



(10) **DE 10 2009 035 639 B4** 2019.10.24

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 035 639.8**
(22) Anmeldetag: **31.07.2009**
(43) Offenlegungstag: **17.02.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.10.2019**

(51) Int Cl.: **H01S 5/12 (2006.01)**
H01S 5/22 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055
Regensburg, DE**

(74) Vertreter:
**Epping Hermann Fischer
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München,
DE**

(72) Erfinder:
**Lell, Alfred, 93142 Maxhütte-Haidhof, DE;
Brüninghoff, Stefanie, 93197 Zeitlarn, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

GB	2 180 690	A
US	2008 / 0 273 563	A1
US	2009 / 0 092 163	A1
US	2009 / 0 116 525	A1
WO	2009/ 080 012	A1

**ERBERT, Götz: Der Hochleistungsdiodenlaser :
vielseitiges Schlüsselbauelement mit Potenzial.
In: Laser-Technik-Journal, Bd. 2, 2005, H. 1, S. 37-
40. - ISSN 1613-7728**

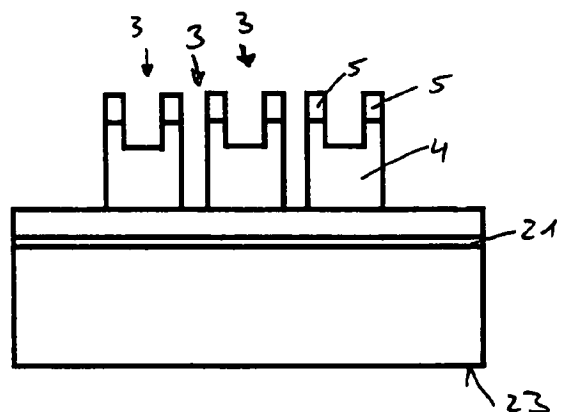
**KELEMEN, Márc ; GILLY, Jürgen ; FRIEDMAN,
Patrick: Diodenlaser höchster Brillanz im
nahen und mittleren Infrarot. In: Photonik, Bd. 41,
2009, H. 6, S. 42-44. - ISSN 1432-9778**

(54) Bezeichnung: **Breitstreifenlaser mit einem epitaktischen Schichtenstapel und Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Hauptanspruch: Breitstreifenlaser (1) mit einem epitaktischen Schichtenstapel (2), der eine aktive, strahlungserzeugende Schicht (21) enthält, eine Oberseite (22) und eine Unterseite (23) aufweist, wobei

- der Schichtenstapel (2) Gräben (3) mit einer Ätztiefe aufweist, in denen wenigstens eine Schicht des Schichtenstapels (2) zumindest teilweise entfernt ist und die von der Oberseite (22) in Richtung Unterseite (23) führen,
- der Schichtenstapel (2) oberseitig Stege (4) aufweist, die jeweils an die Gräben (3) angrenzen, sodass der Schichtenstapel (2) oberseitig streifenförmig ausgebildet ist,
- die Stege (4) und die Gräben (3) jeweils eine Breite (d_1 , d_2) von höchstens 20 μm aufweisen,
- jeweils auf den Stegen (4) zumindest bereichsweise eine Anschlussschicht (5) angeordnet ist,
- die Stege (4) bereichsweise in Bereichen, in denen keine Anschlussschicht (5) aufgebracht ist, je weitere Ätztiefen aufweisen und die weiteren Ätztiefen kleiner sind als die Ätztiefe der Gräben (3),
- die Anschlussschicht (5) jeweils an einem seitlichen Bereich der Oberseite der Stege (4) angeordnet ist, sodass die weiteren Ätztiefen mittig der Stege (4) ausgebildet sind und die weiteren Ätztiefen vertikal nicht vollständig durch die Stege (4) hindurch führen, und

- die Anschlussschicht (5) auf den Stegen (4) jeweils als von zwei sich gegenüberliegenden Kanten (5a, 5b) des Schichtenstapels (2) zurückgezogene Anschlussschicht (5) ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Breitstreifenlaser mit einem epitaktischen Schichtenstapel, der eine aktive, strahlungserzeugende Schicht enthält. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines derartigen Breitstreifenlasers.

[0002] Halbleiterlaser finden aufgrund ihrer Kompaktheit und kostengünstigen Herstellung Anwendung in zahlreichen Applikationsbereichen, wie beispielsweise Datenübertragung, Datenspeicherung, Projektion, Materialbearbeitung, optisches Pumpen, Biosensorik und ähnliches. Insbesondere Halbleiterlaser basierend auf dem AlInGaN-Materialsystem bieten aufgrund ihrer erzeugten Strahlung im UV-bis Blaubeziehungsweise grünen Wellenlängenbereich vielfältige Einsatzmöglichkeiten. In den meisten Anwendungsgebieten kommt es dabei auf eine hohe optische Ausgangsleistung beziehungsweise Ausgangsleistungsdichte des Halbleiterlasers an.

[0003] Jedoch ist bei Halbleiterlasern die Ausgangsleistung aufgrund thermischer Effekte begrenzt. Beispielsweise ist bei sogenannten „Single-Emittern“ die Ausgangsleistung auf wenige 100 Milliwatt im cw-Betrieb begrenzt.

[0004] Optische Ausgangsleistungen können unter anderem durch Steigerung der Effizienz des Halbleiterlasers, beispielsweise mit Hilfe eines optimierten Epitaxiedesigns der Schichten des Halbleiterlasers erhöht werden. Allerdings ist auch hierbei die Ausgangsleistung derartiger Halbleiterlaser aufgrund thermischer Effekte auf wenige 100 Milliwatt im cw-Betrieb begrenzt.

[0005] Leistungssteigernde Maßnahmen können ferner beispielsweise durch den gleichzeitigen Betrieb mehrerer Laserdioden ermöglicht werden.

[0006] Zusätzlich besteht bei Breitstreifenlasern durch die so genannte „thermische Linse“, die das Einschnüren der Lasermode des Lasers auf wenige μm bei hohen Strömen bewirkt, die Gefahr, die oberseitig angeordneten Stege bei hohen Stromdichten zu beschädigen oder gar zu zerstören.

[0007] Die Druckschrift US 2009/0092163 A1 betrifft einen Halbleiter-Breitstreifenlaser, bei dem in einem Streifenwellenleiter zu einer verbesserten Wellenleitung Gräben geformt sind.

[0008] Aus der Druckschrift GB 2 180 690 A ist ein Breitstreifenlaserdiodenarray bekannt, bei dem mehrere Streifenwellenleiter aus einer Halbleiterschichtenfolge herausgeätzt sind.

[0009] In der Druckschrift US 2009/0116525 A1 findet sich ein Halbleiter-Breitstreifenlaser mit einem strukturierten Streifenwellenleiter.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Breitstreifenlaser anzugeben, der insbesondere eine verbesserte optische Leistungsdichte, eine gesteigerte Effizienz bei hohen Leistungen und eine verbesserte Lebensdauer aufweist. Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes, insbesondere vereinfachtes Herstellungsverfahren eines derartigen Breitstreifenlasers anzugeben.

[0011] Diese Aufgaben werden durch einen Breitstreifenlaser mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zu dessen Herstellung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und bevorzugte Weiterbildungen des Breitstreifenlasers und des Verfahrens zu dessen Herstellung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0012] Erfindungsgemäß ist ein Breitstreifenlaser mit einem epitaktischen Schichtenstapel vorgesehen, der eine aktive, strahlungserzeugende Schicht enthält und eine Oberseite und eine Unterseite aufweist. Der Schichtenstapel weist Gräben auf, in denen wenigstens eine Schicht des Schichtenstapels zumindest teilweise entfernt ist und die von der Oberseite in Richtung Unterseite führen. Der Schichtenstapel weist ferner oberseitig Stege auf, die jeweils an die Gräben angrenzen, sodass der Schichtenstapel oberseitig streifenförmig ausgebildet ist. Die Stege und die Gräben weisen jeweils eine Breite von höchstens $20 \mu\text{m}$ auf. Bevorzugt weisen die Stege und die Gräben jeweils eine Breite von höchstens $10 \mu\text{m}$, besonders bevorzugt von höchstens $7 \mu\text{m}$ auf.

[0013] Ein derartiger Breitstreifenlaser weist demnach oberseitig vorzugsweise indexgeführte, eng benachbarte Einzelstreifen, sogenannte Stege, mit einer Breite von weniger als $20 \mu\text{m}$, bevorzugt von weniger als $10 \mu\text{m}$, besonders bevorzugt von weniger als $7 \mu\text{m}$ auf. Benachbarte Stege weisen dabei einen Abstand von höchstens $20 \mu\text{m}$, bevorzugt von höchstens $10 \mu\text{m}$ zueinander auf.

[0014] Der erfindungsgemäße Breitstreifenlaser weist somit nicht, wie herkömmlicherweise oberseitig lediglich einen Breitstreifen auf. Insbesondere ist der Breitstreifen des Lasers erfindungsgemäß in Einzelstreifen, den sogenannten Stegen, aufgespalten.

[0015] Derartige Breitstreifenlaser weisen mit Vorteil eine verbesserte, insbesondere gesteigerte optische Ausgangsleistung und Ausgangsleistungsdichte bei gleichzeitig verringerter Facettenbelastung auf. Weiter erhöht sich so mit Vorteil die Lebensdauer derartiger Breitstreifenlaser, wobei diese gleichzeitig ein

auf die jeweilige Applikation hin optimiertes Strahlprofil aufweisen können. Zusätzlich ermöglicht der erfindungsgemäße Breitstreifenlaser mit Vorteil, die Abstrahlcharakteristik gezielt zwischen Vorwärtsstrahlung, Gaußprofil und Rechteckprofil oder Mischungen daraus einzustellen.

[0016] Insbesondere gelingt es mittels eines derartigen Breitstreifenlasers, die Abstrahlcharakteristik gezielt zu formen durch eine kontrollierte Steuerung der

- Einzelemitterdichte, insbesondere einstellbar über den jeweiligen Abstand der Stege,
- Laserswellströme, beispielsweise durch Steuerung der Stromaufweitung über Indexführung und/oder eine unterschiedliche Breite der einzelnen Stege, und
- Steilheit, beispielsweise durch Steuerung der Verluste,
- oder Kombinationen hieraus.

[0017] Bevorzugt basiert der Breitstreifenlaser, insbesondere der epitaktische Schichtenstapel des Breitstreifenlasers, auf InGaN, besonders bevorzugt auf InGaAlN. Vorzugsweise ist der Breitstreifenlaser ein Kantenemitter. Bevorzugt ist der Breitstreifenlaser ein Halbleiterlaser.

[0018] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des Breitstreifenlasers ist zumindest eine Schicht des Schichtenstapels auf der der Unterseite zugewandten Seite der aktiven, strahlungserzeugenden Schicht n-dotiert und zumindest eine Schicht des Schichtenstapels auf der der Oberseite zugewandten Seite der aktiven, strahlungserzeugenden Schicht p-dotiert.

[0019] Bevorzugt sind alle Schichten des Schichtenstapels auf der der Unterseite zugewandten Seite der aktiven, strahlungserzeugenden Schicht n-dotiert oder undotiert und alle Schichten des Schichtenstapels auf der der Oberseite zugewandten Seite der aktiven, strahlungserzeugenden Schicht p-dotiert oder undotiert.

[0020] Die Gräben des Breitstreifenlasers sind vorzugsweise in der p-dotierten Schicht oder den p-dotierten Schichten des Schichtenstapels ausgebildet.

[0021] Bevorzugt durchdringen die Gräben die aktive Schicht des Schichtenstapels des Breitstreifenlasers nicht. In diesem Fall sind die Gräben somit lediglich oberseitig des Schichtenstapels ausgebildet.

[0022] Alternativ können die Gräben die aktive Schicht durchdringen. In diesem Fall sind die Gräben in allen Schichten des Schichtenstapels, die sich auf der der Oberseite zugewandten Seite der aktiven, strahlungserzeugenden Schicht befinden, sowie

in der aktiven, strahlungserzeugenden Schicht ausgebildet.

[0023] Vorzugsweise weisen die Stege jeweils eine gleiche Höhe auf.

[0024] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des Breitstreifenlasers weisen die Gräben jeweils eine gleiche Tiefe auf. Alternativ können die Gräben zumindest teilweise eine unterschiedliche Tiefe aufweisen.

[0025] Beispielsweise ist die Gräbentiefe zwischen den Stegen geringer als außerhalb des ursprünglichen Breitstreifens. Dadurch kann der stärkeren Facettenbelastung der mittleren Stege durch eine höhere Stromaufweitung entgegengewirkt werden. Bevorzugt verläuft der Tiefenunterschied der Gräben stufenförmig.

[0026] Alternativ kann die indexdefinierende Gräbentiefe zwischen den Stegen höher sein als außerhalb des ursprünglichen Breitstreifens. Dadurch kann mit Vorteil über die tiefenabhängige Steilheit der Gräben gezielt das Strahlprofil des Breitstreifenlasers gesteuert werden.

[0027] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des Breitstreifenlasers sind benachbarte Stege jeweils in einem gleichen Abstand zueinander angeordnet.

[0028] Alternativ können benachbarte Stege zumindest teilweise in einem unterschiedlichen Abstand zueinander angeordnet sein. Vorzugsweise weisen benachbarte innere Stege einen größeren Abstand zueinander auf als benachbarte äußere Stege. Dadurch kann der unterschiedlichen thermischen Belastung der Stege entgegengewirkt werden.

[0029] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des Breitstreifenlasers weisen die Stege zumindest teilweise eine unterschiedliche Breite auf.

[0030] Bevorzugt weisen innere Stege eine größere Breite auf als äußere Stege. Dadurch kann einem unterschiedlichen Anschwingen, das insbesondere bedingt ist durch eine unterschiedliche thermische Belastung, entgegengewirkt werden, wodurch das Strahlprofil mit Vorteil gezielt beeinflusst wird.

[0031] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des Breitstreifenlasers weisen die Gräben jeweils eine Grundfläche auf, die jeweils eine Krümmung aufweist. Der Tiefenunterschied der Gräben verläuft vorzugsweise graduell. So kann mit Vorteil der stärkeren Facettenbelastung der mittleren Stege durch eine höhere Stromaufweitung entgegengewirkt werden.

[0032] Die Krümmungen der Grundflächen der Gräben sind vorzugsweise linsenförmig ausgebildet. Be-

vorzugt bilden die Grundflächen der Gräben zusammen eine konvexe Linsenform aus.

[0033] Erfindungsgemäß ist jeweils auf den Stegen zumindest bereichsweise eine Anschlussschicht angeordnet.

[0034] Die Anschlussschicht auf den Stegen ist jeweils strukturiert ausgebildet.

[0035] Erfindungsgemäß ist die Anschlussschicht auf den Stegen jeweils als von zwei sich gegenüberliegenden Kanten des Schichtenstapels zurückgezogene Anschlussschicht ausgebildet. Ferner kann die Anschlussschicht auf den Stegen jeweils als mit mehreren Öffnungen versehene Anschlussschicht ausgebildet sein. Die Öffnungen der Anschlussschicht können sich dabei quer zu dem jeweiligen Steg oder entlang des jeweiligen Steges erstrecken. Dadurch können gezielt Bereiche mit höherer Absorption erzeugt werden.

[0036] Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Breitstreifenlasers ist zwischen den Stegen und der Anschlussschicht bereichsweise eine Passivierungsschicht angeordnet. Die Passivierungsschicht ist vorzugsweise elektrisch isolierend ausgebildet. In Bereichen der Passivierungsschicht liegt somit kein elektrischer Kontakt zwischen den Schichten der Stege und der Anschlussschicht vor. Die Anschlussschicht kann dabei ganzflächig ausgebildet sein, wobei der elektrische Anschluss zwischen der Anschlussschicht und dem Schichtenstapel aufgrund der Passivierungsschicht nicht ganzflächig ausgebildet ist.

[0037] Vorzugsweise ist auf der Oberseite des epitaktischen Schichtenstapels eine dielektrische Passivierung angeordnet, wobei auf den Stegen keine dielektrische Passivierung angeordnet ist. In Bereichen auf den Stegen weist die dielektrische Passivierung somit jeweils eine Aussparung auf. Bevorzugt ist die dielektrische Passivierung als Schicht ausgebildet.

[0038] Vorzugsweise enthält die Passivierungsschicht und/oder die dielektrische Passivierung Siliziumdioxid (SiO_2), Siliziumnitrid (SiN), Aluminiumoxid (Al_2O_3), Hafniumoxid (HfO_2), Zirconiumoxid (ZrO_2) oder Tantaloxid (Ta_2O_5).

[0039] Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist eine Mehrzahl von Breitstreifenlasern nebeneinander als voneinander getrennte Arrays angeordnet, wobei die Abstände zwischen benachbarten Arrays jeweils vorzugsweise größer als $20\ \mu\text{m}$ sind.

[0040] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Breitstreifenlasers ist dem Laser in Abstrahlrichtung eine optische Linse oder ein Linsensystem

nachgeordnet. Ein erfindungsgemäßer Breitstreifenlaser, der eine kontrollierte Abstrahlcharakteristik aufweist, kann mit Vorteil mit einer optischen Linse oder einem entsprechendem Linsensystem derart kombiniert sein, dass eine gewünschte Abbildungseigenschaft erzielt wird.

[0041] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Herstellen eines Breitstreifenlasers umfasst insbesondere die folgenden Schritte:

- a) Epitaktisches Aufwachsen eines Schichtenstapels auf einem Aufwachssubstrat, wobei der Schichtenstapel eine Oberseite und eine Unterseite aufweist,
- b) Oberseitiges Ätzen des Schichtenstapels an zwei sich gegenüberliegenden Kanten des Schichtenstapels derart, dass eine Breitstreifenlaserstruktur ausgebildet wird, und
- c) Oberseitiges Ätzen von Gräben in den Schichtenstapel im Bereich der Breitstreifenlaserstruktur derart, dass Stege ausgebildet werden, die jeweils eine Breite von höchstens $20\ \mu\text{m}$, bevorzugt von höchstens $10\ \mu\text{m}$ aufweisen, wobei benachbarte Stege einen Abstand von höchstens $20\ \mu\text{m}$, bevorzugt von höchstens $10\ \mu\text{m}$ zueinander aufweisen.

[0042] Die herkömmlicherweise bekannte Breitstreifenlaserstruktur wird insbesondere in Einzelstreifen, insbesondere einzelne Stege aufgespalten. Durch eine unterschiedliche Breite der Stege und/oder durch eine unterschiedliche Indexführung des Strahlprofils kann die Ausgangsleistung auf die jeweilige Anwendung des Lasers hin optimiert werden. Somit ermöglichen sich eine verbesserte optische Ausgangsleistung, eine verbesserte Strahldichte und eine erhöhte Lebensdauer, wobei insbesondere eine gleichzeitig kontrollierbare Optimierung des Strahlprofils ermöglicht wird.

[0043] Weitere Merkmale, Vorteile, bevorzugte Ausgestaltungen und Zweckmäßigkeiten des Breitstreifenlasers und des Verfahrens zu dessen Herstellung ergeben sich aus den folgenden Erläuterungen in Verbindung mit den **Fig. 1** bis **Fig. 13**. Es zeigen:

Fig. 1, Fig. 3, Fig. 4, Fig. 6, Fig. 8, Fig. 10 und **Fig. 11** jeweils einen schematischen Querschnitt einer nicht erfindungsgemäßen Abwandlung eines Breitstreifenlasers,

Fig. 12 einen schematischen Querschnitt eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Breitstreifenlasers,

Fig. 2, Fig. 5, Fig. 7 und **Fig. 9** jeweils ein Herstellungsverfahren zur Herstellung einer nicht er-

findungsgemäßen Abwandlung eines Breitstreifenlasers, und

Fig. 13A bis Fig. 13C jeweils eine Aufsicht auf eine nicht erfindungsgemäße Abwandlung eines Steges eines Breitstreifenlasers.

[0044] Gleiche oder gleich wirkende Bestandteile sind jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die dargestellten Bestandteile sowie die Größenverhältnisse der Bestandteile untereinander sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen.

[0045] In **Fig. 1** ist ein schematischer Querschnitt einer nicht erfindungsgemäßen Abwandlung eines Breitstreifenlasers dargestellt, der einen epitaktischen Schichtenstapel **2** mit einer aktiven, strahlungserzeugenden Schicht **21** aufweist. Insbesondere weist der Schichtenstapel **2** eine Oberseite **22** und eine Unterseite **23** auf. Der Schichtenstapel **2** kann beispielsweise auf einem Substrat oder einem Träger angeordnet sein (nicht dargestellt).

[0046] Vorzugsweise weisen die der Unterseite **23** zugewandten Schichten von der aktiven Schicht **21** gesehen eine n-Dotierung auf. Die Schichten des Schichtenstapels **2**, die der Oberseite **22** von der aktiven Schicht **21** aus gesehen zugewandt sind, weisen vorzugsweise eine p-Dotierung auf. Als p-Dotierung kann beispielsweise Magnesium oder Zink Verwendung finden.

[0047] Der Laser ist insbesondere als Breitstreifenlasers **1** ausgebildet. Dabei ist die Laserstruktur so geätzt, dass oberseitig ein schmaler Streifen ausgebildet ist, wodurch mit Vorteil ein starkes Indexguiding durch den Brechungsindexsprung der Laserstruktur zu Luft vorliegt.

[0048] In der Abwandlung zu **Fig. 1** sind insbesondere die p-dotierten Schichten des Breitstreifenlasers bis auf einen schmalen Streifen entfernt, wodurch die Elektronen lateral eingeschränkt sind und eine Diffusion vermieden wird.

[0049] Der Schichtenstapel **2** weist weiter Gräben **3** auf, in denen wenigstens eine Schicht des Schichtenstapels zumindest teilweise entfernt ist und die von der Oberseite **22** in Richtung Unterseite **23** führen. Der Breitstreifenlaser **1** weist somit oberseitig weitere Ätzbereiche auf, wobei der Breitstreifen der Laserstruktur in Einzelstreifen, so genannte Stege, aufgespalten ist. Der Schichtenstapel **2**, insbesondere der Breitstreifen des Breitstreifenlasers **1** ist oberseitig somit streifenförmig ausgebildet.

[0050] Die Stege **4** weisen vorzugsweise eine Breite von höchstens 20 μm , bevorzugt von höchstens 10 μm , besonders bevorzugt von höchstens 7 μm auf. Die Gräben **3**, die benachbarte Stege **4** voneinander trennen, weisen jeweils eine Breite von höchstens 20

μm , bevorzugt von höchstens 10 μm auf. Somit weisen benachbarte Stege **4** jeweils einen Abstand von höchstens 20 μm , bevorzugt von höchstens 10 μm zueinander auf.

[0051] Durch die Aufspaltung des Breitstreifens des Lasers in Stege **4** kann mit Vorteil das Strahlprofil und die Ausgangsleistung auf die jeweilige Anwendung des Lasers hin optimiert werden. Insbesondere kann die Optimierung mittels einer unterschiedlichen Stegbreite und/oder einer unterschiedlichen Indexführung erzielt werden.

[0052] Der Breitstreifenlaser **1**, dessen Breitstreifen in Stege **4** unterteilt ist, ermöglicht mit Vorteil eine verbesserte optische Ausgangsleistung, eine verbesserte Strahldichte und eine verlängerte Lebensdauer. Insbesondere ermöglicht sich gleichzeitig eine kontrollierbare Optimierung des Strahlprofils. Weiter steigert sich mit Vorteil die Effizienz bei hohen Leistungen.

[0053] Insbesondere kann die Abstrahlcharakteristik eines derartigen Breitstreifenlasers gezielt geformt werden durch beispielsweise eine kontrollierte Steuerung der Einzelemitterdichte (Abstand der Stege), der Laserschwellströme (beispielsweise durch Steuerung der Stromaufweitung über Indexführung und/oder über die unterschiedliche Stegbreite der Einzelemitter), und/oder der Steilheit (beispielsweise über Steuerung der Verluste) oder Kombinationen daraus.

[0054] Vorzugsweise ist der in **Fig. 1** dargestellte Breitstreifenlaser **1** ein Kantenemitter.

[0055] Die Gräben **3** des Breitstreifenlasers **1** werden beispielsweise mittels eines Ätzprozesses hergestellt. Die Ätztiefe T_1 in der Abwandlung der **Fig. 1** ist insbesondere derart ausgebildet, dass die aktive Schicht **21** nicht geätzt wird, insbesondere keine Gräben **3** durch die aktive Schicht **21** geführt sind. Alternativ können die Gräben **3** die aktive Schicht **21** durchdringen (nicht dargestellt).

[0056] In der Abwandlung der **Fig. 1** weisen die Gräben **3** jeweils eine gleiche Tiefe T_1 auf. Die Grabenbreite d_2 beträgt höchstens 20 μm . Insbesondere beträgt der Abstand zwischen zwei benachbarten Stegen **4** so höchstens 20 μm . Die Stege **4** weisen eine Breite d_1 von höchstens 20 μm , vorzugsweise 10 μm auf.

[0057] Auf der Oberseite **22** des Schichtenstapels **2** ist vorzugsweise eine dielektrische Passivierung **9** angeordnet, wobei auf den Stegen **4** keine dielektrische Passivierung **9** angeordnet ist. In Bereichen auf den Stegen **4** weist die dielektrische Passivierung **9** somit jeweils eine Aussparung auf. Bevorzugt ist die dielektrische Passivierung **9** als Schicht ausgebildet.

[0058] Vorzugsweise enthält die dielektrische Passivierung **9** Siliziumdioxid (SiO_2), Siliziumnitrid (SiN), Aluminiumoxid (Al_2O_3), Hafniumoxid (HfO_2), Zirkoniumoxid (ZrO_2) oder Tantaloxid (Ta_2O_5).

[0059] In den weiteren **Fig. 2** bis **Fig. 13** ist die dielektrische Passivierung **9** jeweils der Übersicht halber nicht dargestellt. Jedoch findet die dielektrische Passivierung **9** auch in den weiteren **Fig. 2** bis **Fig. 13** Anwendung, auch wenn diese nicht explizit gezeigt ist.

[0060] Auf den Stegen **4** ist jeweils eine Anschlussschicht **5** angeordnet. In der Abwandlung der **Fig. 1** bedeckt die Anschlussschicht **5** die von der aktiven Schicht **21** abgewandte Seite der Stege jeweils vollständig. Die Anschlussschicht **5** ist somit vorzugsweise jeweils in den Aussparungen der dielektrischen Passivierung **9** angeordnet. Die Anschlussschicht **5** ist bevorzugt ebenso wie die Stege **4** streifenförmig ausgebildet, wobei die Anschlussschicht **5** in der Abwandlung der **Fig. 1** jeweils in Bereichen der Stege als durchgezogene Schicht ausgebildet ist. Vorzugsweise weist die Anschlussschicht **5** jeweils auf den Stegen keine Aussparungen oder Öffnungen auf.

[0061] Durch die Anschlussschicht **5** sind ebenso wie durch die Stege **4** die Gräben **3** geführt. Die Anschlussschicht **5** ist somit als strukturierte, insbesondere streifenförmige Anschlussschicht ausgebildet, wobei die Streifen der Anschlussschicht **5** mit den Stegen **4** zusammenfallen. Insbesondere weist lediglich die Seite der Stege **4**, die von der aktiven Schicht **21** abgewandt ist, die Anschlussschicht **5** auf.

[0062] Die Anschlussschicht **5** weist vorzugsweise ein Metall oder eine Metalllegierung auf.

[0063] Der Breitstreifenlaser der Abwandlung der **Fig. 1** ermöglicht eine erhöhte optische Ausgangsleistung beziehungsweise Ausgangsleistungsdichte, wobei die Facettenbelastung des Lasers verringert ist, die Lebensdauer mit Vorteil erhöht ist und gleichzeitig ein auf die jeweilige Anwendung hin optimiertes Strahlprofil ermöglicht wird. Insbesondere ermöglicht ein derartig ausgebildeter Breitstreifenlaser es, die Abstrahlcharakteristik gezielt zwischen Vorwärtsstrahlung, Gaußprofil und Rechteckprofil oder Mischungen daraus einzustellen.

[0064] Vorzugsweise können derartige Breitstreifenlaser aufweisend eine kontrollierte Abstrahlcharakteristik in Kombination mit Linsen Verwendung finden (nicht dargestellt). Insbesondere kann mit einer optischen Linse oder einem entsprechenden Linsensystem eine gewünschte Abbildungseigenschaft erzielt werden.

[0065] In den **Fig. 2A** und **Fig. 2B** sind jeweils Herstellungsschritte zur Herstellung eines Breitstreifen-

lasers gemäß **Fig. 1** dargestellt. Insbesondere zeigt **Fig. 2A** einen herkömmlichen Breitstreifenlaser, bei dem der Schichtenstapel **2** auf der Oberseite **22** derart entfernt ist, dass oberseitig ein Breitstreifen ausgebildet ist.

[0066] Vorzugsweise entsteht der Breitstreifen mittels eines ersten Ätzprozesses. Dabei wird die aktive Schicht **21** des Breitstreifenlasers vorzugsweise nicht geätzt.

[0067] Oberseitig weist der Schichtenstapel **2** eine Anschlussschicht **5** zur elektrischen Kontaktierung des Breitstreifenlasers auf. Unterseitig kann ein Substrat oder ein Träger angeordnet sein (nicht dargestellt), wobei unterseitig zur elektrischen Kontaktierung des Breitstreifenlasers bevorzugt eine weitere Anschlussschicht angeordnet ist (nicht dargestellt).

[0068] Nachfolgend der Herstellung der Breitstreifenlaserstruktur werden in dem oberseitig angeordneten Breitstreifen Gräben **3** geätzt, sodass der Breitstreifen in Stege **4** aufgespalten, beziehungsweise unterteilt ist, siehe **Fig. 2B**. Die Stege **4** weisen dabei vorzugsweise eine Breite d_1 von höchstens $20\ \mu\text{m}$, besonders bevorzugt von höchstens $10\ \mu\text{m}$ auf. Die Ätzbreite, also die Gräbenbreite d_2 , weist vorzugsweise höchstens $20\ \mu\text{m}$, bevorzugt höchstens $10\ \mu\text{m}$ auf. Zwei benachbarte Stege **4** sind insbesondere somit höchstens in einem Abstand von $20\ \mu\text{m}$, bevorzugt von höchstens $10\ \mu\text{m}$ zueinander angeordnet. Die Äztiefe T_1 der einzelnen Gräben **3** ist in den **Fig. 1** und **Fig. 2** jeweils in etwa gleich groß. Insbesondere ist die Äztiefe T_1 derart ausgebildet, dass die aktive Schicht **21** des Breitstreifenlasers nicht durchdrungen beziehungsweise geätzt ist.

[0069] Die herkömmlicherweise bekannte Breitstreifenlaserstruktur wird somit in **Fig. 2** mittels eines weiteren Ätzprozesses in mehrere gleich breite, äquidistante, gleich tief geätzte Stege **4** aufgespalten.

[0070] Alternativ können die Herstellung des Breitstreifens sowie die Herstellung der Stege **4**, also die jeweiligen Ätzprozesse, in einem Ätzschritt erfolgen.

[0071] Die nicht erfindungsgemäße Abwandlung der **Fig. 3** unterscheidet sich von **Fig. 1** dadurch, dass benachbarte Stege **4** zumindest teilweise in einem unterschiedlichen Abstand zueinander angeordnet sind. Vorzugsweise weisen benachbarte innere Stege **4a** einen größeren Abstand zueinander auf als benachbarte äußere Stege **4b**. Der Abstand der Stege **4a**, **4b** zueinander weist jedoch höchstens $20\ \mu\text{m}$, vorzugsweise $10\ \mu\text{m}$ auf. Durch die unterschiedlichen Abstände benachbarter Stege **4a**, **4b** kann der unterschiedlichen thermischen Belastung entgegengewirkt werden. Dadurch erhöht sich mit Vorteil die Lebensdauer eines derartigen Breitstreifenlasers.

[0072] Die nicht erfindungsgemäße Abwandlung der **Fig. 4** unterscheidet sich von **Fig. 1** dadurch, dass die Gräben **3** in der Breitstreifenstruktur des Lasers eine geringere Ätztiefe T_1 aufweisen. Insbesondere durchdringen die Gräben **3** die Breitstreifenstruktur des Lasers nicht vollständig. Die Tiefe T_2 der Breitstreifenstruktur des Lasers ist demnach größer als die Tiefe T_1 der Gräben **3**.

[0073] Die Breitstreifenstruktur ist somit in mehrere gleich breite, äquidistante Stege **4** aufgespalten, wobei die indexdefinierende Ätztiefe T_1 zwischen den Stegen **4** geringer ist als außerhalb des ursprünglichen Breitstreifens, um der stärkeren Facettenbelastung der mittleren Stege durch eine höhere Stromaufweitung entgegenzuwirken. Der Ätztiefenunterschied T_1 zu T_2 verläuft vorzugsweise stufenförmig.

[0074] In den **Fig. 5A** bis **Fig. 5D** sind einzelne Herstellungsschritte zur Herstellung eines Breitstreifenlasers gemäß **Fig. 4** dargestellt.

[0075] In **Fig. 5A** ist ein Schichtenstapel **2** aufweisend eine aktive, strahlungserzeugende Schicht **21**, eine Oberseite **22** und eine Unterseite **23** gezeigt. An der Oberseite **22** wird, wie in **Fig. 5B** dargestellt, mittels eines ersten Ätzprozesses eine Breitstreifenstruktur ausgebildet. Die Ätzungen führen vorzugsweise nicht durch die aktive Schicht **21**. Der erste Ätzschritt erfolgt insbesondere mittels eines Fotolacks **6**, der auf der Oberseite **22** des Lasers ausgebildet ist.

[0076] Alternativ kann der erste Ätzschritt an Stelle des Fotolacks mittels einer Ätzmaske erfolgen, die auf der Oberseite **22** des Lasers ausgebildet ist. Die Ätzmaske kann beispielsweise eine dielektrische oder metallische Hartmaske sein.

[0077] In einem weiteren Ätzprozess werden Gräben **3** in die Breitstreifenstruktur geätzt, wie in **Fig. 5C** dargestellt. Dabei ist in diesem Fall die Ätztiefe der Gräben **3** geringer als die Ätztiefe der Breitstreifenstruktur.

[0078] Alternativ können die Herstellung des Breitstreifens sowie die Herstellung der Stege **4**, insbesondere der erste Ätzprozess und der weitere Ätzprozess in einem Ätzschritt erfolgen.

[0079] Im letzten Verfahrensschritt wird, wie in **Fig. 5D** dargestellt, der Fotolack **6** entfernt, wobei auf den Stegen **4** eine Anschlussschicht **5** angeordnet wird.

[0080] Die nicht erfindungsgemäße Abwandlung der **Fig. 6** unterscheidet sich von **Fig. 4** dadurch, dass die Gräben **3** jeweils eine Grundfläche **31** aufweisen, die jeweils eine Krümmung aufweist. Die Krümmung der Grundfläche **31** ist vorzugsweise jeweils linsenförmig ausgebildet. Insbesondere weisen die Krümmungen der Grundflächen **31** zusammen eine konvexe Linsenform auf.

mungen der Grundflächen **31** zusammen eine konvexe Linsenform auf.

[0081] Die Gräben **3** weisen somit in **Fig. 6** eine unterschiedliche Tiefe auf. Insbesondere wird die Breitstreifenstruktur in mehrere gleich breite, äquidistante Stege **4** aufgespalten, wobei die indexdefinierende Ätztiefe zwischen den Stegen geringer ist als außerhalb des ursprünglichen Breitstreifens, um der stärkeren Facettenbelastung der mittleren Stege durch eine höhere Stromaufweitung entgegenzuwirken. Der Ätztiefenunterschied verläuft in diesem Fall vorzugsweise graduell.

[0082] In den **Fig. 7A** bis **Fig. 7D** sind Herstellungsschritte eines Breitstreifenlasers gemäß **Fig. 6** dargestellt.

[0083] Wie in **Fig. 7A** dargestellt, ist auf den Schichtenstapel **2**, insbesondere auf der Oberseite **22** des Schichtenstapels **2**, eine Ätzhilfsmaske **8** aufgebracht. Auf der Ätzhilfsmaske **8** ist ein Fotolack **7** angeordnet, der durch eine thermische Behandlung vorzugsweise verfließt. Durch den verfließenden Fotolack kann eine linsenförmige Struktur der Ätzhilfsmaske hergestellt werden. Insbesondere wird so die Ätzhilfsmaske linsenförmig strukturiert, wie in **Fig. 7B** dargestellt. Diese Strukturierung erfolgt vorzugsweise mittels einer trockenchemischen Übertragung auf die Ätzhilfsmaske **8**.

[0084] Im nächsten Verfahrensschritt wird, wie in **Fig. 7C** dargestellt, eine streifenförmige Lackstruktur **6** auf die linsenförmige Ätzhilfsmaske **8** aufgebracht. Anschließend wird mittels eines weiteren Ätzprozesses eine Einzelstreifenstruktur mit gradueller Indexführung ausgebildet, wie in **Fig. 7D** dargestellt. Insbesondere werden so in dem Schichtenstapel **2** oberseitig Stege **4** und Gräben **3** ausgebildet, wobei die Gräben **3** eine Grundfläche **31** mit jeweils einer Krümmung aufweisen.

[0085] Die nicht erfindungsgemäße Abwandlung der **Fig. 8** unterscheidet sich von **Fig. 4** dadurch, dass die Gräben **3** eine größere Tiefe, insbesondere eine größere Ätztiefe T_1 aufweisen als die Breitstreifenstruktur des Lasers (Tiefe T_2). Insbesondere wird die Breitstreifenstruktur in mehrere gleich breite, äquidistante Stege **4** aufgespalten, wobei die indexdefinierende Ätztiefe T_1 zwischen den Stegen **4** graduell oder stufenförmig höher ist als außerhalb des ursprünglichen Breitstreifens, wodurch über die ätztiefenabhängige Steilheit mit Vorteil gezielt das Strahlprofil des Lasers gesteuert werden kann.

[0086] In den **Fig. 9A** bis **Fig. 9D** sind jeweils Herstellungsschritte zur Herstellung eines Breitstreifenlasers gemäß **Fig. 8** dargestellt.

[0087] Ähnlich wie in den **Fig. 5A** bis **Fig. 5D** findet hierbei ein mehrstufiger Ätzprozess Anwendung. Auf den Schichtenstapel **2** wird im Randbereich ein Fotolack **6** aufgebracht, siehe **Fig. 9B**, wobei hier ein erster Ätzprozess stattfindet, der einen ersten Ätzbereich **9** oberseitig des Schichtenstapels **2** ausbildet. Anschließend wird eine streifenförmige Lackstruktur in Bereichen des ersten Ätzprozesses **9** auf die Oberseite **22** des Schichtenstapels **2** aufgebracht, wobei anschließend ein zweiter Ätzprozess stattfindet, der Gräben **3** in die Oberseite **22** des Schichtenstapels **2** ätzt. Dabei werden die Gräben **3** im Unterschied zu den **Fig. 5A** bis **Fig. 5d** derart tief geätzt, dass die Äztiefe T_1 höher ist als die Äztiefe T_2 der Breitstreifenstruktur, siehe **Fig. 9C**. Im nächsten Verfahrensschritt wird die streifenförmige Lackstruktur **6** entfernt, wobei eine Anschlusschicht **5** jeweils auf die Stege **4** aufgebracht wird, siehe **Fig. 9D**.

[0088] Die nicht erfindungsgemäße Abwandlung der **Fig. 10** unterscheidet sich von **Fig. 1** dadurch, dass die Stege **4** eine unterschiedliche Breite b_1 , b_2 aufweisen. Vorzugsweise weisen innere Stege eine größere Breite b_1 auf als äußerer Stege (Breite b_2).

[0089] Der Breitstreifenlaser gemäß **Fig. 10** weist somit mehrere äquidistante, gleich tief geätzte, unterschiedlich breite Stege **4** auf, wodurch einem unterschiedlichen Anschwingen, das bedingt ist durch eine unterschiedliche thermische Belastung, mit Vorteil entgegengewirkt werden kann. Dadurch kann mit Vorteil das Strahlprofil des Lasers gezielt beeinflusst werden.

[0090] Die nicht erfindungsgemäße Abwandlung der **Fig. 11** unterscheidet sich von **Fig. 1** dadurch, dass die Anschlusschicht **51**, **52**, die jeweils auf den Stegen **4** angeordnet ist, strukturiert ist. Insbesondere weist die Anschlusschicht **51**, **52** im Unterschied zu der in **Fig. 1** dargestellten Anschlusschicht eine entlang des jeweiligen Steges **4** geführte Öffnung **5c** auf. Die Anschlusschicht **51**, **52** auf den jeweiligen Stegen **4** ist demnach streifenförmig ausgebildet, wobei in diesem Fall die Anschlusschicht **51**, **52** zwei auf den Stegen **4** seitlich angeordnete Streifen **51**, **52** aufweist. Zwischen den Streifen **51**, **52** ist die Öffnung **5c** der Anschlusschicht ausgebildet, sodass bereichsweise auf den Stegen **4** keine Anschlusschicht **51**, **52** angeordnet ist, insbesondere im mittleren Bereich der Stege **4**.

[0091] Die Anschlusschicht **51**, **52** setzt sich somit vorzugsweise aus gewinngeführten Streifen, insbesondere Metallisierungstreifen, zusammen.

[0092] Eine Aufsicht auf eine derartig ausgebildete Anschlusschicht ist beispielsweise in **Fig. 13C** dargestellt. Der Steg **4** weist seitlich zwei Anschlusschichten **51**, **52** auf, die entlang des Steges **4** geführt sind und insbesondere durchgezogen sind. Mit-

tig entlang des Steges **4** ist keine Anschlusschicht angeordnet.

[0093] Das Ausführungsbeispiel der **Fig. 12** unterscheidet sich von **Fig. 11** dadurch, dass die Stege bereichsweise, insbesondere in den Bereichen, in denen keine Anschlusschicht **5** aufgebracht ist, weitere Äztiefen aufweisen. Die Anschlusschicht **5** ist insbesondere jeweils an einem seitlichen Bereich der Stege **4** angeordnet, sodass die weiteren Äztiefen mittig der Stege **4** ausgebildet sind. Die Äztiefen führen vertikal insbesondere nicht vollständig durch die Stege **4** hindurch.

[0094] In den **Fig. 13A** bis **Fig. 13C** ist jeweils eine Aufsicht auf einen Steg **4** dargestellt. Insbesondere zeigen die **Fig. 13A** bis **Fig. 13C** jeweils zusätzliche Modifizierungen der Anschlusschicht **5**.

[0095] In **Fig. 13A** ist die Anschlusschicht **5** erfindungsgemäß als nicht vollständig durchgezogene Anschlusschicht ausgebildet. So ist die Anschlusschicht **5** auf den Stegen **4** jeweils als von zwei sich gegenüberliegenden Kanten **5a**, **5b** der Stege **4** zurückgezogene Anschlusschicht **5** ausgebildet. Die Stege **4** weisen demnach im Kantenbereich **5a**, **5b** keine Anschlusschicht **5** auf. Dadurch können gezielt Bereiche mit einer höheren Absorption erzeugt werden.

[0096] **Fig. 13B** unterscheidet sich von **Fig. 13A** dadurch, dass die Anschlusschicht **5** Öffnungen **5c** aufweist. Insbesondere weist die Anschlusschicht **5** mehrere Öffnungen **5c** quer zum Steg **4** auf.

[0097] Im Unterschied dazu weist **Fig. 13C** eine Öffnung **5c** entlang des Steges **4** auf. Die Anschlusschicht **5** ist demnach in zwei Streifen **51**, **52** aufgespalten, die sich entlang des Steges **4** erstrecken.

[0098] Alternativ zu einer Anschlusschicht **5**, die Öffnungen **5c** aufweist, kann zwischen der Anschlusschicht **5** und den Stegen **4** eine Passivierungsschicht angeordnet sein (nicht dargestellt). Die Passivierungsschicht ist insbesondere elektrisch isolierend, sodass die Anschlusschicht **5** ganzflächig ausgebildet sein kann, wobei der elektrische Kontakt zwischen Anschlusschicht **5** und Steg **4** mittels der Passivierungsschicht nicht ganzflächig ausgebildet ist. Insbesondere findet in Bereichen der Passivierungsschicht kein elektrischer Kontakt zwischen Anschlusschicht **5** und Steg **4** statt. Beispielsweise enthält die Passivierungsschicht Siliziumdioxid (SiO_2), Siliziumnitrid (SiN), Aluminiumoxid (Al_2O_3), Hafniumoxid (HfO_2), Zirconiumoxid (ZrO_2) oder Tantaloxid (Ta_2O_5).

[0099] Ferner kann eine Mehrzahl von Breitstreifenlasern gemäß der Breitstreifenlaser der **Fig. 1**, **Fig. 3**, **Fig. 4**, **Fig. 6**, **Fig. 8**, **Fig. 10**, **Fig. 11** oder **Fig. 12**

nebeneinander als voneinander getrennte Arrays angeordnet ein, wobei die Abstände zwischen benachbarten Arrays jeweils vorzugsweise größer als 20 μm sind (nicht dargestellt).

Patentansprüche

1. Breitstreifenlaser (1) mit einem epitaktischen Schichtenstapel (2), der eine aktive, strahlungserzeugende Schicht (21) enthält, eine Oberseite (22) und eine Unterseite (23) aufweist, wobei

- der Schichtenstapel (2) Gräben (3) mit einer Ätztiefe aufweist, in denen wenigstens eine Schicht des Schichtenstapels (2) zumindest teilweise entfernt ist und die von der Oberseite (22) in Richtung Unterseite (23) führen,
- der Schichtenstapel (2) oberseitig Stege (4) aufweist, die jeweils an die Gräben (3) angrenzen, sodass der Schichtenstapel (2) oberseitig streifenförmig ausgebildet ist,
- die Stege (4) und die Gräben (3) jeweils eine Breite (d_1 , d_2) von höchstens 20 μm aufweisen,
- jeweils auf den Stegen (4) zumindest bereichsweise eine Anschlussschicht (5) angeordnet ist,
- die Stege (4) bereichsweise in Bereichen, in denen keine Anschlussschicht (5) aufgebracht ist, je weitere Ätztiefen aufweisen und die weiteren Ätztiefen kleiner sind als die Ätztiefe der Gräben (3),
- die Anschlussschicht (5) jeweils an einem seitlichen Bereich der Oberseite der Stege (4) angeordnet ist, sodass die weiteren Ätztiefen mittig der Stege (4) ausgebildet sind und die weiteren Ätztiefen vertikal nicht vollständig durch die Stege (4) hindurch führen, und
- die Anschlussschicht (5) auf den Stegen (4) jeweils als von zwei sich gegenüberliegenden Kanten (5a, 5b) des Schichtenstapels (2) zurückgezogene Anschlussschicht (5) ausgebildet ist.

2. Breitstreifenlaser gemäß Anspruch 1, wobei zumindest eine Schicht des Schichtenstapels (2) auf der der Unterseite (23) zugewandten Seite der aktiven, strahlungserzeugenden Schicht (21) n-dotiert und zumindest eine Schicht des Schichtenstapels (2) auf der der Oberseite (22) zugewandten Seite der aktiven, strahlungserzeugenden Schicht (21) p-dotiert ist und die Gräben (3) in der p-dotierten Schicht oder den p-dotierten Schichten des Schichtenstapels (2) ausgebildet sind und der Schichtenstapel (3) auf dem In-GaAlN-Materialsystem basiert.

3. Breitstreifenlaser gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gräben (3) die aktive Schicht (21) durchdringen.

4. Breitstreifenlaser gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei benachbarte Stege (4) jeweils in einem gleichen Abstand zueinander angeordnet sind.

5. Breitstreifenlaser gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, wobei benachbarte Stege (4) zumindest teilweise in einem unterschiedlichen Abstand zueinander angeordnet sind, wobei benachbarte innere Stege (4a) einen größeren Abstand zueinander aufweisen als benachbarte äußere Stege (4b).

6. Breitstreifenlaser gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Stege (4) zumindest teilweise eine unterschiedliche Breite (b_1 , b_2) aufweisen.

7. Breitstreifenlaser gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anschlussschicht (5) auf den Stegen (4) jeweils als mit mehreren Öffnungen (5c) versehene Anschlussschicht (5) ausgebildet ist.

8. Breitstreifenlaser gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen den Stegen (4) und der Anschlussschicht (5) bereichsweise eine Passivierungsschicht angeordnet ist.

9. Verfahren zum Herstellen eines Breitstreifenlasers (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend die folgenden Verfahrensschritte:

- Epitaktisches Aufwachsen des Schichtenstapels (2) auf einem Aufwachssubstrat, wobei der Schichtenstapel (2) die Oberseite (22) und die Unterseite (23) aufweist,
- Oberseitiges Ätzen des Schichtenstapels (2) an den zwei sich gegenüberliegenden Kanten (24a, 24b) des Schichtenstapels (2) derart, dass eine Breitstreifenlaser-Struktur ausgebildet wird,
- Oberseitiges Ätzen der Gräben (3) in den Schichtenstapel (2) im Bereich der Breitstreifenlaser-Struktur derart, dass die Stege (4) ausgebildet werden, die jeweils die Breite (d_1) von höchstens 20 μm aufweisen, wobei benachbarte Stege (4) einen Abstand (d_2) von höchstens 20 μm zueinander aufweisen.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

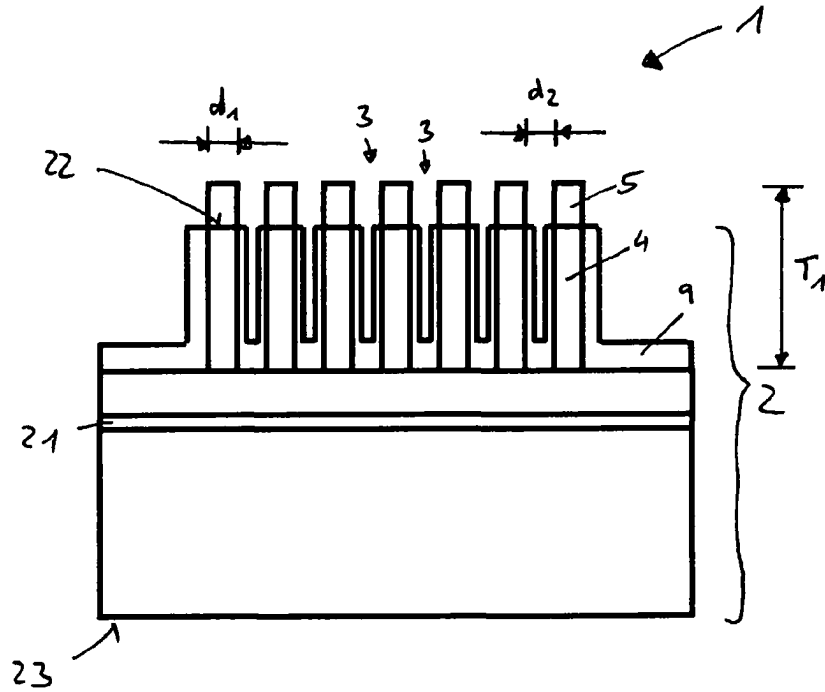


FIG 2A

FIG 2B

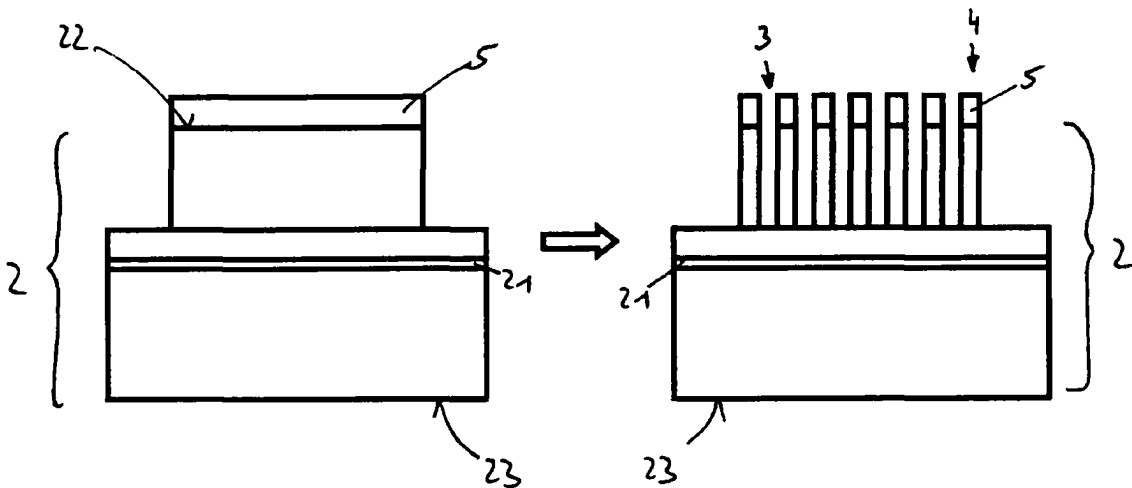


FIG 3

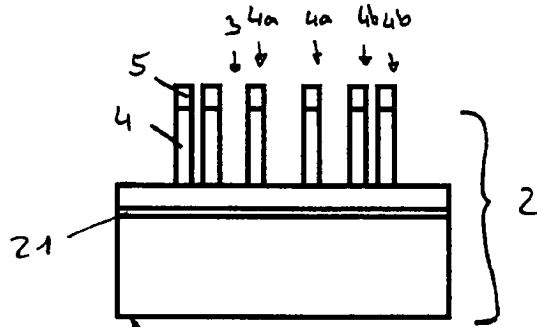


FIG 4

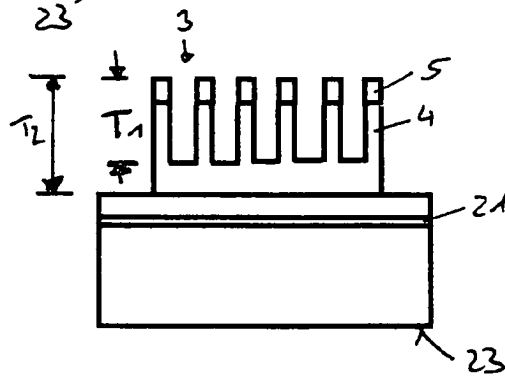


FIG 5A

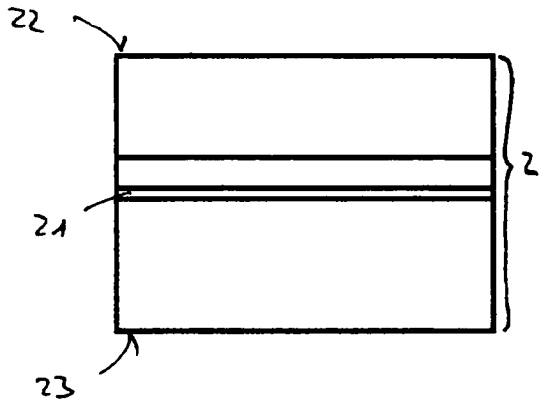


FIG 5B

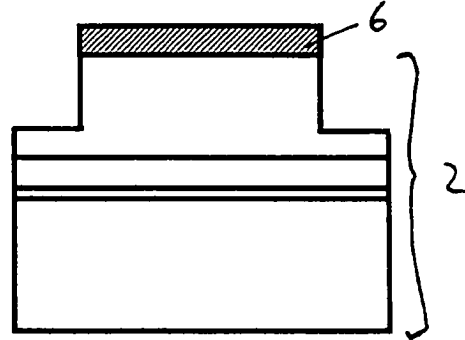


FIG 5D

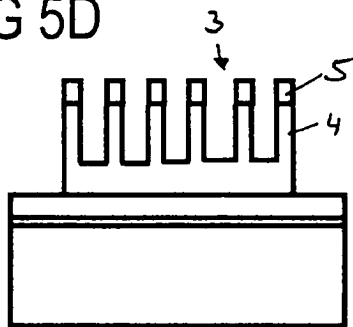


FIG 5C

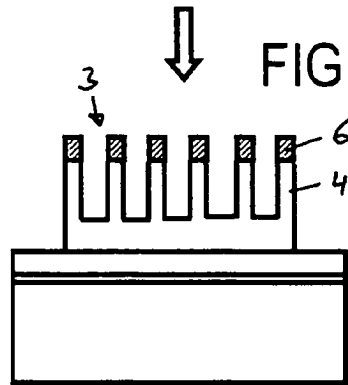


FIG 6

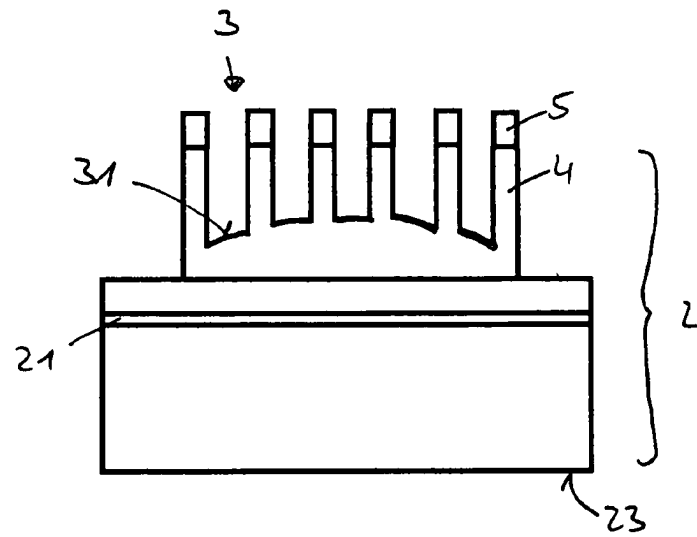


FIG 7A

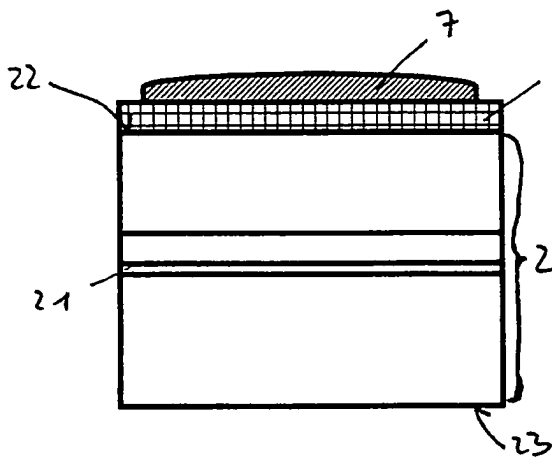


FIG 7B

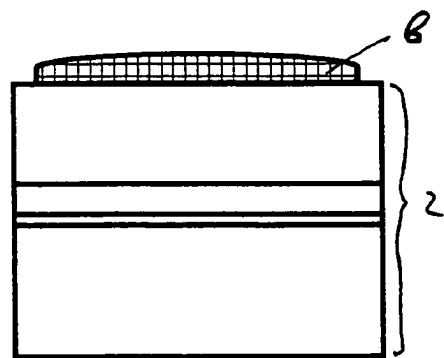


FIG 7D

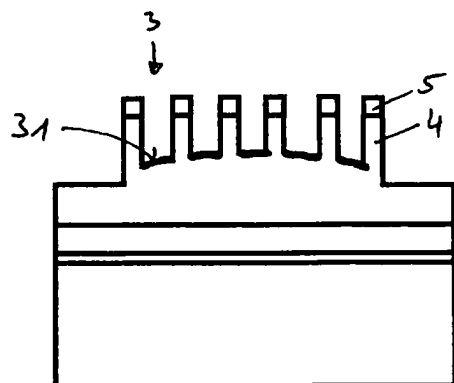
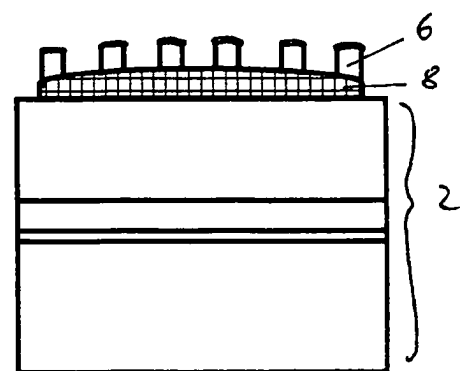


FIG 7C



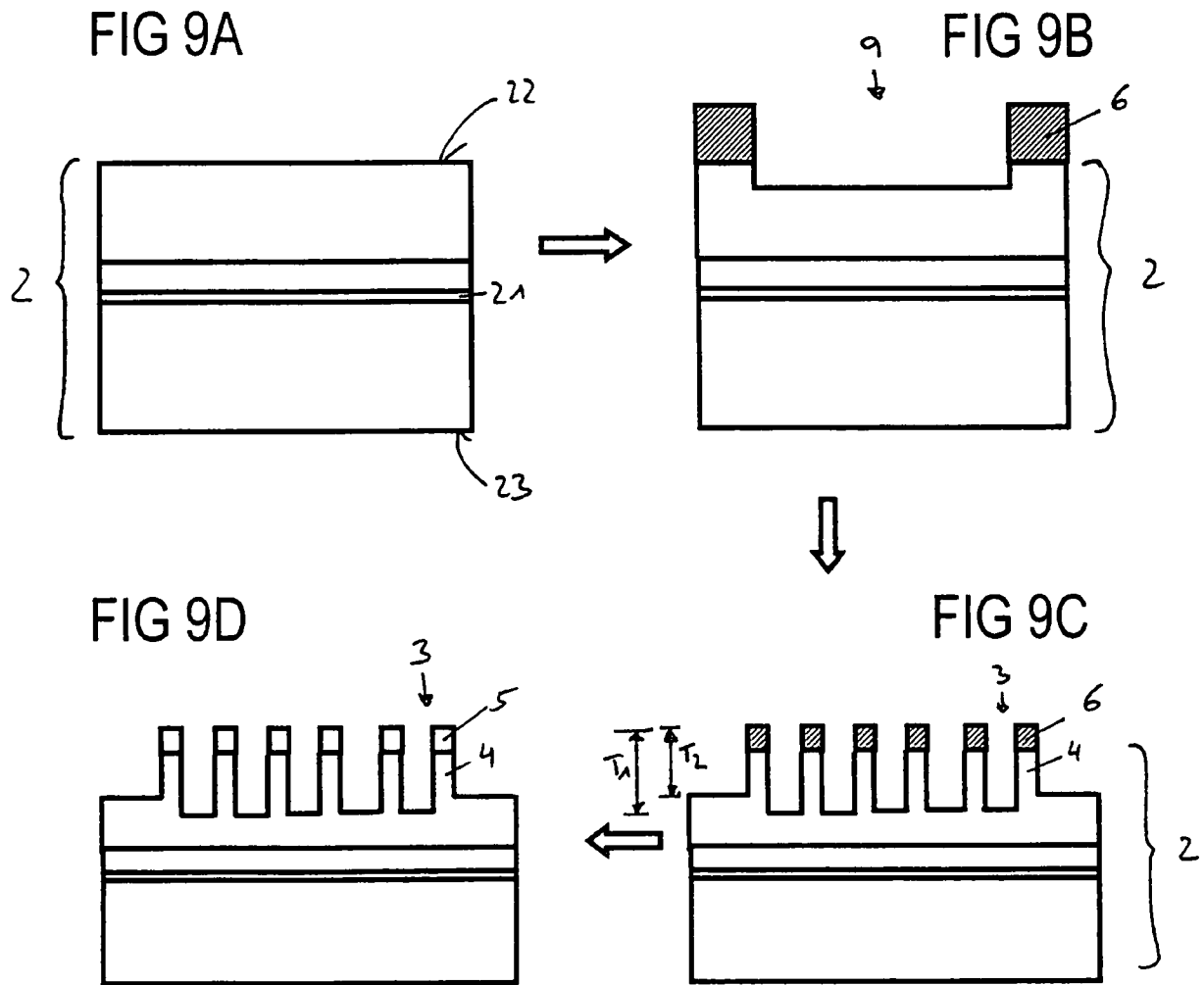
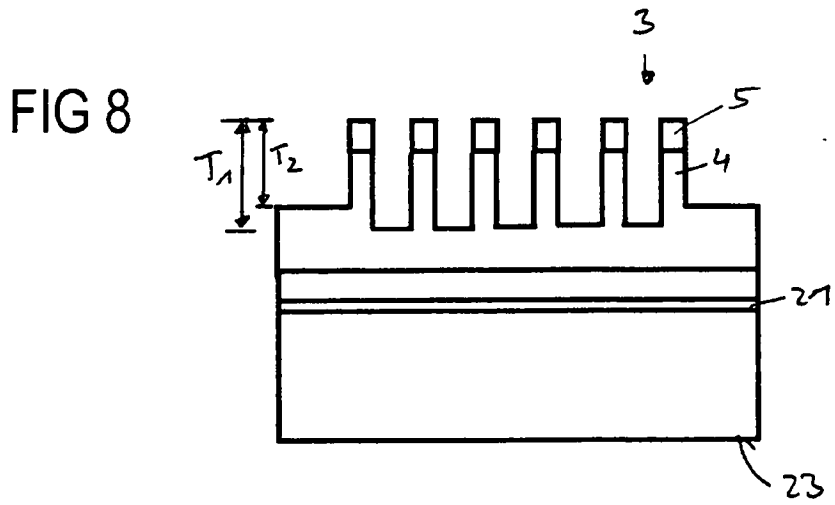


FIG 10

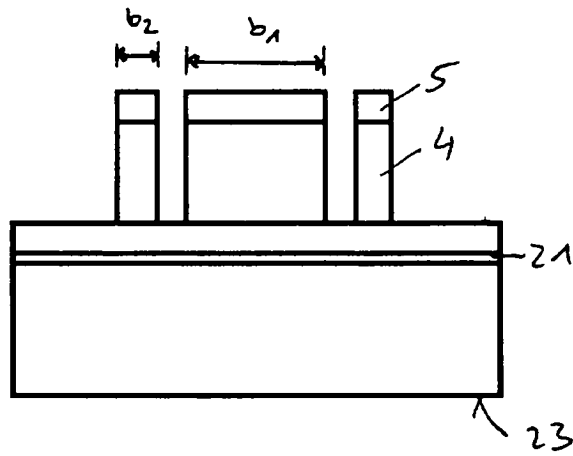


FIG 11

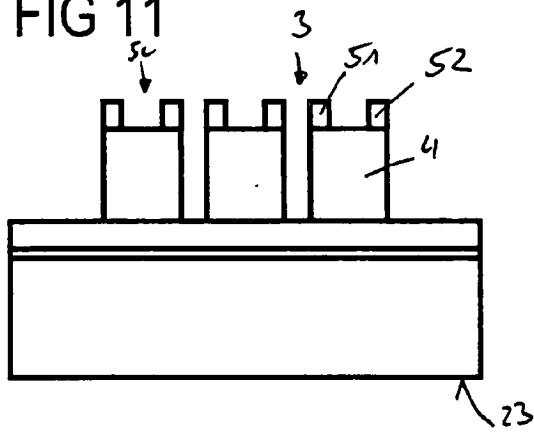


FIG 12

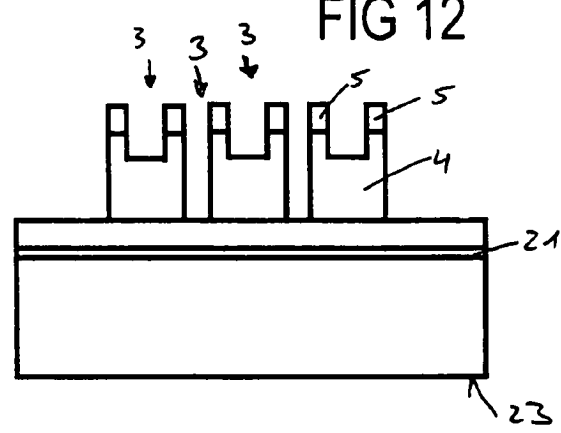


FIG 13A

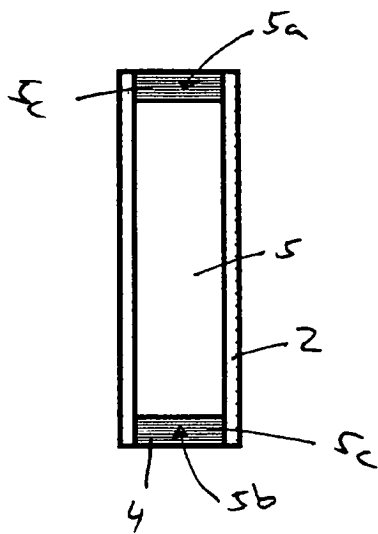


FIG 13B

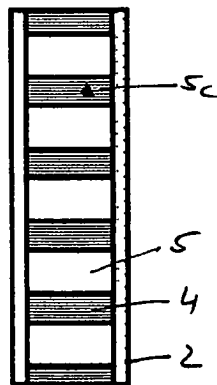


FIG 13C

