterlaser (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem zumindest eine der Facette (30) abgewandte Lichtaustrittsseite (42) der Schutzabdeckung (4) mit einer Antihafbeschichtung (46) versehen ist, wobei die Antihafbeschichtung dazu eingerichtet ist, Ablagerungen außen an der Schutzabdeckung (4) zu unterbinden.

16. Halbleiterlaser (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem sich die aktive Zone (33) an einer dem Träger (2) zugewandten Seite der Laserdiode (3) befindet, wobei die Facette (30) den Träger (2) entlang einer Laufrichtung der Laserstrahlung (L) überragt.

17. Halbleiterlaser (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend ein Leuchtstoffelement (7) zur teilweisen Umwandlung der Laserstrahlung (L), sodass der Halbleiterlaser (1) im Betrieb weißes Mischlicht abstrahlt, wobei sich das Leuchtstoffelement (7) direkt an der Lichtaustrittsseite (42) befindet.

18. Herstellungsverfahren für ein optoelektronisches Halbleiterbauteil (1) mit den Schritten:

- Bereitstellen eines optoelektronischen Halbleiterchips (3), der eine aktive Zone (33) zur Erzeugung einer Strahlung (L) sowie einen Strahlungsausstrittsbereich (31) aufweist, und
- nachfolgend Erzeugen einer Schutzabdeckung (4) direkt an dem Strahlungsausstrittsbereich (31), wobei
- die Schutzabdeckung (4) aus einem Glas ist und mittels Heißprägen erzeugt wird, und
- das Halbleiterbauteil (1) dazu eingerichtet ist, in normaler Atmosphäre ohne zusätzliche gasdichte Kapselung betrieben zu werden.

19. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der optoelektronische Halbleiterchip (3) eine Laserdiode mit einer Facette (30), die den Strahlungsausstrittsbereich (31) beinhaltet, ist, und wobei die Schutzabdeckung (4) eine Sammellinse ist und eine Seitenfläche (20) des Trägers (2), die mit einer Toleranz von höchstens  $15^\circ$  parallel zur Facette (30) verläuft, unmittelbar berührt.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1A

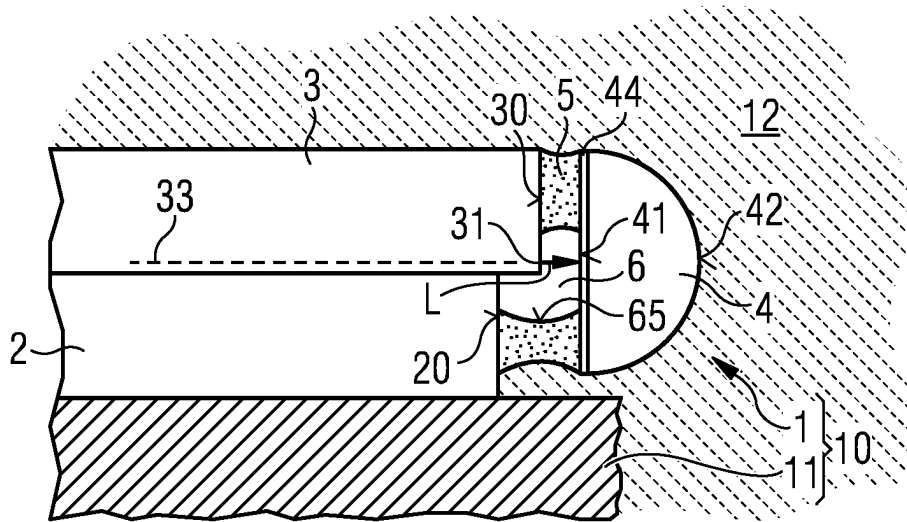


FIG 1B

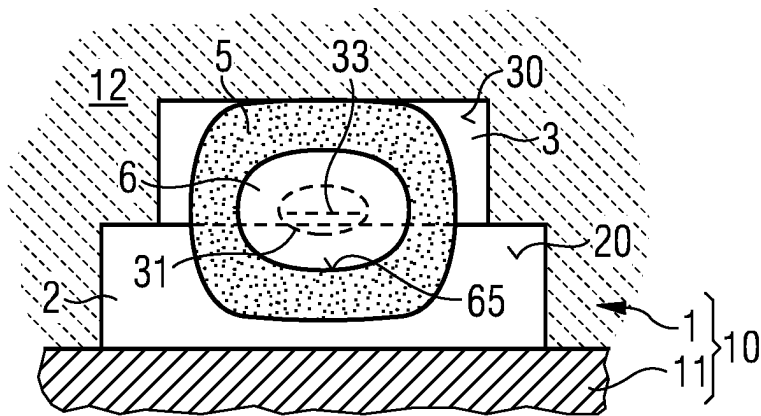


FIG 2

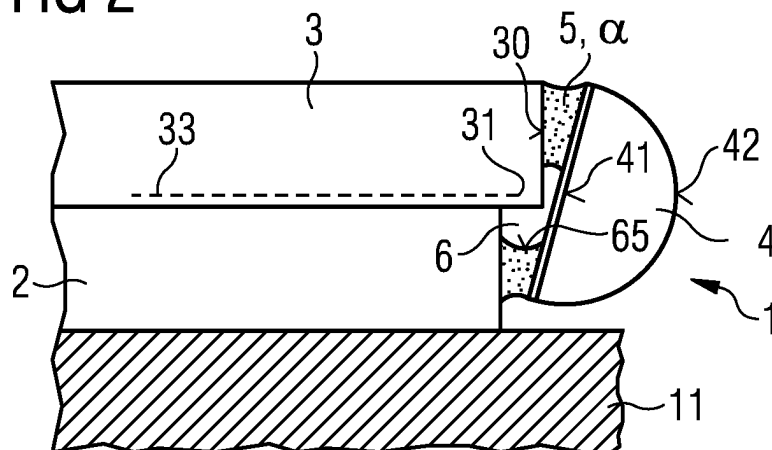


FIG 3

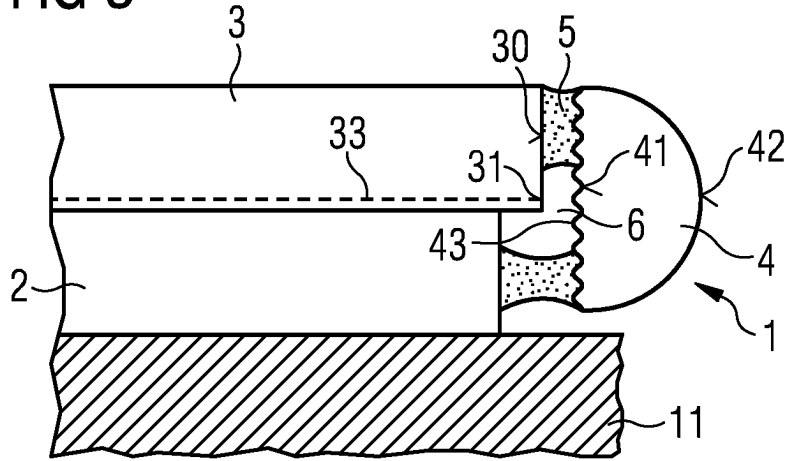


FIG 4

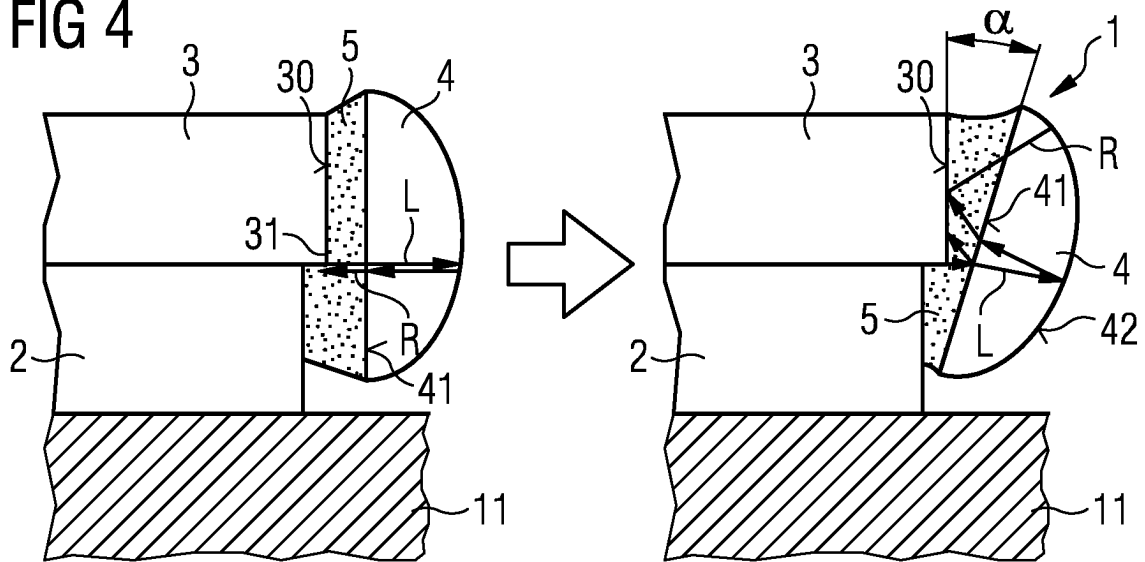


FIG 5

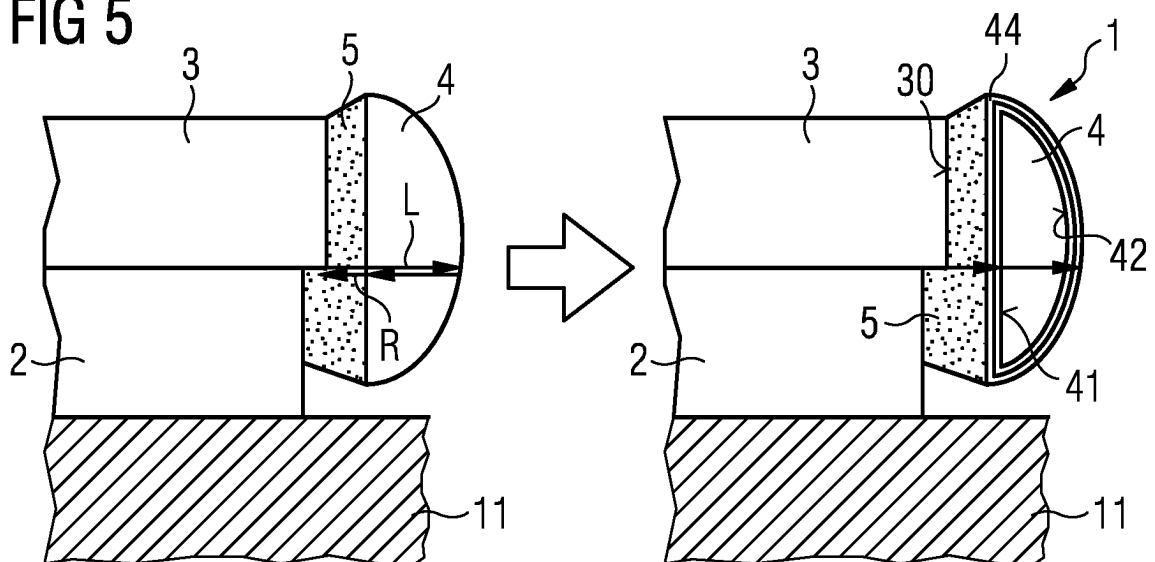


FIG 6

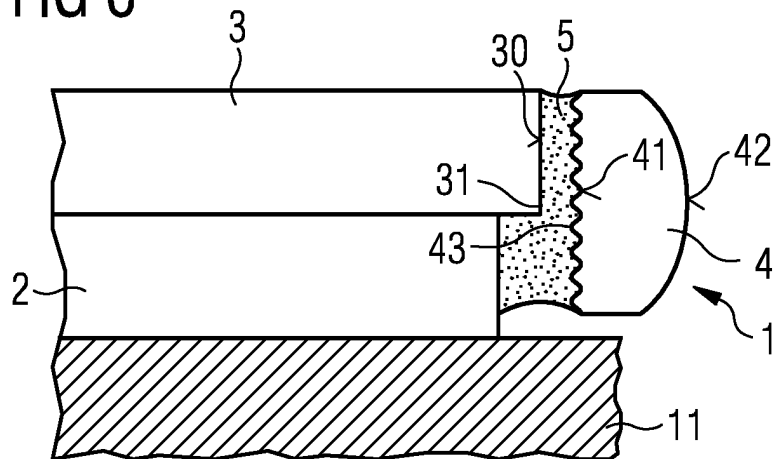


FIG 7

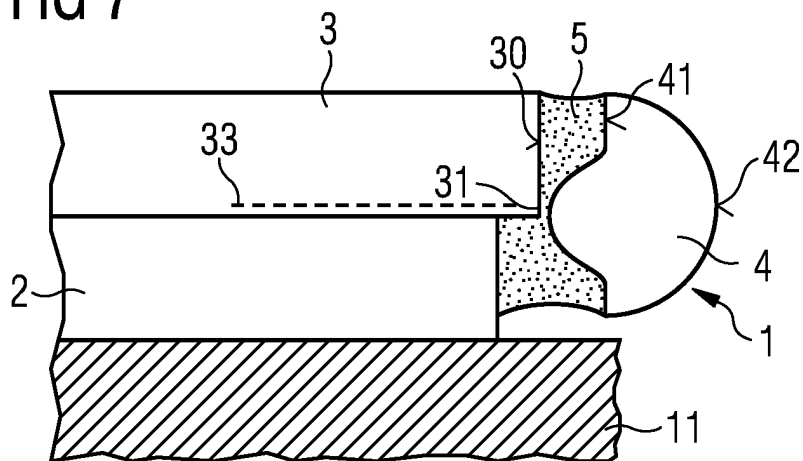


FIG 8

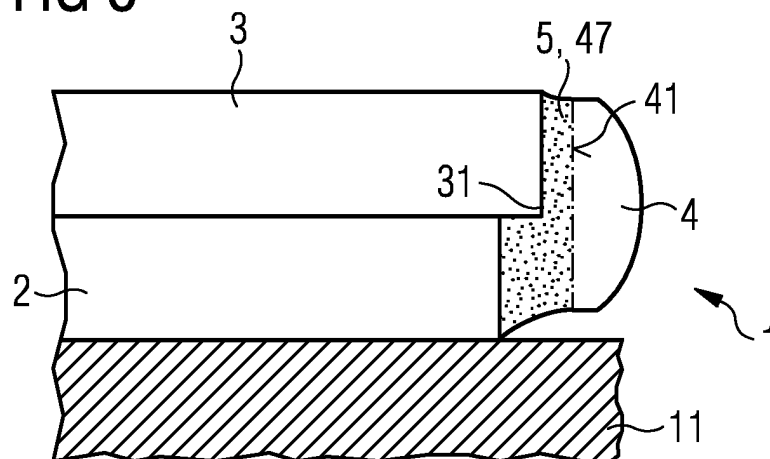




FIG 9

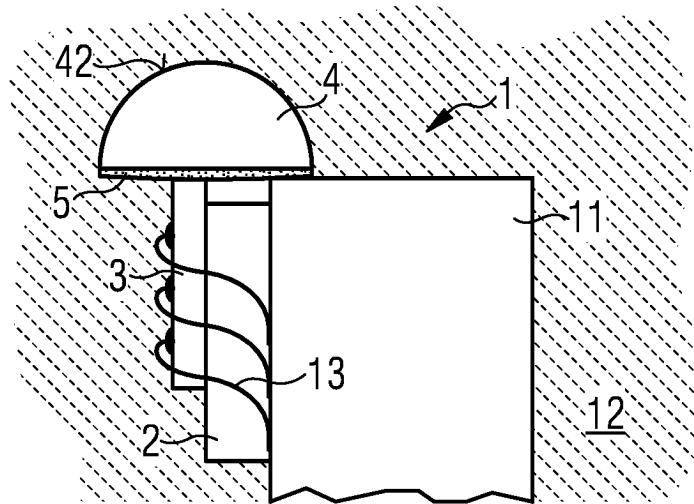


FIG 10

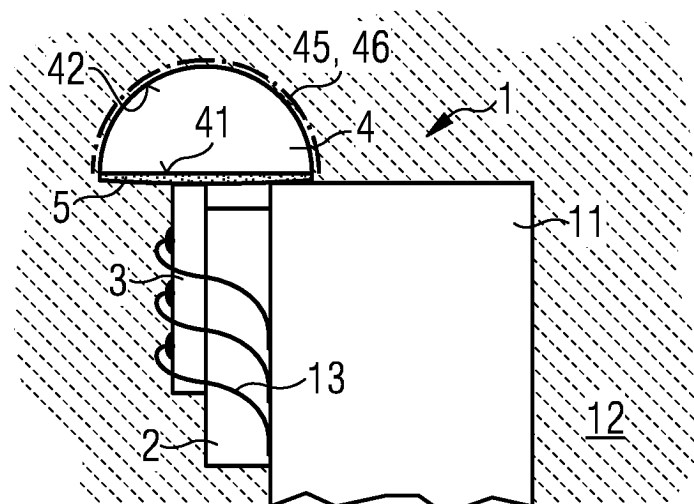


FIG 11A

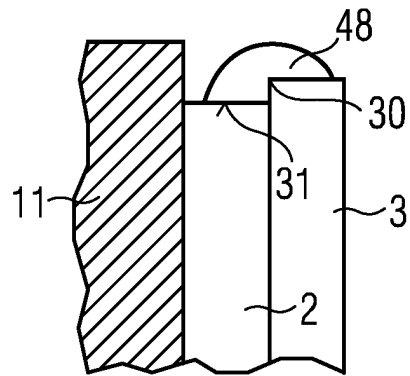


FIG 11B

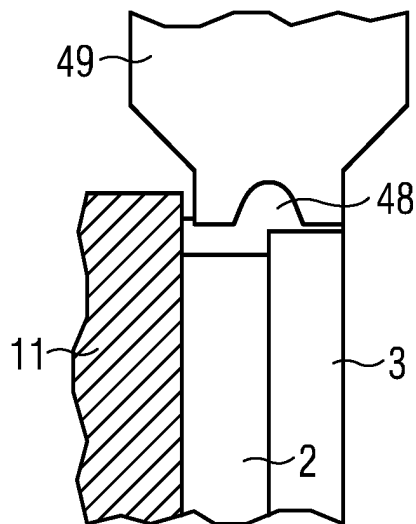


FIG 11C

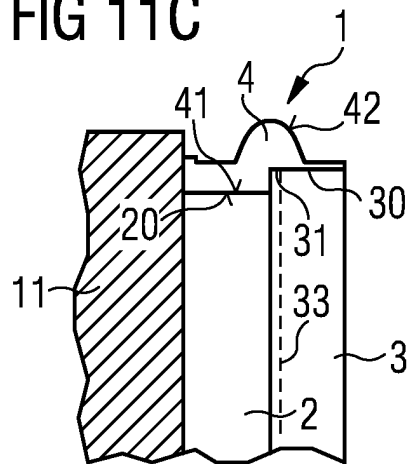


FIG 12A

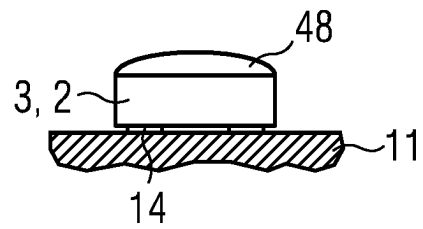


FIG 12B

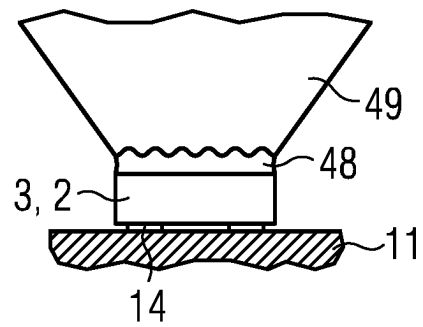


FIG 12C

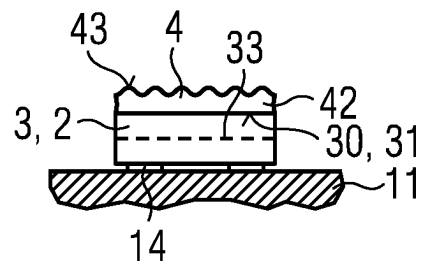


FIG 13

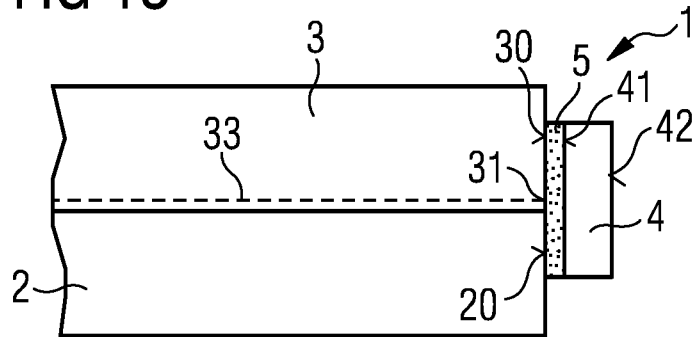


FIG 14

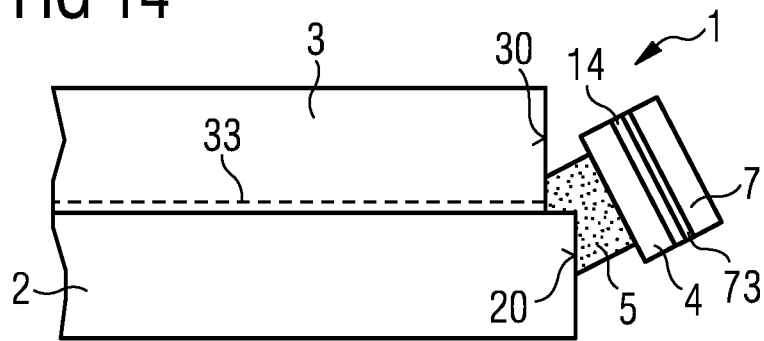


FIG 15

