

(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
20. Oktober 2011 (20.10.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/128233 A1

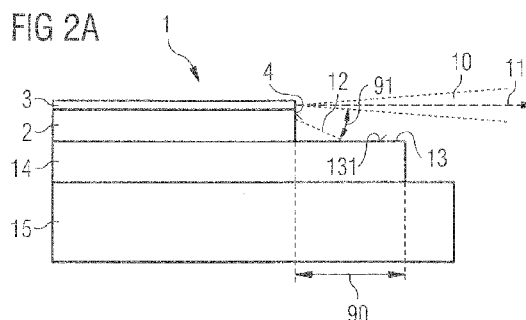
- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01S 5/028 (2006.01) H01S 5/10 (2006.01)
H01S 5/026 (2006.01) H01S 5/024 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/055320
- (22) Internationales Anmeldedatum:
6. April 2011 (06.04.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 015 197.1
16. April 2010 (16.04.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH** [DE/DE]; Leibnizstraße 4, 93055 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BREIDENASSEL, Andreas** [DE/DE]; Elsterweg 4a, 93077 Bad Abbach (DE). **AVRAMESCU, Adrian Stefan** [RO/DE]; Friedrich-Ebert-Straße 11b, 93051 Regensburg (DE). **LELL, Alfred** [DE/DE]; Virchowstraße 19, 93142 Maxhütte-Haidhof (DE). **TAUTZ, Sönke** [DE/DE]; Carl-Orff-Straße 29, 93105 Tegernheim (DE).
- (74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENT-ANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Ridlerstraße 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, RO, RS, RU, 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.
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: LASER LIGHT SOURCE

(54) Bezeichnung : LASERLICHTQUELLE



(57) Abstract: The invention relates to a laser light source for emitting coherent electromagnetic radiation (10) having a vertical far-field radiation profile (121), having a series of semiconductor layers (1) for generating the coherent electromagnetic radiation comprising an active region (3) on a substrate (2), wherein the coherent electromagnetic radiation is emitted during operation in an emission direction (11) at least from a main emission region (5) of a radiation output surface (4), and the radiation output surface (4) is formed by a side surface of the sequence of semiconductor layers (1), and a filter element (13) that suppresses coherent electromagnetic radiation (12) in the vertical far-field radiation profile (121), wherein said radiation was generated during operation and emitted by an auxiliary emission region (6) of the radiation output surface (4), said auxiliary emission region being vertically offset from and spatially separated from the main emission region (5).

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Laserlichtquelle zur Abstrahlung von kohärenter elektromagnetischer Strahlung (10) mit einem vertikalen Fernfeldstrahlprofil (121) angegeben mit einer Halbleiterschichtenfolge (1) zur Erzeugung der kohärenten elektromagnetischen Strahlung mit einem aktiven Bereich (3) auf einem Substrat (2), wobei die kohärente elektromagnetische

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2011/128233 A1

Strahlung im Betrieb mindestens von einem Hauptemissionsbereich (5) einer Strahlungsauskopplfläche (4) mit einer Abstrahlrichtung (11) abgestrahlt wird und die Strahlungsauskopplfläche (4) durch eine Seitenfläche der Halbleiterschichtenfolge (1) gebildet ist, und einem Filterelement (13), das im Betrieb erzeugte kohärente elektromagnetische Strahlung (12), die von einem zum Hauptemissionsbereich (5) vertikal versetzten und räumlich getrennten Nebenemissionsbereich (6) der Strahlungsauskopplfläche (4) abgestrahlt wird, im vertikalen Fernfeldstrahlprofil (121) unterdrückt.

Beschreibung

Laserlichtquelle

5 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2010 015 197.1, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Es wird eine Laserlichtquelle angegeben.

10

In vielen Anwendungsbereichen werden erhöhte Anforderungen an die Strahlqualität einer Laserdiode gestellt. Ein Beispiel für solche Anwendungsbereiche mit erhöhten Anforderungen sind beispielsweise Projektionsanwendungen. Da bei solchen
15 Anwendungen üblicherweise ein Laserstrahl auf einen mitunter weit entfernten Betrachtungsschirm gestrahlt wird, bestimmt die Qualität des Fernfeldes des Laserstrahls die Qualität der Projektionsanwendung und damit des Bildes, wie es von einem Betrachter wahrgenommen wird. Die Qualität des
20 Fernfeldstrahlprofils bedingt dabei insbesondere die Fokussierbarkeit und Kollimierbarkeit des Laserstrahls, weshalb bevorzugt monomodige Laserdioden mit einem gaußförmigen Strahlprofil eingesetzt werden. Abweichungen des Fernfeldstrahlprofils vom gaußförmigen Strahlprofil führen zu
25 eingeschränkter Fokussierbarkeit und Kollimierbarkeit.

In der üblichen Produktion von Laserdioden findet man typischerweise einen Anteil von Dioden, die zwar alle Leistungskriterien erfüllen, die jedoch Störungen im
30 vertikalen Fernfeld zeigen. Diese können sich beispielsweise im vertikalen Fernfeldstrahlprofil durch Intensitätsmaxima äußern, die neben dem Hauptemissionskegel in einem bestimmten Winkelbereich auftreten. Aufgrund der oben beschriebenen

Nachteile solcher nicht-gaußschen Fernfeldstrahlprofile werden derartige Bauteile üblicherweise verworfen.

Weniger stark ausgeprägte Störungen des vertikalen
5 Fernfeldstrahlprofils führen zwar nicht zwangsläufig zum Verwurf der Laserdioden, können aber dennoch zu gewissen Einbußen in den Abbildungseigenschaften führen. Derartige mehr oder weniger stark ausgeprägte Störungen im vertikalen Fernfeldstrahlprofil liegen bei bekannten Laserdioden vor, da
10 das übliche Epitaxie-Design heutzutage das Fast-Axis-Fernfeldstrahlprofil, also bei kantenemittierenden Laserdioden das vertikale Fernfeldstrahlprofil, nicht hinreichend definiert, um bei allen Bauteilen das gewünschte gaußartige Fernfeldstrahlprofil zu erreichen.

15 Neben der bereits erwähnten Bauteilselektion aus einer 100%-Messung des Fernfeldes, die zwar erfolgreich eingesetzt wird, gleichzeitig aber die Produktionskosten durch die Yield-Senkung bedingt durch den Verwurf erhöht, oder der
20 Inkaufnahme von Störungen im Fernfeld, die zu Einbußen in der Projektionsabbildung führen, sind auch laterale Chipstrukturen für die Fernfeld-Verbesserung bekannt, so etwa aus der US 7,103,082 B2, die jedoch nicht auf das vertikale Fernfeld übertragbar sind.

25 Bei Festkörperlasern beziehungsweise -systemen können auch so genannte Modenblenden zur Fernfeldverbesserung beitragen. Diese sind jedoch in der Justage sehr aufwändig und zur Verbesserung des vertikalen Fernfeldstrahlprofils von
30 Halbleiterlasern wie etwa Nitrid-basierten Diodenlasern nicht verwendbar.

Eine Aufgabe zumindest einer Ausführungsform ist es, eine Laserlichtquelle mit einer Halbleiterschichtenfolge zur Abstrahlung kohärenter elektromagnetische Strahlung mit einem vertikalen Fernfeldstrahlprofil anzugeben.

- 5 Diese Aufgabe wird durch einen Gegenstand mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen des Gegenstands sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet und gehen aus der nachfolgenden Beschreibungen und den Zeichnungen hervor.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst eine Laserlichtquelle zur Abstrahlung von kohärenter elektromagnetischer Strahlung mit einem vertikalen Fernfeldstrahlprofil insbesondere eine

- 15 Halbleiterschichtenfolge zur Erzeugung der kohärenten elektromagnetischen Strahlung mit einem aktiven Bereich auf einem Substrat, wobei die kohärente elektromagnetische Strahlung im Betrieb mindestens von einem Hauptemissionsbereich einer Strahlungsauskopplfläche mit
- 20 einer Abstrahlrichtung abgestrahlt wird und die Strahlungsauskopplfläche durch eine Seitenfläche der Halbleiterschichtenfolge gebildet ist. Weiterhin umfasst die Laserlichtquelle ein Filterelement, das im Betrieb erzeugt kohärente elektromagnetische Strahlung, die von einem zum
- 25 Hauptemissionsbereich vertikal versetzten und räumlich getrennten Nebenemissionsbereich der Strahlungsauskopplfläche abgestrahlt wird, im vertikalen Fernfeldstrahlprofil unterdrückt.

- 30 Hier und im Folgenden wird die vom Hauptemissionsbereich abgestrahlte kohärente elektromagnetische Strahlung auch als Hauptemission bezeichnet, während die vom

Nebenemissionsbereich emittierte kohärente elektromagnetische Strahlung auch als Nebenemission bezeichnet wird.

Eine Unterdrückung der kohärenten elektromagnetischen
5 Strahlung, die vom Nebenemissionsbereich der
Strahlungsauskopplfläche ausgestrahlt wird, kann
insbesondere bedeuten, dass die durch die Nebenemission
hervorgerufenen Störungen im vertikalen Fernfeldstrahlprofil,
beispielsweise in Form von einem oder mehreren Nebenpeaks zum
10 Hauptpeak der Hauptemission, vermieden oder beseitigt werden.
Somit können mit Vorteil Laserlichtquellen mit einer
Halbleiterschichtenfolge genutzt werden, die zwar
möglicherweise zusätzlich zur Hauptemission eine
Nebenemission aufweisen, bei denen die Nebenemission jedoch
15 vom Filterelement derart unterdrückt wird, dass
beispielsweise für Projektionsabbildungen die gewünschten
Strahleigenschaften, insbesondere das gewünschte vertikale
Fernfeldstrahlprofil, erreicht wird.

20 Wie weiter unten beschrieben ist, kann die
Halbleiterschichtenfolge als epitaktisch aufgewachsene
Schichtenfolge ausgeführt sein. Die durch die Epitaxie
bestimmte Aufwachsrichtung der Schichten der
Halbleiterschichtenfolge wird hier und im Folgenden auch als
25 vertikale Richtung bzw. als vertikal bezeichnet. Insbesondere
kann die vertikale Richtung der dem Fachmann bekannten "fast
axis" der abgestrahlten kohärenten elektromagnetischen
Strahlung entsprechen. Das vertikale Fernfeldstrahlprofil
bezeichnet dabei das Fernfeldstrahlprofil, das die kohärente
30 elektromagnetische Strahlung in vertikaler Richtung aufweist.

Die kohärente elektromagnetische Strahlung, die im Betrieb
vom Hauptemissionsbereich der Strahlungsauskopplfläche

abgestrahlt wird, weist einen Abstrahlkegel auf, dessen Achse der Abstrahlrichtung entspricht.

Bei der hier beschriebenen Laserlichtquelle kann ungeachtet
5 einer möglichen Nebenemission ein höherer Anteil von
hergestellten Bauteilen verwendbar sein, wobei das Fernfeld
der hier beschriebenen Laserlichtquelle im Vergleich zu
bekannten Laserdioden signifikant verbessert werden kann und
beispielsweise insbesondere in vertikaler Richtung gaußartig
10 ist. Hierdurch kann eine verbesserte Abbildungsqualität
beispielsweise in Projektionsanwendungen erreicht werden.
Weiterhin fallen bei der hier beschriebenen Laserlichtquelle
nur geringe Zusatzkosten durch das Filterelement an, und die
aufwändige Justage zusätzlicher optischer Komponenten kann
15 ganz entfallen.

Die Halbleiterschichtenfolge kann als Epitaxieschichtenfolge
oder als strahlungsemitterender Halbleiterchip mit einer
Epitaxieschichtenfolge, also als epitaktisch gewachsene
20 Halbleiterschichtenfolge, ausgeführt sein. Durch das
epitaktische Wachstum der Halbleiterschichtenfolge ergibt
sich eine Aufwachsrichtung, sodass die
Halbleiterschichtenfolge eine Unter- und eine Oberseite
aufweist, die senkrecht zur Aufwachsrichtung orientiert sind
25 und die durch Seitenflächen der Halbleiterschichtenfolge
miteinander verbunden sind, die jeweils parallel zur
Aufwachsrichtung stehen können. Die hier beschriebene
Laserlichtquelle kann also insbesondere eine
Halbleiterschichtenfolge umfassen, deren
30 Strahlungsausstrahlfläche durch eine Seitenfläche gebildet
ist und die somit als so genannter kantenemittierender
Halbleiterlaser ausgeführt sein kann.

Dabei kann die Halbleiterschichtenfolge beispielsweise auf der Basis eines III-V-Verbindungshalbleitermaterialsystems basieren, insbesondere auf einem oder mehreren der Materialien InGaAlN, InGaAlP oder AlGaAs, wobei die Halbleiterschichtenfolge eine Schichtenfolge aus unterschiedlichen Einzelschichten aufweist, die jeweils eines oder mehrere der vorgenannten Materialsysteme aufweisen kann. Alternativ oder zusätzlich kann die Halbleiterschichtenfolge auch ein II-VI-Verbindungshalbleitermaterialsystem aufweisen. Mit derartigen Materialsystemen sind Halbleiterschichtenfolgen herstellbar, die elektromagnetische Strahlung in einem ultravioletten bis infraroten Wellenlängenbereich und beispielsweise für Projektionsanwendungen bevorzugt in einem sichtbaren Wellenlängenbereich emittieren.

Das Substrat der Halbleiterschichtenfolge, auf dem die Epitaxieschichten aufgebracht sind, kann ein Halbleitermaterial, beispielsweise eines der vorab genannten Verbindungshalbleitermaterialsysteme, umfassen. Insbesondere kann das Substrat Saphir, GaAs, GaP, GaN, InP, SiC, Si und/oder Ge umfassen oder kann aus einem solchen Material sein.

Die Halbleiterschichtenfolge kann als aktiven Bereich beispielsweise einen herkömmlichen pn-Übergang, eine Doppelheterostruktur, eine Einfach-Quantentopfstruktur (SQW-Struktur) oder eine Mehrfach-Quantentopfstruktur (MQW-Struktur) aufweisen. Die Halbleiterschichtenfolge kann im aktiven Bereich weitere funktionelle Schichten und funktionelle Bereiche umfassen, etwa undotierte oder p- oder n-dotierte Confinement-, Mantel- oder Wellenleiterschichten, Barrierschichten, Planarisierungsschichten, Pufferschichten,

Schutzschichten, Passivierungsschichten und/oder Elektrodenschichten sowie Kombinationen daraus. Solche Strukturen den aktiven Bereich betreffend sind dem Fachmann hinsichtlich Aufbau, Funktion und Struktur bekannt und werden daher an dieser Stelle nicht näher erläutert.

Darüber hinaus können zusätzliche Schichten, etwa Pufferschichten, Barrierschichten und/oder Schutz- oder Passivierungsschichten auch senkrecht zur Aufwachsrichtung der Halbleiterschichtenfolge beispielsweise auf den Seitenflächen der Halbleiterschichtenfolge aufgebracht sein. Insbesondere können beispielsweise auf der Strahlungsauskopplungsfläche eine oder mehrere Passivierungsschichten aufgebracht sein.

Um einen Betrieb der als kantenemittierende Halbleiterlaserdiode ausgeführten Halbleiterschichtenfolge in einer transversalen Grundmode zu ermöglichen, können Schichten der Halbleiterschichtenfolge, die auf zumindest einer Seite des aktiven Bereichs angeordnet sind, beispielsweise steg- und/oder trapezförmig strukturiert sein. Derartige als Stegwellenleiter, Rippenwellenleiter, "Ridge-Struktur", "Trapezstruktur" oder "tapered structure" bekannte Ausgestaltungen der Halbleiterschichtenfolge sind dem Fachmann bekannt und werden hier nicht weiter ausgeführt. Die Strahlungsauskopplungsfläche kann insbesondere eine komplette Seitenfläche der Halbleiterschichtenfolge umfassen und somit durch eine Seitenfläche des Substrats sowie den darüber angeordneten Seitenflächen der epitaktisch abgeschiedenen Schichten gebildet sein.

Weiterhin kann die Halbleiterschichtenfolge einen optischen Resonator für die kohärente elektromagnetische Strahlung aufweisen. Der Resonator kann insbesondere einen ersten

Spiegel auf der Strahlungsauskopplungsfläche und einen zweiten Spiegel auf einer der Strahlungsauskopplungsfläche gegenüberliegenden Rückseitenfläche der Halbleiterschichtenfolge umfassen, zwischen denen der aktive Bereich angeordnet ist. Weiterhin kann die Halbleiterschichtenfolge als so genannter "distributed feedback laser", kurz DFB-Laser, ausgeführt sein. Die hier erwähnten Resonatorstrukturen sind dem Fachmann bekannt und werden daher nicht weiter ausgeführt.

10

Durch die Resonatoreigenschaften sowie die Wellenleitereigenschaften der Halbleiterschichtenfolge kann es zu einer Ausbildung des Nebenemissionsbereichs kommen, der vertikal zum Hauptemissionsbereich versetzt und räumlich von diesem getrennt ist. Die Nebenemission, also die kohärente elektromagnetische Strahlung, die vom Nebenemissionsbereich der Strahlungsauskopplungsfläche abgestrahlt wird, kann insbesondere einen Winkel von größer als 0° zur Abstrahlrichtung der Hauptemission aufweisen, wodurch sich im Fernfeldstrahlprofil neben dem Haupt-Peak der Hauptemission ein oder mehrere Seiten-Peaks ausbilden können.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Filterelement geeignet, die vom Hauptemissionsbereich emittierte kohärente elektromagnetische Strahlung nahe der Halbleiterschichtenfolge oder direkt an der Halbleiterschichtenfolge abzuschatten bzw. zu absorbieren. Dazu kann das Filterelement als Raumwinkelabdeckung, beispielsweise als Halbraumabdeckung, ausgeführt sein und dazu eine geeignete Form aufweisen oder auch direkt an der Halbleiterschichtenfolge oder in deren Nähe angeordnet sein. Dadurch kann das Filterelement geeignet sein, die Nebenemission direkt am Emissionspunkt, also direkt am

25

30

Nebenemissionsbereich oder nahe am Nebenemissionsbereich abzuschatten, wobei mit Vorteil die Hauptemission, also die kohärente elektromagnetische Strahlung, die vom Hauptemissionsbereich der Strahlungsauskopplfläche emittiert wird, gänzlich oder zumindest nahezu unbeeinflusst und unbeschränkt bleibt. Nachteilige Änderungen des Fernfeldstrahlprofils, wie sie die Verwendung einer Blende im größeren Abstand zur Strahlungsauskopplfläche zur Folge haben würde, können so mit Vorteil vermieden werden.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Laserlichtquelle weiterhin eine Wärmesenke, auf der die Halbleiterschichtenfolge und das Filterelement angeordnet sind. Insbesondere kann die Halbleiterschichtenfolge mit dem Substrat auf der Wärmesenke angeordnet und montiert, beispielsweise gelötet oder geklebt, sein. Alternativ zur Anordnung der Halbleiterschichtenfolge mit dem Substrat auf der Wärmesenke kann die Halbleiterschichtenfolge auch mit der dem Substrat abgewandten Oberseite der Halbleiterschichtenfolge auf der Wärmesenke aufgebracht werden. Im Hinblick auf die übliche Aufwachsreihenfolge, bei der auf das Substrat zuerst die n-leitenden Schichten und dann darüber abschließend und die Oberseite bildend die p-leitenden Schichten abgeschieden werden, kann eine solche Anordnung auch als p-side-down bezeichnet werden.

20
25

Die Wärmesenke kann ein Metall und/oder ein Keramikmaterial mit hoher Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Beispielsweise kann die Wärmesenke aus Aluminium oder Kupfer sein, wodurch die Halbleiterschichtenfolge vom Substrat her über die Wärmesenke auch elektrisch kontaktierbar sein kann. Das Filterelement auf der Wärmesenke kann der Halbleiterschichtenfolge insbesondere in Abstrahlrichtung der vom

30

Hauptemissionsbereich emittierten elektromagnetischen Strahlung nachgeordnet sein. Insbesondere kann das Filterelement auf der Wärmesenke einen Raumwinkelbereich überdecken, in den die Nebenemission vom

5 Nebenemissionsbereich der Strahlungsauskopplungsfläche emittiert wird. Das Filterelement kann dabei direkt an die Halbleiterschichtenfolge angrenzen oder auch räumlich getrennt, also beabstandet, von der Halbleiterschichtenfolge auf der Wärmesenke angeordnet sein.

10

Weiterhin kann das Filterelement eine Haupterstreckungsebene aufweisen, die parallel zur Abstrahlrichtung ist. Das kann insbesondere bedeuten, dass das Filterelement flächig ausgeführt ist und sich, vertikal zum Hauptemissionsbereich

15

und zum Nebenemissionsbereich versetzt, entlang der Abstrahlrichtung erstreckt. Beispielsweise kann das Filterelement einen Teil der Wärmesenke, insbesondere einen Teil der Oberfläche der Wärmesenke, auf der die Halbleiterschichtenfolge angeordnet ist, umfassen. Dazu kann

20

sich die Wärmesenke von der Strahlungsauskopplungsfläche der Halbleiterschichtenfolge aus gesehen in Abstrahlrichtung von der Halbleiterschichtenfolge weg erstrecken und somit einen Teil aufweisen, der vor die Halbleiterschichtenfolge gezogen ist, das heißt, der vor der Halbleiterschichtenfolge

25

angeordnet ist. Die Wärmesenke kann dabei eine Fläche mit einer Vorderkante aufweisen, die einen Abstand zur Strahlungsauskopplungsfläche der Halbleiterschichtenfolge

aufweist, sodass sich ein Oberflächenbereich der Wärmesenke ergibt, auf den die vom Nebenemissionsbereich abgestrahlte

30

kohärente elektromagnetische Strahlung eingestrahlt wird. Das Filterelement kann dabei durch diesen Oberflächenbereich gebildet werden.

Weiterhin kann die Wärmesenke eine der Halbleiterschichtenfolge in Abstrahlrichtung nachgeordnete Stufe aufweisen. Das Filterelement kann dabei auf einer der Halbleiterschichtenfolge und der Strahlungsauskopplfläche zugewandten Seitenfläche der Stufe angeordnet sein. Die Höhe der Stufe kann derart ausgeführt sein, dass die Hauptemission von der Strahlungsauskopplfläche ungestört oder zumindest im Wesentlichen unbeeinflusst emittiert wird, während die Nebenemission abgeschattet wird. Dabei kann das Filterelement durch die der Halbleiterschichtenfolge zugewandten Seitenfläche der Stufe gebildet sein.

Weiterhin kann das Filterelement einen Absorber, eine Diode und/oder eine Fotodiode umfassen. Der Absorber, die Diode und/oder die Fotodiode können dabei auf der Oberfläche bzw. dem Oberflächenbereich der Wärmesenke angeordnet sein, auf die bzw. den die Nebenemission eingestrahlt wird.

Umfasst das Filterelement eine Diode oder eine Fotodiode, so kann diese gleichzeitig auch als ESD-Schutzdiode ausgeführt sein und entsprechend mit der Halbleiterschichtenfolge verschaltet sein. Dadurch kann es möglich sein, dass die Laserlichtquelle keine weitere ESD-Schutzdiode benötigt, wodurch sich mit Vorteil ein kompakter Aufbau ergeben kann.

Umfasst das Filterelement eine Fotodiode, so kann die kohärente elektromagnetische Strahlung, die vom Nebenemissionsbereich der Strahlungsauskopplfläche abgestrahlt wird, genutzt werden, um die Ausgangsleistung der Laserlichtquelle zu messen und zu monitoren. Die Nutzung einer Fotodiode als Filterelement ermöglicht mit Vorteil einen Synergieeffekt durch den Hinzugewinn der Möglichkeit

eines Leistungsmonitoring bei gleichzeitiger Verbesserung des vertikalen Fernfeldstrahlprofils.

Die Laserlichtquelle kann weiterhin auf einem Träger
5 angeordnet sein. Der Träger kann beispielsweise als bekanntes Gehäuse für Halbleiterlaserdioden oder als Teil davon ausgeführt sein. Beispielsweise kann der Träger ein so genanntes T038-, T056- oder T090-Gehäuse oder ein Teil davon sein. Umfasst die Laserlichtquelle eine Wärmesenke, kann die
10 Wärmesenke auf dem Träger derart angeordnet sein, dass Wärme, die im Betrieb in der Halbleiterschichtenfolge entsteht, über die Wärmesenke an den Träger abgeleitet werden kann.

Weiterhin kann das Filterelement zusätzlich oder alternativ
15 einen ersten Absorber für die von der Halbleiterschichtenfolge erzeugte kohärente elektromagnetische Strahlung unmittelbar auf der Strahlungsauskopplfläche und/oder einen zweiten Absorber unmittelbar auf einer der Strahlungsauskopplfläche
20 gegenüberliegenden Rückseitenfläche der Halbleiterschichtenfolge aufweisen. Der erste Absorber und/oder der zweite Absorber können dabei auf Beschichtungen, beispielsweise Facetten- und/oder Spiegelbeschichtungen, angeordnet sein. Der erste Absorber kann insbesondere
25 zumindest auf dem Nebenemissionsbereich angeordnet sein. Der zweite Absorber kann mindestens auf dem dem Nebenemissionsbereich gegenüberliegenden Bereich der Rückseitenfläche angeordnet sein. Durch den ersten und/oder zweiten Absorber kann die Nebenemission direkt an der
30 Strahlungsauskopplfläche und/oder der Rückseitenfläche absorbiert werden.

Als Materialien für einen Absorber für die hier beschriebenen Filterelemente eignen sich insbesondere dielektrische, halbleitende oder metallische Materialien, beispielsweise eines oder mehrere Materialien ausgewählt aus der Gruppe

5 Siliziumoxinitrid, Zirkoniumoxid, Titanoxid, Tantalpentoxid, Tantaldioxid, Aluminiumoxid, Yttriumoxid, Hafniumoxid, Aluminiumpentoxinitrid, Silizium, Germanium, Zinktellurid, Gold, Titan, Tantal, Niob, Kupfer, Chrom, Palladium, Platin, Nickel und Aluminium. Bei der Verwendung eines dielektrischen

10 Materials, beispielsweise eines der genannten Oxide oder Oxinitride, kann zur Steigerung bzw. Steuerung der absorbierenden Wirkung der Absorber partiell unter Sauerstoffmangel abgeschieden werden. Ein anschließendes Tempern in einer Sauerstoffatmosphäre kann dazu genutzt

15 werden, die Absorption wieder zu verringern bzw. anzupassen. Diese Anpassung ist möglich über eine Steuerung des Sauerstoffgehalts und der Temperbedingungen. Umfasst der Absorber ein Metall, das direkt auf der

20 Strahlungsauskopplfläche oder der Rückseitenfläche aufgebracht ist, so kann die Halbleiterschichtenfolge mit Vorteil eine dielektrische Beschichtung, beispielsweise eine Facetten- oder Spiegelbeschichtung auf der entsprechenden Seitenfläche als Strahlungsauskopplfläche bzw. als

25 Rückseitenfläche zwischen der Halbleiterschichtenfolge und dem Absorber aufweisen. Besonders bevorzugt weist der Absorber ein nicht-sättigbares Material auf.

Weiterhin kann der erste und/oder der zweite Absorber auf der Strahlungsauskopplfläche bzw. der Rückseitenfläche mittels

30 eines so genannten selbstjustierenden Verfahrens aufgebracht werden. Das kann insbesondere bedeuten, dass die vom Hauptemissionsbereich abgestrahlte elektromagnetische Strahlung zu einer selbstjustierenden Verringerung der

Absorptionswirkung des ersten Absorbers im Hauptemissionsbereich und/oder des zweiten Absorbers in einem dem Hauptemissionsbereich gegenüberliegenden Bereich führen kann. Dazu kann auf die gesamte Strahlungsauskopplfläche und/oder Rückseitenfläche ein geeignetes Material, 5 beispielsweise eine Polymerschicht, eine kohlenstoffhaltige Schicht, eine absorbierende Oxidschicht und/oder eine dünne Metallschicht aufgebracht werden, die bei Inbetriebnahme der Halbleiterschichtenfolge im Bereich des 10 Hauptemissionsbereichs bzw. des dem Hauptemissionsbereich gegenüberliegenden Bereichs der Rückseitenfläche durch die kohärente elektromagnetische Strahlung gänzlich oder teilweise weggebrannt oder in der Absorptivität verändert wird. Dies kann in einer kontrollierten Atmosphäre, 15 beispielsweise einer Sauerstoff- oder Ozonatmosphäre, geschehen. Dabei ist das Material des Absorbers und dessen Dicke derart gewählt, dass die Intensität der Nebenemission nicht ausreicht, die Absorberschicht wegzubrennen oder in ihrer Absorptivität zu verändern, sodass der erste bzw. 20 zweite Absorber eine Art selbstjustierende Blende bilden.

Die vorgenannten Filterelemente haben den Vorteil, dass in den Herstellungsprozess der Halbleiterschichtenfolge selbst nicht eingegriffen werden muss, wodurch sich eine 25 Risikominimierung durch eine hohe Prozesssicherheit ergibt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Filterelement zumindest eine Absorberschicht zwischen dem Hauptemissionsbereich und dem Substrat umfassen, die ein die 30 kohärente elektromagnetische Strahlung absorbierendes, halbleitendes Material aufweist. Die Absorberschicht kann dabei während es epitaktischen Wachstums der Halbleiterschichtenfolge vor dem aktiven Bereich auf dem

Substrat aufgebracht werden. Dadurch kann die Wellenführung und die Ausbreitung der kohärenten elektromagnetischen Strahlung innerhalb der Halbleiterschichtenfolge außerhalb des aktiven Bereichs und insbesondere im Bereich des
5 Nebenemissionsbereichs derart unterdrückt werden, dass vom Nebenemissionsbereich keine oder im Wesentlichen keine elektromagnetische Strahlung mehr emittiert wird. Weiterhin kann das Filterelement eine Mehrzahl von Absorberschichten aufweisen, die weiterhin besonders bevorzugt in einem Abstand
10 von $\lambda/4$ zueinander angeordnet sein können, wobei λ einer mittleren Wellenlänge der von der Laserlichtquelle abgestrahlten elektromagnetischen Strahlung bezeichnet.

Die Absorberschicht kann im Falle einer Nitrid-basierten
15 Halbleiterschichtenfolge beispielsweise eine dünne InGaN-Schicht aufweisen, die eine hohe Defektdichte aufweist, wodurch eine Unterdrückung der Nebenemission durch Ausnutzung der Defekt-Absorption in der Absorberschicht erreicht werden kann. Die defektreichen Gebiete innerhalb der Absorberschicht
20 bzw. die hohe Defektdichte kann beispielsweise durch Tempern erzeugt werden. Weiterhin kann die absorbierende Schicht auch InGaN-Inhomogenitäten aufweisen, sodass eine Bandkantenabsorption in In-reichen Bereichen stattfinden kann.

25 Weiterhin kann zwischen der zumindest einen Absorberschicht und dem Substrat eine reflektierende Schicht angeordnet sein. Die reflektierende Schicht, die beispielsweise ein halbleitendes oder ein metallisches Material umfassen kann
30 und auch als Schichtenfolge ausgebildet sein kann, kann mit Vorteil die im ersten Durchgang durch die Absorberschicht durchtretende kohärente elektromagnetische Strahlung reflektieren, sodass diese ein zweites Mal die

Absorberschicht durchlaufen muss, wodurch mit Vorteil eine stärkere Unterdrückung und Absorption möglich sein kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das

5 Filterelement zumindest eine Ausnehmung in einer dem aktiven Bereich gegenüberliegenden Unterseite des Substrats. Die Ausnehmung kann sich dabei von der Unterseite des Substrats in Richtung des aktiven Bereichs in das Substrat hinein erstrecken. Insbesondere kann sich die zumindest eine
10 Ausnehmung derart weit in das Substrat hinein erstrecken, dass sie sich in vertikaler Richtung mit dem Nebenemissionsbereich überdeckt, sodass die zumindest eine Ausnehmung in den Bereich im Substrat hineinragen kann, in dem die Wellenführung für die vom Nebenemissionsbereich
15 abgestrahlte kohärente elektromagnetische Strahlung innerhalb des Substrats erfolgt. Durch eine derartige Strukturierung der Substratunterseite kann die Nebenemission reduziert oder gar unterbunden werden.

20 Die zumindest eine Ausnehmung kann eine Vertiefung, eine Bohrung, einen Graben, eine Öffnung und/oder ein Sackloch umfassen. Die zumindest eine Ausnehmung kann dabei beispielsweise durch Ansägen, Bohren, Fotostrukturieren, Trockenätzen, Nassätzen oder eine Kombination daraus erzeugt
25 werden. Die zumindest eine Ausnehmung kann von der Strahlungsauskopplfläche und/oder von der der Strahlungsauskopplfläche gegenüberliegenden Rückseitenfläche des Substrats jeweils beabstandet sein. Dies kann insbesondere bedeuten, dass sich die zumindest eine
30 Ausnehmung entlang der Abstrahlrichtung nicht durch das ganze Substrat hindurch erstreckt.

Weiterhin kann die zumindest eine Ausnehmung auch eine Mehrzahl von Ausnehmungen umfassen. Diese können beispielsweise in Abstrahlrichtung und/oder in lateraler Richtung, also senkrecht zur Abstrahlrichtung, nebeneinander angeordnet sein. Die zumindest eine Ausnehmung kann dabei 5 eine oder mehrere Sacklöcher und/oder gerade oder geknickte Kanäle entlang und/oder quer zur Abstrahlrichtung aufweisen. Die Mehrzahl von Ausnehmungen können entlang der Abstrahlrichtung und/oder quer zur Abstrahlrichtung 10 periodisch oder auch nicht periodisch, also unregelmäßig, angeordnet sein.

Weiterhin kann die zumindest eine Ausnehmung auch Teil einer Aufrauung der Substratunterseite sein. Die Rauigkeit der 15 Aufrauung kann dabei derart ausgebildet sein, dass sich die zumindest eine Ausnehmung und damit die Aufrauung in den Teil des Substrats hineinerstreckt, in dem sich die vom Nebenemissionsbereich abgestrahlten elektromagnetische Strahlung ausbreiten kann. Die Aufrauung kann beispielsweise 20 mittels Sägen und/oder Ätzen hergestellt werden oder zusätzlich oder alternativ mit einem Laser eingraviert werden.

Weiterhin kann sich die zumindest eine Ausnehmung auch von 25 der Strahlungsauskopplfläche zu der Strahlungsauskopplfläche gegenüberliegenden Rückseitenfläche des Substrats erstrecken. Dies kann insbesondere bedeuten, dass die zumindest eine Ausnehmung als Längskanal ausgebildet ist, der sich in Abstrahlrichtung ganz durch das Substrat 30 hindurch erstreckt. Weiterhin kann sich eine solche, in Abstrahlrichtung gänzlich durch das Substrat erstreckende Vertiefung auch in lateraler Richtung, also quer zur Abstrahlrichtung, ganz durch das Substrat hindurch

erstrecken. Das kann auch bedeuten, dass das Filterelement dadurch hergestellt wird, dass es vollständig oder zumindest teilweise von der Unterseite her entfernt wird. Dadurch kann auch der Teil des Substrats, in dem die vom

5 Nebenemissionsbereich der Strahlungsauskopplfläche abgestrahlte kohärente elektromagnetische Strahlung innerhalb des Substrats geführt wird, entfernt werden, sodass kein Nebenemissionsbereich im obigen Sinne mehr vorhanden ist.

10 Weiterhin kann die zumindest eine Ausnehmung zumindest teilweise mit einem die kohärente elektromagnetische Strahlung absorbierenden Material und/oder einem Wärme leitenden Material gefüllt sein. Dadurch kann eine bessere Unterdrückung der vom Nebenemissionsbereich abgestrahlten

15 kohärenten elektromagnetischen Strahlung und/oder eine verbesserte Wärmeanbindung beispielsweise an eine Wärmesenke erzielt werden. Als geeignete Materialien für das absorbierende Material und/oder das Wärme leitende Material eignen sich die oben im Zusammenhang mit dem ersten und

20 zweiten Absorber genannten Materialien.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Ausnehmung eine Anchrägung des Substrats an der Strahlungsauskopplfläche. Zumindest ein Teil der Anchrägung

25 umfasst dabei den Nebenemissionsbereich, wohingegen sich die Anchrägung nicht bis zum Hauptemissionsbereich erstreckt. Dadurch kann mit Vorteil erreicht werden, dass die Nebenemission aus der Abstrahlrichtung der Hauptemission herausgelenkt wird und somit im wahrgenommenen Fernfeld nicht

30 mehr vorhanden ist.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im

Folgenden in Verbindung mit den Figuren 1A bis 12B beschriebenen Ausführungsformen.

Es zeigen:

5

Figuren 1A und 1B eine schematische Darstellung einer Halbleiterschichtenfolge zur Abstrahlung von kohärenter elektromagnetischer Strahlung sowie ein Fernfeldstrahlprofil, Figuren 2A bis 2C schematische Darstellungen von
10 Laserlichtquellen gemäß einiger Ausführungsbeispiele, Figuren 3 bis 11C schematische Darstellungen von Laserlichtquellen gemäß weiterer Ausführungsbeispiele und Figuren 12A und 12B Fernfeldstrahlprofile von Laserlichtquellen.

15

In den Ausführungsbeispielen und Figuren können gleiche oder gleich wirkende Bestandteile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind grundsätzlich
20 nicht als maßstabsgerecht anzusehen, vielmehr können einzelne Elemente, z. B. Schichten, Bauteile, Bauelemente und Bereiche, zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben dick oder groß dimensioniert dargestellt sein.

25

In Figur 1 ist eine Halbleiterschichtenfolge 1 zur Erzeugung von kohärenter elektromagnetischer Strahlung gezeigt. Rein beispielhaft ist dabei eine Halbleiterschichtenfolge 1
30 gezeigt, die auf einem Nitrid-Halbleitersystem basiert. Alternativ dazu kann die Halbleiterschichtenfolge auch andere, im allgemeinen Teil beschriebene Materialsysteme aufweisen oder aus solchen bestehen.

Die Halbleiterschichtenfolge 1 weist ein etwa 110 µm dickes n-dotiertes GaN-Substrat 2 auf, auf dem ein aktiver Bereich 3 epitaktisch abgeschieden ist. Der aktive Bereich 3 umfasst mehrere Einzelschichten, die der Übersichtlichkeit halber nicht gezeigt sind. Der aktive Bereich 3 weist insbesondere eine aktive Schicht zwischen n- und p-Mantel- und Wellenleiterschichten auf, die im gezeigten Ausführungsbeispiel auf einem GaN-Verbindungshalbleitersystem basieren und Eigenschaften und Zusammensetzungen aufweisen, wie im allgemeinen Teil beschrieben ist. Der aktive Bereich 3 ist als Stegwellenleiter strukturiert, über dessen Seitenflanken eine Passivierungsschicht 7, beispielsweise mit SiO_x, AlO_x und/oder SiNi abgeschieden ist.

Zur elektrischen Kontaktierung weist die Halbleiterschichtenfolge 1 auf der Passivierungsschicht 7 und dem aktiven Bereich 3 einen Kontaktschichtenstapel 8 mit einer Mehrzahl von Schichten auf, die beispielsweise Nickel, Platin, Palladium, Titan und/oder Gold aufweisen können, während auf der dem aktiven Bereich 3 abgewandten Substratunterseite eine weitere elektrische Kontaktschichtenfolge 9 mit einer Mehrzahl von metallischen Schichten aufgebracht ist. Der Aufbau der in Figur 1A gezeigten, als kantenemittierender Halbleiterlaser mit einer Stegwellenleiterstruktur ausgeführten Halbleiterschichtenfolge sowie Modifikationen dieser sind dem Fachmann bekannt und werden daher hier nicht weiter ausgeführt. Insbesondere sind die folgenden Ausführungsbeispiele nicht auf die in Figur 1A gezeigte Halbleiterschichtenfolge 1 festgelegt.

Die Halbleiterschichtenfolge in Figur 1A ist in einer Frontdarstellung mit Sicht auf die Strahlungsauskopplfläche 4 dargestellt. Diese kann, wie beispielsweise auch eine der Strahlungsauskopplfläche 4 gegenüberliegende

5 Rückseitenfläche der Halbleiterschichtenfolge 1 eine oder mehrere Spiegel- und/oder Passivierungsschichten aufweisen (nicht gezeigt). Im aktiven Bereich 3 ist ein Hauptemissionsbereich 5 mittels einer gestrichelten Linie angedeutet, in dem kohärente elektromagnetische Strahlung im

10 Betrieb mit einer Abstrahlrichtung abgestrahlt wird, die in der gezeigten Darstellung senkrecht zur Papierebene aus dieser heraus ragt. Die Strahlungsauskopplfläche 4 ist somit durch eine Seitenfläche der Halbleiterschichtenfolge 1 gebildet, die eine Seitenfläche des aktiven Bereichs 3 sowie

15 eine Seitenfläche des Substrats 2 umfasst. Auf der Seitenfläche des Substrats 2 ist ein Nebenemissionsbereich 6 mittels einer gestrichelten Linie angedeutet, der vertikal zum Hauptemissionsbereich 5 versetzt ist und räumlich von diesem getrennt ist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel weist

20 der Nebenemissionsbereich 6 einen Abstand von etwa 80 Mikrometer zum Hauptemissionsbereich 5 in vertikaler Richtung, also in einer Richtung entlang der Aufwachsrichtung des aktiven Bereichs 3, auf. Die vom Nebenemissionsbereich 6 abgestrahlte kohärente elektromagnetische Strahlung ergibt

25 sich durch eine zusätzliche Mode in der Halbleiterschichtenfolge 1, die im Substrat 2 geführt wird. Die Halbleiterschichtenfolge 1 kann je nach Zusammensetzung der Materialien des aktiven Bereichs 3 beispielsweise als grüne, blaue oder ultraviolette Laserdiode ausgeführt sein.

30

In Figur 1B ist ein vertikales Fernfeldstrahlprofil 101 der von der Halbleiterschichtenfolge in Figur 1A abgestrahlten kohärenten elektromagnetischen Strahlung gezeigt. Auf der

horizontalen X-Achse ist dabei der Abstrahlwinkel Φ in Grad relativ zur Abstrahlrichtung gezeigt. Auf der vertikalen Y-Achse ist die relative Intensität der abgestrahlten kohärenten elektromagnetischen Strahlung in beliebigen

5 Einheiten aufgebracht. Erkennbar ist bei 0° , also entlang der Abstrahlrichtung, ein Maximum, das der maximal abgestrahlten Intensität von kohärenter elektromagnetischer Strahlung vom Hauptemissionsbereich 5 entspricht. Daneben ist unter einer

10 Richtung, die etwa 20° gegen die Abstrahlrichtung der Hauptemission geneigt ist, ein Seitenpeak 102 erkennbar, der durch kohärente elektromagnetische Strahlung hervorgerufen wird, die vom Nebenemissionsbereich 6 abgestrahlt wird. Die Nebenemission weist dabei eine geringere Intensität als die Hauptemission entlang der Abstrahlrichtung auf.

15

In den folgenden Figuren ist die Halbleiterschichtenfolge 1 jeweils in einer schematischen Darstellung gezeigt, die einem vertikalen Schnitt durch die Halbleiterschichtenfolge 1 in Figur 1A durch den Hauptemissionsbereich 5 und den

20 Nebenemissionsbereich 6 entspricht. Der Übersichtlichkeit halber sind in den folgenden Figuren von der Halbleiterschichtenfolge 1 lediglich das Substrat 2 und der aktive Bereich 3 gezeigt, wohingegen der Hauptemissionsbereich 5, der Nebenemissionsbereich 6, die

25 elektrischen Kontaktschichtenfolgen 8, 9 sowie elektrische Anschlussmöglichkeiten wie etwa Bonddrähte und/oder Lötmitel nicht gezeigt sind.

Die Laserlichtquelle gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur

30 2A weist zusätzlich zur Halbleiterschichtenfolge 1 eine Wärmesenke 14 auf, auf der die Halbleiterschichtenfolge 1 mit der dem aktiven Bereich 3 gegenüberliegenden Substratunterseite aufgelötet ist. Die Wärmesenke 14 weist

ein Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit auf, so dass die im Betrieb in der Halbleiterschichtenfolge 1 entstehende Wärme effizient abgeleitet werden kann. Zusammen mit der Wärmesenke 14 ist die Halbleiterschichtenfolge 1 auf einem Träger 15
5 aufgebracht, der beispielsweise ein Teil eines Gehäuses sein kann, insbesondere beispielsweise eines üblichen Laserdioden-Packages wie etwa eines TO38-Packages.

Weiterhin sind die Strahlungsauskopplfläche 4 sowie die vom
10 Hauptemissionsbereich 5 abgestrahlte kohärente elektromagnetische Strahlung 10 gezeigt, die entlang der Abstrahlrichtung 11 in einem Abstrahlkegel emittiert wird, durch den sich das in Figur 1B gezeigte vertikale Fernfeldstrahlprofil ohne den Seitenpeak 102 ergibt.

15 Weiterhin ist auch die vom Nebenemissionsbereich 6 der Strahlungsauskopplfläche 4 emittierte kohärente Strahlung gezeigt, die hinsichtlich ihrer Abstrahlrichtung einen Winkel θ_1 mit der Abstrahlrichtung 11 der Hauptemission 10 einschließt, wobei der Winkel θ_1 dem in Figur 1B gezeigten
20 Winkel Φ entspricht. Wie in Figur 1B gezeigt ist, wird die Nebenemission 12 unter einem Winkel von etwa 20 Grad zur Abstrahlrichtung 11 der Hauptemission 10 abgestrahlt. Der Winkel θ_1 ist dabei rein beispielhaft zu verstehen und nicht beschränkend für das hier gezeigte sowie die folgenden
25 Ausführungsbeispiele zu sehen. Vielmehr können die Halbleiterschichtenfolgen 1 der hier gezeigten Laserlichtquellen vom Nebenemissionsbereich 6 kohärente elektromagnetische Strahlung 12 auch unter anderen Winkeln relativ zur Abstrahlrichtung 11 emittieren.

30

Die Laserlichtquelle gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 2A weist weiterhin ein Filterelement 13 auf, das als Teil der der Halbleiterschichtenfolge 1 zugewandten Oberfläche der

Wärmesenke 14 ausgeführt ist. Der als Filterelement 13 ausgeführte Oberflächenbereich 131 der Wärmesenke 14 weist dabei eine Länge 90 auf, die derart gewählt ist, dass die vom Nebemissionsbereich 6 abgestrahlte kohärente elektromagnetische Strahlung 12 auf das Filterelement 13 trifft. Dadurch kann die Nebemission 12 effektiv abgeschattet werden. Der erforderliche Mindestabstand der der Strahlungsausstrahlfläche 4 in Abstrahlrichtung 11 nachgeordneten Kante der Wärmesenke 14, also das erforderliche Mindestmaß der Länge 90, ist abhängig vom Abstand des Nebemissionsbereichs 6 zur dem aktiven Bereich 3 gegenüber liegenden Unterseite der Halbleiterschichtenfolge 1 und dem Winkel 91 zwischen der Abstrahlrichtung der Nebemission 12 und der Abstrahlrichtung 11 der Hauptemission 10. Bezeichnet man die Höhe des Nebemissionsbereichs 6 über der Halbleiterschichtenfolgenunterseite mit h , den Winkel 91 mit Φ und die Länge 90 mit a , so ergibt sich als Mindestmaß für die Länge 90 beziehungsweise a :

20

$$a > h/\tan \Phi$$

Für typische Winkel 91 beziehungsweise Φ und typische Halbleiterschichtenfolgen 1 ergeben sich für die Länge 90 beziehungsweise a Werte zwischen etwa 27 Mikrometer und etwa 165 Mikrometer. Als besonders geeignet hat sich eine Länge 90 beziehungsweise a von etwa 150 Mikrometer erwiesen. Die Länge 90 beziehungsweise a ist dabei noch klein genug, um den Emissionskegel der Hauptemission 10 nicht oder nur unwesentlich einzuschränken.

30

In den Figuren 12A und 12B sind jeweils eine Mehrzahl von vertikalen Fernfeldstrahlprofilen 121 der von

Laserlichtquellen abgestrahlten kohärenten elektromagnetischen Strahlung gezeigt, wobei in Figur 12A Laserlichtquellen mit üblichen Wärmesenken verwendet wurden, die nur etwa 20 μm über die Strahlungsauskopplfläche 4 in Abstrahlrichtung hinausragt, während für die Messungen in Figur 12B Wärmesenken gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 2A mit einer Länge 90 von etwa 150 μm verwendet wurde. Gut zu erkennen ist im Vergleich der Figuren 12A und 12B, dass im Winkelbereich 122 zwischen etwa 20° und etwa 30° durch das durch den Oberflächenbereich 131 der Wärmesenke 14 gebildete Filterelement 13 die Nebenemission 12 sehr effektiv abgeschattet wird und auch keine Reflexionen dieser erkennbar sind. Vertikale Fernfeldstrahlprofile, wie sie in Figur 12B gezeigt sind, eignen sich im Vergleich zu den Fernfeldstrahlprofilen 121 gemäß Figur 12A beispielsweise für Projektionsanwendungen, da die von den Laserlichtquellen abgestrahlte kohärente elektromagnetische Strahlung jeweils ein gaußförmiges Strahlprofil ohne Nebenpeaks zeigt.

Wie in Figur 2A gezeigt ist, weist das Filterelement 13 eine Haupterstreckungsebene auf, die parallel zur Abstrahlrichtung 11 der Hauptemission 10 ist.

Zur Unterdrückung möglicher Reflexionen an dem als Filterelement 13 ausgeführten Oberflächenbereich 131 der Wärmesenke 14 kann gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 2B zusätzlich auf der Wärmesenke 14 ein Absorber 132 aufgebracht sein, der sich flächig und parallel zur Abstrahlrichtung 11 von der Strahlungsauskopplfläche 4 weg erstreckt. Der Absorber 132 kann dabei eines der oben im allgemeinen Teil genannten Materialien aufweisen, die geeignet sind, die von der Halbleiterschichtenfolge 1 erzeugte kohärente elektromagnetische Strahlung 12 zu absorbieren.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 2C kann als Filterelement auf der Wärmesenke auch eine Diode oder, wie gezeigt, eine Fotodiode 133 als Filterelement aufgebracht
5 sein. Dadurch kann die vom Nebenemissionsbereich 6 emittierte kohärente elektromagnetische Strahlung 12 genutzt werden, um die Ausgangsleistung der Halbleiterschichtenfolge 1 und damit der Laserlichtquelle zu messen. Die Fotodiode 133 kann weiterhin auch als ESD-Diode mit der Halbleiterschichtenfolge
10 1 verschaltet sein. Alternativ dazu kann anstelle der Fotodiode 133 auch eine ESD-Schutzdiode ohne Monitoringfunktion als Filterelement 13 genutzt werden. Die Anpassung der korrekten Höhe der Fotodiode 133 kann über eine Stufe in der Wärmesenke 114 erfolgen (nicht gezeigt), so dass
15 keine Abschattung der vom Hauptemissionsbereich 5 abgestrahlten kohärenten elektromagnetischen Strahlung 10 erfolgt.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 3 weist die Wärmesenke
20 14 eine Stufe 141 auf, die eine der Halbleiterschichtenfolge 1 zugewandte Seitenfläche aufweist, auf der ein als Filterelement 13 ausgeführter Absorber 132 aufgebracht ist. Die Höhe der Stufe ist dabei derart angepasst, dass die vom Hauptemissionsbereich 5 emittierte kohärente
25 elektromagnetische Strahlung 10 nicht oder nur unwesentlich abgeschattet wird. Alternativ zum gezeigten Ausführungsbeispiel kann auch die der Halbleiterschichtenfolge 1 zugewandte Seitenfläche der Stufe 141 das Filterelement bilden, ohne dass ein Absorber 132
30 darauf angeordnet ist.

In Figur 4A ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Laserlichtquelle gezeigt, bei dem das Filterelement 13 als

Absorber 132 ausgeführt ist, der unmittelbar auf der Strahlungsauskopplfläche 4 angeordnet ist. Der Absorber 132 kann dabei eines der oben im allgemeinen Teil genannten Materialien aufweisen. Wird als Absorbermaterial ein elektrisch leitendes Material wie etwa ein Metall verwendet, so kann eine Kurzschlussgefahr der Halbleiterschichtenfolge 1 dadurch ausgeschlossen werden, dass die Strahlungsauskopplfläche 4 mittels einer oder mehrerer Passivierungsschichten passiviert und damit elektrisch isoliert ist. Wird als Absorbermaterial ein Dielektrikum wie etwa eines der im allgemeinen Teil genannten Oxide oder Oxinitride aufgebracht, so kann zur Steigerung beziehungsweise zur Steuerung der absorbierenden Wirkung des Filterelements 13 der Absorber 132 partiell unter Sauerstoffmangel abgeschieden werden. Mittels anschließendem Tempern in einer O₂-Atmosphäre kann die Absorption wieder verringert werden, so dass über den Sauerstoffgehalt und die Temperbedingungen der Absorptionsgrad des Absorbers 132 einstellbar ist. Der Absorber 132 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel derart auf der Strahlungsauskopplfläche 4 der Halbleiterschichtenfolge 1 aufgebracht, dass lediglich der Nebenemissionsbereich 6 bedeckt ist, der Hauptemissionsbereich 5 hingegen frei bleibt.

Wie im Ausführungsbeispiel der Figur 4B gezeigt ist, kann zusätzlich zu einem ersten Absorber 132 auf der Strahlungsauskopplfläche 4 ein zweiter Absorber 134 auf der der Strahlungsauskopplfläche 4 gegenüberliegenden Rückseitenfläche 16 aufgebracht werden. Alternativ dazu ist es auch möglich, dass nur auf der Rückseitenfläche 16 ein Absorber 134 als Filterelement 13 aufgebracht ist. Für den zweiten Absorber 134 gilt das vorab für den ersten Absorber 132 gesagte ebenso.

In den Figuren 5A und 5B ist ein Verfahren gezeigt, bei dem eine Absorberschicht 132 derart auf der Strahlungsauskopplfläche 4 aufgebracht wird, dass der Absorber 132 die Strahlungsauskopplfläche 4 gänzlich bedeckt. Der Absorber 132 kann dabei eine Polymerschicht, eine kohlenstoffhaltige Schicht, eine absorbierende Oxidschicht und/oder eine dünne Metallschicht aufweisen, deren Dicke derart gering ist, dass der Absorber 132 bei Inbetriebnahme der Halbleiterschichtenfolge 1 durch die vom Hauptemissionsbereich 5 emittierte kohärente elektromagnetische Strahlung 10 zumindest teilweise oder auch gänzlich weggebrannt oder in der Absorptivität derart verändert wird, dass die Hauptemission 12 von der Laserlichtquelle abgestrahlt werden kann. Die Dicke des Absorbers 132 ist weiterhin derart angepasst, dass die Intensität der vom Nebenemissionsbereich 6 abgestrahlten kohärenten elektromagnetischen Strahlung 10 nicht ausreicht, um den Absorber 132 wegzubrennen. Dadurch kann ein Filterelement 13 in Form einer selbstjustierenden Blende auf der Strahlungsauskopplfläche 4 hergestellt werden. Das Wegbrennen beziehungsweise Ausbleichen des Absorbers 132 kann in einer kontrollierten Atmosphäre, beispielsweise einer O₂- oder einer O₃-Atmosphäre, stattfinden.

In den Figuren 6A und 6B ist ein ähnliches Verfahren gezeigt, wobei im Vergleich zu den Figuren 5A und 5B zusätzlich zum ersten Absorber 132 auf der Strahlungsauskopplfläche 4 ein zweiter Absorber 134 auf der der Strahlungsauskopplfläche 4 gegenüber liegenden Rückseitenfläche 16 der Halbleiterschichtenfolge 1 aufgebracht wird. Je nach Ausgestaltung der Rückseitenfläche 16 der Halbleiterschichtenfolge 1 kann bei Inbetriebnahme der Halbleiterschichtenfolge 1 auch der zweite Absorber 134 in

einem Bereich, der dem Hauptemissionsbereich 5 der Strahlungsauskopplungsfläche 4 auf der Rückseitenfläche 16 gegenüberliegt, weggebrannt werden.

5 Im Ausführungsbeispiel der Figuren 7A und 7B sind eine Schnittdarstellung einer Laserlichtquelle beziehungsweise eine Frontansicht auf die Strahlungsauskopplungsfläche 4 einer zugehörigen Halbleiterschichtenfolge 1 gezeigt, wobei das Filterelement 13 in diesem Ausführungsbeispiel als
10 absorbierendes halbleitendes Material 135 ausgebildet ist, das zwischen dem Hauptemissionsbereich 5 und dem Substrat 2 angeordnet ist. Dazu kann während des epitaktischen Wachstums des aktiven Bereichs 3 eine dünne Schicht aus dem absorbierenden, halbleitenden Material 135 auf dem Substrat 2
15 aufgebracht werden. Weist die Halbleiterschichtenfolge 1 beispielsweise wie in Figur 1A gezeigt eine Nitrid-basiertes Verbindungshalbleitersystem auf, kann die Absorberschicht mit dem absorbierenden, halbleitenden Material 135 beispielsweise als InGaN-Schicht mit
20 defektreichen Gebieten ausgebildet werden, die beispielsweise durch Tempern herstellbar sind, oder als InGaN-Schicht mit InGaN-Inhomogenitäten, die durch entsprechende Aufwuchsbedingungen herstellbar sind. Alternativ dazu kann die Absorberschicht mit dem absorbierenden, halbleitenden
25 Material 135 auch eine Mehrzahl von Schichten aus absorbierenden, halbleitenden Materialien aufweisen.

Durch das absorbierende, halbleitende Material 135 kann eine Ausbreitung von kohärenter elektromagnetischer Strahlung in
30 das Substrat 2 verhindert oder zumindest vermindert werden, so dass im Nebenemissionsbereich 6 keine oder eine intensitätsschwächere kohärente elektromagnetische Strahlung 12 abgestrahlt werden kann.

Zusätzlich kann auf der dem aktiven Bereich 3 abgewandten Seite der Absorberschicht 135 eine oder mehrere reflektierende Schichten oder eine reflektierende Schichtenfolge angeordnet sein, durch die kohärente elektromagnetische Strahlung, die die Absorberschicht 135 in einem ersten Durchgang durchdringen kann, wieder zurück zur Absorberschicht 135 reflektiert wird und dort in einem zweiten Durchgang absorbiert werden kann.

10

In Figur 8A ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Laserlichtquelle gezeigt, bei der das Filterelement 13 zumindest eine Ausnehmung 136 im Substrat 2 umfasst, die in der dem aktiven Bereich 3 gegenüberliegenden Unterseite des Substrats 2 angeordnet ist. Wie im Ausführungsbeispiel in Figur 8A gezeigt ist, kann das Filterelement 13 auch eine Mehrzahl solcher Ausnehmungen 136 im Substrat 2 aufweisen. Die eine oder die Mehrzahl von Ausnehmungen 136 können dabei, wie in den Figuren 8B bis 8E gezeigt ist, als Bohrungen in Form von Kanälen senkrecht zur Haupterstreckungsrichtung der Halbleiterschichtenfolge, also in vertikaler Richtung, ausgebildet sein (Figur 8B) oder können als Kanäle in der Haupterstreckungsebene der Halbleiterschichtenfolge 1 und damit senkrecht zur vertikalen Richtung gerade, schräg oder auch geknickt angeordnet sein (Figuren 8C, 8D und 8E). Die eine oder die Mehrzahl von Ausnehmungen 136 können dabei frei von Material sein (nicht gezeigt) oder, wie vorliegend gezeigt, mit einem Absorbermaterial 132 zumindest teilweise oder gänzlich gefüllt sein. Als Absorbermaterial eignet sich eines der oben genannten Materialien. Alternativ oder zusätzlich können die Ausnehmungen 136 auch mit einem gut wärmeleitenden Material zumindest teilweise oder gänzlich gefüllt sein. Besonders vorteilhaft ist hier galvanisch

30

abgeschiedenes Gold, das sowohl eine gute Wärmeleitung als auch eine hohe Absorption aufweisen.

Die eine Ausnehmung 136 oder die Mehrzahl von Ausnehmungen
5 136 ragen dabei derart weit in das Substrat 2 von der
Unterseite her hinein, dass sie in vertikaler Richtung mit
dem Nebenemissionsbereich 6 überlappen, so dass eine
Ausbreitung von kohärenter elektromagnetischer Strahlung im
Substrat 2 in diesem Bereich unterdrückt oder sogar
10 verhindert werden kann.

Die Ausnehmungen 136 sind beispielsweise durch Ansägen, durch
eine Fototechnik und Trockenätzen oder Nassätzen oder andere
bekannte Strukturierungsmethoden herstellbar. Wie in den
15 Figuren 8A bis 8E gezeigt ist, können die Ausnehmungen 136
dabei periodisch und regelmäßig im Substrat verteilt sein.
Alternativ dazu kann, wie in den Figuren 9A bis 9D gezeigt
ist, die Mehrzahl von Ausnehmungen 136, die das Filterelement
13 bilden, derart im Substrat verteilt sein, dass keine
20 periodische Struktur gebildet wird. Ansonsten gilt für die in
den Figuren 9A bis 9D gezeigten Ausführungsbeispiele das zu
den Figuren 8A bis 8E Gesagte.

Alternativ oder zusätzlich zu den Ausnehmungen 136, die in
25 Figuren 8A bis 9D gezeigt sind, kann das Filterelement 13
auch zumindest eine Ausnehmung aufweisen, die sich von der
Strahlungsauskopplfläche entlang der Abstrahlrichtung 11 bis
zu der Strahlungsauskopplfläche 4 gegenüberliegenden
Rückseitenfläche erstreckt.

30

Im Ausführungsbeispiel in Figur 10 ist eine Laserlichtquelle
mit einer Halbleiterschichtenfolge 1 gezeigt, bei der sich
die Ausnehmung 136 über die ganze Haupterstreckungsebene des

Substrats 2 erstreckt, so dass das Substrat 2 in seiner Dicke derart reduziert ist, dass der Nebenemissionsbereich 6 entfernt ist. Neben einem solchen partiellen Entfernen des Substrats 2 kann das Substrat 2 auch komplett beziehungsweise 5 bis auf eine Mindestrestdicke von wenigen Mikrometern entfernt werden.

In den Figuren 11A bis 11C sind weitere Ausführungsbeispiele für Laserlichtquellen gezeigt, bei denen das Filterelement 13 10 als Ausnehmung im Substrat 2 ausgeführt ist, wobei die Ausnehmung jeweils als Anschrägung 137 in der Strahlungsauskopplungsfläche 4 ausgebildet ist. Dabei ist der Nebenemissionsbereich 6 durch zumindest einen Teil der Anschrägung 137 gebildet, wodurch erreicht wird, dass die vom 15 Nebenemissionsbereich 6 emittierte kohärente elektromagnetische Strahlung 12 weiter aus der Emissionsrichtung der Hauptemission 10 entlang der Abstrahlrichtung 11 heraus gelenkt wird und so im Fernfeld nicht mehr vorhanden ist. Dabei kann wie in Figur 11A gezeigt 20 ein Oberflächenbereich 131 der Wärmesenke 14 oder auch ein zusätzlicher Absorber oder eine Diode oder Fotodiode wie in den Ausführungsbeispielen gemäß der Figuren 2A bis 2C einen zusätzlichen Teil des Filterelements 13 ausbilden. Wie in den Figuren 11B und 11C gezeigt ist, kann sich die 25 Halbleiterschichtenfolge 1 auch über die Wärmesenke 14 und den Träger 15 hinweg strecken.

Alternativ zu der in den Ausführungsbeispielen gezeigten Montage der Halbleiterschichtenfolge 1 mit dem Substrat 2 auf 30 der Wärmesenke 14 kann die Halbleiterschichtenfolge 1 auch mit dem Substrat 2 von der Wärmesenke 14 weggewandt auf der Wärmesenke 14 aufgebracht werden. Weist die Halbleiterschichtenfolge eine typische Aufwachsreihenfolge

auf, bei der auf dem Substrat 2 zuerst die n-leitenden Schichten und dann die p-leitenden Schichten des aktiven Bereichs 3 aufgewachsen sind, so spricht man in diesem Fall auch von einer so genannten p-side-down-Montage, während in
5 den Figuren rein beispielhaft eine p-side-up-Montage gezeigt ist.

Die in den gezeigten Ausführungsbeispielen und im allgemeinen Teil beschriebenen Filterelemente können auch miteinander
10 kombiniert werden, so dass eine Laserlichtquelle gemäß der vorliegenden Anmeldung auch eine Kombination der beschriebenen und gezeigten Filterelemente aufweisen kann.

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

Patentansprüche

1. Laserlichtquelle zur Abstrahlung von kohärenter elektromagnetischer Strahlung (10) mit einem vertikalen Fernfeldstrahlprofil (121), umfassend
- 5 - eine Halbleiterschichtenfolge (1) zur Erzeugung der kohärenten elektromagnetischen Strahlung mit einem aktiven Bereich (3) auf einem Substrat (2), wobei die kohärente elektromagnetische Strahlung im Betrieb mindestens von einem
- 10 Hauptemissionsbereich (5) einer Strahlungsauskopplfläche (4) mit einer Abstrahlrichtung (11) abgestrahlt wird und die Strahlungsauskopplfläche (4) durch eine Seitenfläche der Halbleiterschichtenfolge (1) gebildet ist, und
- ein Filterelement (13), das im Betrieb erzeugte kohärente
- 15 elektromagnetische Strahlung (12), die von einem zum Hauptemissionsbereich (5) vertikal versetzten und räumlich getrennten Nebenemissionsbereich (6) der Strahlungsauskopplfläche (4) abgestrahlt wird, im vertikalen Fernfeldstrahlprofil (121) unterdrückt.
- 20
2. Laserlichtquelle nach Anspruch 1, weiterhin umfassend eine Wärmesenke (14), wobei die Halbleiterschichtenfolge (1) und das Filterelement (13) jeweils auf der Wärmesenke (14) angeordnet sind.
- 25
3. Laserlichtquelle nach Anspruch 2, wobei sich das Filterelement (13) vertikal versetzt zum Hauptemissionsbereich (5) und zum Nebenemissionsbereich (6) von der Strahlungsauskopplfläche (4) weg erstreckt, wobei
- 30 das Filterelement (13) insbesondere eine Hauptersteckungsebene aufweisen kann, die parallel zur Abstrahlrichtung (11) ist.

4. Laserlichtquelle nach Anspruch 2, wobei die Wärmesenke (14) eine Stufe (141) aufweist und das Filterelement (13) auf einer der Halbleiterschichtenfolge (1) zugewandeten Seitenfläche der Stufe (141) angeordnet ist.

5

5. Laserlichtquelle nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei das Filterelement (13) einen Absorber (132), eine Diode und/oder eine Fotodiode (133) umfasst.

10 6. Laserlichtquelle nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Filterelement (13) zumindest eine Ausnehmung (136) in einer dem aktiven Bereich (3) gegenüberliegenden Unterseite des Substrats (2) umfasst.

15 7. Laserlichtquelle nach Anspruch 6, wobei die zumindest eine Ausnehmung (136) von der Strahlungsauskopplfläche (4) und/oder einer der Strahlungsauskopplfläche (4) gegenüberliegenden Rückseitenfläche (16) des Substrats (2) jeweils beabstandet ist.

20

8. Laserlichtquelle nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei die zumindest eine Ausnehmung (136) eine Mehrzahl von Ausnehmungen (136) umfasst, die in Abstrahlrichtung (11) nacheinander angeordnet sind.

25

9. Laserlichtquelle nach Anspruch 6, wobei sich die Ausnehmung (136) von der Strahlungsauskopplfläche (4) zu einer der Strahlungsauskopplfläche (4) gegenüberliegenden Rückseitenfläche (16) des Substrats (2) erstreckt.

30

10. Laserlichtquelle nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei die zumindest eine Ausnehmung (136) zumindest teilweise mit einem die kohärente elektromagnetische Strahlung

absorbierenden Material (132) und/oder einem wärmeleitenden Material gefüllt ist.

11. Laserlichtquelle nach Anspruch 6, wobei die Ausnehmung
5 eine Anschrägung (137) des Substrats (2) an der Strahlungsaustrittsfläche (4) umfasst und der Nebenemissionsbereich (6) durch zumindest einen Teil der Anschrägung (137) gebildet ist.
- 10 12. Laserlichtquelle nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Filterelement (13) zumindest eine Absorberschicht zwischen dem Hauptemissionsbereich (5) und dem Substrat (2) umfasst, die ein die kohärente elektromagnetische Strahlung absorbierendes, halbleitendes Material (135) aufweist.
- 15 13. Laserlichtquelle nach Anspruch 12, wobei zwischen der zumindest einen Absorberschicht und dem Substrat (2) eine reflektierende Schicht angeordnet ist.
- 20 14. Laserlichtquelle nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Filterelement (13) einen ersten Absorber (132) für die von der Halbleiterschichtenfolge (1) erzeugte kohärente elektromagnetische Strahlung unmittelbar auf der Strahlungsaustrittsfläche (4) und/oder einen zweiten Absorber
25 (134) unmittelbar auf einer der Strahlungsaustrittsfläche (4) gegenüberliegenden Rückseitenfläche (16) der Halbleiterschichtenfolge (1) aufweist.
- 30 15. Laserlichtquelle nach Anspruch 14, wobei die vom Hauptemissionsbereich (5) abgestrahlte elektromagnetische Strahlung zu einer selbstjustierenden Verringerung der Absorptionswirkung des ersten Absorbers (132) im Hauptemissionsbereich (5) und/oder des zweiten Absorbers

(134) in einem dem Hauptemissionsbereich (5) gegenüberliegenden Bereich führt.

FIG 1A

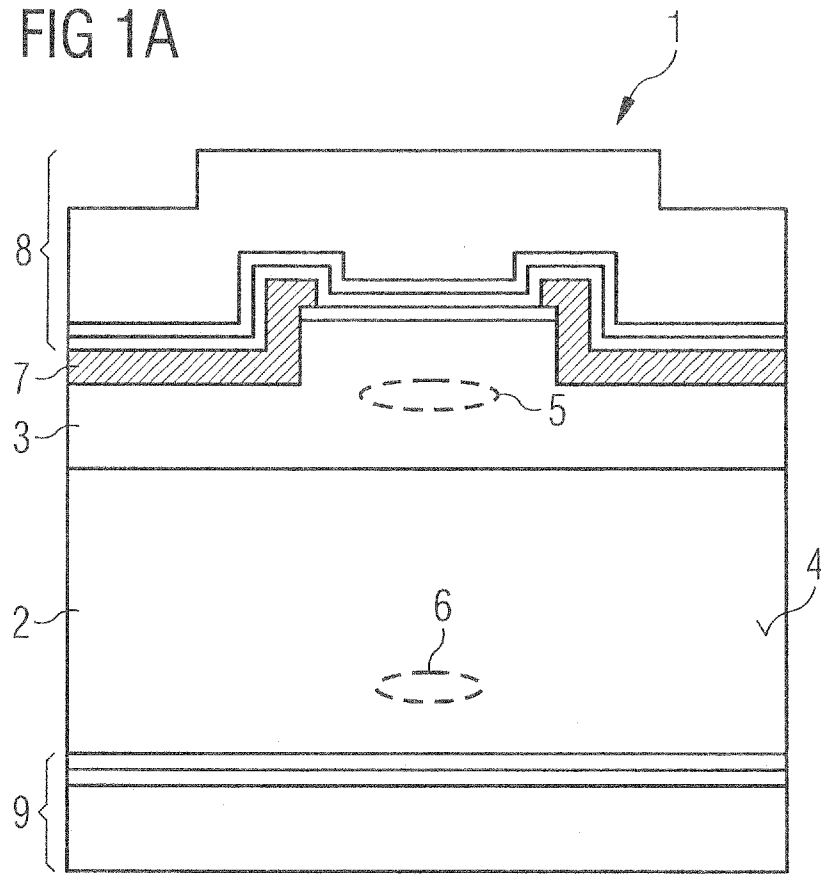


FIG 1B

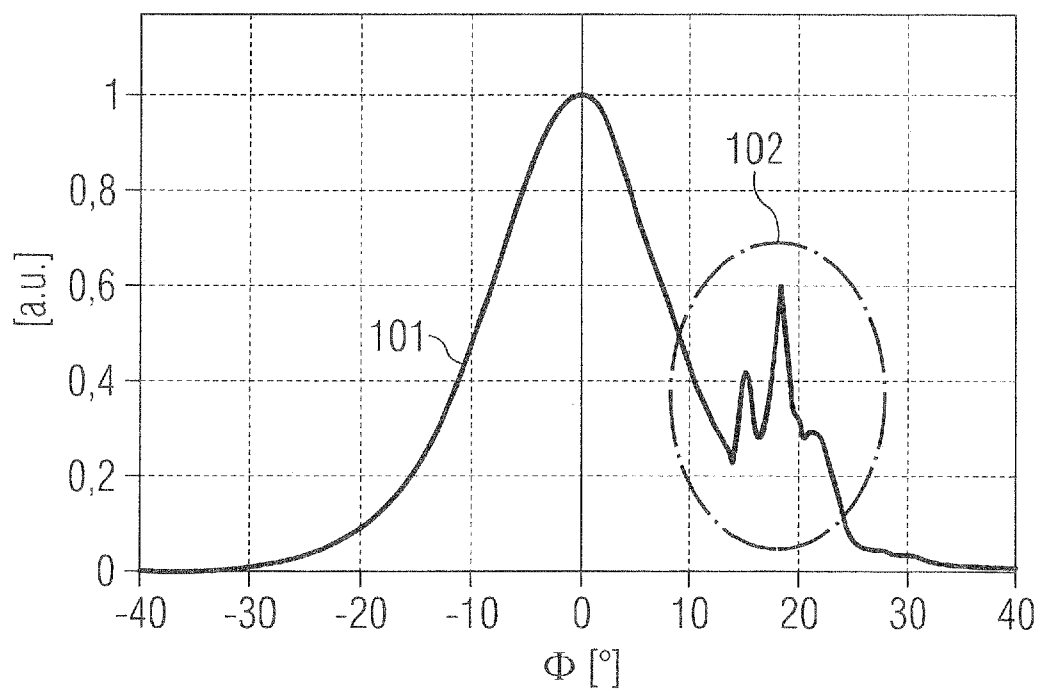


FIG 2A

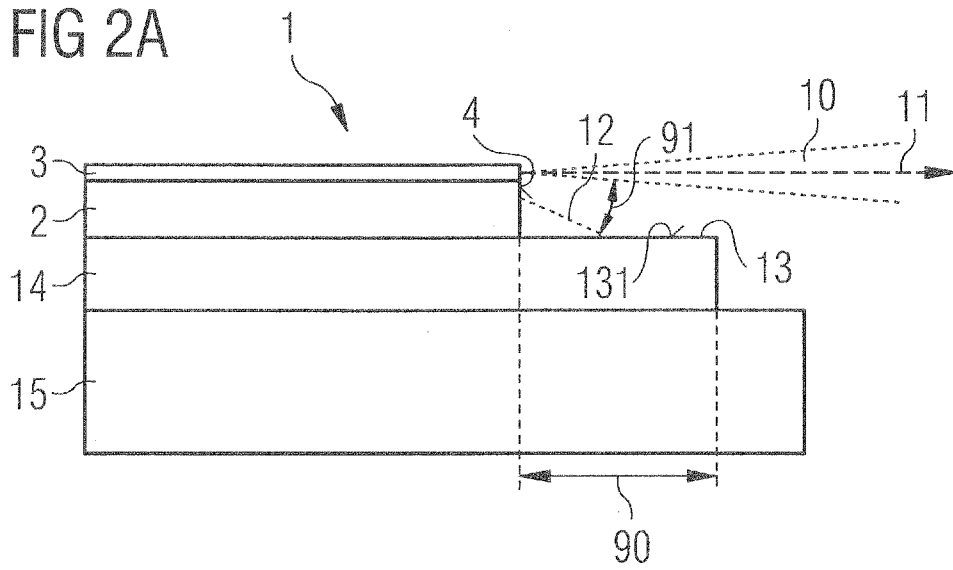


FIG 2B

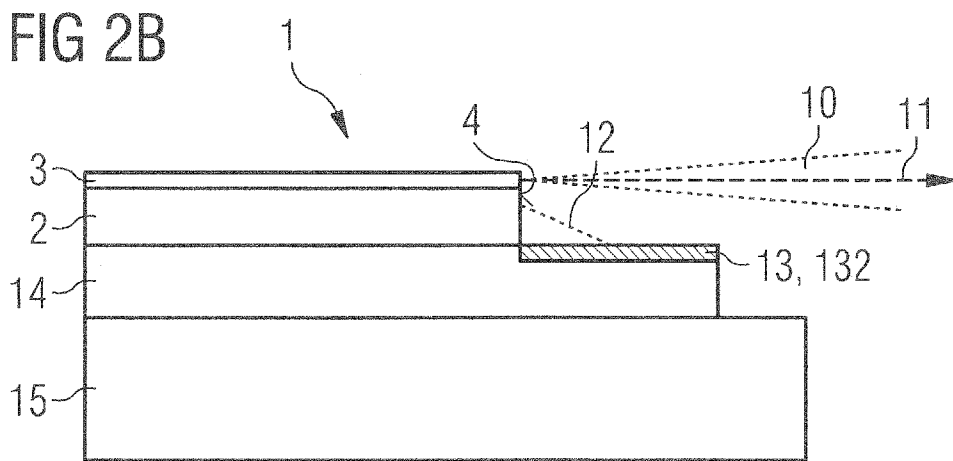


FIG 2C

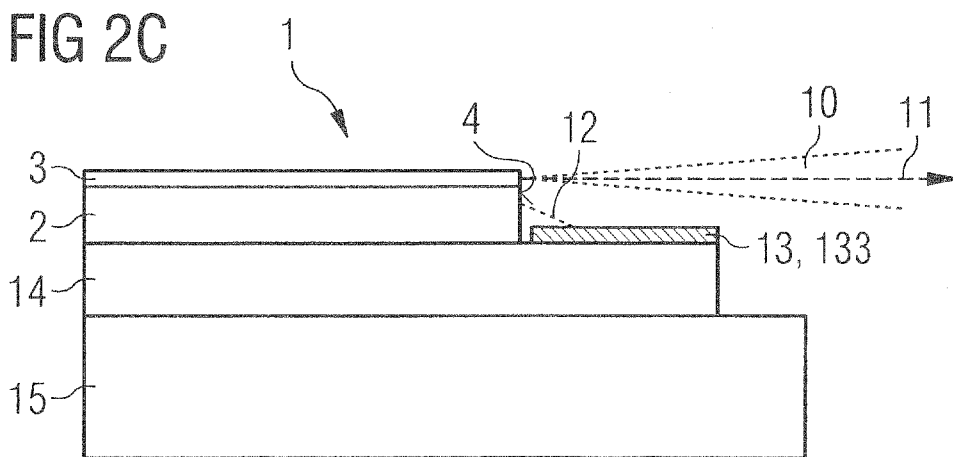


FIG 3

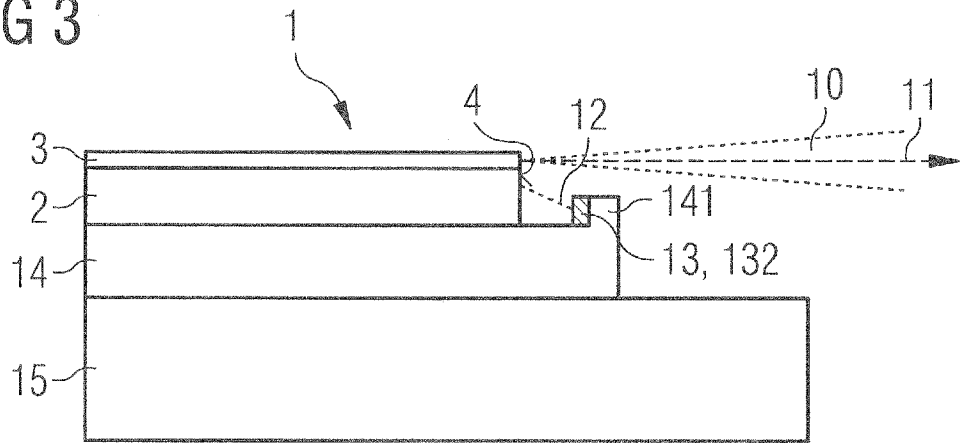


FIG 4A

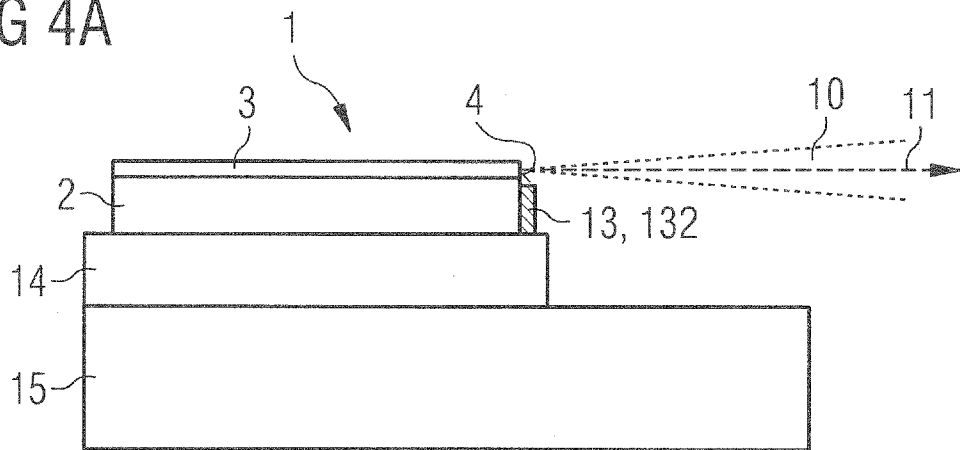


FIG 4B

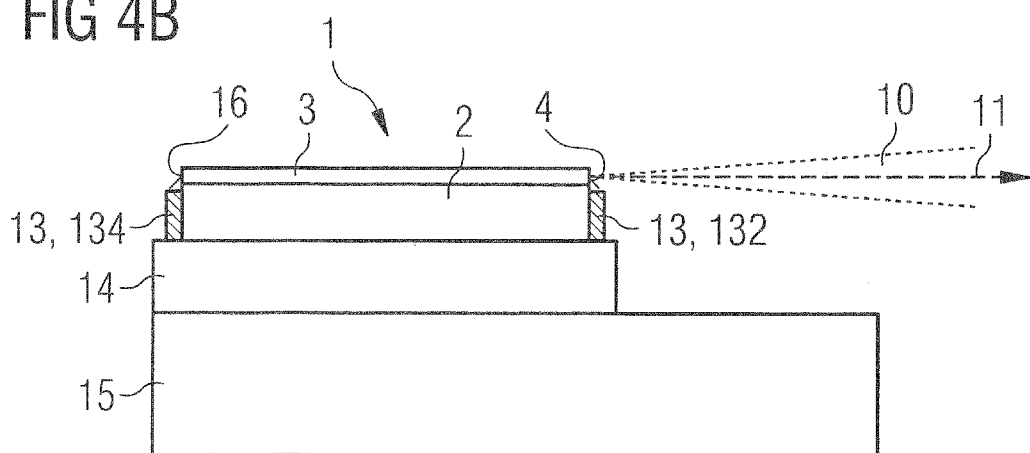


FIG 5A

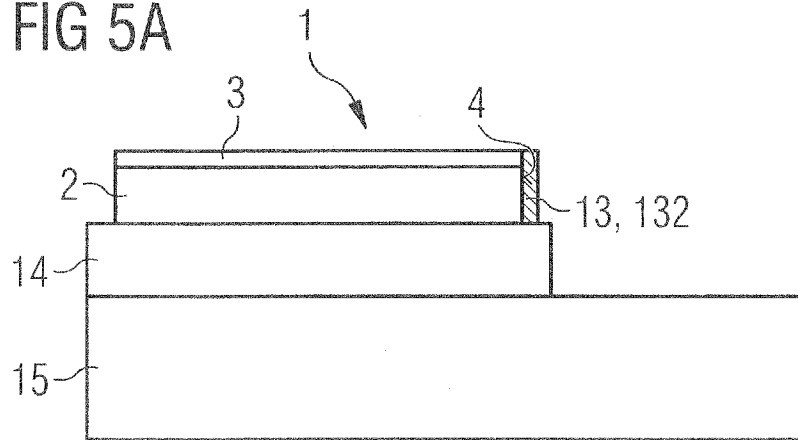


FIG 5B

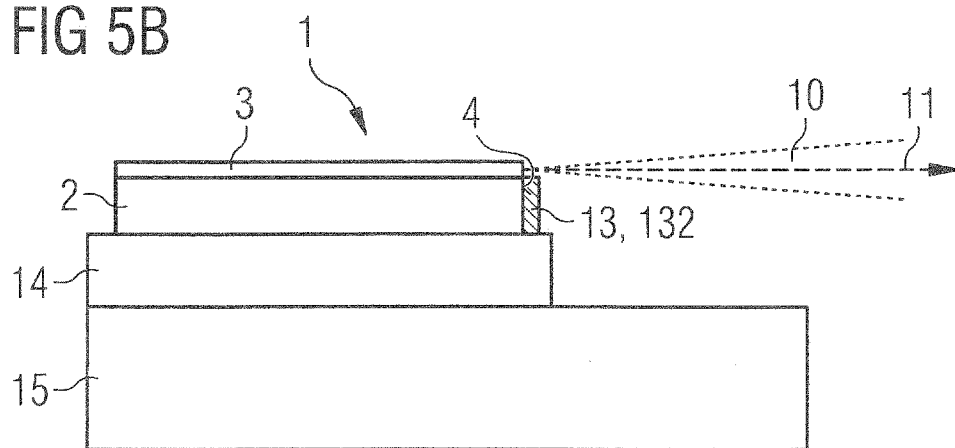


FIG 6A

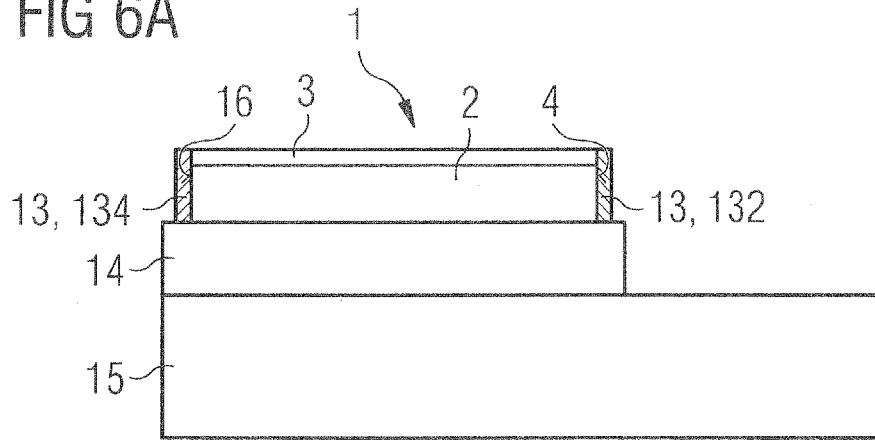


FIG 6B

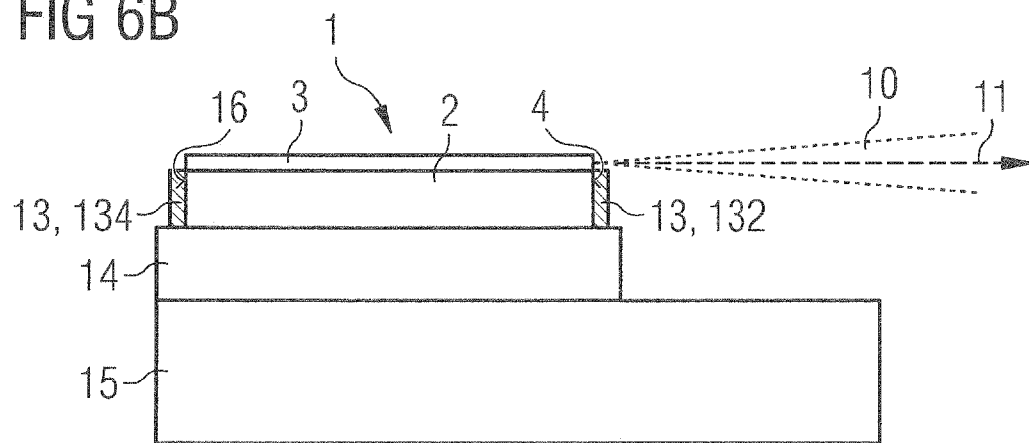


FIG 8A

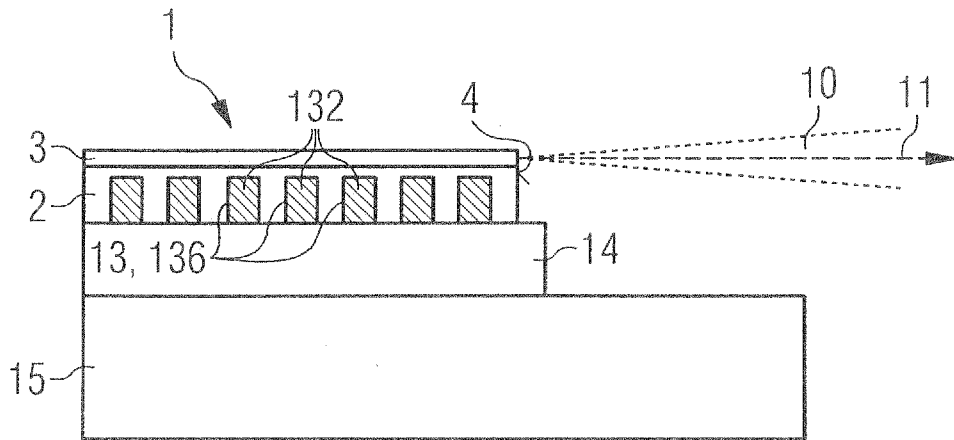


FIG 8B

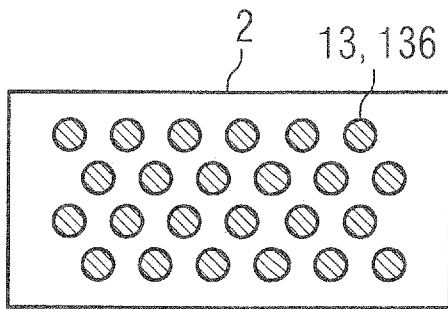


FIG 8C

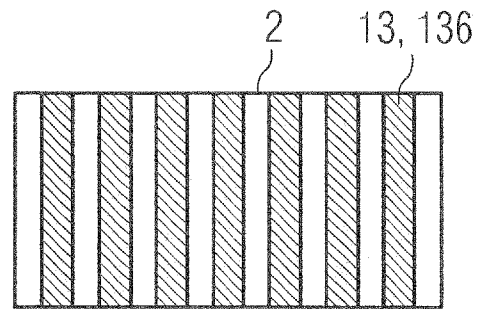


FIG 8D

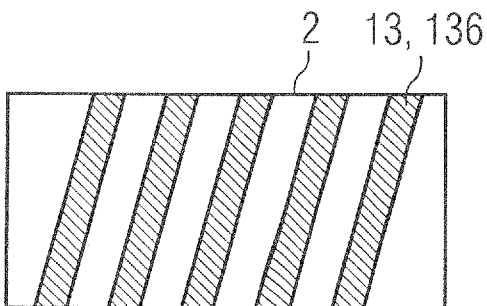


FIG 8E

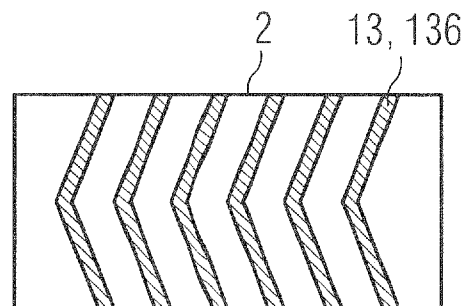


FIG 9A

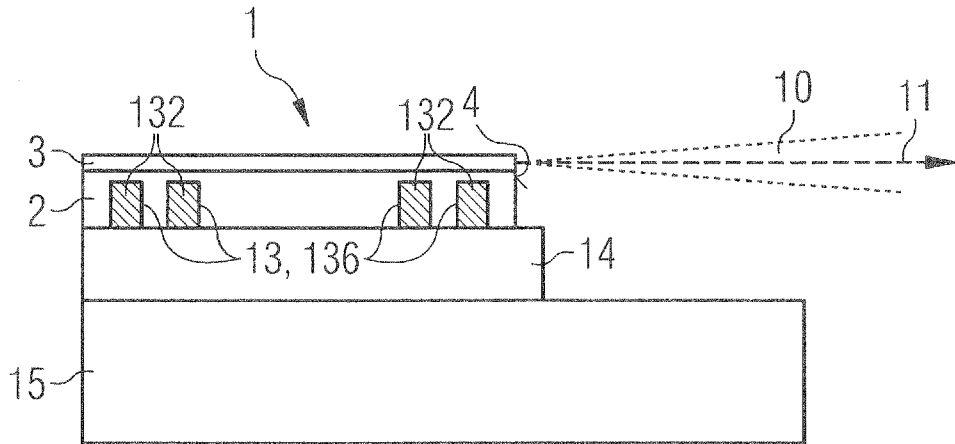


FIG 9B

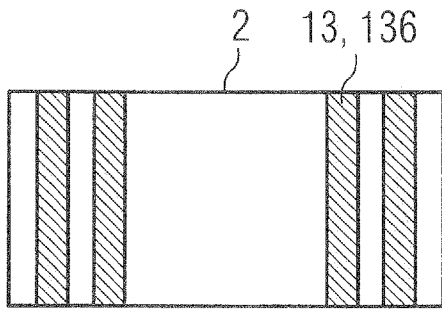


FIG 9C

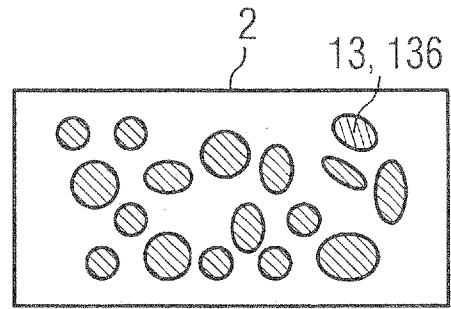


FIG 9D

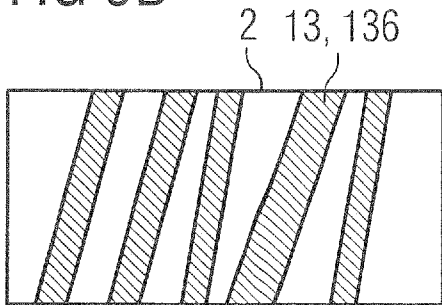


FIG 10

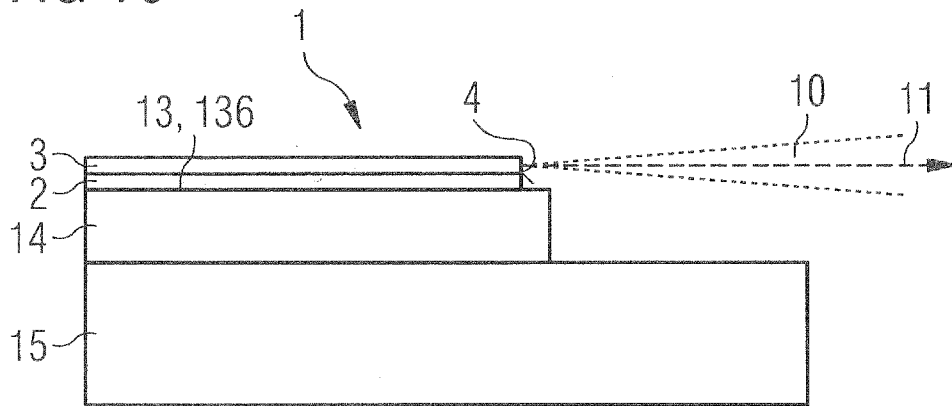


FIG 11A

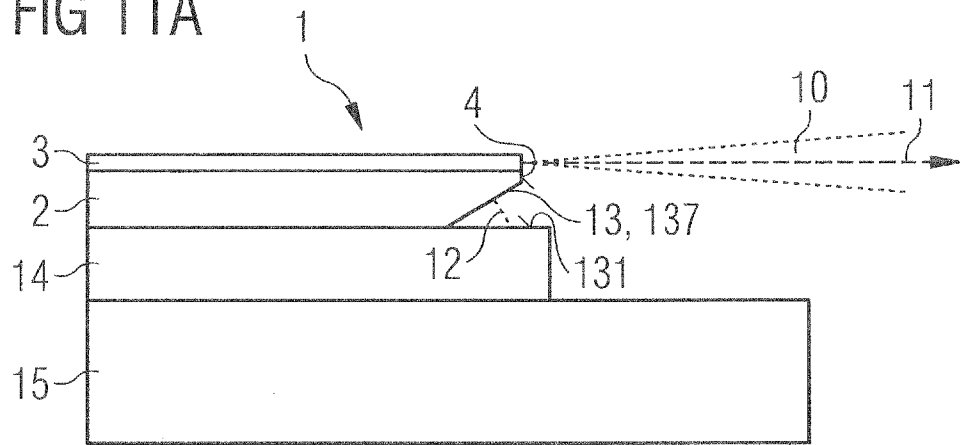


FIG 11B

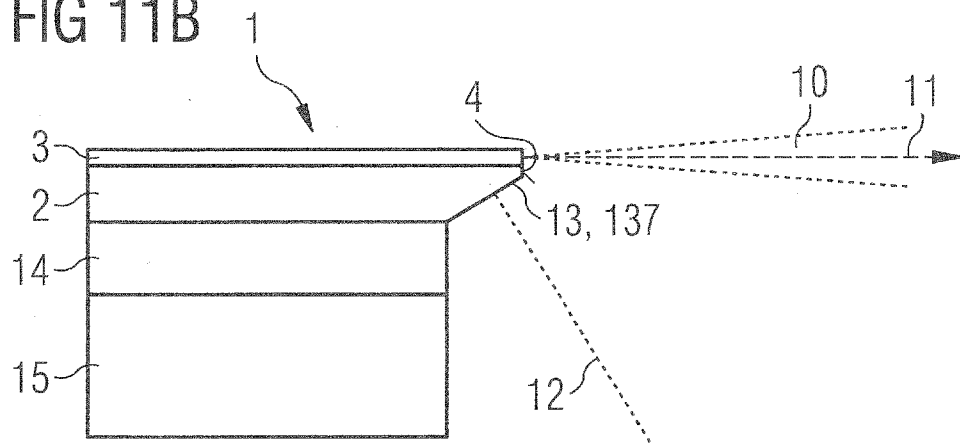


FIG 11C

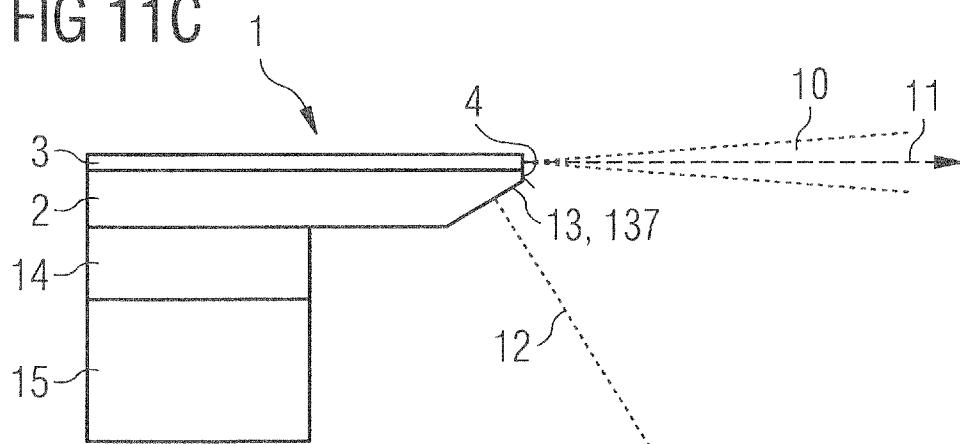


FIG 12A

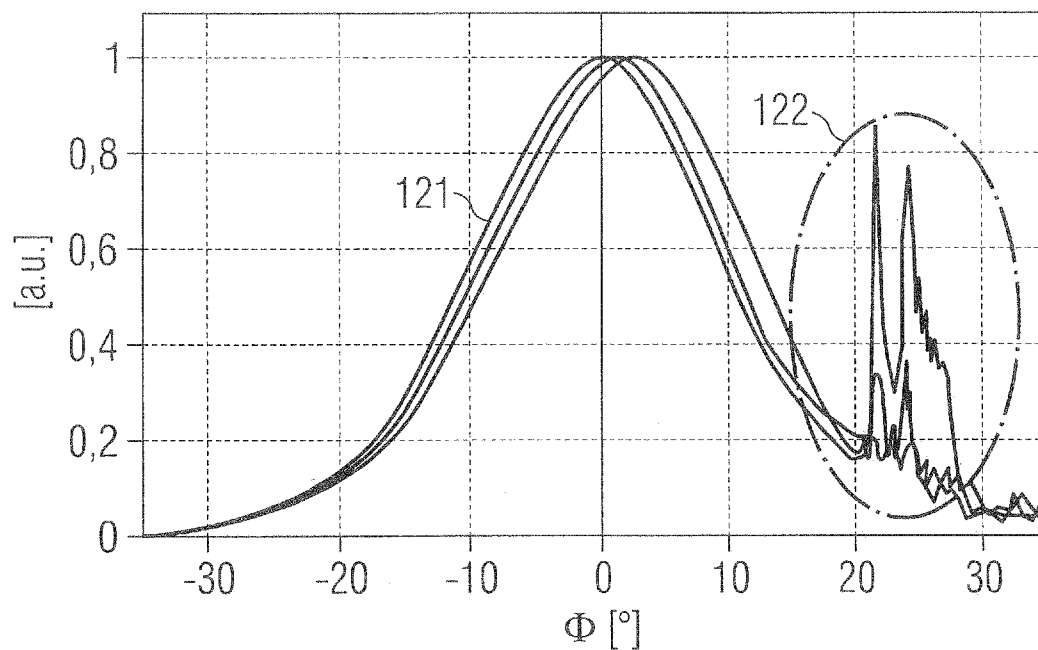
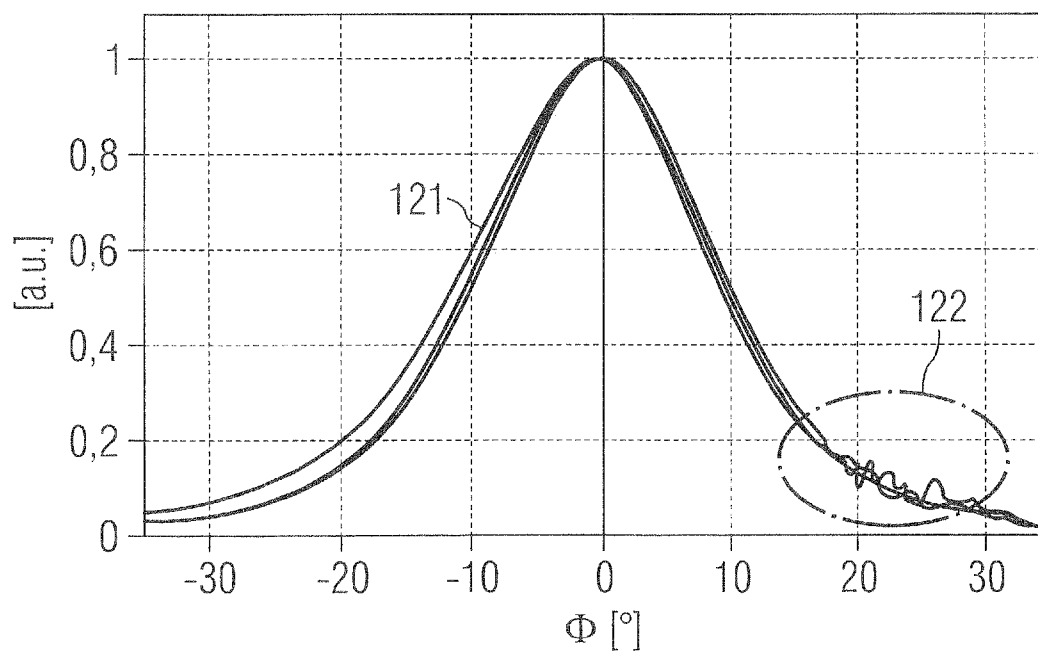


FIG 12B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/055320

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01S5/028 H01S5/026
 ADD. H01S5/10 H01S5/024

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 practical, search terms used)
 EPO-Internal, COMPENDEX, 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	JP 2002 280663 A (SONY CORP) 27 September 2002 (2002-09-27) abstract; figures 1-3,6,8,9 paragraphs [0008], [0024] - [0035] -----	1
X	US 2008/102546 A1 (RYU HAN-YOUL [KR] ET AL) 1 May 2008 (2008-05-01) paragraphs [0007], [0008], [0011], [0012], [0046]; figures 1A, 1B, 4,5,6,7 -----	1
X	JP 2005 101457 A (SHARP KK) 14 April 2005 (2005-04-14) abstract; figures 1,3,5,7 paragraphs [0021] - [0026], [0034] - [0036], [0041], [0049], [0050] ----- -/--	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 document 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 9 June 2011	Date of mailing of the international search report 21/06/2011
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/EP2011/055320

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11 068256 A (NICHIA KAGAKU KOGYO KK) 9 March 1999 (1999-03-09) abstract; figures 1,2 -----	1
X	US 2008/101422 A1 (RYU HAN-YOUL [KR] ET AL) 1 May 2008 (2008-05-01) paragraphs [0036] - [0046]; figures 1A, 1B, 2, 3 -----	1,2
X	WO 2009/080012 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; LELL ALFRED [DE]; EICHLER CHRISTO) 2 July 2009 (2009-07-02) page 51, line 16 - page 54, line 6; figures 1E,4,6 -----	1,14,15
X	US 2009/219967 A1 (HASHIMOTO JUN-ICHI [JP]) 3 September 2009 (2009-09-03) paragraphs [0039], [0043], [0054], [0056] - [0068], [0066], [0068] - [0071]; figures 1,2 -----	1,3
X	JP 11 224969 A (NICHIA KAGAKU KOGYO KK) 17 August 1999 (1999-08-17) abstract; figure 1 -----	1,3
X	US 2005/269584 A1 (HASEGAWA YOSHIAKI [JP] ET AL) 8 December 2005 (2005-12-08) paragraphs [0009], [0019], [0013], [0016], [0047], [0105] - [0109]; figure 1 -----	1,3,12
X	US 2009/028204 A1 (HIROYAMA RYOJI [JP] ET AL) 29 January 2009 (2009-01-29) paragraphs [0010], [0026], [0028], [0029], [0052], [0053]; figures 1,8,9 -----	1
X	US 3 740 661 A (D ASARO L) 19 June 1973 (1973-06-19) columns 1-3; figures 1-3 -----	1
X,P	US 2010/295065 A1 (NAKAYAMA HITOSHI [JP]) 25 November 2010 (2010-11-25) paragraphs [0081] - [0089]; figures 1,2 -----	1,12
X,P	US 2010/232466 A1 (ICHINOKURA HIROYASU [JP] ET AL) 16 September 2010 (2010-09-16) paragraphs [0005], [0011], [0012]; figures 1,6 -----	1,12
	----- -/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/055320

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>VALERIO LAINO ET AL: "Substrate Modes of (Al,In)GaN Semiconductor Laser Diodes on SiC and GaN Substrates", IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, USA, vol. 43, no. 1, 1 January 2007 (2007-01-01), pages 16-24, XP011152939, ISSN: 0018-9197, DOI: DOI:10.1109/JQE.2006.884769 pages 19-20; figure 8</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1
A	<p>JP 1 096979 A (RICOH KK) 14 April 1989 (1989-04-14) abstract; figure 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,15
X	<p>JP 2001 148545 A (SHARP KK) 29 May 2001 (2001-05-29) abstract; figures 1,3,4,5</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2011/055320

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2002280663	A	27-09-2002	NONE
US 2008102546	A1	01-05-2008	KR 20080037848 A 02-05-2008
JP 2005101457	A	14-04-2005	JP 4318519 B2 26-08-2009
JP 11068256	A	09-03-1999	JP 3375042 B2 10-02-2003
US 2008101422	A1	01-05-2008	KR 20080037847 A 02-05-2008
WO 2009080012	A1	02-07-2009	CN 101946378 A 12-01-2011 DE 102008012859 A1 19-11-2009 EP 2223397 A1 01-09-2010 JP 2011507289 T 03-03-2011 KR 20100102675 A 24-09-2010
US 2009219967	A1	03-09-2009	JP 2009182145 A 13-08-2009
JP 11224969	A	17-08-1999	JP 3682827 B2 17-08-2005
US 2005269584	A1	08-12-2005	CN 1707890 A 14-12-2005 EP 1624544 A2 08-02-2006 EP 2045889 A2 08-04-2009 JP 3833674 B2 18-10-2006 JP 2005353690 A 22-12-2005 US 2009059983 A1 05-03-2009
US 2009028204	A1	29-01-2009	CN 101355232 A 28-01-2009 JP 2009032709 A 12-02-2009
US 3740661	A	19-06-1973	NONE
US 2010295065	A1	25-11-2010	JP 2010272558 A 02-12-2010
US 2010232466	A1	16-09-2010	CN 101834406 A 15-09-2010 JP 2010212499 A 24-09-2010
JP 1096979	A	14-04-1989	NONE
JP 2001148545	A	29-05-2001	JP 4646093 B2 09-03-2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/055320

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01S5/028 H01S5/026
 ADD. H01S5/10 H01S5/024

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01S

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2002 280663 A (SONY CORP) 27. September 2002 (2002-09-27) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3,6,8,9 Absätze [0008], [0024] - [0035] -----	1
X	US 2008/102546 A1 (RYU HAN-YOUL [KR] ET AL) 1. Mai 2008 (2008-05-01) Absätze [0007], [0008], [0011], [0012], [0046]; Abbildungen 1A, 1B, 4,5,6,7 -----	1
X	JP 2005 101457 A (SHARP KK) 14. April 2005 (2005-04-14) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,5,7 Absätze [0021] - [0026], [0034] - [0036], [0041], [0049], [0050] ----- -/--	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"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)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"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

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
9. Juni 2011	21/06/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Gnugesser, Hermann
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 11 068256 A (NICHIA KAGAKU KOGYO KK) 9. März 1999 (1999-03-09) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1
X	US 2008/101422 A1 (RYU HAN-YOUL [KR] ET AL) 1. Mai 2008 (2008-05-01) Absätze [0036] - [0046]; Abbildungen 1A, 1B, 2, 3 -----	1,2
X	WO 2009/080012 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; LELL ALFRED [DE]; EICHLER CHRISTO) 2. Juli 2009 (2009-07-02) Seite 51, Zeile 16 - Seite 54, Zeile 6; Abbildungen 1E,4,6 -----	1,14,15
X	US 2009/219967 A1 (HASHIMOTO JUN-ICHI [JP]) 3. September 2009 (2009-09-03) Absätze [0039], [0043], [0054], [0056] - [0068], [0066], [0068] - [0071]; Abbildungen 1,2 -----	1,3
X	JP 11 224969 A (NICHIA KAGAKU KOGYO KK) 17. August 1999 (1999-08-17) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1,3
X	US 2005/269584 A1 (HASEGAWA YOSHIAKI [JP] ET AL) 8. Dezember 2005 (2005-12-08) Absätze [0009], [0019], [0013], [0016], [0047], [0105] - [0109]; Abbildung 1 -----	1,3,12
X	US 2009/028204 A1 (HIROYAMA RYOJI [JP] ET AL) 29. Januar 2009 (2009-01-29) Absätze [0010], [0026], [0028], [0029], [0052], [0053]; Abbildungen 1,8,9 -----	1
X	US 3 740 661 A (D ASARO L) 19. Juni 1973 (1973-06-19) Spalten 1-3; Abbildungen 1-3 -----	1
X,P	US 2010/295065 A1 (NAKAYAMA HITOSHI [JP]) 25. November 2010 (2010-11-25) Absätze [0081] - [0089]; Abbildungen 1,2 -----	1,12
X,P	US 2010/232466 A1 (ICHINOKURA HIROYASU [JP] ET AL) 16. September 2010 (2010-09-16) Absätze [0005], [0011], [0012]; Abbildungen 1,6 -----	1,12
	-/--	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	VALERIO LAINO ET AL: "Substrate Modes of (Al,In)GaN Semiconductor Laser Diodes on SiC and GaN Substrates", IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, USA, Bd. 43, Nr. 1, 1. Januar 2007 (2007-01-01), , Seiten 16-24, XP011152939, ISSN: 0018-9197, DOI: DOI:10.1109/JQE.2006.884769 Seiten 19-20; Abbildung 8 -----	1
A	JP 1 096979 A (RICOH KK) 14. April 1989 (1989-04-14) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1,15
X	JP 2001 148545 A (SHARP KK) 29. Mai 2001 (2001-05-29) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,4,5 -----	1,3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/055320

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2002280663 A	27-09-2002	KEINE	
US 2008102546 A1	01-05-2008	KR 20080037848 A	02-05-2008
JP 2005101457 A	14-04-2005	JP 4318519 B2	26-08-2009
JP 11068256 A	09-03-1999	JP 3375042 B2	10-02-2003
US 2008101422 A1	01-05-2008	KR 20080037847 A	02-05-2008
WO 2009080012 A1	02-07-2009	CN 101946378 A	12-01-2011
		DE 102008012859 A1	19-11-2009
		EP 2223397 A1	01-09-2010
		JP 2011507289 T	03-03-2011
		KR 20100102675 A	24-09-2010
US 2009219967 A1	03-09-2009	JP 2009182145 A	13-08-2009
JP 11224969 A	17-08-1999	JP 3682827 B2	17-08-2005
US 2005269584 A1	08-12-2005	CN 1707890 A	14-12-2005
		EP 1624544 A2	08-02-2006
		EP 2045889 A2	08-04-2009
		JP 3833674 B2	18-10-2006
		JP 2005353690 A	22-12-2005
		US 2009059983 A1	05-03-2009
US 2009028204 A1	29-01-2009	CN 101355232 A	28-01-2009
		JP 2009032709 A	12-02-2009
US 3740661 A	19-06-1973	KEINE	
US 2010295065 A1	25-11-2010	JP 2010272558 A	02-12-2010
US 2010232466 A1	16-09-2010	CN 101834406 A	15-09-2010
		JP 2010212499 A	24-09-2010
JP 1096979 A	14-04-1989	KEINE	
JP 2001148545 A	29-05-2001	JP 4646093 B2	09-03-2011