(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 03 701 T2** 2006.03.02

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 362 395 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 03 701.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB02/00808**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 700 475.3**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 02/067392**
(86) PCT-Anmeldetag: **15.02.2002**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **29.08.2002**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.11.2003**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **13.04.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.03.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***H01S 5/10*** (2006.01)
H01S 5/12 (2006.01)
H01S 5/34 (2006.01)
H01L 33/00 (2000.01)

(30) Unionspriorität:
0103838 **16.02.2001** **GB**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(73) Patentinhaber:
The University Court of the University of Glasgow, Glasgow, Scotland, GB

(72) Erfinder:
MARSH, Haig, John, Glasgow G12 0SN, GB; KIM, Shin-Sung, Glasgow G13 4TA, GB

(74) Vertreter:
Andrae Flach Haug, 83022 Rosenheim

(54) Bezeichnung: **HALBLEITERLASER MIT EINER VIELZAHL VON OPTISCH AKTIVEN GEBIETEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Halbleiterlasergeräte und insbesondere, obgleich nicht ausschließlich, einen Breitstreifen-Halbleiterlaser mit einkeuliger Fernfeldcharakteristik.

[0002] Die vorliegende Patentanmeldung steht in Bezug zur anhängigen Patentanmeldungsnummer GB 01 01 641.9 vom 23. Januar 2001 desselben Anmelders mit dem Titel „Improvements in or Relating to Semiconductor Lasers" (Verbesserungen von oder in Bezug auf Halbleiterlaser).

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0003] Breitstreifenlaser werden für Hochleistungsanwendungen benutzt, leiden aber an einer Reihe von Problemen wie z.B. Filamentierung, Instabilitäten in der transversalen Mode und schlechten Fernfeld-Eigenschaften. Ein Grund für die Filamentbildung steht im Zusammenhang mit dem selbstfokussierenden nichtlinearen Verhalten, dass im Gainabschnitt eines Breitstreifen-Halbleiterlasers auftritt.

[0004] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die oben erwähnten Probleme des Standes der Technik zu beseitigen oder abzumildern.

[0005] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Breitstreifen-Halbleiterlaser bereitzustellen, der eine hohe Ausgangsleistung zeigt, ohne dass die transversale Strahlqualität dadurch beeinträchtigt wird.

[0006] J T Getty et al: „Monolithic series-connected 1.55 micron segmented-ridge lasers"; Electronic Letters, Ausg. 35, Nr. 15, Juli 1999 beschreibt die Bildung eines Satzes in Reihe geschalteter, mit schmalem (1,55 µm-) Wellenleiter versehener, segmentierter Ridgelaser, bei denen zur Bildung von Isolationsabschnitten die Ionenimplantations-gestützte Quantenfilm-Unordnung benutzt wird. US 5657157 beschreibt einen auf Halbleitertechnik basierenden Lichtverstärker, der abwechselnde nichtlineare optische Gebiete positiver und negativer Selbstfokussierung aufweist.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Halbleiter-Breitstreifenlasergerät bereitgestellt, das eine Vielzahl optisch aktiver Gebiete und eine Vielzahl optisch passiver Gebiete umfasst, die in im Wesentlichen linearer Beziehung entlang der optischen Achse des Lasers angeordnet sind, wobei jedes optisch aktive Gebiet eine Quantenfilm-Struktur beinhaltet, wobei benachbarte optisch aktive Gebiete durch ein entsprechendes Quantenfilm-durchmischtes (QWI) optisch passives Gebiet mit Abstand voneinander angeordnet sind, wobei jedes optisch passive Gebiet ein Beugungsgebiet bildet, das als Raummodenfilter agiert, um selektiv durch Beugungsverluste von Moden höherer Ordnung im Wesentlichen den Ausgang einfach transversaler Moden zu verursachen.

[0008] Der Abstand benachbarter optisch aktiver Gebiete kann zweckmäßigerweise als „Segmentierung" bezeichnet werden.

[0009] Vorzugsweise ist jedes optisch aktive Gebiet operativ einem entsprechenden Strominjektionsgebiet zugeordnet.

[0010] Vorzugsweise sind die Strominjektionsgebiete zueinander in im Wesentlichen linearer Beziehung auf einer Oberfläche des Gerätes angeordnet.

[0011] Vorzugsweise sind die Strominjektionsgebiete in im Wesentlichen gleichem Abstand zum jeweils nächsten angeordnet.

[0012] Vorzugsweise sind das Erste und Letzte der Strominjektionsgebiete jeweils mit Abstand zu ersten und zweiten Enden des Gerätes angeordnet.

[0013] Vorzugsweise sind die optisch aktiven Gebiete in einer aktiven Schicht bereitgestellt, die ein aktives Laser-Material umfasst, das eine Quantenfilm-(QW-)-Struktur beinhaltet, wie gewachsen.

[0014] Vorzugsweise ist die Quantenfilm-Struktur innerhalb von Bereichen der optisch aktiven Schicht gehalten, die Strominjektionsgebieten entsprechen, während Bereiche der optisch aktiven Schicht zwischen Strominjektionsgebieten Quantenfilm-durchmischt (QWI) sind.

[0015] Vorzugsweise sind auch Bereiche der optisch aktiven Schicht zwischen dem Ersten der Vielzahl von Strominjektionsgebieten und dem ersten Ende des Gerätes und zwischen dem Letzten der Vielzahl von Strominjektionsgebieten und dem zweiten Ende des Gerätes Quantenfilm-durchmischt (QWI).

[0016] Vorzugsweise sind auch Bereiche der optisch aktiven Schicht Quantenfilm-durchmischt (QWI), die die Vielzahl von Strominjektionsgebieten abgrenzen.

[0017] Vorzugsweise sind die optisch aktiven und passiven Gebiete innerhalb einer Kern- oder Leiterschicht zwischen ersten (unteren) und zweiten (oberen) optische Beschichtung/Ladungsträger einschließenden Schichten bereitgestellt, wobei die Leiterschicht ein aktives Laser-Material umfassen kann.

[0018] Vorzugsweise wird eine Rippe in mindestens der zweiten Beschichtungsschicht gebildet und erstreckt sich längs vom ersten Ende des Gerätes zum zweiten Ende des Gerätes.

[0019] Die QWI-Gebiete können eine größere Bandlücke als das aktive Gebiet aufweisen.

[0020] Die QWI-Gebiete können daher eine geringere optische Absorption als die aktiven Gebiete aufweisen.

[0021] Vorzugsweise kann das Gerät von monolithischem Aufbau sein.

[0022] In mehr zu bevorzugender Weise kann das Gerät eine Substratschicht beinhalten, auf der die erste Beschichtungsschicht, Kernschicht bzw. zweite Beschichtungsschicht bereitgestellt sein kann.

[0023] Vorzugsweise kann ein Ende oder eine Facette des Gerätes einen Ausgang des Halbleiterlasergerätes umfassen.

[0024] Die QWI wäscht den Quantenfilm-Durchmischungs- (QWI-) Einschluss der Filme innerhalb der Kernschicht aus. In mehr zu bevorzugender Weise kann die QWI im Wesentlichen von Unreinheiten frei sein. Die QWI-Gebiete können „blauverschoben" sein, das heißt, typischerweise größer als 20 - 30 meV, und in typischerer Weise existiert eine Differenz-Bandlücken-Energie von 100 meV oder mehr zwischen dem optisch aktiven Gebiet, wenn dies mit Trägern gepumpt wird, und der QWI-passiven Gebieten. Die optisch passiven Gebiete agieren daher als ein Raummodenfilter, da Moden höherer Ordnung größere Beugungsverluste erfahren als die Grundmode, wenn sie sich durch das erste zusammensetzungsmäßig ungeordnete Laser-Material ausbreiten. Somit weist die Grundmode eine größere Überlappung mit dem aktiven Gebiet auf und wird selektiv verstärkt. Das Halbleiterlasergerät kann daher angepasst werden, um einen im Wesentlichen Einfach-Moden-Ausgang bereitzustellen.

[0025] Vorzugsweise umfasst das Halbleiterlasergerät ferner entsprechende Schichten von Kontaktmaterial (Metallisierungen), die einen Abschnitt einer Oberfläche des Gerätes, der den Strominjektionsgebieten entspricht, und eine entgegengesetzte Oberfläche des Substrates kontaktieren. Die Kontaktschichten können für die Führung von Strom zu den optisch aktiven oder „Gain"gebieten sorgen.

[0026] Vorzugsweise ist das Halbleiterlasergerät in einem III-V-Werkstoffsystem wie z.B. Galliumarsenid (GaAs) oder Aluminium-Galliumarsenid (AlGaAs) oder Aluminium-Gallium-Indiumphosphid (AlGaInP) gefertigt und kann daher bei einer Wellenlänge von im Wesentlichen zwischen 600 und 1300 nm lasern. Die ersten und zweiten zusammensetzungsmäßig ungeordneten Werkstoffe können im Wesentlichen Indium-Galliumarsenid (InGaAs) umfassen. Man wird jedoch verstehen, dass andere Werkstoffsysteme eingesetzt werden können, z.B. Indiumphosphid (InP), und daher bei einer Wellenlänge von im Wesentlichen zwischen 1200 und 1700 nm lasern können.

[0027] Ebenfalls hierin beschrieben ist ein Verfahren zur Fertigung eines Halbleiterlasergerätes gemäß dem oben erwähnten Gesichtspunkt, umfassend die Schritte des

(i) Bildens – in der Reihenfolge –
einer ersten optische Beschichtung/Ladungsträger einschließenden Schicht,
einer Kern- (Laser-Material-) -Schicht, in der eine Quantenfilm-durchmischte (QWI-) Struktur gebildet wird, und

einer zweiten optische Beschichtung/Ladungsträger einschließenden Schicht,
(ii) Bildens passiver Gebiete in der Kernschicht. Das Verfahren kann außerdem beinhalten den Schritt des
(iii) Bildens einer Rippe aus mindestens einem Abschnitt der zweiten Beschichtungsschicht.

[0028] Schritt (i) kann anhand bekannter Wachstumstechniken wie z.B. Molekularstrahlepitaxie (MBE) oder Metallorganische Gasphasenepitaxie (MOCVD) erfolgen.

[0029] Die Schritte (ii) und (iii) können vertauscht werden, obgleich vorzugsweise Schritt (ii), gefolgt von Schritt (iii) durchgeführt wird.

[0030] Vorzugsweise kann das passive Gebiet/können die passiven Gebiete durch eine Quantenfilm-Durchmischungs-(QWI-)-Technik gebildet werden, die vorzugsweise das Erzeugen von Leerstellen in dem/den passiven Gebiet(en) umfassen kann oder alternativ das Implantieren oder Diffundieren von Ionen in das/die passive(s) Gebiet(e) und das Tempern umfassen kann, um (ein) zusammensetzungsmäßig ungeordnete(s) Gebiete) der Kernschicht zu schaffen, das/die eine größere Bandlücke als die Quantenfilm-durchmischte (QW-) Struktur aufweist/aufweisen.

[0031] Vorzugsweise kann die QWI-Technik durch Erzeugen von Unreinheiten freier Leerstellen angewendet werden und kann in mehr zu bevorzugender Weise eine schadensinduzierte Technik benutzen, um Quantenfilm-Durchmischung (QWI) zu erreichen. In einer bevorzugten Umsetzung einer derartigen Technik kann das Verfahren beinhalten die Schritte des Aufbringens einer dielektrischen Schicht wie z.B. Silikat (SiO_2) auf mindestens einen Teil einer Oberfläche des Halbleiterlasergeräte-Materials mithilfe eines Diodensputterers und innerhalb einer im Wesentlichen Argon enthaltenden Atmosphäre, um so punktstrukturelle Defekte mindestens in einen Abschnitt des der dielektrischen Schicht benachbarten Materials einzuführen,
optionalen Aufbringens einer weiteren dielektrischen Schicht auf mindestens einem weiteren Teil der Oberfläche des Materials durch eine Nicht-Sputter-Technik wie z.B. der Plasmaunterstützen Gasphasenabscheidung (PECVD),
Temperns des Materials und dadurch Übertragens von Ionen oder Atomen aus dem Material in die dielektrische Schicht.

[0032] Eine solche Technik ist in der gemeinsam anhängigen Patentanmeldungsnummer GB 01 01 635.1 mit dem Titel „Method of Manufacturing Optical Devices and Related Improvements" (Verfahren zur Herstellung optischer Geräte und diesbezügliche Verbesserungen) ebenfalls des vorliegenden Anmelders beschrieben, deren Anmeldedatum der 23. Januar 2001 ist und deren Inhalt per Verweis hierin einbezogen ist.

[0033] Vorzugsweise im Schritt (ii) kann das passive Gebiet durch QWI in das Gebiet gebildet werden, um zusammensetzungsmäßig ungeordnete Gebiete des Laser-Materials zu schaffen, die eine größere Bandlücke als die Quantenfilm-(QW-)-Struktur aufweisen.

[0034] Vorzugsweise kann Schritt (iii) durch bekannte Ätztechniken erreicht werden, z.B. Trocken- oder Nassätzen.

[0035] Vorzugsweise kann das Verfahren den Schritt des anfänglichen Bereitstellens eines Substrates beinhalten, auf dem die erste Beschichtungsschicht, Kernschicht bzw. zweite Beschichtungsschicht wächst.

[0036] Vorzugsweise kann Schritt (ii) durch Erzeugen von Unreinheiten freier Leerstellen erfolgen und kann in mehr zu bevorzugender Weise eine schadenunterstützte Technik benutzen, um Quantenfilm-Durchmischung (QWI) zu erreichen.

[0037] Die Vielzahl optisch aktiver Gebiete kann einen Gainabschnitt umfassen, wobei eine Breite desselben entlang einer Länge des Gerätes variieren kann, wobei die Breite desselben sich z.B. auf ein Ausgangsende des Gerätes zu verjüngen oder aufweiten kann.

[0038] Abstände zwischen einem optisch aktiven Gebiet und einem nächsten optisch aktiven Gebiet und zwischen dem nächsten optisch aktiven Gebiet und noch einem optisch aktiven Gebiet können im Wesentlichen gleich, periodenvariabel oder nicht-periodisch sein.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0039] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird jetzt nur anhand eines Beispiels und unter Be-

zug auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben, welche sind:

[0040] Fig. 1 eine vereinfachte schematische perspektivische Ansicht von einer Seite auf ein Ende und von oben auf ein Halbleiterlasergerät gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0041] Fig. 2 eine Draufsicht des Halbleiterlasergerätes der Fig. 1,

[0042] Fig. 3 Fotolumineszenzspektren für nicht Quantenfilmdurchmischte (Nicht-QWI-) und QWI-Gebiete eines Gerätes gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und

[0043] Fig. 4 ein Diagramm der optischen Ausgangsleistung über dem Strom für das Gerät der Fig. 3.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0044] Zu Anfang bezugnehmend auf Fig. 1 und Fig. 2 ist dort ein Halbleiterlasergerät gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt, das im Allgemeinen mit **10** bezeichnet ist.

[0045] Das Halbleiterlasergerät **10** umfasst eine Vielzahl optisch aktiver Gebiete **240**, wobei jedes optisch aktive Gebiet **240** eine Quantenfilm-(QW-)-Struktur **77** beinhaltet, wobei benachbarte optisch aktive Gebiete **240** durch ein entsprechendes optisch passives Gebiet **245** mit Abstand angeordnet sind, wobei jedes optisch passive Gebiet **245** Quantenfilmdurchmischt (QWI) ist. Der Abstand benachbarter optisch aktiver Gebiete **240** wird zweckmäßigerweise als „Segmentierung" bezeichnet.

[0046] Wie in Fig. 1 und Fig. 2 zu sehen, ist jedes optisch aktive Gebiet **240** operativ einem entsprechenden Strominjektionsgebiet **250** zugeordnet. Die Strominjektionsgebiete **250** sind in im Wesentlichen linearer Beziehung zueinander auf einer Oberfläche **255** des Gerätes **10** angeordnet. In dieser Ausführungsform sind die Strominjektionsgebiete **250** in im Wesentlichen gleichem Abstand zum jeweils nächsten angeordnet.

[0047] Ferner sind das Erste und Letzte der Strominjektionsgebiete **250** jeweils mit Abstand zu einem ersten bzw. einem zweiten Ende **30**, **50** des Gerätes **10** angeordnet.

[0048] Die optisch aktiven Gebiete **240** sind innerhalb einer aktiven Kernschicht **55** bereitgestellt, die ein aktives Laser-Material umfasst, das eine Quantenfilm-(QW-)-Struktur **77** beinhaltet, wie gewachsen. Die Quantenfilm-(QW-)-Struktur **77** ist in den Bereichen der optisch aktiven Schicht **55** gehalten, die Strominjektionsgebieten **250** entsprechen, während Bereiche der optisch aktiven Schicht **55** zwischen Strominjektionsgebieten **240** Quantenfilm-durchmischt (QWI) sind.

[0049] Ferner sind Bereiche **260**, **265** zwischen dem Ersten der Vielzahl von Strominjektionsgebieten **250** und dem ersten Ende **30** des Gerätes **10** bzw. zwischen dem Letzten der Vielzahl von Strominjektionsgebieten **250** und dem zweiten Ende **50** des Gerätes **10** Quantenfilm-durchmischt (QWI).

[0050] Ferner sind auch Bereiche **32**, **35** der optisch aktiven Schicht **55** Quantenfilm-durchmischt (QWI), die die Vielzahl von Strominjektionsgebieten **250** lateral abgrenzen.

[0051] Die optisch aktiven und passiven Gebiete **240**, **245** sind innerhalb der Kern- oder Leiterschicht **55** bereitgestellt, die zwischen ersten und zweiten optischen Beschichtungschichten **60**, **65** bereitgestellt ist, wobei die Leiterschicht **55** ein aktives Laser-Material umfasst.

[0052] In einer Modifikation kann ein Rippen-Wellenleiter in mindestens der zweiten Beschichtungsschicht **65** gebildet sein, dessen Rippe sich längs vom ersten Ende **30** des Gerätes **10** zum zweiten Ende **50** des Gerätes **10** oder mindestens eines Teils des Weges zwischen diesen erstreckt und in der Tat selbst segmentiert sein kann.

[0053] Man wird verstehen, dass die QWI-Gebiete eine größere Bandlücke als die aktiven Gebiete aufweisen. Die QWI-Gebiete weisen daher auch eine geringere optische Absorption als die aktiven Gebiete auf.

[0054] Gerät **10** aus Fig. 1 ist von einem im Wesentlichen monolithischen Aufbau, wobei das Gerät **10** auf einem Substrat **80** gebildet ist, auf dem die erste Beschichtungsschicht **60**, Kernschicht **55** bzw. zweite Beschichtungsschicht **65** wächst.

[0055] In dieser Ausführungsform umfasst das zweite Ende **50** des Gerätes **10** einen Ausgang des Halbleiterlasergerätes **10**.

[0056] Das Halbleiterlasergerät **10** umfasst ferner Kontaktmaterialien (Metallisierungen) **270**, **275**, die entsprechend Abschnitte der Oberfläche **255** des Lasergerätes **10**, die Strominjektionsgebieten **250** entsprechen, und eine entgegengesetzte Oberfläche des Substrates **80** kontaktieren.

[0057] Bei Anwendung sorgen Kontaktschichten **270**, **275** daher für die Führung von Strom zu den optisch aktiven oder „Gain"gebieten **240**.

[0058] In einer Modifikation umfasst die Vielzahl optisch aktiver Gebiete **240** einen Gainabschnitt des Gerätes **10**, und eine Breite des Gainabschnitts variiert entlang einer Länge des Gerätes **10**. Die Breite kann variiert werden durch Verändern der Breite benachbarter Kontakte **270** und kann sich auf ein Ausgangsende des Gerätes **10** zu verjüngen oder aufweiten.

[0059] In einer weiteren Modifikation sind Abstände zwischen einem optisch aktiven Gebiet **240** und einem nächsten optisch aktiven Gebiet **240** und Abstände zwischen dem nächsten optisch aktiven Gebiet und noch einem optisch aktiven Gebiet im Wesentlichen gleich, periodenvariabel oder nicht-periodisch.

[0060] In dieser Ausführungsform ist das Halbleiterlasergerät **10** im III-V-Halbleiter-Werkstoffsystem gefertigt, das Aluminium-Gallium-Indiumphosphid (AlGaInP) umfasst, und kann daher im Wellenlängenbereich 610 bis 700 nm arbeiten.

[0061] Man wird jedoch verstehen, dass in anderen Ausführungsformen andere III-V-Halbleiter-Werkstoffsysteme für die Anfertigung des Gerätes benutzt werden können.

[0062] Das Gerät **10** wird gemäß der folgenden Verfahrensschritte gefertigt:

(i) Bilden – in dieser Reihenfolge – der ersten optischen Beschichtungsschicht **60** auf Substrat **80**, Bilden der Kernschicht **55** auf erster optischer Beschichtungsschicht **60**, wobei Kernschicht **15** mit einer Quantenfilm-(QW-)-Struktur **77** versehen ist, und Bilden einer zweiten Beschichtungsschicht **65** auf Kernschicht **55** und

(ii) Bilden der passiven Gebiete **245** in der Kernschicht **55**.

[0063] Schritt (i) erfolgt zweckmäßigerweise durch bekannte Wachstumstechniken, insbesondere beispielsweise Molekularstrahlepitaxie (MBE) oder Metallorganische Gasphasenepitaxie (MOCVD).

[0064] In dieser Ausführungsform sind die passiven Gebiete **245** durch eine Quantenfilm-Durchmischungs-(QWI-)-Technik gebildet, die das Erzeugen von Unreinheiten freier Leerstellen umfasst. Die bevorzugte Umsetzung der QWI-Technik umfasst die folgenden Schritte:
Aufbringen einer dielektrischen Schicht wie z.B. Silikat (SiO_2) auf mindestens einen Teil einer Oberfläche **255** des Halbleiterlasergerätes **10** mithilfe eines Diodensputterers und innerhalb einer Argon-Atmosphäre, um so punktstrukturelle Defekte mindestens in einen Abschnitt des der dielektrischen Schicht benachbarten Materials einzuführen,
optionales Aufbringen einer weiteren dielektrischen Schicht in mindestens einem Teil der Oberfläche des Gerätes **10** durch eine Nicht-Sputter-Technik – wie z.B. der Plasmaunterstützen Gasphasenabscheidung (PECVD)-,
Tempern des Gerätes **10** und dadurch Übertragen von Gallium-Ionen oder -Atomen aus dem Gerätematerial in die dielektrische Schicht.

[0065] Man wird verstehen, dass die aktive Kernschicht **55**, erste Beschichtungsschicht **60** und zweite Beschichtungsschicht **65** jeweils einen Brechungsindex von etwa 3,0 bis 3,5 aufweisen, wobei die Kernschicht **55** einen höheren Brechungsindex als die Beschichtungsschicht **60**,**65** aufweist.

BEISPIEL

[0066] Als ein Beispiel verbesserter Geräteleistung sei hier eine zweite Ausführungsform eines segmentierten Gainabschnitt-Lasergerätes gemäß der vorliegenden Erfindung gegeben, gefertigt im InGaAsP/GaAs-Werkstoffsystem.

[0067] Die benutzte Waferstruktur war eine 670 nm-Doppel-Quantenfilm-(QW-)-Laserschicht, gewachsen auf

einem (100) Si-dotierten GaAs-Substrat mit 10° Ausrichtungsabweichung auf die (111) A-Richtung. Der fehlausgerichtete Wafer stellte sicher, dass die Ordnung des AlGaInP-Quaternärs-minimiert und so gute Laserleistung sichergestellt wurde.

[0068] Die Epitaxialschichtstruktur ist in Tabelle 1 aufgeführt.

[0069] Das Laser-Spektrum wurde auf 676 nm zentriert mit einer Einschaltspannung von 1,987 V. Eine typische Schwellstromdichte für unendliche Kavitätenlänge betrug 330 A cm^{-2}.

TABELLE 1

Werkstoff	**Dicke**	**Zweck**	**Dotierstoff**	**Trägerkonzentration (cm^{-3})**	**Schichtnummer**
GaAs	300 nm	Kappe	Zn	$8x10^{18}$	---
$Ga_{0.5}In_{0.5}P$	20 nm	Egalisierungsschicht	Zn	$2x10^{18}$	---
$(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$	1000 nm	Obere Beschichtung	Zn	$8x10^{17}$	65
$(Al_{0.3}Ga_{0.7})_{0.5}In_{0.5}P$	300 nm	Wellenleiterkern	Undotiert		55
$Ga_{0.41}In_{0.52}P$	6,5 nm	Quantenfilm	Undotiert		55
$(Al_{0.3}Ga_{0.7})_{0.5}In_{0.5}P$	15 nm	Sperrschicht	Undotiert		55
$Ga_{0.41}In_{0.52}P$	6,5 nm	Quantenfilm	Undotiert		55
$(Al_{0.3}Ga_{0.7})_{0.5}In_{0.5}P$	300 nm	Wellenleiterkern	Undotiert		55
$(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$	1000 nm	Untere Beschichtung	Si	$8x10^{17}$	60
GaAs	500 nm	Puffer	Si	$3x10^{18}$	---
GaAs		Substrat	Si	$2x10^{18}$	80

[0070] Die Verfahrensschritte bei der Herstellung sind wie folgt:
(a) Fotoresist-Maskierung für Quantenfilm-Durchmischung (QWI);
(b) Silikat-Sputtering;

(c) Silikat abheben;
(d) E-Strahl-Verdampfung des Silikats;
(e) Schnelltempern;
(f) Entfernung des Silikats;
(g) Fotoresist-Maskierung für p-Kontakt;
(d) E-Strahl-Verdampfung des Silikats;
(c) Silikat abheben;
(j) p-Kontakt-Metallisierung;
(k) Verdünnung:
(l) n-Kontakt-Metallisierung.

[0071] Der QWI-Prozess beinhaltet Sputtering von 20 nm SiO_2, gefolgt von 30 Sekunden langem Schnelltempern bei 750°C.

[0072] Die Unterdrückung des Durchmischungsprozesses kann durch Schützen der aktiven Gebiete während der Sputteringphase mit Fotoresist erreicht werden. Fotoresist und die darüberliegenden Schichten wurden anschließend durch Abheben in Azeton entfernt, und das gesamte Muster wurde durch Elektronenstrahl-Verdampfung mit einer 200 nm-Schicht SiO_2 beschichtet, um die exponierten Gebiete während des folgenden Temperns zu schützen. Nach dem Tempern wurden 77-K-Fotolumineszenz-Messungen benutzt, um die resultierende Bandlückenverschiebung in den passiven Gebieten zu ermitteln, in diesem Fall von 30 nm, wie in Fig. 3 gezeigt.

[0073] Fig. 4 zeigt die Licht-Strom-Charakteristik des Gerätes mit einer 80-µm-Öffnung, 1500 µm Länge, 100 µm Periode und 40 µm Gainabschnitt und 60 µm Beugungsabschnitt in jeder Periode. Eine Puls-Ausgangsleistung von 200 mW bei 4,5 A wurde gemessen. Der Einsatz in Fig. 4 zeigt die laterale Fernfeld-Verteilung, die sich einem Gauss-Profil annähert.

[0074] Für alle Leistungspegel bleibt der Fernfeldwinkel konstant bei 2,6° (ungefähr 4 × Beugungsgrenzwert, aber ohne Korrekturlinse). Es wird angenommen, dass weitere Optimierung der Gerätekonstruktion, der Periode der Segmentierung einschließlich der möglichen Benutzung periodenvariabeler und nicht-periodischer Segmentierung und der Verarbeitungsbedingungen es ermöglicht, den Schwellstrom zu reduzieren und die Leistungsabgabe zu steigern.

[0075] Man wird verstehen, dass die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung nur anhand eines Beispiels angegeben sind und dadurch in keiner Weise beabsichtigt ist, deren Anwendungsumfang einzuschränken.

[0076] Beispielsweise wird man verstehen, dass die Gainabschnitte durch verschiedene Wellenleitermittel indexgeleitet sein können, wie z.B. durch eine Rippe oder einen eingelassenen Heterostruktur-Wellenleiter oder einen Antiresonanz-Reflexions-Lichtwellenleiter (Anti Resonant Reflecting Optical Waveguide, ARROW).

[0077] Ferner versteht sich, dass in dieser Erfindung Quantenfilm-Durchmischungs-(QWI-)-Technologien benutzt werden, um Bandlücken-geweitete passive Wellenleiterabschnitte entlang der Länge des Gerätes zu schaffen. Die Erfindung betrifft alle Verbindungs-Halbleiterlaser-Strukturen, die Quantenfilm (QW) enthalten, worin das Quantenfilm-Durchmischungs-(QWI-)-Profil mithilfe von Quantenfilm-Durchmischung (QWI) modifiziert werden kann. Die Vorteile von Quantenfilm-Durchmischung (QWI) in dieser Erfindung beinhalten:
Ausrichtung aktiver und passiver Wellenleiter,
einfaches Fertigungsverfahren,
vernachlässigbarer Reflexionsfaktor bei Aktiv/Passiv-Übergängen.

[0078] Abschließend man wird verstehen, dass in ein Halbleiterlasergerät gemäß der vorliegenden Erfindung Gitter integriert sein können, falls gewünscht.

Patentansprüche

1. Halbleiter-Breitstreifenlasergerät (**10**), das eine Vielzahl optisch aktiver Gebiete (**240**) und eine Vielzahl optisch passiver Gebiete (**245**) umfasst, die in im Wesentlichen linearer Beziehung entlang der optischen Achse des Lasers angeordnet sind,
wobei jedes optisch aktive Gebiet eine Quantenfilm-Struktur (**77**) beinhaltet, wobei benachbarte optisch aktive Gebiete (**240**) durch ein entsprechendes Quantenfilm-durchmischtes optisch passives Gebiet (**245**) mit Ab-

stand voneinander angeordnet sind,
wobei jedes optisch passive Gebiet (**245**) ein Beugungsgebiet bildet, das als Raummodenfilter agiert, um selektiv durch Beugungsverluste von Moden höherer Ordnung im Wesentlichen den Ausgang einfach transversaler Moden zu verursachen.

2. Halbleiterlasergerät nach Anspruch 1, wobei jedes optisch aktive Gebiet (**240**) operativ einem entsprechenden Strominjektionsgebiet (**250**) zugeordnet ist.

3. Halbleiterlasergerät nach Anspruch 2, wobei die Strominjektionsgebiete (**250**) zueinander in im Wesentlichen linearer Beziehung auf einer Oberfläche (**255**) des Gerätes angeordnet sind.

4. Halbleiterlasergerät nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, wobei die Strominjektionsgebiete (**250**) in im Wesentlichen gleichen Abstand zum jeweils nächsten angeordnet.

5. Halbleiterlasergerät nach einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei das Erste und Letzte der Strominjektionsgebiete (**250**) jeweils mit Abstand zu ersten und zweiten Enden (**30**, **40**) des Gerätes angeordnet sind.

6. Halbleiterlasergerät nach Anspruch 2, wobei die optisch aktiven Gebiete (**240**) in einer optisch aktiven Schicht (**55**) bereitgestellt sind, die ein aktives Laser-Material umfasst, das eine Quantenfilm-(QW-)-Struktur (**77**) beinhaltet, wie gewachsen.

7. Halbleiterlasergerät nach Anspruch 6, wobei die Quantenfilm-Struktur (**77**) innerhalb von Bereichen der optisch aktiven Schicht gehalten ist, die Strominjektionsgebieten entsprechen, während Bereiche der optisch aktiven Schicht zwischen Strominjektionsgebieten Quantenfilm-durchmischt sind.

8. Halbleiterlasergerät nach Anspruch 6 oder 7, wobei Bereiche (**260**) der optisch aktiven Schicht (**55**) zwischen dem Ersten der Vielzahl von Strominjektionsgebieten (**250**) und dem ersten Ende (**30**) des Gerätes und zwischen dem Letzten der Vielzahl von Strominjektionsgebieten (**250**) und dem zweiten Ende (**40**) des Gerätes Quantenfilm-durchmischt sind.

9. Halbleiterlasergerät nach seinem der Ansprüche 7 oder 8, wobei Bereiche (**32**, **35**) der optisch aktiven Schicht Quantenfilm-durchmischt sind, die die Vielzahl von Strominjektionsgebieten (**250**) abgrenzen.

10. Halbleiterlasergerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die optisch aktiven und optisch passiven Gebiete (**240**, **245**) innerhalb einer optischen Leiterschicht (**55**) zwischen ersten und zweiten optischen Beschichtungschichten (**60**, **65**) bereitgestellt sind.

11. Halbleiterlasergerät nach Anspruch 6, wobei eine Rippe in mindestens der zweiten Beschichtungsschicht gebildet ist und sich längs vom ersten Ende des Gerätes zum zweiten Ende des Gerätes erstreckt.

12. Halbleiterlasergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Quantenfilm-durchmischten Gebiete (**245**) eine größere Bandlücke als die optisch aktiven Gebiete (**240**) aufweisen.

13. Halbleiterlasergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gerät (**10**) von monolithischem Aufbau ist, wobei das Gerät eine Substratschicht (**80**) beinhaltet, auf der die erste Beschichtungsschicht (**60**), Kernschicht (**55**) bzw. zweite Beschichtungsschicht (**65**) bereitgestellt ist.

14. Halbleiterlasergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Halbleiterlasergerät in einem III-V-Werkstoffsystem gefertigt ist.

15. Halbleiterlasergerät nach Anspruch 14, wobei das III-V-Werkstoffsystem aus Galliumarsenid (GaAs), Aluminium-Galliumarsenid (AlGaAs), Aluminium-Gallium-Indiumphosphid (AlGaInP) oder Indiumphosphid (InP) ausgewählt ist.

16. Halbleiterlasergerät nach Anspruch 14, wobei die ersten und zweiten zusammensetzungsmäßig ungeordneten Werkstoffe im Wesentlichen Indium-Galliumarsenid (In-GaAs) umfassen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

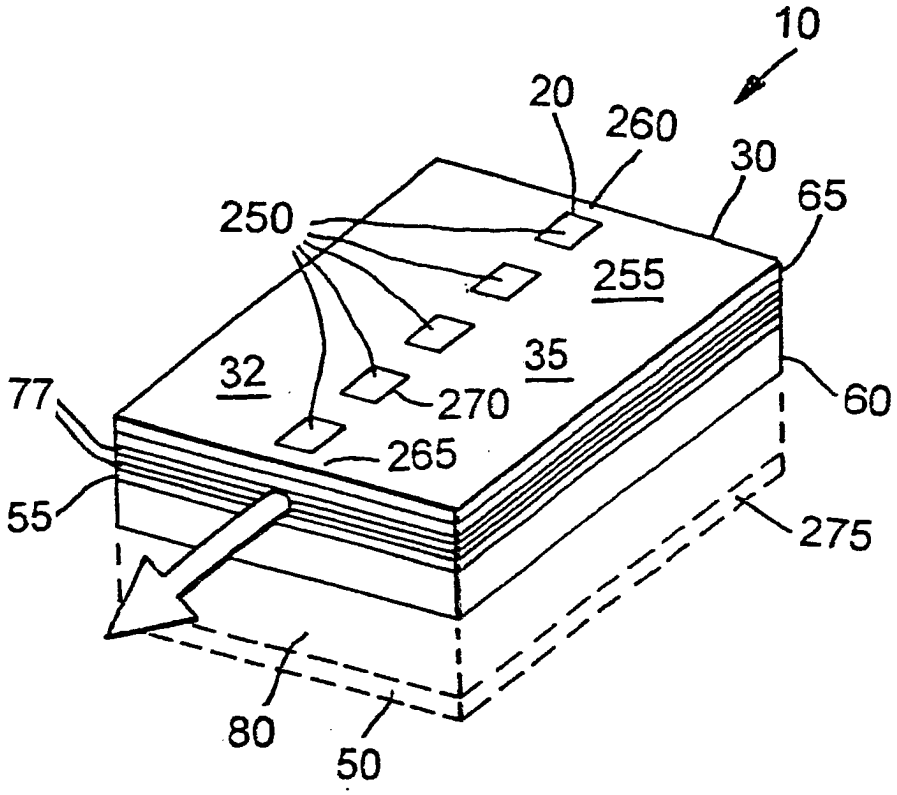

Fig.1

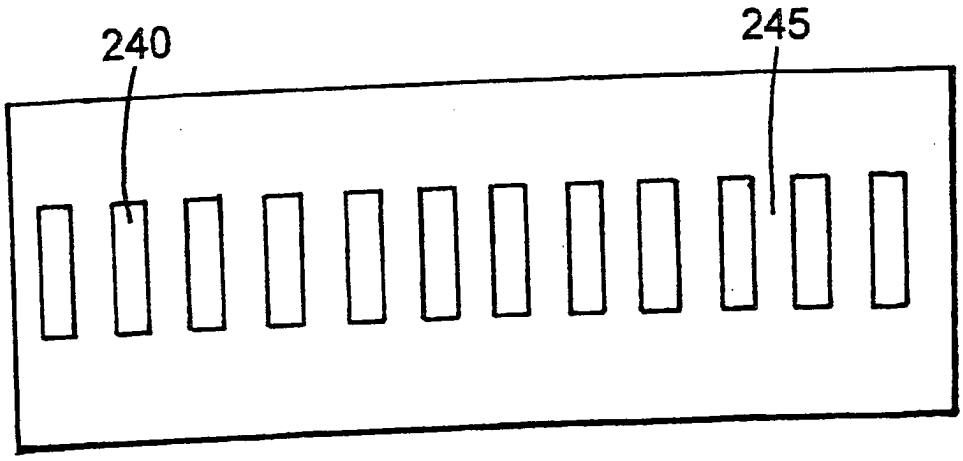

Fig.2

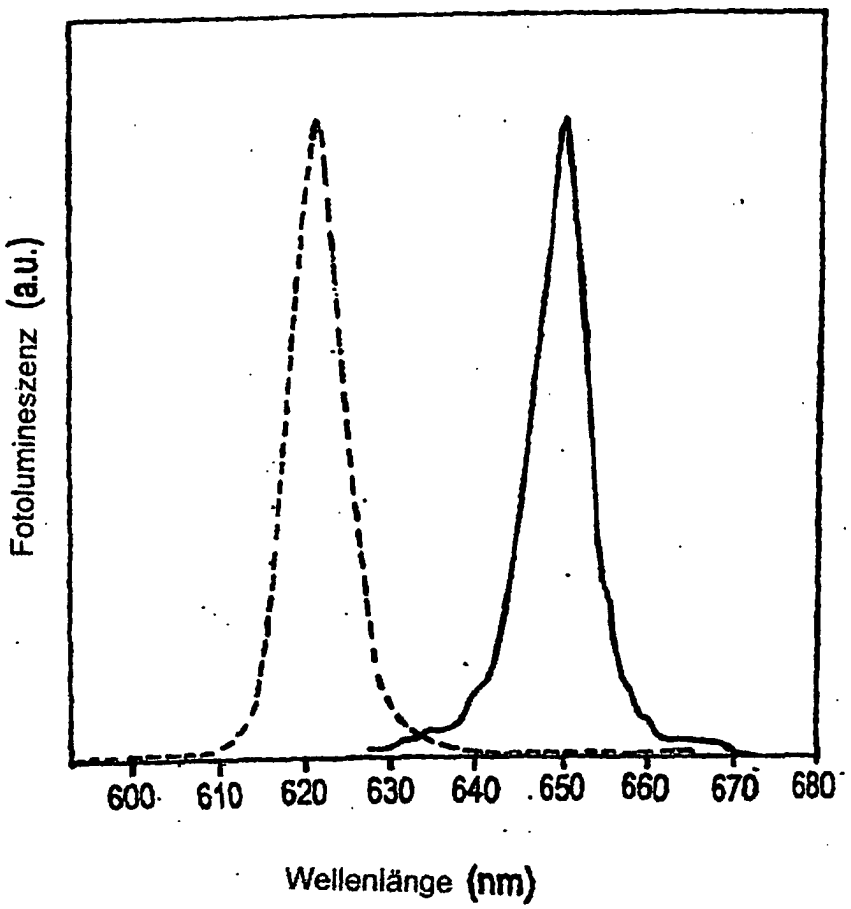
Fotolumineszenz (a.u.)
600
610
620
630
640
650
660
670
680
Wellenlänge (nm)

Fig.3

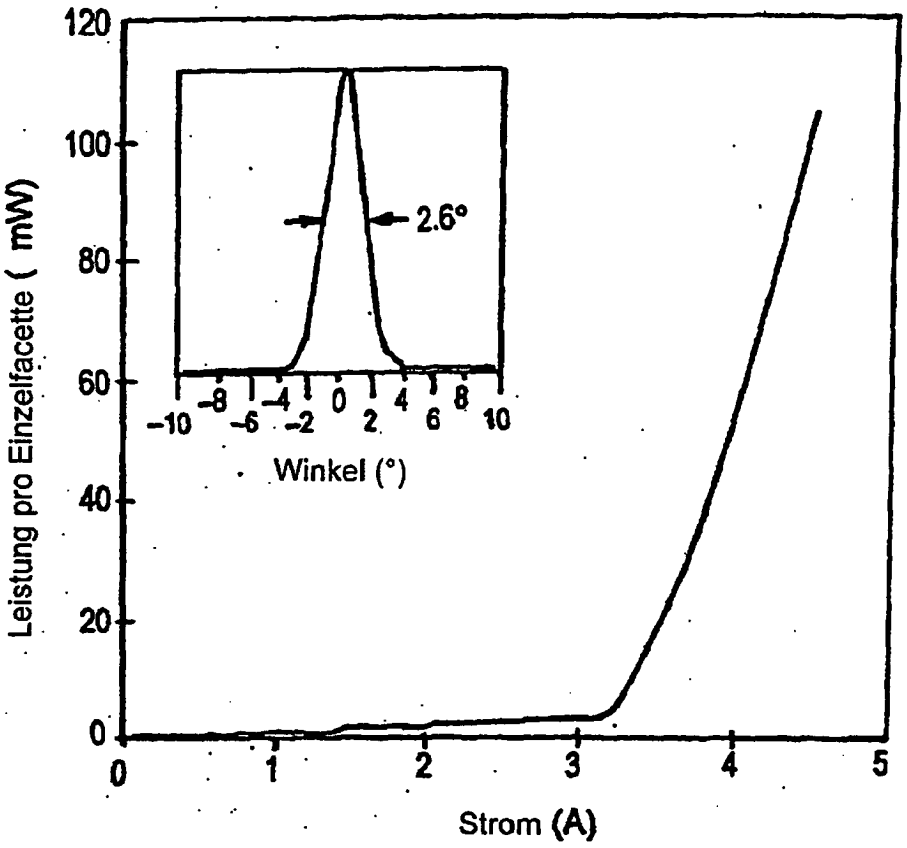
120
100
80
60
40
20
0
Leistung pro Einzelfacette (mW)
2.6°
−10
−8
−6
−4
−2
0
2
4
6
8
10
Winkel (°)
0
1
2
3
4
5
Strom (A)

Fig.4