(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. März 2004 (11.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/021524 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: H01S

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008410

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Juli 2003 (30.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 40 949.8 2. September 2002 (02.09.2002) DE
102 50 046.0 25. Oktober 2002 (25.10.2002) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **HENTZE-LISSOTSCHENKO PATENTVERWALTUNGS GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Diekstraat 15, 25870 Norderfriedrichskoog (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **MIKHAILOV, Aleksei** [RU/DE]; Am Spörkel 67, 44227 Dortmund (DE). **HILL, Wieland** [DE/DE]; Lütgendortmunder Hellweg 110a, 44388 Dortmund (DE).

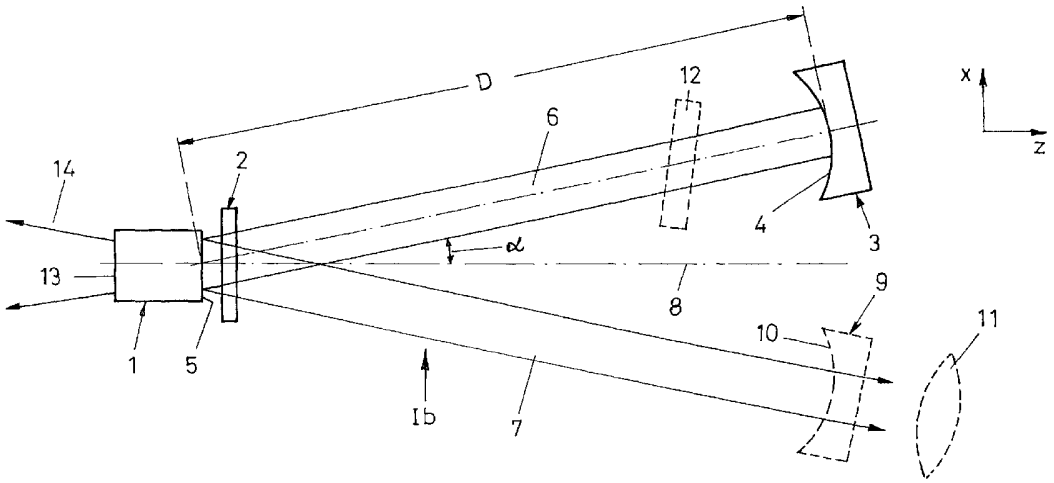
(74) Anwälte: **BASFELD, Rainer** usw.; Ostentor 9, 59757 Arnsberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(54) Bezeichnung: HALBLEITERLASERVORRICHTUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a semiconductor laser device comprising: a semiconductor laser element (1) with at least one emission surface (5), from which laser light can emanate, said light having a greater divergence in a first direction (Y) than in a second direction that is perpendicular to the first; an external resonator with at least one reflective element (3, 9) comprising a reflective surface (4, 10), which can reflect at least part of the light that emanates from the semiconductor laser element (1) through the emission surface (5) back into the semiconductor laser element (1), in such a way that the mode spectrum of said semiconductor element (1) is influenced as a result; and a lens element (2), which is located inside the external resonator between the reflective element (3, 9) and the semiconductor laser element (1) and can at least partially reduce the divergence of the laser light, at least in the first direction (Y). The reflective surface (4, 10) of the reflection element (3, 9) is concave.

(57) **Zusammenfassung:** Halbleiterlaservorrichtung umfassend ein Halbleiterlaserelement (1) mit mindestens einer Austrittsfläche (5), aus der Laserlicht austreten kann, das in einer ersten Richtung (Y) eine grössere Divergenz aufweist als in einer dazu senkrechten zweiten Richtung, einen externen Resonator mit mindestens einem Reflexionsmittel (3, 9), das eine reflektierende Fläche (4, 10) aufweist, die zumindest Teile des aus dem Halbleiterlaserelement (1) durch die Austrittsfläche (5) ausgetretenen Lichts derart in das Halbleiterlaserelement (1) zurückreflektieren kann, dass dadurch das Modenspektrum des Halbleiterlaserelementes

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/021524 A2

CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(1) beeinflusst wird, sowie ein innerhalb des externen Resonators zwischen dem Reflexionsmittel (3, 9) und dem Halbleiterlaserelement (1) angeordnetes Linsenmittel (2), das zumindest in der ersten Richtung (Y) die Divergenz des Laserlichtes zumindest teilweise verkleinern kann,wobei die reflektierende Fläche (4, 10) des Reflexionsmittels (3, 9) konkav gekrümmt ist.

"Halbleiterlaservorrichtung"

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Halbleiterlaservorrichtung umfassend ein Halbleiterlaserelement mit mindestens einer Austrittsfläche, aus der Laserlicht austreten kann, das in einer ersten Richtung eine größere Divergenz aufweist als in einer dazu senkrechten zweiten Richtung, mindestens ein beabstandet zu der Austrittsfläche außerhalb des Halbleiterelementes angeordnetes Reflexionsmittel mit einer reflektierenden Fläche, die zumindest Teile des aus dem Halbleiterlaserelement durch die Austrittsfläche ausgetretenen Lichts derart in das Halbleiterlaserelement zurückreflektieren kann, dass dadurch das Modenspektrum des Halbleiterlaserelementes beeinflusst wird, sowie ein zwischen dem Reflexionsmittel und dem Halbleiterlaserelement angeordnetes Linsenmittel, das zumindest in der ersten Richtung die Divergenz des Laserlichtes zumindest teilweise verkleinern kann.

Eine Halbleiterlaservorrichtung der eingangs genannten Art ist aus OPTICS LETTERS, 2002, Vol. 27, No. 3, Seite 167 bis 169 bekannt. Bei der darin beschriebenen Halbleiterlaservorrichtung wird als Halbleiterlaserelement eine Laserdiode verwendet, die als sogenannter Breitstreifenemitter ausgebildet ist. Bei derartigen Breitstreifenemittern sind beispielsweise Austrittsflächen für das Laserlicht vorgesehen, die eine Breite von etwa 100 µm und eine Höhe von etwa 1 µm aufweisen. Über diese Breite können sich innerhalb des internen, durch die Endflächen der Laserdiode gebildeten Resonators eine ganze Reihe von unterschiedlichen transversalen Moden des Laserlichtes ausbilden. Gleichzeitig können auch eine ganze Reihe von longitudinalen Moden, d. h. unterschiedlichen Wellenlängen des Laserlichtes auftreten. Insbesondere die vielen unterschiedlichen transversalen Moden beeinträchtigen die Strahlqualität des aus einem derartigen Breitstreifenemitters austretenden Laserstrahls. Eine derartige Laserstrahlung ist nicht optimal fokussierbar. Die longitudinalen

Moden führen zu einer für verschiedene Anwendungen unerwünschten spektralen Verbreiterung.

In der vorgenannten Veröffentlichung wird daher ein externer Resonator vorgeschlagen, der einen hochreflektierenden planen Spiegel umfasst. Zwischen dem Planspiegel und der dem externen Resonator zugewandten Austrittsfläche des Halbleiterlaserelementes sind zum einen eine Fast-Axis-Kollimationslinse und zum anderen zwischen der Fast-Axis-Kollimationslinse und dem Planspiegel eine sphärische Konvexlinse angeordnet. Die Fast-Axis-Kollimationslinse dient dazu, das in der ersten Richtung wesentlich stärker divergente Licht des Breitstreifenemitters zu kollimieren. Die sphärische Konvexlinse dient dazu, das von dem Planspiegel zurückreflektierte Licht derart zu fokussieren, dass es im wesentlichen auf die Austrittsfläche zurück abgebildet wird. Weiterhin ist in dem externen Resonator eine Aperturblende vorgesehen. Sowohl die Aperturblende als auch der plane Spiegel sind außerhalb der optische Achse des externen Resonators bzw. außerhalb der Normalen oder Mittelsenkrechten auf der Austrittsfläche angeordnet. Es zeigt sich, dass bei Breitstreifenemittern die stärkeren Moden in der Regel unter einem kleinen Winkel zur Normalen auf der Austrittsfläche aus dieser austreten. Durch die außerhalb der Achse positionierte Aperturblende werden somit nur Anteile einer derartigen unter einem Winkel aus der Austrittsfläche austretenden Mode auf den Spiegel fallen und von ihm durch die Aperturblende und die sphärische Linse zurück auf die Austrittsfläche reflektiert werden. Nur Licht aus einer oder mehrerer derartiger Moden wird somit durch die Austrittsfläche in die Laserdiode zurückreflektiert. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass die Laserdiode im wesentlichen auf dieser Mode anschwingt, so dass das Modenspektrum des Halbleiterlaserelementes im wesentlichen auf eine transversale Mode reduziert wird.

Aus dem externen Resonator gemäß dem vorgenannten Stand der Technik wird das Laserlicht dadurch ausgekoppelt, dass die unter entgegengesetzt gleichem Winkel aus der Austrittsfläche austretenden Teilstrahlen der entsprechenden bevorzugten transversalen Mode an der Aperturblende und dem Planspiegel vorbei aus der Halbleiterlaservorrichtung austreten können.

Als nachteilig bei der vorgenannten Anordnung erweist sich, dass eine vergleichsweise große Anzahl von unterschiedlichen optischen Elementen in dem externen Resonator vorgesehen sind. Dies sind neben der Fast-Axis-Kollimationslinse die sphärische Linse, die Aperturblende und der plane Endspiegel. Durch die vielen verschiedenen in dem externen Resonator vorgesehenen optischen Elemente treten zum einen vermehrt Abbildungsfehler auf und entstehen zum anderen große Verluste, da sich diese Elemente innerhalb des Laserresonators befinden. Dadurch wird aber die erreichbare Ausgangsleistung einer derartigen Halbleiterlaservorrichtung stark begrenzt. Gleichzeitig können die mit einer derartigen Halbleiterlaservorrichtung erreichbaren Ausgangsleistungen nur mit einem hohen Kostenaufwand erzielt werden. Zusätzlich ist eine derartige Halbleiterlaservorrichtung nur schwer zu justieren.

Gemäß dem Stand der Technik wird weiterhin versucht, das Modenspektrum von Halbleiterlaserelementen durch Strukturierung der aktiven Zone des Halbleiterlaserelements zu beeinflussen. Diese Strukturierungen können beispielsweise Veränderungen des Brechungsindex in verschiedenen Richtungen umfassen, so dass durch diese sich in verschiedenen Richtungen ändernden Brechungsindizes die Ausbreitung einzelner bevorzugter transversaler Lasermoden bevorzugt wird. Weiterhin besteht die Möglichkeit, beispielsweise durch unterschiedliche Dotierungsgrade auf die Anzahl

der zur Rekombination zur Verfügung stehenden Elektronen-Loch-Paare einzuwirken, so dass an unterschiedlichen Stellen der aktiven Zone unterschiedliche Verstärkungen des Laserlichtes möglich sind. Beide vorgenannten Methoden zur Bevorzugung einzelner transversaler Moden sind mit beträchtlichem Fertigungsaufwand verbunden und ergeben ebenfalls keine wirklich befriedigende Strahlqualität bzw. Ausgangsleistung der Halbleiterlaservorrichtung.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung einer Halbleiterlaservorrichtung der eingangs genannten Art, die mit einfachen Mitteln eine vergleichsweise hohe Strahlqualität und hohe Ausgangsleistung gewährleistet.

Dies wird erfindungsgemäß durch die Merkmale gemäß den Ansprüchen 1 oder 6 erreicht.

Gemäß Anspruch 1 ist vorgesehen, dass die reflektierende Fläche des Reflexionsmittels konkav gekrümmt ist. Auf diese Weise kann gegenüber dem vorbeschriebenen Stand der Technik auf die zusätzliche sphärische Linse innerhalb des externen Resonators verzichtet werden, weil die konkav gekrümmte reflektierende Fläche gleichzeitig als abbildendes Element dienen kann. Weiterhin kann auf die vorgenannten aufwendigen Strukturierungen der aktiven Zone des Halbleiterlaserelementes verzichtet werden, so dass das Halbleiterlaserelement vergleichsweise unstrukturiert sein kann.

Die reflektierende Fläche kann beispielsweise sphärisch gekrümmt sein. Dabei kann das Linsenmittel, dass im wesentlichen als Fast-Axis-Kollimationslinse dienen kann, derart ausgebildet sein, dass die Divergenz des aus der Austrittsfläche austretenden und durch das Linsenmittel hindurch tretenden Lichts sowohl in der ersten Richtung als auch in der dazu senkrechten zweiten Richtung für einzelne

transversale Moden im wesentlichen gleich ist. In diesem Fall kann die reflektierende Fläche in der ersten Richtung und in der dazu senkrechten zweiten Richtung eine im wesentlichen gleich große Krümmung aufweisen.

Alternativ dazu kann die reflektierende Fläche in der ersten Richtung und in der dazu senkrechten zweiten Richtung unterschiedlich starke Krümmungen aufweisen. In diesem Fall sollte das als Fast-Axis-Kollimationslinse dienende Linsenmittel derart ausgebildet sein, dass nach Austritt aus der Austrittsfläche und Hindurchtritt durch das Linsenmittel die Divergenz in erster und zweiter Richtung derart unterschiedlich ist, dass die unterschiedlich starken Krümmungen zusammen mit den unterschiedlich starken Krümmungen der reflektierenden Fläche in den beiden zueinander senkrechten Richtungen derart zusammenwirken, dass eine vergleichsweise optimale Rückreflexion der gewünschten Teilstrahlen auf die Austrittsfläche gewährleistet wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der optische Abstand zwischen der reflektierenden Fläche und der Austrittsfläche des Halbleiterlaserelements im wesentlichen gleich der Brennweite der reflektierenden Fläche hinsichtlich mindestens einer der Richtungen. Auf diese Weise wird eine konfokale Anordnung der reflektierenden Fläche hinsichtlich der Austrittsfläche erreicht. Hierbei kann der Durchmesser der zu einzelnen transversalen Moden gehörenden Teilstrahlen in der Ebene der Austrittsfläche ein Minimum (Strahltaille) aufweisen, wodurch die Auswahl bestimmter Moden begünstigt werden kann.

Gemäß Anspruch 6 ist vorgesehen, dass die dem Reflexionsmittel zugewandte Austrittsfläche des Halbleiterlaserelementes eine Breite von mehr als 200 µm aufweist und die reflektierende Fläche nicht

oder nur unwesentlich gekrümmt ist. Vorteilhafterweise weist die Austrittsfläche ein Breite von mehr als 500 µm, insbesondere mehr als 1 mm auf. Derartige sehr breite Emitter erzeugen zum einen sehr hohe Leistungen, wobei zum anderen die Divergenz in der Slow-Axis-Richtung, das heißt in der Richtung, in der sich die Emitter über beispielsweise 1 mm erstrecken, sehr klein, insbesondere beinahe beugungsbegrenzt klein ist. Aus diesem Grund kann es bei derartig breiten Emittern ausreichend sein, dass die reflektierende Fläche eine nur unwesentliche Krümmung oder gar keine Krümmung aufweist, weil die geringen zusätzlichen Verluste aufgrund der verbliebenen Restdivergenz in der Slow-Axis-Richtung vergleichsweise vernachlässigbar sind. Eine plane reflektierende Fläche ist einfacher herzustellen und einfacher zu justieren.

Vorteilhafterweise könnte dabei die reflektierende Fläche oder mindestens eine der reflektierenden Flächen als wellenlängenselektives Element, insbesondere als Gitter ausgebildet sein. Durch die Ausführung der reflektierenden Fläche als plane Fläche kann in diese Fläche problemlos ein Gitter zur Wellenlängenselektion integriert werden. Dadurch kann ein zusätzliches wellenlängenselektives Element entfallen.

Weiterhin werden bevorzugt der optische Abstand und/oder die Krümmung der reflektierenden Fläche derart gewählt, dass der Strahldurchmesser von zu einzelnen transversalen Moden gehörenden Teilstrahlen des zu dem Halbleiterlaserelements zurückreflektierten Lichtes in die Ebene der Austrittsfläche im wesentlichen der Apertur entspricht, die durch die Austrittsfläche gebildet wird. Auf diese Weise kann auf die aus dem Stand der Technik bekannte zusätzliche Aperturblende im Inneren des externen Resonators verzichtet werden. Letztlich werden Topologie, Ausrichtung und Abstand der reflektierenden Fläche derart gewählt, dass ein Fourier-Bild der

Abstrahlung der Austrittsfläche in der Ebene der Austrittsfläche selbst erzeugt wird. Die Auswahl einer bestimmten transversalen Mode kann hierbei dadurch erreicht werden, dass die reflektierende Fläche beispielsweise unter einem kleinen Winkel außerhalb der Achse, d. h. außerhalb der Normalen oder Mittelsenkrechten auf der Austrittsfläche angeordnet wird. Es besteht aber auch die Möglichkeit, sich entlang der Normalen ausbreitende Moden mit einer reflektierenden Fläche zu selektieren, die senkrecht zur Normalen ausgerichtet ist. Weiterhin kann dabei die Fläche jeweils derart gedreht werden, dass unter dem gewünschten Winkel aus der Austrittsfläche austretende, einer bestimmten transversalen Mode entsprechende Teilstrahlen genau auf die Austrittsfläche zurück reflektiert werden. Durch entsprechende Wahl der Position und Ausrichtung der reflektierenden Fläche kann somit eine gewünschte transversale Mode ausgewählt werden, die dann bevorzugt in das Halbleiterlaserelement zurück reflektiert wird. Auf diese Weise wird mit einfachen Mitteln erreicht, dass die Halbleiterlaservorrichtung Laserlicht abgibt, das im wesentlichen nur eine transversale Mode oder wenige transversale Moden aufweist.

Bei dieser Ausführungsform erweist es sich als besonders vorteilhaft, wenn die Strahltaille ähnlich groß ist wie die Austrittsfläche, weil dann zum einen geringe Verluste auftreten und zum anderen eine hohe Rückkopplung über die gesamte Breite des Emitters beziehungsweise die gesamte Breite der Austrittsfläche ermöglicht wird. Die hohe Rückkopplung über die gesamte Breite der Austrittsfläche und damit über die gesamte Breite der Laserdiode ist für eine gleichmäßige Anregung der bevorzugten Mode in einem möglichst großen Teil des zur Laseremission beitragenden Volumens der Laserdiode bedeutsam.

Aufgrund der Tatsache, dass in der Regel die Ausdehnung der Austrittsfläche in der Slow-Axis wesentlich größer ist als in der Fast-

Axis, erweist sich die erfindungsgemäße Ausstattung der Halbleiterlaservorrichtung mit einem Linsenmittel und einem Reflexionsmittel als durchaus sinnvoll. Insbesondere sollten ein sehr kurz brennweitiges, als Fast-Axis-Kollimationslinse dienendes Linsenmittel und ein vergleichsweise sehr lang brennweitiges Reflexionsmittel verwendet werden. Dies hat seinen Grund unter anderem auch darin, dass bei kurzbrennweitigen Reflexionsmitteln unter Umständen eine zu kleine Strahltaille in Slow-Axis-Richtung auf der Austrittsfläche resultieren würde. Zwar könnte durch die Defokussierung beziehungsweise Abstandsänderung des Reflexionsmittels eine größere Strahltaille erreicht werden, aber bei einem kurzbrennweitigen Reflexionsmittel würden sehr viele Moden in das Halbleiterlaserelement zurückgekoppelt, da der Abstand der einzelnen Moden in der Fourierebene bei einer sehr kurzen Brennweite sehr klein ist. Daher sollte vorzugsweise eine langbrennweitige reflektierende Fläche des Reflexionsmittels verwendet werden.

Erfindungsgemäß besteht die Möglichkeit, dass das Halbleiterlaserelement als Breitstreifenemitter ausgebildet ist. Es besteht aber ebenso die Möglichkeit, dass das Halbleiterlaserelement als Barren oder als Stack von Breitstreifenemittern ausgebildet ist.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die der reflektierenden Fläche zugewandte Austrittsfläche des Halbleiterlaserelementes entspiegelt ist, wobei diese Entspiegelung insbesondere durch eine geeignete Beschichtung realisiert werden kann. Durch diese Entspiegelung wird die Rückkopplung aus dem externen Resonator in das Halbleiterlaserelement verstärkt und die Rückkopplung des internen Resonators erheblich verringert. Hierdurch erhöht sich der Einfluss des externen Modulators auf das Modenspektrum.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die Halbleiterlaservorrichtung zwei Reflexionsmittel mit zwei reflektierenden Flächen, wobei die beiden reflektierenden Flächen jeweils unter entgegengesetzt gleichen Winkeln zur Normalen auf der Austrittsfläche geneigt sind.

Hierbei können die beiden reflektierenden Flächen der beiden Reflexionsmittel den gleichen optischen Abstand zu der Austrittsfläche des Halbleiterlaserelementes aufweisen. Auf diese Weise können einer transversalen Mode entsprechende Teilstrahlen, die unter entgegengesetzt gleichen Winkeln zur Normalen auf der Austrittsfläche aus dieser austreten, jeweils für sich durch die beiden Reflexionsmittel auf die Auftrittsfläche zurück reflektiert werden, so dass die Effektivität, mit der durch den externen Resonator in den internen Resonator Licht eingekoppelt wird, erhöht wird.

Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht die Möglichkeit, mindestens eine der reflektierenden Flächen der Reflexionsmittel als teilreflektierende Fläche auszubilden, so dass das mindestens eine mit der teilreflektierenden Fläche ausgestattete Reflexionsmittel als Auskoppler dient. Alternativ dazu können die beiden reflektierenden Flächen der Reflexionsmittel hoch reflektierend ausgebildet sein, wobei eine von den reflektierenden Flächen abgewandte Austrittsfläche des Halbleiterlaserelementes teilreflektierend ausgebildet ist und auf diese Weise als Auskoppler dient.

Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist zwischen dem Halbleiterlaserelement und dem Reflexionsmittel ein Umlenkmittel angeordnet, das Teilstrahlen, die unter einem Winkel zur Normalen auf der Austrittsfläche aus dieser austreten, auf das Reflexionsmittel umlenken kann. Hierbei

kann das Umlenkmittel insbesondere derart ausgebildet sein, dass Teilstrahlen, die unter entgegengesetzt gleichen Winkeln zur Normalen auf der Austrittsfläche aus dieser austreten, an gleichen Orten auf der reflektierenden Fläche des Reflexionsmittels auftreffen, so dass sie ineinander überführt und auf die Austrittsfläche zurück reflektiert werden können. Eine derartige Ausführungsform mit zusätzlichem Umlenkmittel erspart somit das zweite Reflexionsmittel.

Hierbei kann insbesondere vorgesehen sein, dass das Umlenkmittel und das Reflexionsmittel auf der durch die Mittelsenkrechte auf der Austrittsfläche gegebenen Achse angeordnet sind. Auf diese Weise ergibt sich ein achssymmetrischer Aufbau des externen Resonators.

Erfindungsgemäß besteht die Möglichkeit, dass Umlenkmittel als Prismenelement auszubilden. Hierbei kann das Prismenelement derart angeordnet sein, dass die Kathetenflächen der Austrittsfläche des Halbleiterelements zugewandt sind. Weiterhin können hierbei durch geeignete Wahl des Winkels zwischen der Hypotenusenfläche und den Kathetenflächen des Prismenelements und/oder durch geeignete Wahl des Abstandes des Umlenkmittels von der Austrittsfläche Teilstrahlen, die unter einem Winkel gegenüber der Normalen auf der Austrittsfläche aus dieser austreten, durch die reflektierende Fläche des Reflexionsmittels ineinander überführt werden. Insbesondere können somit unterschiedliche transversale Moden dadurch ausgewählt werden, dass man Prismenelemente mit unterschiedlichen Winkeln zwischen Hypotenusenfläche und Kathetenfläche und/oder verschiedene Abstände zwischen Umlenkmittel und Austrittsfläche verwendet.

Es besteht die Möglichkeit, dass die reflektierende Fläche des Reflexionsmittels bei der vorgenannten Anordnung mit einem Umlenkmittel teilreflektierend ausgebildet ist, so dass das

Reflexionsmittel als Auskoppler dienen kann. Alternativ dazu kann die reflektierende Fläche des Reflexionsmittels bei dieser Anordnung hoch reflektierend ausgebildet sein, wobei die von der reflektierenden Fläche abgewandte Austrittsfläche des Halbleiterlaserelementes teilreflektierend ausgebildet ist und auf diese Weise als Auskoppler dienen kann.

Es besteht erfindungsgemäß die Möglichkeit, dass zwischen dem Halbleiterlaserelement und dem Reflexionsmittel ein wellenlängenselektives Element angeordnet ist, das insbesondere als Etalon ausgeführt ist. Das wellenlängeselektive Element kann dabei zwischen dem Linsenmittel und dem Reflexionsmittel angeordnet sein. Durch ein derartiges wellenlängenselektives Element besteht die Möglichkeit, bestimmte longitudinale Moden, insbesondere eine longitudinale Mode auszuwählen, so dass das ausgesandte Laserlicht eine geringe spektrale Breite aufweist.

Erfindungsgemäß besteht weiterhin die Möglichkeit, dass das Halbleiterlaserelement nur in Teilbereichen, die der räumlichen Ausdehnung einer gewünschten Mode des Laserlichts entsprechen, mit Spannung beaufschlagt bzw. mit Strom zur Erzeugung von Elektronen-Loch-Paaren versorgt wird. Durch diese vergleichsweise einfach durchführbare Maßnahme kann die Bevorzugung gewünschter Moden des Laserlichts weiter optimiert werden.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen. Darin zeigen

Fig. 1a eine schematische Ansicht einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleiterlaservorrichtung;

Fig. 1b eine Ansicht gemäß dem Pfeil Ib in Fig. 1a;

Fig. 2a eine schematische Ansicht einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleiterlaservorrichtung;

Fig. 2b eine Ansicht gemäß dem Pfeil IIb in Fig. 2a.

Aus Fig. 1a und Fig. 1b ist eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Halbleiterlaservorrichtung ersichtlich, die ein Halbleiterlaserelement 1, ein insbesondere als Fast-Axis-Kollimationslinse ausgeführtes Linsenmittel 2 sowie mindestens ein als konkaver Spiegel ausgeführtes Reflexionsmittel 3 umfasst. Dabei bildet eine dem Halbleiterlaserelement 1 zugewandte reflektierende konkave Fläche 4 zusammen mit einer dem Reflexionsmittel 3 zugewandten Austrittsfläche 5 des Halbleiterlaserelementes 1 einen externen Resonator.

Das Halbleiterlaserelement 1 ist insbesondere als Halbleiterlaserdiode und dabei insbesondere als Breitstreifenemitter ausgebildet. Bei einem Breitstreifenemitter ist auf der in Fig. 1a und Fig. 1b rechten Seite eine Emissionsfläche vorgesehen, die in X-Richtung (siehe Fig. 1a) eine Ausdehnung von beispielsweise 100 μm aufweist und in Y-Richtung (siehe Fig. 1b) eine Ausdehnung von beispielsweise 1 μm aufweist. Dementsprechend nennt man die

X-Richtung bei einem derartigen Breitstreifenemitter die Slow-Axis und die Y-Richtung die Fast-Axis. Ein derartige Breitstreifenemitter weist insbesondere dann, wenn man einzelne transversale Moden betrachtet, in der Fast-Axis und damit in der Y-Richtung eine wesentlich größere Divergenz auf als in der Slow-Axis und damit in der X-Richtung. In den Fig. 1a und Fig. 1b sind diese Größenverhältnisse nicht realistisch dargestellt, sondern zur Verdeutlichung abgeändert.

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, dass das Halbleiterlaserelement 1 als Laserdiodenbarren ausgebildet ist, bei dem mehrere der vorgenannten Breitstreifenemitter in X-Richtung beabstandet und miteinander fluchtend angeordnet sind. Es besteht weiterhin die Möglichkeit, dass das Halbleiterlaserelement 1 als Stack derartiger Laserdiodenbarren ausgebildet ist, bei dem mehrere dieser Laserdiodenbarren in Y-Richtung übereinander angeordnet sind.

Es besteht erfindungsgemäß weiterhin die Möglichkeit, die Austrittsfläche 5 für die Laserstrahlung des Halbleiterlaserelementes 1 weitestgehend zu entspiegeln.

Wie aus Fig. 1a und Fig. 1b ersichtlich ist, kann das Linsenmittel 2 als Zylinderlinse ausgebildet sein, deren Zylinderachse sich längs der X-Richtung erstreckt, so dass das Linsenmittel 2 die Divergenz der von dem Halbleiterlaserelement ausgehenden Laserstrahlung in Richtung der Fast-Axis verkleinern oder auch vollständig kollimieren kann. Dies ist in Fig. 1b schematisch verdeutlicht.

Das Linsenmittel 2 kann beispielsweise als plankonvexe Zylinderlinse ausgebildet sein. Insbesondere kann dabei die Zylinderoberfläche als nichtkreisförmige Zylinderoberfläche gestaltet sein. Das Linsenmittel 2 weist vorzugsweise eine große Apertur auf, so dass nur geringe

Abbildungsfehler auftreten. Beispielsweise kann der Brechungsindex sehr hoch gewählt werden, beispielsweise zwischen 1,7 und 1,9, insbesondere kann der Brechungsindex n = 1,82 sein. Die Brennweite kann insbesondere sehr klein gewählt werden, beispielsweise kann eine Brennweite f = 1mm gewählt werden.

Von dem von dem Halbleiterlaserelement 1 ausgehenden Laserlicht ist beispielhaft lediglich in Fig. 1a und Fig. 1b derjenige Anteil in Form von Teilstrahlen 6, 7 abgebildet, der auf eine vergleichsweise starke beispielhaft herausgegriffene Mode des Laserlichtes entfällt. In der Regel breiten sich bei dem vorgenannten als Breitstreifenemittern ausgebildeten Halbleiterlaserelementen 1 die stärksten transversalen Moden unter einem Winkel α von einigen Grad, beispielweise von $\alpha = 7°$, zur Normalen 8 auf der Austrittsfläche 5 aus. Die Richtung der Normalen 8 entspricht in Fig. 1a und Fig. 1b der Z-Richtung. Der Anteil des Laserlichtes, der einer beispielhaft herausgegriffenen Mode entspricht, die unter einem Winkel α zur Normalen 8 aus der Austrittsfläche 5 austritt, ist in zwei Teilstrahlen 6, 7 aufgespalten, von denen sich der erste Teilstrahl 6 unter einem positiven Winkel α zur Z-Richtung und der zweite Teilstrahl 7 unter einem negativen Winkel α zur Z-Richtung bzw. zur Normalen 8 ausbreitet. Der Teilstrahl 6 verläuft somit in Fig. 1a schräg nach oben und nach rechts und trifft auf die reflektierende konkave Fläche 4 des Reflexionsmittels 3. Der Teilstrahl 7 verläuft in Fig. 1a nach rechts und unten und kann in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ungehindert aus der Halbleiterlaservorrichtung austreten.

Bei einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht die Möglichkeit, im gleichen Abstand, in dem das Reflexionsmittel 3 von der Austrittsfläche 5 angeordnet ist, ein zweites Reflexionsmittel 9 mit einer der Austrittsfläche 5 zugewandten reflektierenden konkaven Fläche 10 vorzusehen. Dieses

Reflexionsmittel 9 kann gegebenenfalls teilverspiegelt werden, so dass ein Teil des Laserlichtes durch das Reflexionsmittel 9 hindurchtreten kann. Hinter diesem Reflexionsmittel kann erfindungsgemäß eine Kollimationslinse 11 angeordnet werden. Es besteht durchaus die Möglichkeit, das Reflexionsmittel 9 und die Kollimationslinse 11 in einem Bauteil zusammenzufassen. Das Reflexionsmittel 9 und die Kollimationslinse 11 sind in Fig. 1a (nicht jedoch in Fig. 1b) gestrichelt eingezeichnet.

Es besteht erfindungsgemäß die Möglichkeit, die Krümmung des Reflexionsmittels 3 und gegebenenfalls auch die Krümmung des Reflexionsmittels 10 derart zu wählen, dass die Teilstrahlen 6, 7 im wesentlichen in sich selbst zurück überführt werden, so dass sie auf die Austrittsfläche 5 auftreffen. Hierzu kann der optische Abstand D zwischen der reflektierenden Fläche 4 des Reflexionsmittels 3 bzw. der reflektierenden Fläche 10 des Reflexionsmittels 9 und der Austrittsfläche 5 in Richtung des Teilstrahls 6 bzw. in Richtung des Teilstrahls 7 derart gewählt werden, dass die Brennweite F des durch die konkave reflektierende Fläche 4 bzw. durch die Fläche 10 gebildeten Hohlspiegels dem optischen Abstand D entspricht, so dass im wesentlichen F = D. Bei Ausgestaltung der reflektierenden Fläche 4 als sphärische Fläche kann somit F = R/2 = D sein. Bei unterschiedlicher Krümmung der reflektierenden Fläche 4 in Fast-Axis- und Slow-Axis-Richtung kann der optische Abstand D gemäß der voranstehenden Formel unter Verwendung des Radius in der Slow-Axis-Richtung bestimmt werden.

Weiterhin kann durch geeignete Wahl des Abstandes D bzw. der Brennweite des Reflexionsmittels 3 erreicht werden, dass die Strahltaille der zu einzelnen transversalen Moden gehörenden Teilstrahlen 6, 7 auf der Austrittsfläche 5 der von dem Reflexionsmittel 3 und/oder dem Reflexionsmittel 9 auf die

Austrittsfläche 5 zurückreflektierten Teilstrahlen 6, 7 im wesentlichen der Größe der Austrittsfläche 5 des als Breitstreifenemitters ausgebildeten Halbleiterlaserelements 1 entspricht. Die Austrittsfläche 5 dient somit als Apertur, durch die hindurch die zurückreflektierten Teilstrahlen 6, 7 in das Halbleiterlaserelement 1 eintreten können bzw. eingekoppelt werden.

Wie im vorgenannten ausgeführt, besteht die Möglichkeit, die Reflexionsmittel 3, 9 als sphärische Konkavspiegel auszubilden. Bei einer derartigen Ausbildung der Reflexionsmittel 3, 9 sollte das als Fast-Axis-Kollimationslinse dienende Linsenmittel 2 derart dimensioniert werden, dass die Divergenz der einer transversalen Mode entsprechenden Teilstrahlen 6, 7 ausgehend von der Austrittsfläche 5 nach Hindurchtritt durch das Linsenmittel 2 in Y-Richtung eine Divergenz aufweisen, die im wesentlichen der Divergenz in X-Richtung entspricht, so dass beispielsweise im Bereich der Reflexionsmittel 3, 9 vergleichsweise ähnliche Strahldivergenzen und Strahlquerschnitte der Teilstrahlen 6, 7 in Richtung der Slow-Axis und in Richtung der Fast-Axis und mithin etwa in X-Richtung bzw. in Y-Richtung auftreten. Eine derartige Ausführungsform ist in Fig. 1a und Fig. 1b schematisch angedeutet.

Falls ein Linsenmittel 2 verwendet wird, das anders gestaltet ist, insbesondere die Teilstrahlen 6, 7 beinahe vollständig oder vollständig kollimiert, können als Reflexionsmittel 3, 9 konkave Zylinderlinsenspiegel verwendet werden, die eine deutliche Krümmung mit Zylinderachsen in Y-Richtung aufweisen und gar keine oder eine wesentlich weniger deutliche Krümmung mit Zylinderachse in einer dazu senkrechten Richtung aufweisen. Eine derartige Ausführungsform ist in Fig. 1a und Fig. 1b nicht abgebildet.

Durch die im Zusammenhang mit den Ausführungsformen gemäß Fig. 1a und Fig. 1b beschriebene Rückreflektionen einzelner Teilstrahlen 6, 7, die Anteile einer bestimmten ausgewählten Mode sind, wird genau Licht dieser ausgewählten transversalen Mode in das Halbleiterlaserelement 1 zurückgekoppelt, so dass diese ausgewählte transversale Mode mehr oder weniger gut selektiert wird, d. h. dass das Halbleiterlaserelement 1 im wesentlichen nur diese Mode emittiert. Ohne den erfindungsgemäßen externen Resonator aus Reflexionsmittel 3 und gegebenenfalls Reflexionsmittel 10 sowie Austrittsfläche 5 emittiert ein als Breitstreifenemitter ausgebildetes Halbleiterlaserelement 1 Laserlicht mit einer ganzen Reihe von transversalen sowie mit einer ganzen Reihe von longitudinalen Moden. Durch die im vorgenannten beschriebene Rückkopplung einer ausgewählten transversalen Mode in das Halbleiterlaserelement 1 kann mehr oder weniger gut erreicht werden, dass das emittierte Laserlicht im wesentlichen nur diese eine transversale Mode umfasst. Um auch zu erreichen, dass das Laserlicht im wesentlichen aus einer Wellenlänge und damit aus einer longitudinalen Mode besteht, kann in den externen Resonator ein zusätzliches wellenlängenselektives Element 12 eingebracht werden, das beispielsweise als Etalon ausgeführt ist. Dieses wellenlängenselektive Element 12 ist in Fig. 1a (nicht jedoch in Fig. 1b) gestrichelt zwischen dem Reflexionsmittel 3 und dem Linsenmittel 2 angeordnet. Alternativ besteht die Möglichkeit, das wellenlängenselektive Elemente 12 mit dem Reflexionsmittel 3 zu kombinieren, insbesondere in dieses zu integrieren.

Es besteht erfindungsgemäß die Möglichkeit, das Reflexionsmittel 9, das zur besseren Verdeutlichung in Fig. 1b nicht abgebildet ist, teilreflektierend auszugestalten, so dass das Reflexionsmittel 9 gleichzeitig als Auskoppler wirkt. Alternativ dazu kann das Reflexionsmittel 9 auch eine vergleichsweise total reflektierende

konkave Fläche 10 aufweisen. In diesem Fall kann die zu der Austrittsfläche 5 parallele, auf der von dem externen Resonator abgewandten Seite des Halbleiterlaserelements 1 angeordnete Austrittsfläche 13 als lediglich teilreflektierende Fläche ausgebildet sein, so dass die Austrittsfläche 13 als Auskoppler dient. In Fig. 1a und Fig. 1b sind zur Verdeutlichung einer derartigen Ausführungsform auf der linken Seite des Halbleiterlaserelementes 1 Strahlen 14 eingezeichnet, die das aus der Austrittsfläche 13 in negativer Z-Richtung austretende Laserlicht schematisch andeuten sollen.

Erfindungsgemäß kann das Halbleiterlaserelement 1 vergleichsweise unstrukturiert sein. Insbesondere müssen keine Führungsmittel vorgesehen sein, die die Ausbreitung einer bestimmten Lasermode bevorzugen.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, das Halbleiterlaserelement 1 nur in einem Teilbereich mit Strom für die Erzeugung von Elektronen-Loch-Paaren zu versorgen, wobei dieser Teilbereich im wesentlichen der räumlichen Verteilung der gewünschten anzuregenden Lasermode des Laserlichtes im Inneren des Halbleiterlaserelements 1 entspricht. Demgegenüber werden die übrigen Teilbereiche des Halbleiterlaserelements 1 nicht mit Elektroden versehen, so dass in diesen Bereichen keine Stromzufuhr zur Erzeugung von Elekronen-Loch-Paaren erfolgt. Durch diese gezielte Anordnung der Elektroden kann die Selektion der gewünschten Lasermoden weiter optimiert werden.

Bei der in Fig. 2a und Fig. 2b abgebildeten Ausführungsform sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen wie in Fig. 1a und Fig. 1b. Im Unterschied zu der in Fig. 1a und Fig. 1b abgebildeten Ausführungsform ist bei der in Fig. 2a und Fig. 2b abgebildeten Ausführungsform zwischen dem Linsenmittel 2 und dem

Reflexionsmittel 3 ein Prismenelement 15 angeordnet. Weiterhin im Unterschied zur Ausführungsform gemäß Fig. 1a und Fig. 1b ist das Reflexionsmittel 3 rotationssymmetrisch zur Normalen 8 bzw. zur Mittelsenkrechten auf der Austrittsfläche 5 angeordnet. Das Prismenelement 15 dient dazu, die unter einem Winkel $\pm \alpha$ aus der Austrittsfläche 5 austretenden Teilstrahlen 6, 7 zur Normalen 8 bzw. zur durch die Normalen 8 gebildeten optischen Achse umzulenken. Zu diesem Zweck weist das Prismenelement 15 eine Hypotenusenfläche 16 auf, die sich in einer X-Y-Ebene erstreckt. Diese Hypotenusenfläche 16 ist auf der dem Reflexionsmittel 3 zugewandten Seite des Prismenelementes 15 angeordnet. Auf der der Austrittsfläche 5 bzw. dem Linsenmittel 2 zugewandten Seite des Prismenelementes 15 sind zwei Kathetenflächen 17 vorgesehen, die jeweils einen Winkel β mit der Hypotenusenfläche 16 einschließen, der entsprechend dem Winkel α gewählt ist. Beispielsweise kann β etwa zweimal so groß sein wie α. Die Kathetenflächen 17 schließen nicht nur einen Winkel β mit der Hypotenusenfläche 16 sondern auch mit der X-Y-Ebene ein, so dass die Teilstrahlen 6, 7 an den Kathetenflächen 17 und daran anschließend an der Hypotenusenfläche 16 (in den schematischen Fig. 2a und Fig. 2b nicht eingezeichnet) gebrochen werden.

Die Krümmung der reflektierenden Fläche 4 des Reflexionsmittels 3 kann erfindungsgemäß vorzugsweise derart gewählt werden, dass die unter gleichem Winkel α nach oben bzw. nach unten und in positiver Z-Richtung aus der Austrittsfläche 5 austretenden Teilstrahlen 6, 7 durch die reflektierende Fläche 4 jeweils in etwa ineinander überführt werden. In Fig. 2a ist dies durch drei herausgegriffene Teilstrahlen 6 verdeutlicht, die an der reflektierenden Fläche 4 in drei Teilstrahlen 7 übergehen.

Auch bei der in Fig. 2a und 2b abgebildeten Ausführungsform kann der optische Abstand D zwischen der reflektierenden Fläche 4 und der Austrittsfläche 5 derart gewählt werden, dass D = R/2 = F der reflektierenden Fläche 4 ist. Weiterhin kann durch geeignete Wahl des Abstandes D bzw. der Brennweite des Reflexionsmittels 3 ebenfalls die Strahltaille der durch die reflektierende Fläche 4 zurückreflektierten Teilstrahlen 6, 7 auf der Austrittsfläche 5 erfindungsgemäß derart gewählt werden, dass sie etwa der durch die Austrittsfläche 5 gegebenen Apertur entspricht.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1a und Fig. 1b kann die Selektion einzelner Moden dadurch erfolgen, dass das Reflexionsmittel 3 bzw. die Reflexionsmittel 3, 9 derart gedreht werden, dass von der Austrittsfläche 5 ausgehende und auf die Reflexionsmittel 3, 9 auftreffende Teilstrahlen in sich zurück überführt werden. Durch Verdrehung der reflektierenden Flächen 4, 10 wird somit zwischen Moden ausgewählt, die einen unterschiedlichen Winkel α mit der Normalen 8 einschließen.

Die Modenselektion bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2a und Fig. 2b kann durch Veränderung des Winkels β des Prismenelementes 15 und durch Verschiebung des Prismenelements 15 entlang der Z-Richtung erzielt werden. Je nach Größe des Winkels β werden Moden, die einen entsprechenden Winkel α mit der Normalen 8 und damit mit der Z-Richtung einschließen, ausgewählt, deren aus der Austrittsfläche nach oben bzw. nach unten und in positiver Z-Richtung austretende Teilstrahlen durch das Prismenelement 15 im Bereich der reflektierenden Fläche 4 im wesentlichen exakt überlagern.

Erfindungsgemäß sind bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2a und Fig. 2b zwei Auskopplungsmöglichkeiten denkbar. Zum einen kann das Reflexionsmittel 3 als nur teilweise reflektierendes

Reflexionsmittel ausgebildet sein. Dadurch kann ein Teil des Laserlichts nach rechts in Fig. 2a und somit in Z-Richtung durch das Reflexionsmittel 3 hindurchtreten. Alternativ dazu kann das Reflexionsmittel 3 als im wesentlichen total reflektierendes Reflexionsmittel ausgebildet sein, wohingegen dann die in Fig. 2a linke Austrittsfläche 13 des Halbleiterlaserelements 1 teilreflektierend ausgebildet wird, so dass in negativer Z-Richtung Laserlicht entsprechend den eingezeichneten Strahlen 14 austreten kann. In beiden Fällen sollte die in Fig. 2a rechte Austrittsfläche 5 des Halbleiterlaserelementes 1 vergleichsweise gut entspiegelt sein, so dass die Rückkopplung der Teilstrahlen 6, 7 in das Halbleiterlaserelement 1 möglichst effektiv erfolgen und gleichzeitig die Rückkopplung des internen Resonators verringert wird.

Auch in den externen Resonator gemäß Fig. 2a und Fig. 2b kann ein wellenlängenselektives Element 12 eingebracht werden.

Patentansprüche:

1. Halbleiterlaservorrichtung umfassend

- ein Halbleiterlaserelement (1) mit mindestens einer Austrittsfläche (5), aus der Laserlicht austreten kann, das in einer ersten Richtung (Y) eine größere Divergenz aufweist als in einer dazu senkrechten zweiten Richtung;

- mindestens ein beabstandet zu der Austrittsfläche (5) außerhalb des Halbleiterlaserelementes (1) angeordnetes Reflexionsmittel (3, 9) mit einer reflektierenden Fläche (4, 10), die zumindest Teile des aus dem Halbleiterlaserelement (1) durch die Austrittsfläche (5) ausgetretenen Lichts derart in das Halbleiterlaserelement (1) zurückreflektieren kann, dass dadurch das Modenspektrum des Halbleiterlaserelementes (1) beeinflusst wird; sowie

- ein zwischen dem Reflexionsmittel (3, 9) und dem Halbleiterlaserelement (1) angeordnetes Linsenmittel (2), das zumindest in der ersten Richtung (Y) die Divergenz des Laserlichtes zumindest teilweise verkleinern kann;

dadurch gekennzeichnet, dass

- die reflektierende Fläche (4, 10) des Reflexionsmittels (3, 9) konkav gekrümmt ist.

2. Halbleiterlaservorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die reflektierende Fläche (4, 10) sphärisch gekrümmt ist.

3. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die reflektierende Fläche (4, 10) in der ersten Richtung (Y) und in der dazu senkrechten zweiten Richtung eine im wesentlichen gleich große Krümmung aufweist.

4. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die reflektierende Fläche (4, 10) in der ersten Richtung (Y) und in der dazu senkrechten zweiten Richtung unterschiedlich starke Krümmungen aufweist.

5. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass der optische Abstand (D) zwischen der reflektierenden Fläche (4, 10) und der Austrittsfläche (5) des Halbleiterlaserelementes (1) im wesentlichen gleich der Brennweite (F) der reflektierenden Fläche (4, 10) hinsichtlich mindestens einer der Richtungen (Y) ist.

6. Halbleiterlaservorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Reflexionsmittel (3, 9) zugewandte Austrittsfläche (5) des Halbleiterlaserelements eine Breite von mehr als 200 µm aufweist und die reflektierende Fläche (4, 10) nicht oder nur unwesentlich gekrümmt ist.

7. Halbleiterlaservorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsfläche (5) eine Breite von mehr als 500 µm, insbesondere mehr als 1 mm aufweist.

8. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die reflektierende Fläche (4, 10) oder mindestens eine der reflektierenden Flächen (4, 10) als

wellenlängenselektives Element, insbesondere als Gitter ausgebildet ist.

9. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Abstand (D) und/oder die Krümmung der reflektierenden Fläche (4, 10) derart gewählt sind, dass die Strahltaille auf der Austrittsfläche (5) von zumindest Teilstrahlen (6, 7) des zu dem Halbleiterlaserelement (1) zurückreflektierten Lichtes im wesentlichen derjenigen Apertur entspricht, die durch die Austrittsfläche (5) gebildet wird.

10. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbleiterlaserelement (1) als Breitstreifenemitter ausgebildet ist.

11. Halbleiterlaservorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbleiterlaserelement (1) als Barren oder als Stack von Breitstreifenemittern ausgebildet ist.

12. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die der reflektierenden Fläche (4, 10) zugewandte Austrittsfläche (5) des Halbleiterlaserelements (1) entspiegelt ist.

13. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleiterlaservorrichtung zwei Reflexionsmittel (3, 9) mit zwei reflektierenden Flächen (4, 10) umfasst, wobei die beiden reflektierenden Flächen (4, 10) jeweils unter entgegengesetzt gleichen Winkeln (α) zur Normalen (8) auf der Austrittsfläche (5) geneigt sind.

14. Halbleiterlaservorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden reflektierenden Flächen (4, 10) der beiden Reflexionsmittel (3, 9) den gleichen optischen Abstand (D) zu der Austrittsfläche (5) des Halbleiterlaserelementes (1) aufweisen.

15. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der reflektierenden Flächen (4, 10) der Reflexionsmittel (3, 9) als teilreflektierende Fläche ausgebildet ist, so dass das mindestens eine mit der teilreflektierenden Fläche (10) ausgestattete Reflexionsmittel (9) als Auskoppler dient.

16. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden reflektierenden Flächen (4, 10) der Reflexionsmittel (3, 9) hoch reflektierend ausgebildet sind, wobei eine von den reflektierenden Flächen (4, 10) abgewandte Austrittsfläche (13) des Halbleiterlaserelementes (1) teilreflektierend ausgebildet ist und auf diese Weise als Auskoppler dient.

17. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Halbleiterlaserelement (1) und dem Reflexionsmittel (3) ein Umlenkmittel angeordnet ist, das Teilstrahlen (6, 7), die unter einem Winkel (α) zur Normalen (8) auf der Austrittsfläche (5) aus dieser austreten, auf das Reflexionsmittel (3) umlenken können.

18. Halbleiterlaservorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenkmittel und das

Reflexionsmittel (3) auf der durch die Mittelsenkrechte auf der Austrittsfläche (5) gegebenen Achse angeordnet sind.

19. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenkmittel als Prismenelement (15) ausgebildet ist.

20. Halbleiterlaservorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Prismenelement (15) derart angeordnet ist, dass die Kathetenflächen (17) der Austrittsfläche (5) des Halbleiterlaserelements zugewandt sind.

21. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass durch geeignete Wahl des Winkels (β) zwischen der Hypotenusenfläche (16) und den Kathetenflächen (17) des Prismenelementes (15) und/oder durch geeignete Wahl der Position des Prismenelementes (15) zwischen Austrittsfläche (5) und reflektierender Fläche (4) Teilstrahlen (6, 7), die unter einem Winkel ($\pm \alpha$) gegenüber der Normalen (8) auf der Austrittsfläche (5) aus dieser austreten, durch die reflektierende Fläche (4) des Reflexionsmittels (3) ineinander überführt werden können.

22. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die reflektierende Fläche (4) des Reflexionsmittels (3) teilreflektierend ausgebildet ist, so dass das Reflexionsmittel (3) als Auskoppler dienen kann.

23. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21 dadurch gekennzeichnet, dass die reflektierende Fläche (4) des Reflexionsmittels (3) hoch reflektierend ausgebildet ist, wobei die von der reflektierenden Fläche (4) abgewandte

Austrittsfläche (13) des Halbleiterlaserelementes (1) teilreflektierend ausgebildet ist und auf diese Weise als Auskoppler dienen kann.

24. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Halbleiterlaserelement (1) und dem Reflexionsmittel (3, 9) ein wellenlängenselektives Element (12) angeordnet ist, dass insbesondere als Etalon ausgeführt ist.

25. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Linsenmittel (2) als Zylinderlinse ausgebildet ist, deren Zylinderachse sich im wesentlichen in der zweiten, zu der ersten Richtung (Y) senkrechten Richtung erstreckt.

26. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Linsenmittel (2) derart ausgebildet ist, dass das aus der Austrittsfläche (5) ausgetretene Laserlicht nach Durchgang durch das Linsenmittel (2) in der ersten Richtung (Y) eine etwa gleich große Divergenz aufweist wie in der dazu senkrechten zweiten Richtung.

27. Halbleiterlaservorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbleiterlaserelement (1) nur in Teilbereichen, die der räumlichen Ausdehnung einer gewünschten Mode des Laserlichts entsprechen, mit Spannung beaufschlagt bzw. mit Strom zur Erzeugung von Elektronen-Loch-Paaren versorgt wird.

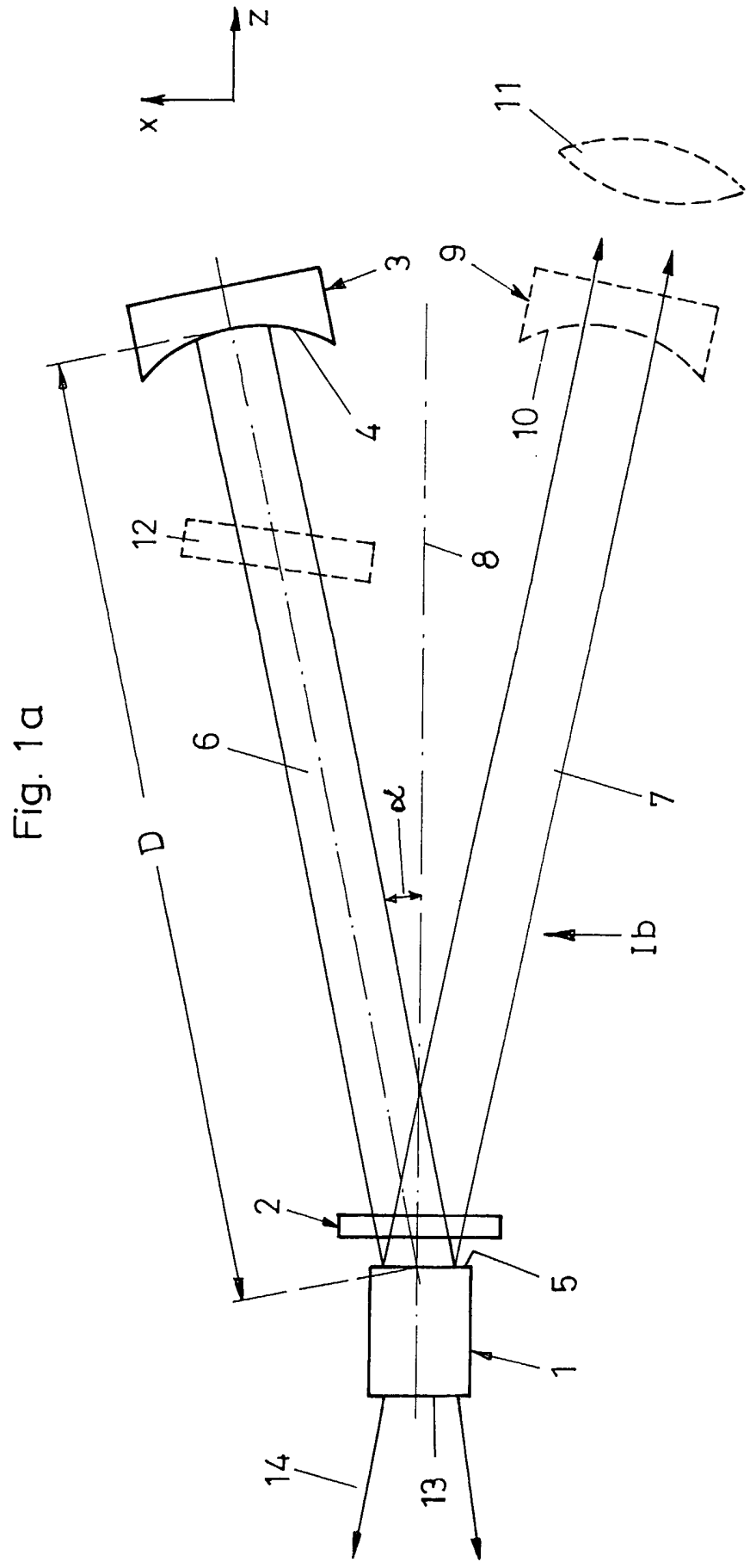


Fig. 1a

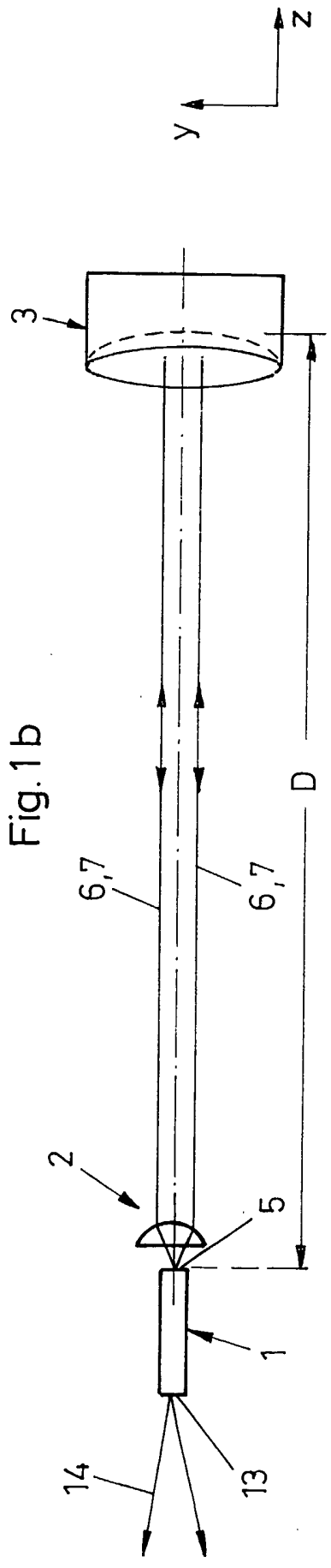


Fig.1b

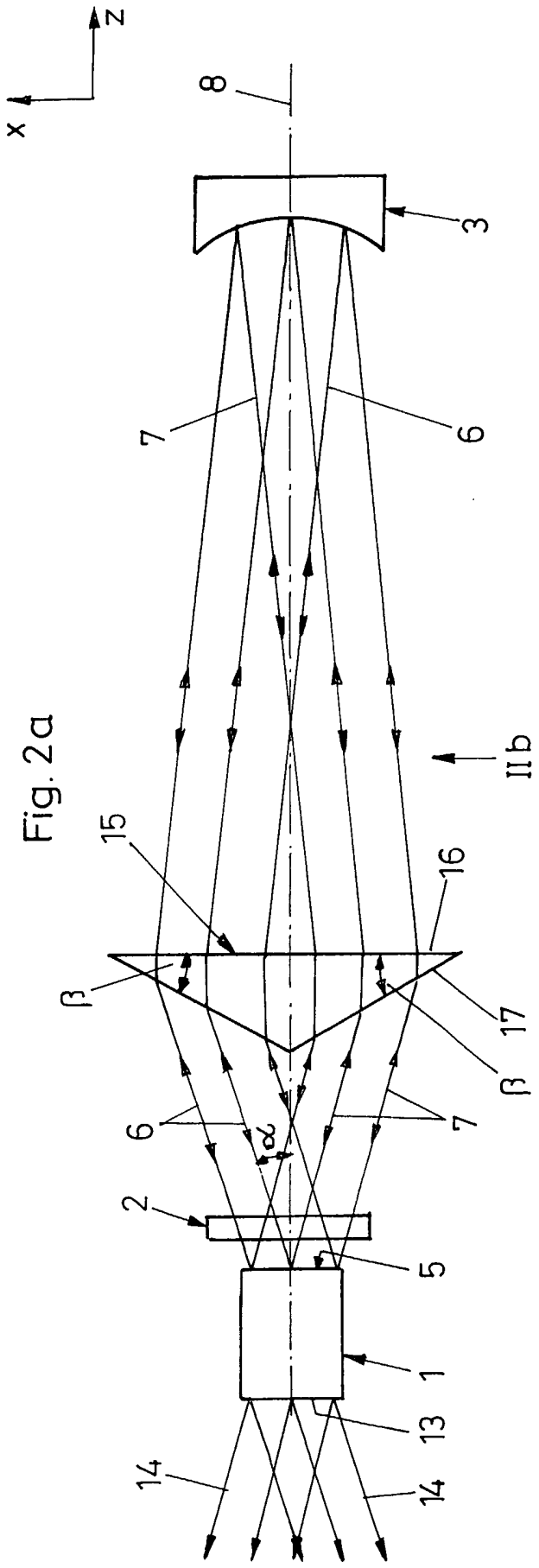


Fig. 2a

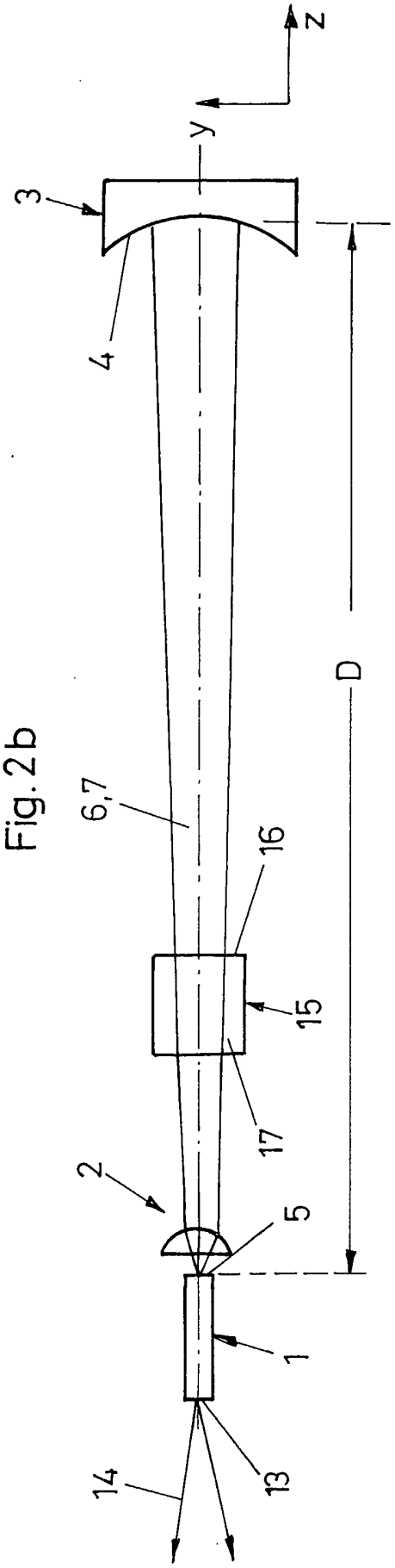


Fig. 2b