

(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
13. Dezember 2012 (13.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/168437 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01S 5/20 (2006.01) H01S 5/042 (2006.01)
H01S 5/10 (2006.01) H01S 5/40 (2006.01)
H01S 5/068 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/060910

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Juni 2012 (08.06.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102011103952.3 10. Juni 2011 (10.06.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LINDBERG, Hans**
[SE/DE]; Stadthof 18, 93059 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;**

Zusammenschluss Nr. 175, Ridlerstr. 55, 80339 München
(DE).

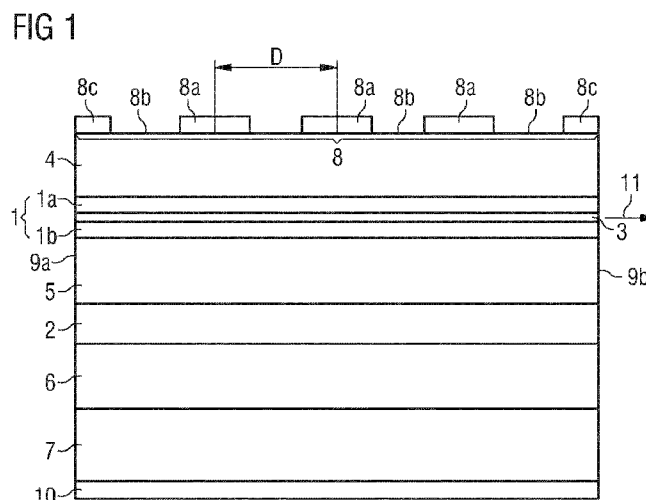
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EDGE-EMITTING SEMICONDUCTOR LASER

(54) Bezeichnung : KANTENEMITTIERENDER HALBLEITERLASER



(57) Abstract: The invention relates to an edge-emitting semiconductor laser, comprising a first waveguide layer (1), in which an active layer (3) that produces laser radiation (11) is embedded, and a second waveguide layer (2), in which no active layer is embedded. The laser radiation (11) produced in the active layer (3) forms a standing wave (12), which has respective intensity maxima in the first waveguide layer (1) and corresponding intensity minima in the second waveguide layer (2) and respective intensity minima in the first waveguide layer (1) and corresponding intensity maxima in the second waveguide layer (2) at periodic intervals in a beam direction of the semiconductor laser. A contact structure (8) that is periodic at least in some regions is arranged on a surface of the edge-emitting semiconductor laser, wherein a period length of the contact structure (8) equals a period length of the standing wave (12), such that the semiconductor laser has an emission wavelength λ that is set by the period length of the contact structure (8).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/168437 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Es wird ein kantenemittierender Halbleiterlaser mit einer ersten Wellenleiterschicht (1), in die eine Laserstrahlung (11) erzeugende aktive Schicht (3) eingebettet ist, und einer zweiten Wellenleiterschicht (2), in die keine aktive Schicht eingebettet ist, angegeben. Die in der aktiven Schicht (3) erzeugte Laserstrahlung (11) bildet eine stehende Welle (12) aus, die in einer Strahlrichtung des Halbleiterlasers in periodischen Abständen jeweils Intensitätsmaxima in der ersten Wellenleiterschicht (1) und korrespondierende Intensitätsminima in der zweiten Wellenleiterschicht (2) sowie Intensitätsminima in der ersten Wellenleiterschicht (1) und korrespondierende Intensitätsmaxima in der zweiten Wellenleiterschicht (2) aufweist. Eine zumindest bereichsweise periodische Kontaktstruktur (8) ist an einer Oberfläche des kantenemittierenden Halbleiterlasers angeordnet, wobei eine Periodenlänge der Kontaktstruktur (8) gleich einer Periodenlänge der stehenden Welle (12) ist, so dass der Halbleiterlaser eine Emissionswellenlänge λ aufweist, die durch die Periodenlänge der Kontaktstruktur (8) eingestellt ist.

Beschreibung

Kantenemittierender Halbleiterlaser

5 Die Erfindung betrifft einen kantenemittierenden Halbleiterlaser.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2011 103 952.3, deren Offenbarungsgehalt
10 hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Die Emissionswellenlänge von Halbleiterlasern ist in der Regel von der Temperatur abhängig. Dies beruht insbesondere auf der Temperaturabhängigkeit der elektronischen Bandlücke
15 der verwendeten Halbleitermaterialien. Um die in der Regel unerwünschte Temperaturabhängigkeit der Emissionswellenlänge zu vermindern, wird bei herkömmlichen Halbleiterlasern zum Beispiel eine Temperaturstabilisierung mittels passiven oder aktiv gekühlten Wärmesenken durchgeführt.

20 Alternativ oder zusätzlich werden Strukturen mit räumlich variierendem Brechungsindex eingesetzt, zum Beispiel bei DFB- oder DBR-Lasern. Durch solche Strukturen kann die Temperaturabhängigkeit der Wellenlänge vermindert werden,
25 wobei aber in der Regel ein erhöhter Herstellungsaufwand erforderlich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen kantenemittierenden Halbleiterlaser anzugeben, der sich durch
30 eine verringerte und/oder gezielt einstellbare Temperaturabhängigkeit der Emissionswellenlänge auszeichnet und mit einem vergleichsweise geringen Herstellungsaufwand hergestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch einen kantenemittierenden Halbleiterlaser mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß einer Ausgestaltung weist der kantenemittierende Halbleiterlaser eine erste Wellenleiterschicht, in die eine Laserstrahlung erzeugende aktive Schicht eingebettet ist, und eine zweite Wellenleiterschicht, in die keine aktive Schicht eingebettet ist, auf. Mit anderen Worten enthält der kantenemittierende Halbleiterlaser einen aktiven Wellenleiter, der durch die erste Wellenleiterschicht mit der eingebetteten aktiven Schicht gebildet wird, und einen passiven Wellenleiter, der durch die zweite Wellenleiterschicht gebildet wird.

Gemäß einer Ausgestaltung ist die erste Wellenleiterschicht zwischen einer ersten Mantelschicht und einer zweiten Mantelschicht angeordnet, und die zweite Wellenleiterschicht zwischen der zweiten Mantelschicht und einer dritten Mantelschicht angeordnet. Die erste Wellenleiterschicht und die zweite Wellenleiterschicht sind also in vertikaler Richtung übereinander angeordnet und durch die zweite Mantelschicht voneinander beabstandet.

Die in der aktiven Schicht erzeugte Laserstrahlung bildet vorteilhaft in einem Laserresonator, der durch Seitenfacetten des Halbleiterlasers gebildet wird, eine stehende Welle aus. Die stehende Welle weist in einer Strahlrichtung des Halbleiterlasers in periodischen Abständen jeweils Intensitätsmaxima in der ersten Wellenleiterschicht und korrespondierende Intensitätsminima in der zweiten

Wellenleiterschicht sowie Intensitätsminima in der ersten Wellenleiterschicht und korrespondierende Intensitätsmaxima in der zweiten Wellenleiterschicht auf.

5 In dem Halbleiterlaser gibt es also periodisch angeordnete Bereiche, in denen die sich entlang der Wellenleiterschichten ausbreitende Laserstrahlung eine hohe Intensität in der ersten Wellenleiterschicht und eine niedrigere Intensität in der zweiten Wellenleiterschicht aufweist, und dazwischen
10 angeordnete Bereiche, in denen die Laserstrahlung eine hohe Intensität in der zweiten Wellenleiterschicht und eine niedrige Intensität in der ersten Wellenleiterschicht aufweist. Dies beruht darauf, dass die Laserstrahlung, die sich in den benachbarten Wellenleiterschichten ausbreitet,
15 teilweise oder sogar vollständig von dem einen Wellenleiter in den anderen Wellenleiter überkoppeln kann. Die erste Wellenleiterschicht und die zweite Wellenleiterschicht sind also optisch aneinander gekoppelt. Simulationsrechnungen zeigen, dass die Wellenleiterstruktur aus der ersten
20 Wellenleiterschicht und der zweiten Wellenleiterschicht die Ausbreitung von zwei Lasermoden ermöglicht, für die die Wellenleiterstruktur zwei geringfügig verschiedene effektive Brechungsindizes aufweist, so dass sich die beiden Lasermoden mit verschiedenen Geschwindigkeiten ausbreiten. Die
25 Überlagerung der elektromagnetischen Felder der beiden ausbreitungsfähigen Moden führt zu einem periodischen Intensitätsprofil in der Strahlrichtung, bei dem die Intensität abwechselnd Maxima in der einen und korrespondierende Minima in der anderen Wellenleiterschicht
30 aufweist.

Für die Periodenlänge Γ der stehenden Welle gilt $\Gamma = \lambda / (n_1 - n_2)$, wobei λ die Wellenlänge der Laserstrahlung und n_1 und n_2

die effektiven Brechungsindizes der beiden überlagerten Lasermoden sind. Die Periodenlänge Γ der stehenden Welle ist in der Regel wesentlich größer als die Wellenlänge der Laserstrahlung λ . Beispielsweise ergibt sich für die
5 Wellenlänge $\lambda = 950$ nm und die effektiven Brechungsindizes $n_1 = 3,4120$ und $n_2 = 3,3824$ eine Periodenlänge $\Gamma = 32$ μm .

Gemäß einer Ausgestaltung ist eine zumindest bereichsweise periodische Kontaktstruktur an einer Oberfläche des
10 kantenemittierenden Halbleiterlasers angeordnet. Eine Periodenlänge der Kontaktstruktur ist gleich einer Periodenlänge der stehenden Welle. Die periodische Kontaktstruktur weist insbesondere eine periodische Abfolge von Kontaktflächen und dazwischen liegenden Öffnungen auf.
15 Wenn durch die periodische Kontaktstruktur ein Strom in die Halbleiterschichtenfolge des kantenemittierenden Halbleiterlasers eingeprägt wird, wird die aktive Schicht in den Bereichen unterhalb der Kontaktflächen elektrisch gepumpt, so dass in diesen Bereichen eine optische
20 Verstärkung vorliegt. Dagegen sind diejenigen Bereiche der aktiven Schicht, die unterhalb der zwischen den Kontaktflächen angeordneten Öffnungen liegen, absorbierend. Durch die periodische Kontaktstruktur wird daher ein periodisches Verstärkungs- und Absorptionsprofil in der
25 aktiven Schicht erzeugt. Da die Periodenlänge der stehenden Welle von der Emissionswellenlänge des Halbleiterlasers abhängig ist, stimmt die Periodenlänge der stehenden Welle bei einer vorgegebenen Periodenlänge der Kontaktstruktur nur für eine bestimmte Emissionswellenlänge mit der Periodenlänge
30 der Kontaktstruktur überein. Nur für diese Emissionswellenlänge ergibt sich eine stehende Welle, deren Periodenlänge mit dem durch die Kontaktstruktur erzeugten Verstärkungsprofil übereinstimmt, so dass nur diese durch die

Periodenlänge der Kontaktstruktur definierte Emissionswellenlänge verstärkt wird. Auf diese Weise wird daher erreicht, dass der Halbleiterlaser eine Emissionswellenlänge aufweist, die durch die Periodenlänge
5 der Kontaktstruktur eingestellt ist.

Bei dem hier beschriebenen Halbleiterlaser ist im Vergleich zu herkömmlichen Halbleiterlasern insbesondere die Temperaturabhängigkeit der Emissionswellenlänge aufgrund
10 einer temperaturabhängigen Änderung der elektronischen Bandlücke des Materials der aktiven Schicht vermindert. Dies beruht darauf, dass die Emissionswellenlänge von der Periodenlänge der Kontaktstruktur abhängig ist und somit durch die vorgegebene Kontaktstruktur fixiert wird.

15

Da die effektiven Brechungsindizes der ausbreitungsfähigen Lasermoden temperaturabhängig sind, ist auch die Periode der stehenden Welle temperaturabhängig, wodurch eine Temperaturabhängigkeit der Emissionswellenlänge resultieren
20 kann. Da die Periode der stehenden Welle von der Differenz der effektiven Brechungsindizes der Lasermoden abhängig ist und für die Wellenleiterschichten Materialien mit verschiedenen thermooptischen Koeffizienten eingesetzt werden können, ist es möglich, den Betrag und das Vorzeichen der
25 Temperaturabhängigkeit der Emissionswellenlänge gezielt einzustellen.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Emissionswellenlänge des Halbleiterlasers im wesentlichen
30 temperaturunabhängig. Insbesondere kann die Emissionswellenlänge λ des Halbleiterlasers eine Temperaturabhängigkeit $\Delta\lambda/\Delta T$ von weniger als $\pm 0,05$ nm/K aufweisen.

Eine dafür geeignete Kombination der Materialien der ersten Wellenleiterschicht und der zweiten Wellenleiterschicht kann insbesondere durch Simulationsrechnungen bestimmt werden.

5 Beispielsweise wird eine Simulationsrechnung durchgeführt, in der die Periode der stehenden Welle in Abhängigkeit von der Emissionswellenlänge für verschiedene Materialparameter der ersten und/oder zweiten Wellenleiterschicht berechnet wird. Beispielsweise können die erste Wellenleiterschicht und/oder
10 die zweite Wellenleiterschicht $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ aufweisen, wobei zum Beispiel der Aluminiumgehalt x der zweiten Wellenleiterschicht in der Simulationsrechnung variiert wird. Es hat sich zum Beispiel herausgestellt, dass sich durch eine Veränderung des Aluminiumgehalts x der zweiten
15 Wellenleiterschicht eine definierte Zunahme der Emissionswellenlänge mit der Temperatur, eine im wesentliche temperaturunabhängige Emissionswellenlänge oder eine definierte Abnahme der Emissionswellenlänge mit zunehmender Temperatur einstellen lässt.

20 Die Emissionswellenlänge des Halbleiterlasers nimmt bei einer Ausgestaltung mit zunehmender Temperatur ab. Bei einer alternativen Ausgestaltung des Halbleiterlasers nimmt die Emissionswellenlänge mit zunehmender Temperatur zu.

25 Die periodische Kontaktstruktur weist vorzugsweise Kontaktflächen und dazwischen angeordnete Öffnungen auf. Die Breite der Kontaktflächen und der dazwischen angeordneten Öffnungen beträgt in der Strahlrichtung des Halbleiterlasers
30 bevorzugt jeweils eine halbe Periodenlänge. Die Oberfläche des Halbleiterlasers ist also innerhalb einer Periode zur Hälfte von der Kontaktfläche bedeckt und zur anderen Hälfte nicht von der Kontaktfläche bedeckt.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung grenzt mindestens eine Seitenfacette des Halbleiterlasers an eine Randkontaktfläche an, deren Breite halb so groß ist wie die Breite der übrigen
5 Kontaktflächen der periodischen Kontaktstruktur. Die Breite der Randkontaktfläche beträgt also vorzugsweise ein Viertel der Wellenlänge der stehenden Welle.

Bei dieser Ausgestaltung weist die Laserstrahlung an der
10 Seitenfacette ein Intensitätsmaximum in der ersten Wellenleiterschicht auf, in die die aktive Schicht eingebettet ist. Die Seitenfacette ist beispielsweise die Strahlungsauskopplfläche des Halbleiterlasers. Bei dieser Ausgestaltung wird die emittierte Strahlung an der
15 Seitenfacette also im Bereich der ersten Wellenleiterschicht emittiert.

Bei einer weiteren Ausgestaltung grenzt zumindest eine Seitenfacette des Halbleiterlasers an eine Randöffnung an,
20 deren Breite halb so groß ist wie die Breite der Öffnungen der periodischen Kontaktstruktur. Die Breite der Randöffnung beträgt also vorzugsweise ein Viertel der Wellenlänge der stehenden Welle. Bei dieser Ausgestaltung weist die Laserstrahlung an der Seitenfacette ein Intensitätsmaximum in
25 der zweiten Wellenleiterschicht auf. Die Seitenfacette ist beispielsweise die Strahlungsauskopplfläche des Halbleiterlasers. Die Laserstrahlung wird bei dieser Ausgestaltung im Bereich der zweiten Wellenleiterschicht aus dem Halbleiterlaser ausgekoppelt.

30

Es ist weiterhin auch möglich, dass die Kontaktstruktur mindestens einen nicht periodischen Bereich aufweist. Insbesondere kann der mindestens eine nicht periodische

Bereich an eine Seitenfacette des Halbleiterlasers angrenzen. Die Seitenfacette des Halbleiterlasers, die an den nicht periodischen Bereich angrenzt, liegt vorzugsweise der Strahlungsaus­koppelfläche gegenüber. Die als

5 Strahlungsaus­koppelfläche vorgesehene Seitenfacette des Halbleiterlasers grenzt in diesem Fall vorzugsweise an einen periodischen Bereich der Kontaktstruktur an, so dass wie zuvor beschrieben durch die Ausbildung der Kontaktstruktur definiert werden kann, ob die Laserstrahlung im Bereich der

10 ersten Wellenleiterschicht oder der zweiten Wellenleiterschicht an der Seitenfacette aus dem Halbleiterlaser ausgekoppelt wird.

Bei einer weiteren Ausgestaltung weist die Kontaktstruktur

15 einen ersten und einen zweiten periodischen Bereich auf, die in der Strahlrichtung zueinander versetzt angeordnet sind, wobei der erste periodische Bereich und der zweite periodische Bereich elektrisch voneinander isoliert und separat kontaktierbar sind. Der erste periodische Bereich und

20 der zweite periodische Bereich weisen beispielsweise die gleiche Periode auf. Vorzugsweise sind der erste periodische Bereich und der zweite periodische Bereich derart angeordnet, dass die erste periodische Kontaktstruktur an die Seitenfacetten des Halbleiterlasers angrenzende

25 Kontaktflächen aufweist, deren Breite halb so groß ist wie die übrigen periodisch angeordneten Kontaktflächen. Die zweite periodische Kontaktstruktur weist vorzugsweise an die Seitenfacetten des Halbleiterlasers angrenzende Öffnungen auf, deren Breite halb so groß ist wie die Breite der übrigen

30 Öffnungen. Bei dieser Ausgestaltung des Halbleiterlasers wird die Laserstrahlung an der Seitenfacette im Bereich der ersten Wellenleiterschicht ausgekoppelt, wenn nur der erste periodische Kontaktstrukturbereich elektrisch kontaktiert

wird. Die Laserstrahlung wird an der Seitenfacette im Bereich der zweiten Wellenleiterschicht ausgekoppelt, wenn nur der zweite periodische Kontaktstrukturbereich elektrisch angeschlossen wird. Durch wahlweises Kontaktieren des ersten
5 oder des zweiten periodischen Kontaktstrukturbereichs kann daher definiert werden, an welcher Stelle der Seitenfacette die Laserstrahlung aus dem Halbleiterlaser ausgekoppelt wird.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die
10 Kontaktstruktur mehrere periodische Teilbereiche auf, die verschiedene Perioden zur Erzeugung mehrerer verschiedener Emissionswellenlängen aufweisen.

Die mehreren periodischen Teilbereiche sind beispielsweise in
15 einer senkrecht zur Strahlrichtung verlaufenden Richtung voneinander beabstandet. In diesem Fall ist der Halbleiterlaser insbesondere ein Laserbarren, der mehrere zueinander versetzte Emissionsbereiche aufweist, wobei jeder der Emissionsbereiche durch eine periodische Kontaktstruktur
20 kontaktiert wird, die verschiedene Perioden aufweisen können.

Alternativ ist es auch möglich, dass die mehreren periodischen Teilbereiche in einer senkrecht zur Strahlrichtung verlaufenden Richtung aneinander angrenzen. In
25 diesem Fall überlappen die emittierten Strahlprofile der mehreren Emissionsbereiche miteinander, so dass ein Laserstrahl mit einer spektralen Bandbreite emittiert wird, die größer ist als im Fall einer einzelnen periodischen Kontaktstruktur.

30

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung überlappen sich die mehreren periodischen Teilbereiche in der Strahlrichtung zumindest teilweise. Bei dieser Ausgestaltung

weist die Kontaktstruktur beispielsweise Bereiche auf, die der ersten periodischen Kontaktstruktur zugeordnet sind, und weitere Bereiche, die der zweiten periodischen Kontaktstruktur zugeordnet sind. Weiterhin gibt es Bereiche, die beiden periodischen Kontaktstrukturen gleichzeitig zugeordnet sind.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 13 näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch einen kantenemittierenden Halbleiterlaser gemäß einem Ausführungsbeispiel,

Figur 2 eine schematische Darstellung der Intensitätsverteilung der stehenden Welle in einem Ausführungsbeispiel des kantenemittierenden Halbleiterlasers,

Figur 3 eine graphische Darstellung der Periode der stehenden Welle in Abhängigkeit von der Emissionswellenlänge bei einem Ausführungsbeispiel des Halbleiterlasers,

Figur 4 eine graphische Darstellung der Periode der stehenden Welle in Abhängigkeit von der Emissionswellenlänge für zwei verschiedene Betriebstemperaturen bei einem weiteren Ausführungsbeispiel des Halbleiterlasers,

Figur 5 eine graphische Darstellung der Periode der stehenden Welle in Abhängigkeit von der Emissionswellenlänge

für zwei verschiedene Betriebstemperaturen bei einem weiteren Ausführungsbeispiel des Halbleiterlasers,

Figur 6 eine graphische Darstellung der Periode der stehenden Welle in Abhängigkeit der Emissionswellenlänge für zwei verschiedene Betriebstemperaturen bei einem weiteren Ausführungsbeispiel des Halbleiterlasers, und

Figuren 7 bis 13 jeweils schematisch dargestellte Aufsichten auf die Kontaktstruktur bei verschiedenen Ausführungsbeispielen des Halbleiterlasers.

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

Das in Figur 1 dargestellte Ausführungsbeispiel eines kantenemittierenden Halbleiterlasers weist eine erste Wellenleiterschicht 1 und eine zweite Wellenleiterschicht 2 auf. In die erste Wellenleiterschicht 1 ist eine aktive Schicht 3 eingebettet. Die erste Wellenleiterschicht weist eine erste Teilschicht 1a und eine zweite Teilschicht 1b auf, zwischen denen die aktive Schicht 3 angeordnet ist. In die zweite Wellenleiterschicht 2 ist keine aktive Schicht eingebettet. Somit ist die erste Wellenleiterschicht 1 eine aktive Wellenleiterschicht und die zweite Wellenleiterschicht 2 eine passive Wellenleiterschicht.

30

Die erste Wellenleiterschicht 1 ist zwischen einer ersten Mantelschicht 4 und einer zweiten Mantelschicht 5 angeordnet. Die zweite Wellenleiterschicht 2 ist zwischen der zweiten

Wellenleiterschicht 5 und einer dritten Mantelschicht 6 angeordnet. Die erste Wellenleiterschicht 1 und die zweite Wellenleiterschicht 2 sind also durch die zweite Mantelschicht 5 voneinander getrennt.

5

Die Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterlasers kann beispielsweise auf ein Substrat 7 aufgewachsen sein. Zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterlasers ist eine periodische Kontaktstruktur 8 an einer Oberfläche des Halbleiterlasers aufgebracht. Durch die periodische Kontaktstruktur 8 wird ein Strom in die Halbleiterschichtenfolge eingeprägt, der zu einem beispielsweise an der Rückseite des Substrats 7 angeordneten Rückseitenkontakt 10 fließt. Die periodische Kontaktstruktur 8 wird durch Kontaktflächen 8a und dazwischen angeordnete Öffnungen 8b gebildet. Die Kontaktflächen 8a und die Öffnungen 8b sind periodisch mit einer Periodenlänge D angeordnet. Die Breite der Kontaktflächen 8a und der Öffnungen 8b beträgt in der Strahlrichtung 11 des Halbleiterlasers vorzugsweise jeweils die Hälfte der Periodenlänge D .

An die Seitenfacetten 9a, 9b des Halbleiterlasers grenzen Randkontaktflächen 8c an, deren Breite in der Strahlrichtung 11 bevorzugt ein Viertel der Periodenlänge D beträgt. Die Randkontaktflächen 8c sind also vorzugsweise halb so breit wie die übrigen Kontaktflächen 8a. Auf diese Weise wird erreicht, dass die an einer der Seitenfacetten 9a, 9b reflektierte Laserstrahlung die gleiche Phase aufweist wie die einfallende Laserstrahlung.

Die erste Wellenleiterschicht 1 und die zweite Wellenleiterschicht 2 bilden zusammen eine Doppel-

Wellenleiterstruktur. In der Doppelwellenleiterstruktur können sich zwei verschiedene Lasermoden gleichzeitig ausbreiten. Für diese Lasermoden ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen räumlichen Intensitätsverteilung

5 verschiedene effektive Brechungsindizes. Die zwei Lasermoden breiten sich daher mit geringfügig unterschiedlichen Geschwindigkeiten in den Wellenleiterschichten 1, 2 aus. Die überlagerten elektromagnetischen Felder der Lasermoden bilden in dem Laserresonator, der durch die Seitenfacetten 9a, 9b

10 gebildet wird, eine stehende Welle aus. Durch konstruktive und destruktive Interferenz wechselt das Intensitätsmaximum zwischen der ersten und der zweiten Wellenleiterschicht räumlich hin und her.

15 Die räumliche Intensitätsverteilung der stehenden Welle 12 in dem Laserresonator ist schematisch in Figur 2 dargestellt. Die stehende Welle 12 weist in periodischen Abständen Intensitätsmaxima in der ersten Wellenleiterschicht 1 auf. Dort, wo die stehende Welle in der ersten Wellenleiterschicht

20 1 ein Intensitätsmaximum aufweist, weist sie in der zweiten Wellenleiterschicht 2 ein korrespondierendes Intensitätsminimum auf. Die erste Wellenleiterschicht 1 weist an Positionen, die von den Intensitätsmaxima um eine halbe Periodenlänge versetzt sind, Intensitätsminima auf, wobei an

25 diesen Stellen in der zweiten Wellenleiterschicht 2 korrespondierende Intensitätsmaxima vorliegen. Für die Periodenlänge Γ der stehenden Welle gilt $\Gamma = \lambda / (n_1 - n_2)$, wobei λ die Wellenlänge der Laserstrahlung ist, und n_1 und n_2 die effektiven Brechungsindizes der in den

30 Wellenleiterschichten 1, 2 ausbreitungsfähigen Lasermoden sind.

Die effektiven Brechungsindizes n_1 und n_2 sind durch die Materialien der Wellenleiterschichten 1, 2 sowie der umgebenden Mantelschichten 4, 5, 6 bestimmt. Bei dem Halbleiterlaser ist die Periode D der periodischen Kontaktstruktur an die Periode Γ der stehenden Welle angepasst. Durch die Kontaktflächen 8a der periodischen Kontaktstruktur wird ein Strom in periodisch angeordnete Bereiche der aktiven Schicht eingeprägt und somit an diesen Stellen eine optische Verstärkung erzeugt. In den Bereichen der zwischen den Kontaktflächen 8a angeordneten Öffnungen 8b wird das Material der aktiven Schicht nicht elektrisch gepumpt und wirkt dort absorbierend. Die periodische Kontaktstruktur 8 erzeugt also ein periodisches Verstärkungs- und Absorptionsprofil, das die Periodenlänge D aufweist. Das periodische Verstärkungs- und Absorptionsprofil bewirkt, dass genau das Modenprofil unterstützt wird, dessen resultierende stehende Welle die gleiche Periodenlänge Γ wie die Periodenlänge D der periodischen Kontaktstruktur aufweist. Da die Periodenlänge Γ der stehenden Welle von der Wellenlänge λ der Laserstrahlung abhängt, kann durch die Periodenlänge D der periodischen Kontaktstruktur die Wellenlänge λ der Laserstrahlung eingestellt werden.

Die Abhängigkeit der Periodenlänge Γ der stehenden Welle von der Laserwellenlänge λ ist in Figur 3 dargestellt. Für eine vorgegebene Periode Γ der stehenden Welle, die gleich der Periodenlänge D der periodischen Kontaktstruktur ist, ergibt sich eine feste Emissionswellenlänge λ des Halbleiterlasers. Die Emissionswellenlänge λ des Halbleiterlasers ist daher durch die Periode D der periodischen Kontaktstruktur eingestellt. Insbesondere wird auf diese Weise vorteilhaft erreicht, dass eine temperaturbedingte Änderung der elektronischen Bandlücke des Halbleitermaterials nicht

unmittelbar zu einer Änderung der Emissionswellenlänge λ führt.

Die Emissionswellenlänge λ des Halbleiterlasers ist aber im
5 allgemeinen nicht vollkommen temperaturunabhängig, da die
effektiven Brechungsindizes der Lasermoden und somit die
Periodenlänge Γ der stehenden Welle in dem Laserresonator von
der Temperatur abhängig sind. In Figur 4 ist die Abhängigkeit
der Periodenlänge Γ der stehenden Welle von der
10 Emissionswellenlänge λ bei Temperaturen von $T = 300$ K und $T =$
 350 K dargestellt.

Der Simulation liegt ein wie in Fig. 1 aufgebautes
Schichtsystem mit folgenden Schichten zugrunde: Eine erste
15 Mantelschicht 4 aus $\text{Al}_{0.23}\text{Ga}_{0.77}\text{As}$, eine erste
Wellenleiterschicht 1 mit einer 45 nm dicken ersten
Teilschicht 1a aus $\text{Al}_{0.06}\text{Ga}_{0.94}\text{As}$, einem 10 nm dicken GaAs-
Quantentrog als aktive Schicht und einer 45 nm dicken
Teilschicht 1b aus $\text{Al}_{0.06}\text{Ga}_{0.94}\text{As}$, einer 500 nm dicken zweiten
20 Mantelschicht 5 aus $\text{Al}_{0.23}\text{Ga}_{0.77}\text{As}$, einer 90 nm dicken zweiten
Wellenleiterschicht 2 aus $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ und einer dritten
Mantelschicht 6 aus $\text{Al}_{0.23}\text{Ga}_{0.77}\text{As}$. Die Simulation zeigt, dass
sich für eine vorgegebene Periodenlänge D , die gleich der
Periodenlänge Γ der stehenden Welle ist, bei der Temperatur T
25 = 350 K eine größere Emissionswellenlänge λ ergibt als bei
der Temperatur $T = 300$ K. Beispielsweise ergibt sich bei $T =$
 300 K für eine Periodenlänge $D = 33,5$ μm eine
Emissionswellenlänge $\lambda_{300\text{K}} = 954,2$ nm. Die
Emissionswellenlänge nimmt mit zunehmender Temperatur um etwa
30 0,02 nm/K zu, so dass die Emissionswellenlänge $\lambda_{350\text{K}}$ bei $T =$
 350 K etwa 1 nm größer ist als bei $T = 300$ K.

Die Temperaturabhängigkeit der Emissionswellenlänge kann durch eine Änderung der Schichtdicken und/oder der Brechungsindizes der Wellenleiterschichten 1, 2 und/oder der Mantelschichten 4, 5, 6 vorteilhaft gezielt beeinflusst werden. Figur 5 zeigt die Simulation der Periodenlänge D in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ , wobei im Unterschied zu dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel die zweite Wellenleiterschicht 2 $\text{Al}_{0.14}\text{Ga}_{0.84}\text{As}$ aufweist. Die zweite Wellenleiterschicht 2 weist also einen größeren Aluminiumanteil als die zweite Wellenleiterschicht 2 aus $\text{Al}_{0.10}\text{Ga}_{0.90}\text{As}$ bei dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel auf. Bei der in Figur 5 dargestellten Simulation liegen die Kurven für $T = 300 \text{ K}$ und $T = 350 \text{ K}$ direkt aufeinander, so dass die Emissionswellenlänge λ im wesentlichen temperaturunabhängig ist. Beispielsweise ergibt sich für eine vorgegebene Periodenlänge $D = 31,65 \mu\text{m}$ die gleiche Emissionswellenlänge bei der Temperatur $T = 300 \text{ K}$ wie bei $T = 350 \text{ K}$. Auf diese Weise kann vorteilhaft ein besonders temperaturstabiler Laser realisiert werden. Insbesondere kann $|\Delta\lambda/\Delta T| < 0,05 \text{ nm/K}$ gelten.

In Figur 6 ist die Periodenlänge D in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ für ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der Aluminiumanteil in der zweiten Wellenleiterschicht 2 noch weiter erhöht wurde. Bei diesem Ausführungsbeispiel weist die zweite Wellenleiterschicht 2 $\text{Al}_{0.18}\text{Ga}_{0.82}\text{As}$ auf. In diesem Fall nimmt die Emissionswellenlänge λ für eine vorgegebene Periodenlänge D mit zunehmender Temperatur ab. Die Änderung der Emissionswellenlänge λ mit der Temperatur beträgt etwa $-0,04 \text{ nm/K}$. Bei dem hier beschriebenen Halbleiterlaser kann daher sogar eine negative Temperaturdrift der Emissionswellenlänge λ erzielt werden.

Die Ausgestaltung der Kontaktstruktur an der Oberfläche des Halbleiterlasers bietet vielfältige Möglichkeiten, die räumliche und/oder spektrale Abstrahlcharakteristik des Halbleiterlasers zu beeinflussen, wie anhand der folgenden weiteren Ausführungsbeispiele erläutert wird.

Die in Figur 7A in einer Aufsicht dargestellte Kontaktstruktur weist eine Vielzahl von periodisch angeordneten Kontaktflächen 8a mit dazwischen angeordneten Öffnungen 8b auf, wobei an die Seitenfacetten 9a, 9b des Halbleiterlasers jeweils Randkontaktflächen 8c angrenzen, deren Breite nur halb so groß ist wie die Breite der übrigen Kontaktflächen 8a. Bei dieser Ausgestaltung des Halbleiterlasers weist die stehende Welle an den Seitenfacetten 9a, 9b jeweils ein Intensitätsmaximum in der ersten Wellenleiterschicht auf. Die Laserstrahlung wird daher an einer als Strahlungsauskopplfläche dienenden Seitenfacette 9b im Bereich der ersten Wellenleiterschicht aus dem Halbleiterlaser ausgekoppelt.

Bei dem in Figur 7B dargestellten Ausführungsbeispiel grenzt an die Seitenfacetten 9a, 9b des Halbleiterlasers jeweils eine Randöffnung 8d an, die halb so breit ist wie die übrigen Öffnungen 8b der periodischen Kontaktstruktur. Bei dieser Ausgestaltung des Halbleiterlasers weist die stehende Welle an den Seitenfacetten 9a, 9b jeweils ein Intensitätsminimum in der ersten Wellenleiterschicht und ein Intensitätsmaximum in der zweiten Wellenleiterschicht auf. Die Laserstrahlung wird daher an einer als Strahlungsauskopplfläche vorgesehenen Laserfacette 9b im Bereich der zweiten Wellenleiterschicht aus dem Halbleiterlaser ausgekoppelt.

Beim Herstellen der Seitenfacetten 9a, 9b des Halbleiterlasers kann es möglicherweise schwierig sein, die gewünschte Breite der Randkontaktfläche 8c oder der Randöffnung 8d exakt einzuhalten.

5

Zur Verminderung des Herstellungsaufwands kann es daher vorteilhaft sein, die Kontaktstruktur nur teilweise periodisch auszuführen. In Figur 8A ist eine Aufsicht auf ein Ausführungsbeispiel einer Kontaktstruktur dargestellt, die periodisch angeordnete Kontaktflächen 8a nur in einem Teilbereich aufweist. Zusätzlich weist die Kontaktstruktur einen nicht periodischen Bereich 8e auf. Der periodische Bereich schließt sich an eine Seitenfacette 9b des Halbleiterlasers an, die als Strahlungsauskopplfläche vorgesehen ist. An die Strahlungsauskopplfläche 9b grenzt eine Randkontaktfläche 8c an, deren Breite vorzugsweise ein Viertel der Periode der stehenden Welle beträgt. In diesem Fall wird daher die Strahlung aus dem Halbleiterlaser aus der ersten Wellenleiterschicht ausgekoppelt. Der nicht periodische Bereich 8e der Kontaktstruktur grenzt an die der Strahlungsauskopplfläche gegenüber liegende Seitenfacette 9a des Halbleiterlasers an.

In Figur 8B ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Kontaktstruktur in einer Aufsicht dargestellt, bei dem die Kontaktstruktur nur in einem zentralen Bereich periodisch ausgebildet ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel grenzt an beide Seitenfacetten 9a, 9b des Halbleiterlasers jeweils ein nicht periodischer Bereich 8e der Kontaktstruktur an.

30

Dadurch, dass die Emissionswellenlänge bei dem Halbleiterlaser insbesondere durch die Periodenlänge der Kontaktstruktur definiert wird, ist es möglich, einen

Halbleiterlaser mit mehreren Emissionswellenlängen dadurch zu realisieren, dass mehrere Kontaktstrukturen mit verschiedenen Periodenlängen nebeneinander angeordnet werden.

Beispielsweise ist in Figur 9 ein Ausführungsbeispiel eines
5 Halbleiterlasers dargestellt, bei dem es sich um einen
Laserbarren mit drei verschiedenen Emissionswellenlängen handelt. Der Laserbarren weist drei parallel zueinander verlaufende Kontaktstrukturbereiche 81, 82, 83 mit verschiedenen Periodenlängen auf, die in einer senkrecht zu
10 den Strahlrichtungen verlaufenden Richtung zueinander versetzt angeordnet sind. Aufgrund der verschiedenen Periodenlängen der Kontaktstrukturbereiche 81, 82, 83 emittiert der Laserbarren mehrere Laserstrahlen 11a, 11b, 11c mit voneinander verschiedenen Wellenlängen λ_1 , λ_2 und λ_3 .

15

In Figur 10 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Kontaktstruktur dargestellt, die mehrere parallel zueinander verlaufende periodische Bereiche aufweist. Im Gegensatz zu dem in Figur 9 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die
20 drei Kontaktstrukturbereiche 81, 82, 83 aber nicht voneinander beabstandet, sondern grenzen in einer senkrecht zur Strahlrichtung 11 verlaufenden Richtung aneinander an. Dies hat zur Folge, dass die von den mehreren Kontaktstrukturbereichen erzeugten Strahlprofile miteinander
25 überlappen, so dass ein einziger Laserstrahl 11 mit einer vergrößerten spektralen Bandbreite emittiert wird.

In Figur 11 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Kontaktstruktur in einer Aufsicht und in einer Seitenansicht
30 dargestellt, bei der die Kontaktstruktur einen ersten periodischen Bereich 84 und einen zweiten periodischen Bereich 85 aufweist, die in der Strahlrichtung zueinander versetzt angeordnet sind, wobei der erste periodische Bereich

84 und der zweite periodische Bereich 85 elektrisch voneinander isoliert und separat kontaktierbar sind. Der erste periodische Kontaktstrukturbereich 84 und der zweite periodische Kontaktstrukturbereich 85 weisen jeweils die gleiche Periodenlänge auf und sind in der Strahlrichtung um eine halbe Periodenlänge zueinander versetzt angeordnet. Der erste periodische Kontaktstrukturbereich 84 weist an die Seitenfacetten 9a, 9b des Halbleiterlasers angrenzende Randkontaktflächen 8c auf, während der zweite periodische Kontaktstrukturbereich 85 an die Seitenfacetten 9a, 9b angrenzende Randöffnungen 8d aufweist.

Der erste periodische Bereich 84 kann über eine Anschlussfläche 13a und der zweite periodische Bereich 85 über eine Anschlussfläche 13b kontaktiert werden. Die Anschlussflächen 13a, 13b sind beispielsweise mittels einer elektrisch isolierenden Schicht von der Oberfläche des Halbleiterlasers isoliert, so dass der Stromfluss in den Halbleiterlaser nur durch die Kontaktstrukturbereiche 84, 85 erfolgt. Bei Kontaktierung des ersten Kontaktstrukturbereichs 84 wird ein Laserstrahl 11a an der Seitenfacette 9b des Halbleiterlasers im Bereich der ersten Wellenleiterschicht 1 ausgekoppelt. Dagegen wird bei der Kontaktierung des zweiten Kontaktstrukturbereichs 85 ein Laserstrahl 11b im Bereich der zweiten Wellenleiterschicht 2 an der Seitenfacette 9b des Halbleiterlasers ausgekoppelt. Durch eine wahlweise Kontaktierung der Anschlussfläche 13a oder der Anschlussfläche 13b kann daher die Position des emittierten Laserstrahls 11a, 11b in vertikaler Richtung eingestellt werden. Wenn die beiden Kontaktstrukturbereiche 84, 85 gleichzeitig über die Anschlussflächen 13a, 13b kontaktiert werden, weist der Halbleiterlaser insgesamt keine periodische

Kontaktstruktur auf und fungiert als herkömmlicher Breitstreifenlaser.

Es ist weiterhin auch möglich, eine Kontaktstruktur zu
5 realisieren, die mehrere periodische Teilbereiche aufweist,
die verschiedene Perioden zur Erzeugung mehrerer
verschiedener Emissionswellenlängen aufweisen, wobei sich die
Teilbereiche in der Strahlrichtung zumindest teilweise
überlappen. In 12A ist eine Kontaktstruktur dargestellt, die
10 zwei nebeneinander angeordnete periodische
Kontaktstrukturbereiche 86, 87 aufweist. Der
Kontaktstrukturbereich 86 wird durch Kontaktflächen 8f
gebildet, die eine erste Periodenlänge aufweisen. Der
Kontaktstrukturbereich 87 wird durch Kontaktflächen 8g
15 gebildet, die eine von der ersten Periodenlänge verschiedene
zweite Periodenlänge aufweisen.

In Figur 12B ist dargestellt, wie die Kontaktstrukturbereiche
86, 87 so in der Strahlrichtung angeordnet werden können,
20 dass sie sich in der Strahlrichtung überlappen, wobei
wahlweise der erste oder der zweite Kontaktstrukturbereich
elektrisch angeschlossen werden können. Die in Figur 12B
dargestellte Kontaktstruktur weist Kontaktflächen 8f auf, die
zur Kontaktierung der ersten Kontaktstrukturbereichs
25 angeschlossen werden. Weiterhin weist die Kontaktstruktur
Teilbereiche 8g auf, die zur Kontaktierung der zweiten
Kontaktstruktur angeschlossen werden. Zusätzlich weist die
Kontaktstruktur Bereiche Kontaktflächen 8fg auf, die sowohl
zur Kontaktierung des Halbleiterlasers mit dem ersten
30 Kontaktstrukturbereich als auch zur Kontaktierung des
Halbleiterlasers mit dem zweiten Kontaktstrukturbereich
jeweils angeschlossen werden. Um den Halbleiterlaser mit
einer Wellenlänge zu betreiben, die durch die periodische

Struktur 86 der Figur 12A definiert wird, werden bei dem in
Figur 12B dargestellten Halbleiterlaser also die
Kontaktflächen 8f und 8fg angeschlossen. Um einen
Halbleiterlaser zu realisieren, der eine der periodischen
5 Kontaktstruktur 87 der Figur 12A entsprechende
Kontaktstruktur aufweist, werden die Kontaktflächen 8g und
8fg elektrisch angeschlossen.

In Figur 13 ist ein weiteres Beispiel dargestellt, wie eine
10 Kontaktstruktur realisiert werden kann, die zwei sich in der
Strahlrichtung überlappende Kontaktstrukturbereiche 88, 89
mit verschiedenen Periodenlängen aufweist, wobei die beiden
Kontaktstrukturbereiche 88, 89 separat kontaktierbar sind.
Die Kontaktflächen für den ersten Teilbereich mit der ersten
15 Periode und den zweiten Teilbereich mit der zweiten Periode
werden jeweils durch Gitterstrukturen gebildet, wobei die
Perioden der Gitter wesentlich kleiner als die Perioden der
Kontaktstrukturbereiche 88, 89 sind. Die beiden
Gitterstrukturen greifen in einem Überlappbereich 90
20 ineinander und sind separat kontaktierbar. Der erste
gitterförmige Kontaktstrukturbereich 88 weist eine
Anschlussfläche 13c und der zweite gitterförmige
Kontaktstrukturbereich 89 eine zweite Anschlussfläche 13d
auf.

25

Die Kontaktstrukturbereiche 88, 89 sind vorzugsweise nur in
dem Überlappbereich 90 elektrisch leitend mit der Oberfläche
des Halbleiterlasers verbunden. Die außerhalb des
Überlappbereichs 90 angeordneten Teile der
30 Kontaktstrukturbereiche 88, 89 und die Anschlussflächen 13c,
13d sind beispielsweise mittels einer elektrisch isolierenden
Schicht von der Oberfläche des Halbleiterlasers isoliert, so

dass der Stromfluss in den Halbleiterlaser nur in dem Überlappbereich 90 erfolgt.

Bei einer elektrischen Kontaktierung der Anschlussfläche 13c
5 wird der Halbleiterlaser mit dem gitterförmigen Kontaktstrukturbereich 88 betrieben, der die erste Periodenlänge aufweist. Bei einer elektrischen Kontaktierung der zweiten Anschlussfläche 13d wird der Halbleiterlaser mit dem zweiten gitterförmigen Kontaktstrukturbereich 89
10 betrieben, der die zweite Periodenlänge aufweist. Der Halbleiterlaser kann daher vorteilhaft mit zwei verschiedenen Wellenlängen betrieben werden, die durch Auswahl einer der Anschlusskontakte 13c, 13d selektiert werden können.

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

Patentansprüche

1. Kantenemittierender Halbleiterlaser mit
- einer ersten Wellenleiterschicht (1), in die eine
5 Laserstrahlung (11) erzeugende aktive Schicht (3) eingebettet ist, und
 - einer zweiten Wellenleiterschicht (2), in die keine aktive Schicht eingebettet ist,
- wobei
- 10 - die erste Wellenleiterschicht (1) zwischen einer ersten Mantelschicht (4) und einer zweiten Mantelschicht (5) angeordnet ist, und die zweite Wellenleiterschicht (2) zwischen der zweiten Mantelschicht (5) und einer dritten Mantelschicht (6) angeordnet ist,
 - 15 - die in der aktiven Schicht (3) erzeugte Laserstrahlung (11) in einem Laserresonator, der durch Seitenfacetten (9a, 9b) des Halbleiterlasers gebildet wird, eine stehende Welle (12) ausbildet, die in einer Strahlrichtung des Halbleiterlasers in periodischen Abständen jeweils Intensitätsmaxima in der
20 ersten Wellenleiterschicht (1) und korrespondierende Intensitätsminima in der zweiten Wellenleiterschicht (2) sowie Intensitätsminima in der ersten Wellenleiterschicht (1) und korrespondierende Intensitätsmaxima in der zweiten Wellenleiterschicht (2) aufweist,
 - 25 - eine zumindest bereichsweise periodische Kontaktstruktur (8) an einer Oberfläche des kantenemittierenden Halbleiterlasers angeordnet ist, und
 - eine Periodenlänge der Kontaktstruktur (8) gleich einer Periodenlänge der stehenden Welle (12) ist, so dass der
30 Halbleiterlaser eine Emissionswellenlänge λ aufweist, die durch die Periodenlänge der Kontaktstruktur (8) eingestellt ist.

2. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach Anspruch 1, wobei die Emissionswellenlänge λ des Halbleiterlasers eine Temperaturabhängigkeit $\Delta\lambda/\Delta T$ aufweist, für die gilt:

$$|\Delta\lambda/\Delta T| < 0,05 \text{ nm/K.}$$

5

3. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Emissionswellenlänge λ des Halbleiterlasers mit zunehmender Temperatur abnimmt.

10

4. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Emissionswellenlänge λ des Halbleiterlasers mit zunehmender Temperatur zunimmt.

15

5. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die periodische Kontaktstruktur (8) Kontaktflächen (8a) und dazwischen angeordnete Öffnungen (8b) aufweist.

20

6. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach Anspruch 5, wobei die Breite der Kontaktflächen (8a) und der dazwischen angeordneten Öffnungen (8b) in der Strahlrichtung des Halbleiterlasers jeweils eine halbe Periodenlänge beträgt.

25

7. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach Anspruch 5 oder 6, wobei zumindest eine Seitenfacette (9a, 9b) des Halbleiterlasers an eine Randkontaktfläche (8c) angrenzt, deren Breite halb so groß ist wie eine Breite der Kontaktflächen (8a) der periodischen Kontaktstruktur (8).

30

8. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
wobei zumindest eine Seitenfacette (9a, 9b) des Halbleiterlasers an eine Randöffnung (8d) angrenzt, deren
5 Breite halb so groß ist wie eine Breite der Öffnungen (8b) der periodischen Kontaktstruktur (8).
9. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 wobei die Kontaktstruktur (8) mindestens einen nicht periodischen Bereich (8e) aufweist.
10. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach Anspruch 9,
wobei der mindestens eine nicht periodische Bereich (8e) an
15 eine Seitenfacette (9a) des Halbleiterlasers angrenzt, die einer als Strahlungsauskopplfläche dienenden Seitenfacette (9b) gegenüberliegt.
11. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
20 wobei die Kontaktstruktur (8) einen ersten (84) und einen zweiten periodischen Bereich (85) aufweist, die in der Strahlrichtung zueinander versetzt angeordnet sind, wobei der erste periodische Bereich (84) und der zweite periodische
25 Bereich (85) elektrisch voneinander isoliert und separat kontaktierbar sind.
12. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 wobei die Kontaktstruktur (8) mehrere periodische Teilbereiche (81, 82, 83) aufweist, die verschiedene Perioden zur Erzeugung mehrerer verschiedener Emissionswellenlängen

aufweisen.

13. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach Anspruch 12,
wobei die Teilbereiche (81, 82, 83) in einer senkrecht zur
5 Strahlrichtung verlaufenden Richtung voneinander beabstandet
sind.

14. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach Anspruch 12,
wobei die Teilbereiche (81, 82 , 83) in einer senkrecht zur
10 Strahlrichtung verlaufenden Richtung aneinander angrenzen.

15. Kantenemittierender Halbleiterlaser nach Anspruch 12,
wobei sich die Teilbereiche (8f, 8g, 8fg) in der
Strahlrichtung zumindest teilweise überlappen.

15

FIG 1

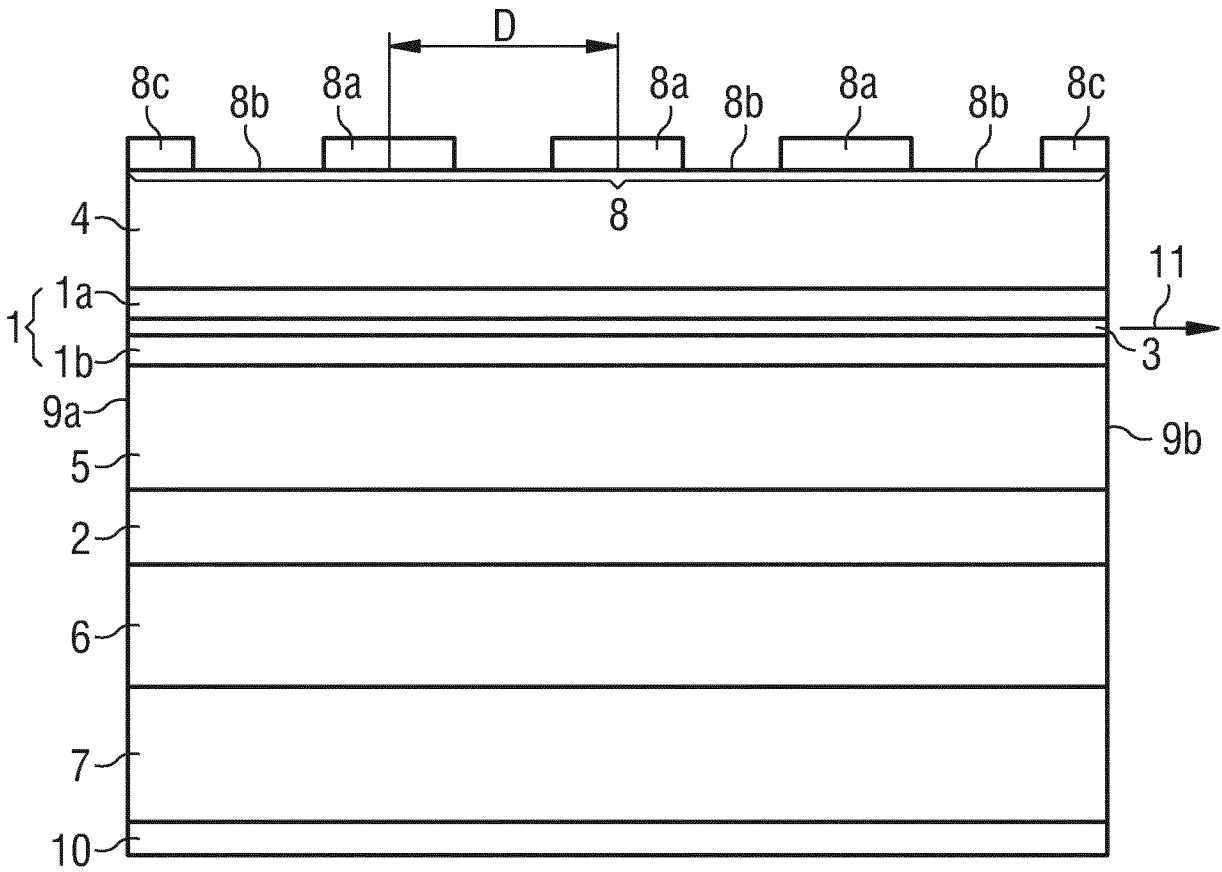


FIG 2

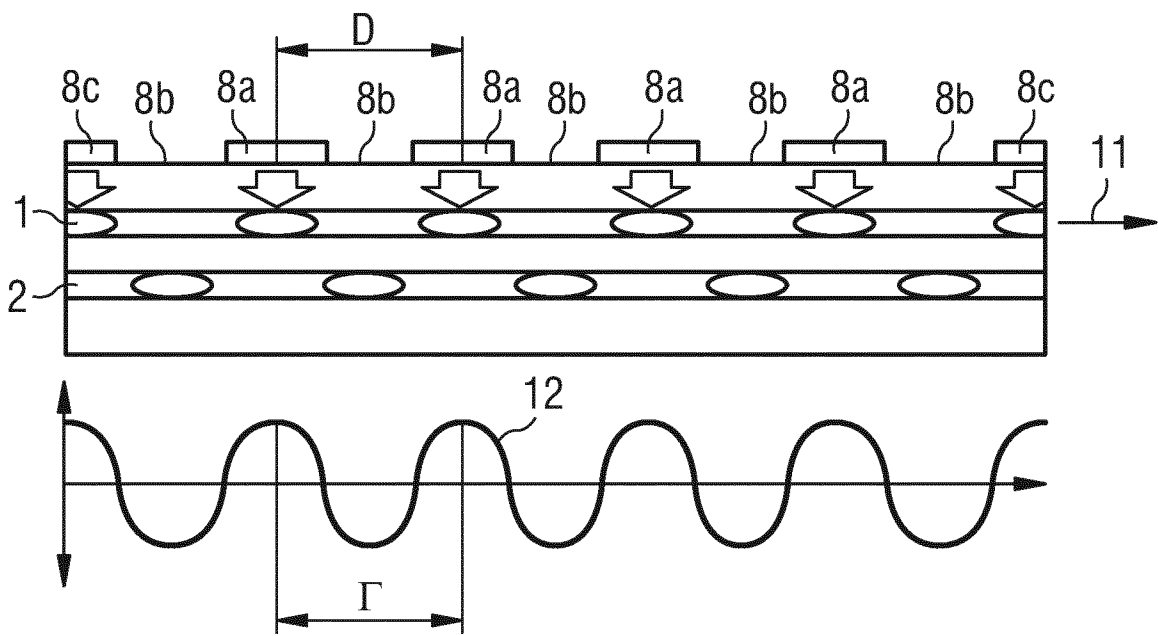


FIG 3

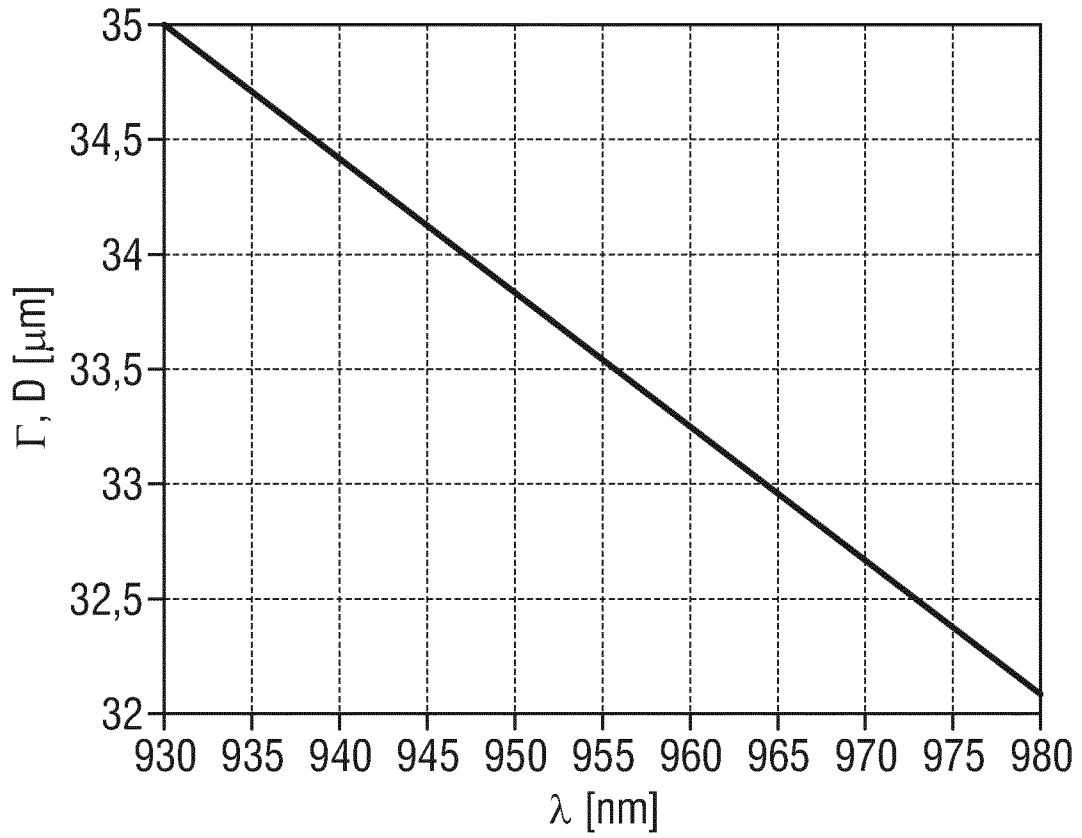


FIG 4

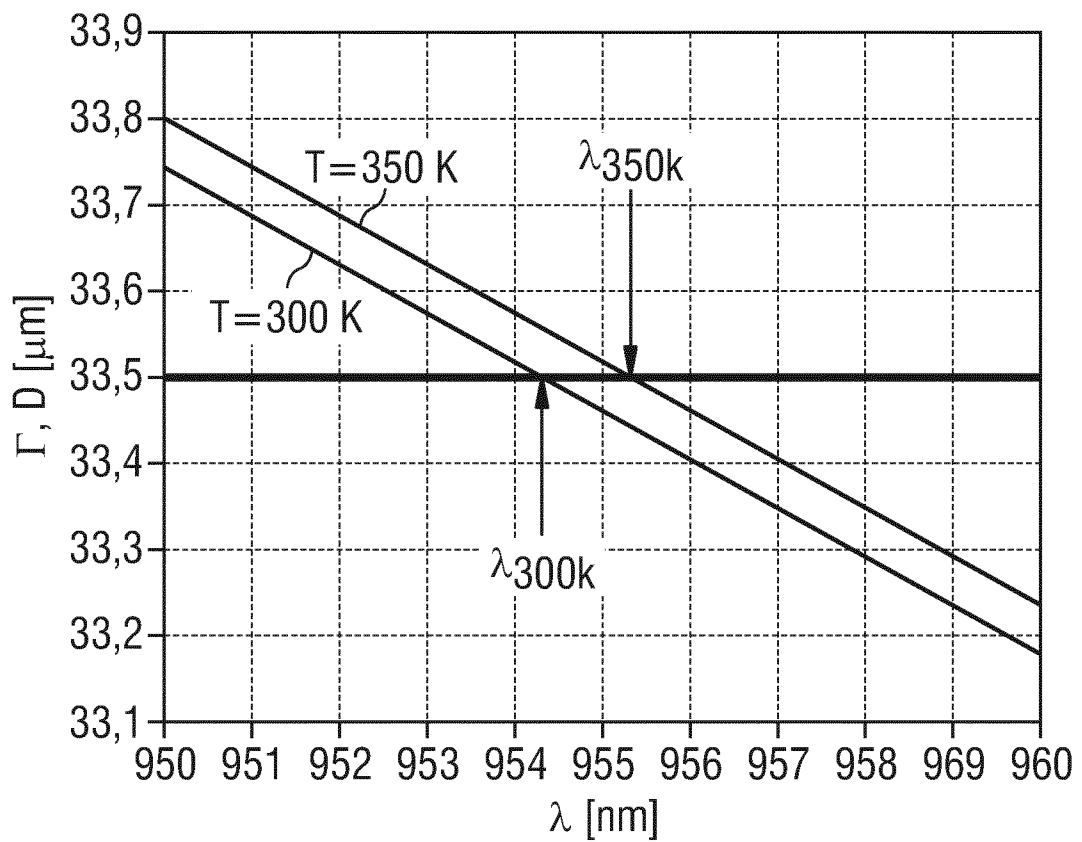


FIG 5

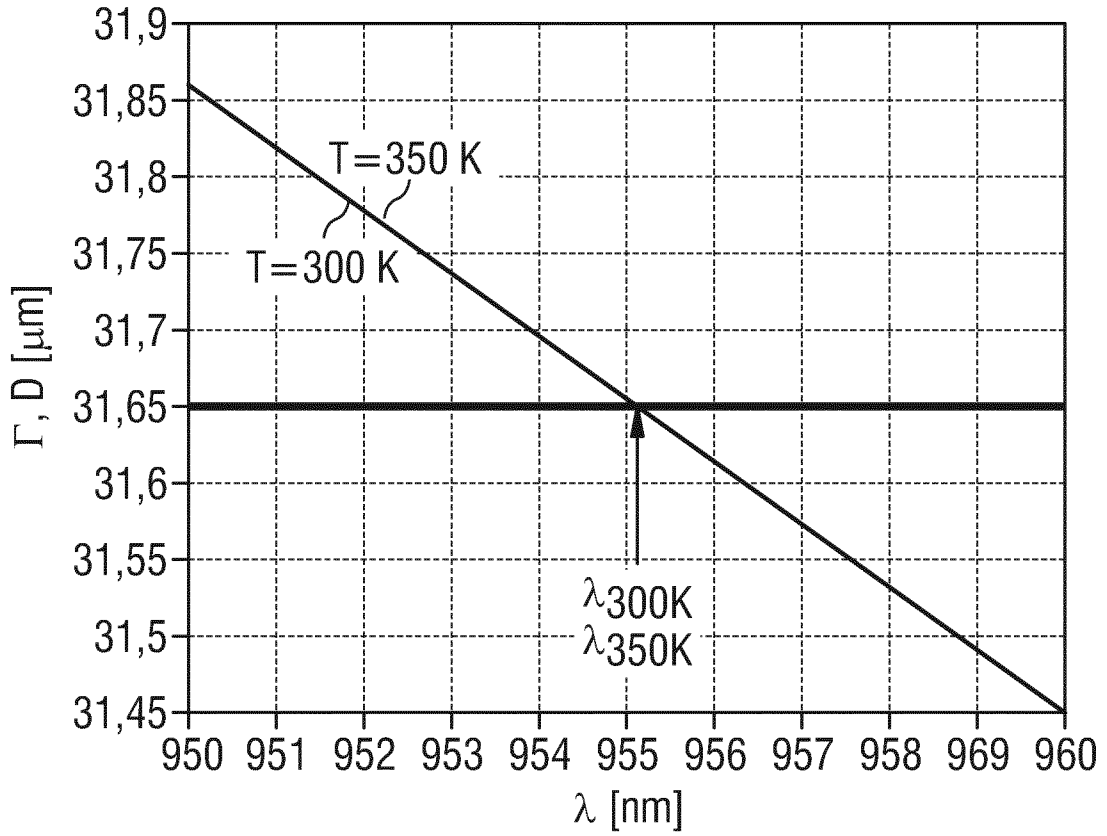


FIG 6

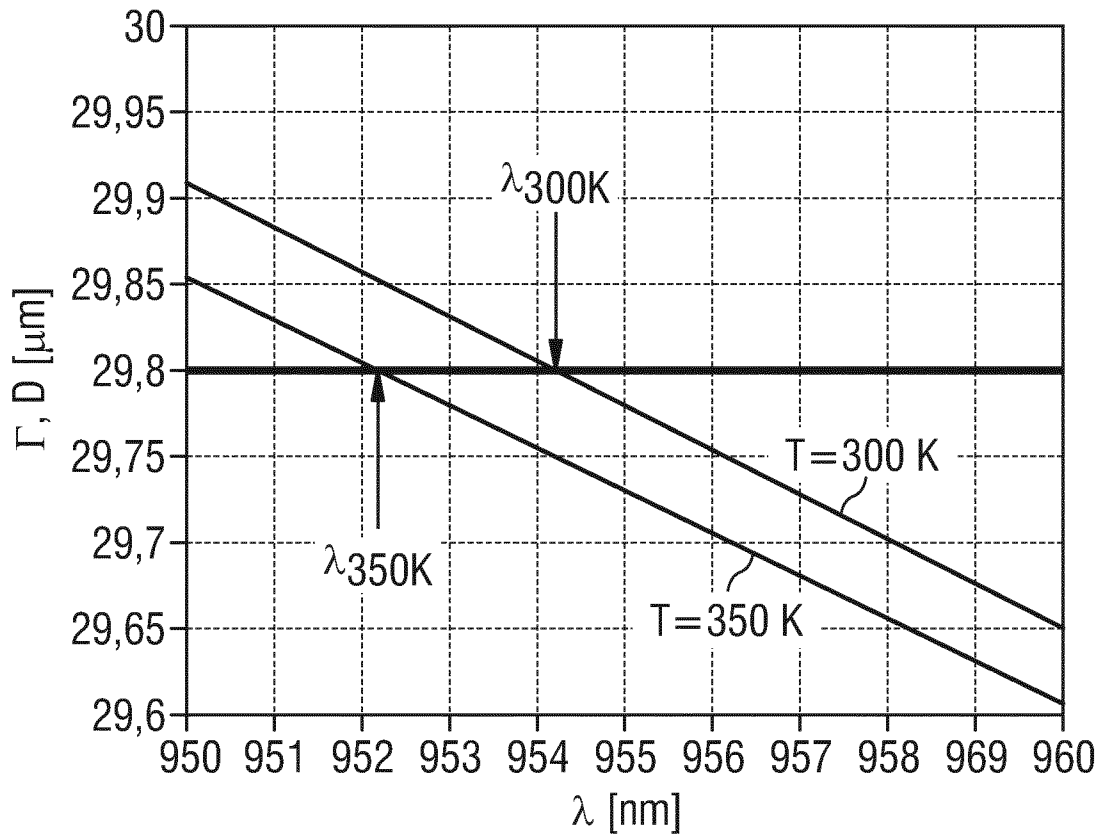


FIG 7A

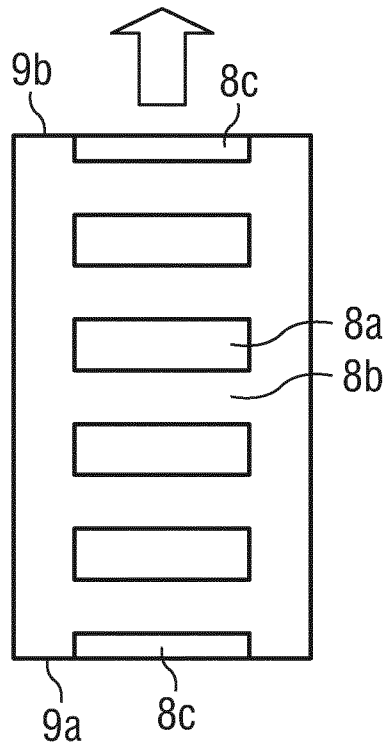


FIG 7B

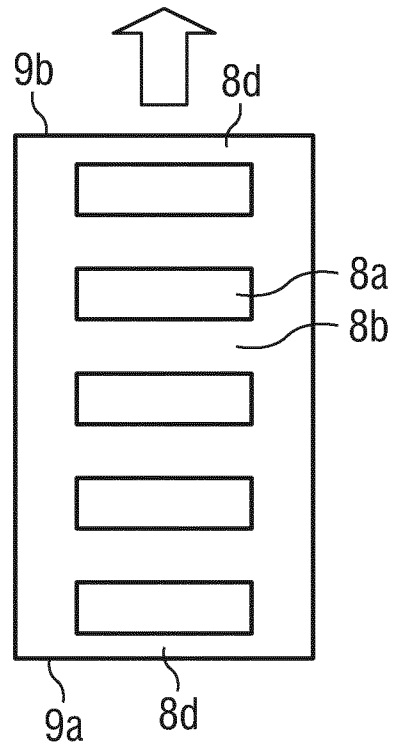


FIG 8A

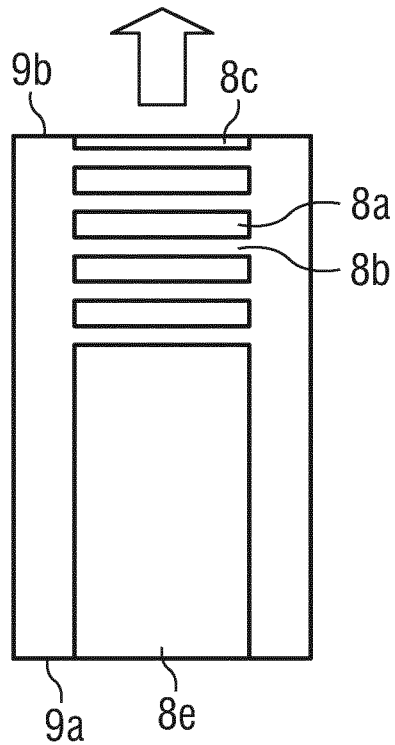


FIG 8B

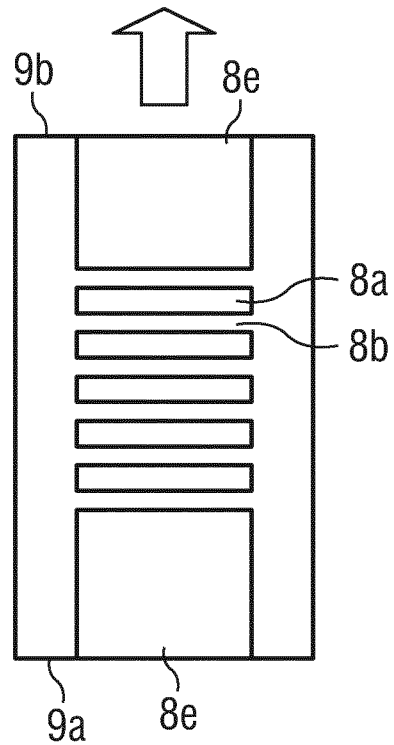


FIG 9

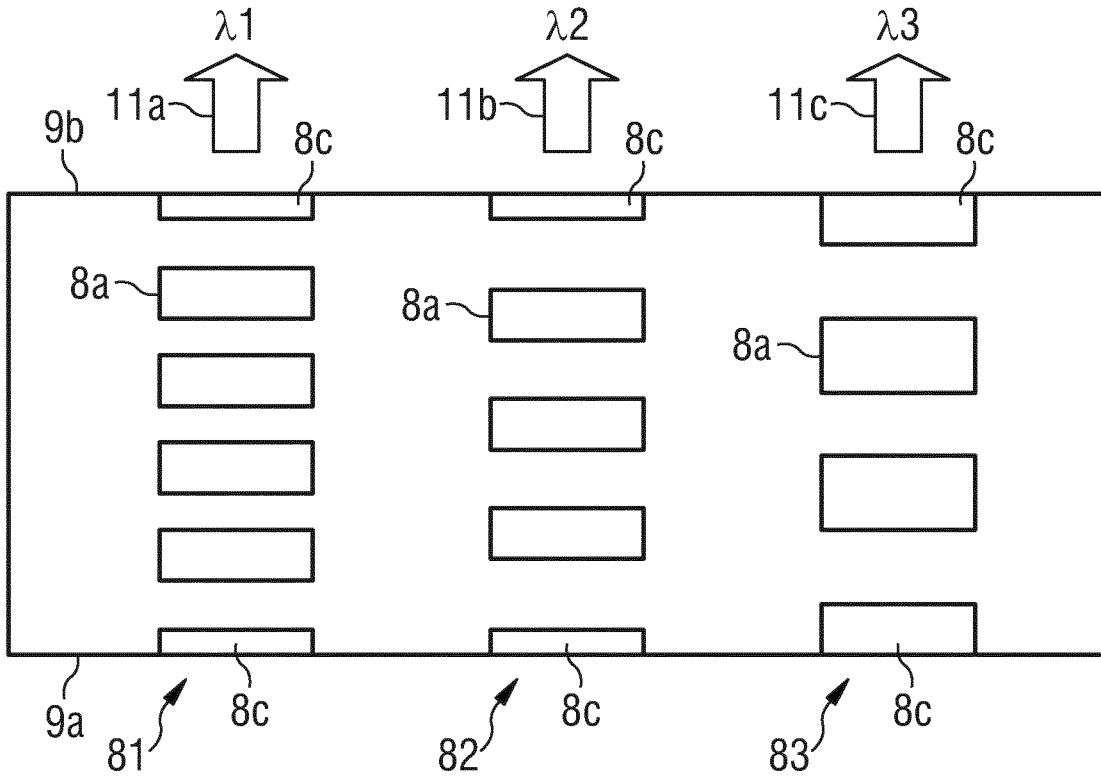


FIG 10

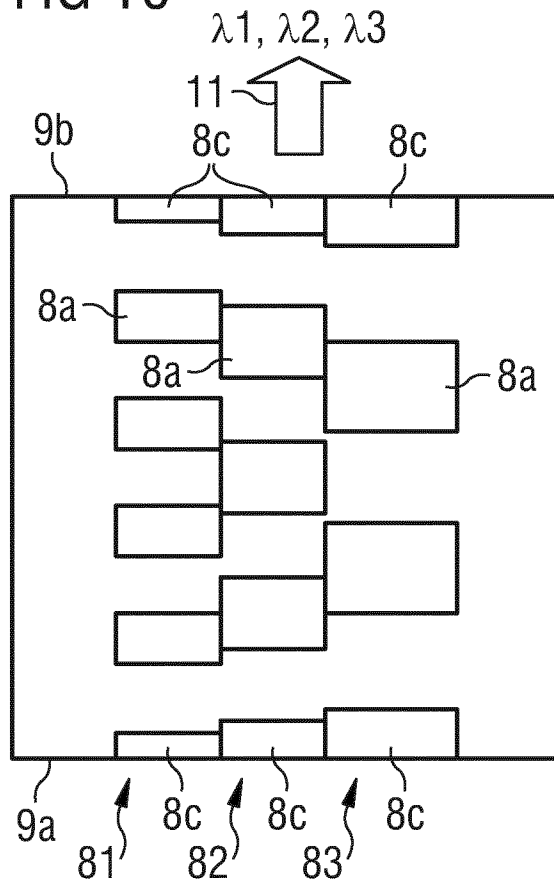


FIG 11

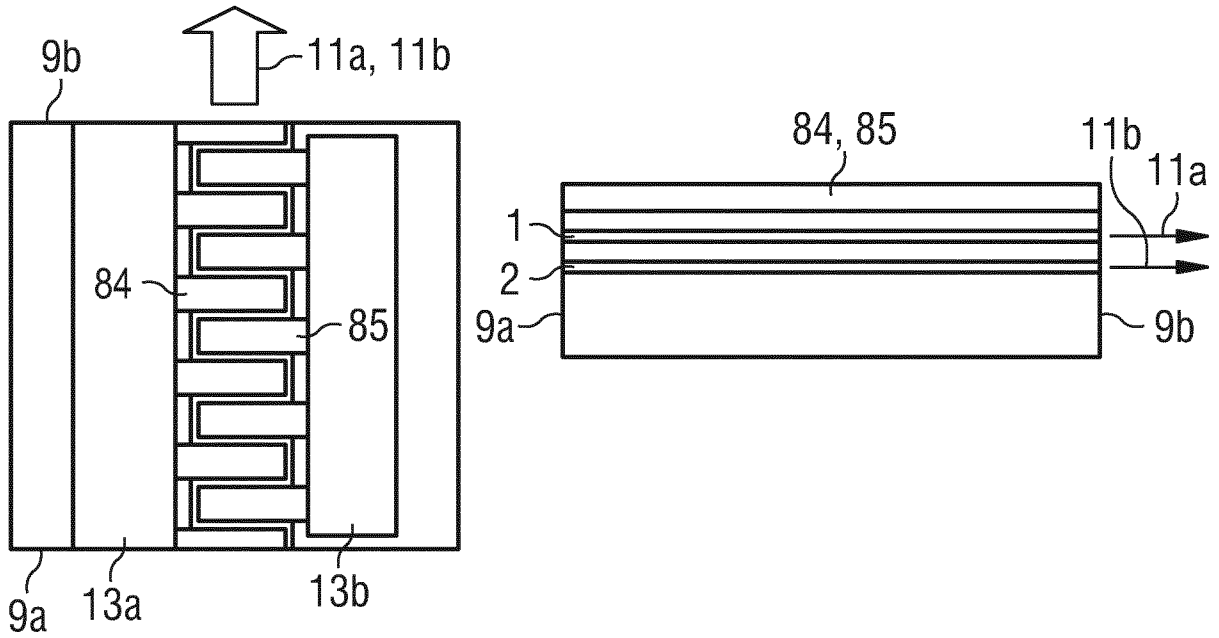


FIG 12A

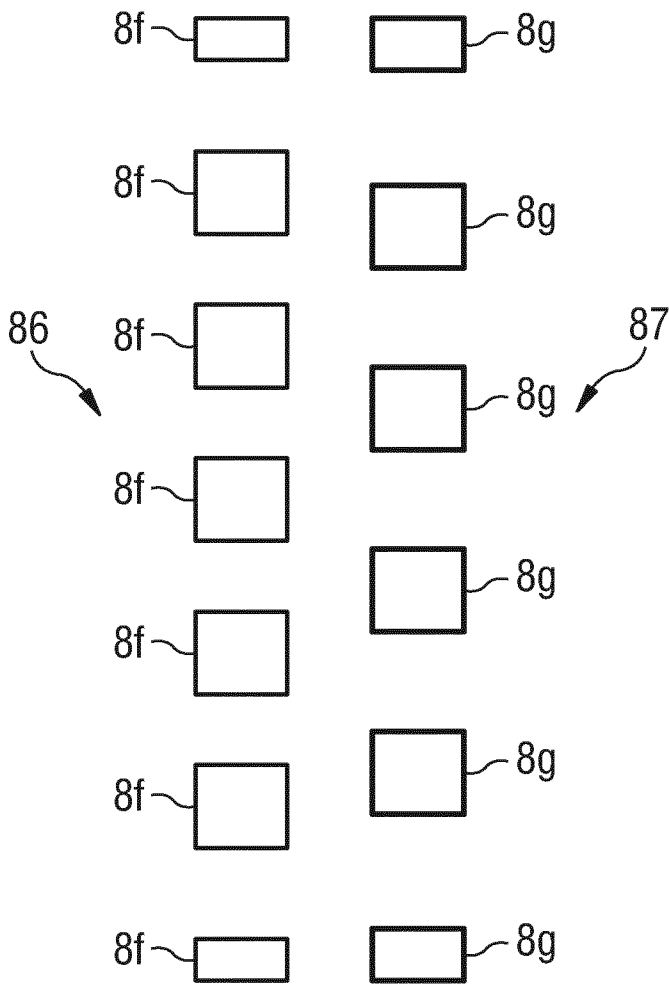


FIG 12B

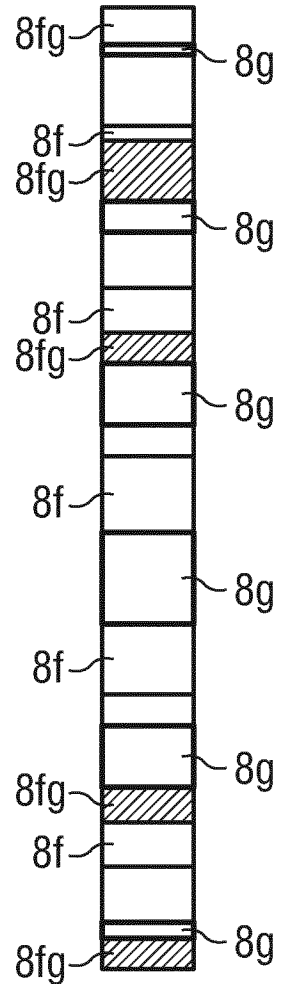
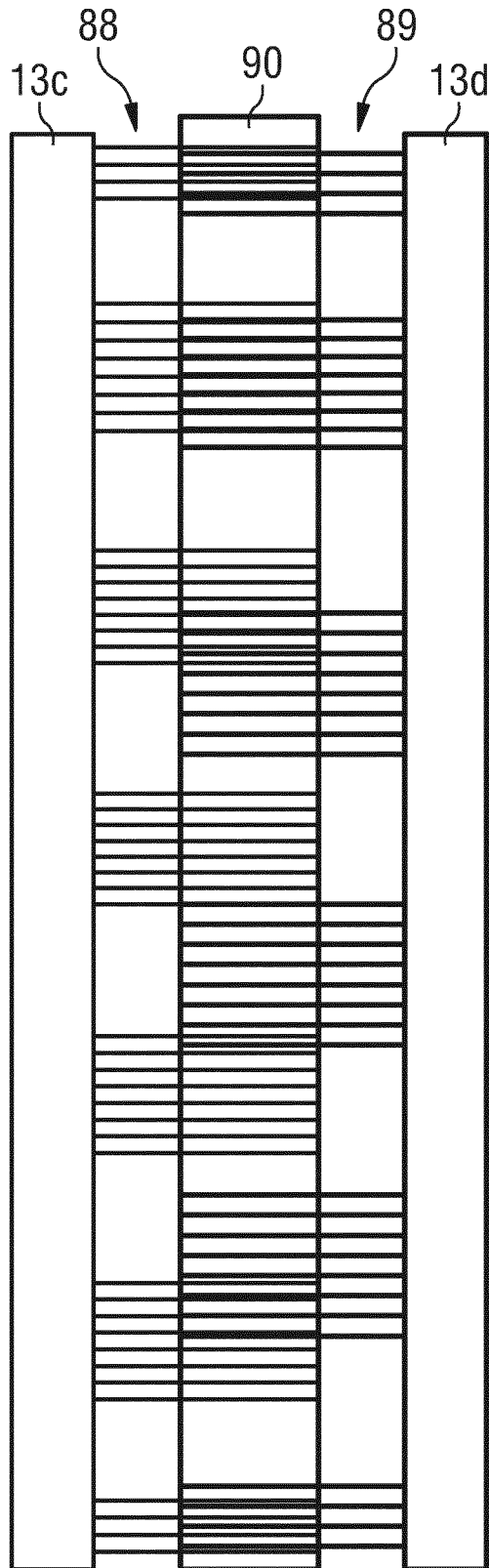


FIG 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/060910

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01S5/20 H01S5/10 H01S5/068
 ADD. H01S5/042 H01S5/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, IBM-TDB, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2007 058950 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 2 April 2009 (2009-04-02) paragraphs [0053] - [0058]; figure 3 -----	1
A	AMANN M C: "WIDELY TUNABLE DISTRIBUTED FORWARD COUPLED (DFC) LASER", ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 29, no. 9, 29 April 1993 (1993-04-29) , pages 793-794, XP000351865, ISSN: 0013-5194 the whole document -----	1
A	US 7 646 797 B1 (HOFFMAN ROBERT C [US]) 12 January 2010 (2010-01-12) columns 5-6; figures 1A-2B ----- -/--	1

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 August 2012

Date of mailing of the international search report

22/08/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gnugesser, Hermann

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/060910

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 201 08 607 U1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 30 August 2001 (2001-08-30) pages 6-8	1
A	----- JP 61 251183 A (FUJITSU LTD) 8 November 1986 (1986-11-08) abstract; figures 1,,11 -----	1,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/060910

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102007058950 A1	02-04-2009	DE 102007058950 A1	02-04-2009
		EP 2337169 A2	22-06-2011
		JP 2009088532 A	23-04-2009
		US 2009147815 A1	11-06-2009

US 7646797	B1	12-01-2010	NONE

DE 20108607	U1	30-08-2001	DE 10046580 A1
			DE 20108607 U1
			EP 1323219 A1
			JP 2004509478 A
			TW I289959 B
			US 2004047378 A1
			WO 0225787 A1
			04-04-2002
			30-08-2001
			02-07-2003
			25-03-2004
			11-11-2007
			11-03-2004
			28-03-2002

JP 61251183	A	08-11-1986	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/060910

<p>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01S5/20 H01S5/10 H01S5/068 ADD. H01S5/042 H01S5/40</p>														
<p>Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC</p>														
<p>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</p> <p>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01S</p> <p>Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen</p> <p>Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, INSPEC, IBM-TDB, WPI Data</p>														
<p>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie*</th> <th>Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile</th> <th>Betr. Anspruch Nr.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>DE 10 2007 058950 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 2. April 2009 (2009-04-02) Absätze [0053] - [0058]; Abbildung 3 -----</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>AMANN M C: "WIDELY TUNABLE DISTRIBUTED FORWARD COUPLED (DFC) LASER", ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, Bd. 29, Nr. 9, 29. April 1993 (1993-04-29) , Seiten 793-794, XP000351865, ISSN: 0013-5194 das ganze Dokument -----</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 7 646 797 B1 (HOFFMAN ROBERT C [US]) 12. Januar 2010 (2010-01-12) Spalten 5-6; Abbildungen 1A-2B ----- -/--</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.	X	DE 10 2007 058950 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 2. April 2009 (2009-04-02) Absätze [0053] - [0058]; Abbildung 3 -----	1	A	AMANN M C: "WIDELY TUNABLE DISTRIBUTED FORWARD COUPLED (DFC) LASER", ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, Bd. 29, Nr. 9, 29. April 1993 (1993-04-29) , Seiten 793-794, XP000351865, ISSN: 0013-5194 das ganze Dokument -----	1	A	US 7 646 797 B1 (HOFFMAN ROBERT C [US]) 12. Januar 2010 (2010-01-12) Spalten 5-6; Abbildungen 1A-2B ----- -/--	1
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.												
X	DE 10 2007 058950 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 2. April 2009 (2009-04-02) Absätze [0053] - [0058]; Abbildung 3 -----	1												
A	AMANN M C: "WIDELY TUNABLE DISTRIBUTED FORWARD COUPLED (DFC) LASER", ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, Bd. 29, Nr. 9, 29. April 1993 (1993-04-29) , Seiten 793-794, XP000351865, ISSN: 0013-5194 das ganze Dokument -----	1												
A	US 7 646 797 B1 (HOFFMAN ROBERT C [US]) 12. Januar 2010 (2010-01-12) Spalten 5-6; Abbildungen 1A-2B ----- -/--	1												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</p>														
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>														
<p>Datum des Abschlusses der internationalen Recherche</p> <p>8. August 2012</p>		<p>Absenddatum des internationalen Recherchenberichts</p> <p>22/08/2012</p>												
<p>Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde</p> <p>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Bevollmächtigter Bediensteter</p> <p>Gnugesser, Hermann</p>												

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 201 08 607 U1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 30. August 2001 (2001-08-30) Seiten 6-8	1
A	----- JP 61 251183 A (FUJITSU LTD) 8. November 1986 (1986-11-08) Zusammenfassung; Abbildungen 1,,11 -----	1,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/060910

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007058950 A1	02-04-2009	DE 102007058950 A1	02-04-2009
		EP 2337169 A2	22-06-2011
		JP 2009088532 A	23-04-2009
		US 2009147815 A1	11-06-2009

US 7646797 B1	12-01-2010	KEINE	

DE 20108607 U1	30-08-2001	DE 10046580 A1	04-04-2002
		DE 20108607 U1	30-08-2001
		EP 1323219 A1	02-07-2003
		JP 2004509478 A	25-03-2004
		TW I289959 B	11-11-2007
		US 2004047378 A1	11-03-2004
		WO 0225787 A1	28-03-2002

JP 61251183 A	08-11-1986	KEINE	
