(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
31. Oktober 2013 (31.10.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/160212 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01S 5/10 (2006.01) *H01S 5/12* (2006.01)
H01S 5/02 (2006.01) *H01S 5/22* (2006.01)
H01S 5/026 (2006.01) *H01S 5/20* (2006.01)
H01S 5/028 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/058217

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. April 2013 (19.04.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102012103549.0 23. April 2012 (23.04.2012) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **EICHLER, Christoph**; Richard-Wagner-Str. 2, 93105 Tegernheim (DE). **BREIDENASSEL, Andreas**; Elsterweg 4a, 93077 Bad Abbach (DE). **LELL, Alfred**; Virchowstr. 19, 93142 Maxhütte - Haidhof (DE).

(74) Anwalt: **ZUSAMMENSCHLUSS NR. 175 EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT 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, BN, 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, PA, 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.

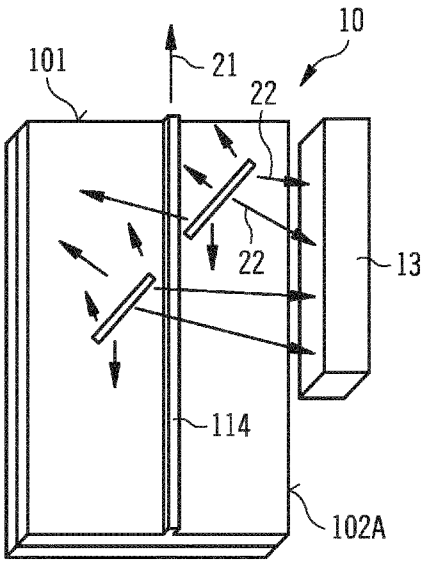
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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**: SEMICONDUCTOR LASER LIGHT SOURCE HAVING AN EDGE-EMITTING SEMICONDUCTOR BODY

(54) **Bezeichnung** : HALBLEITERLASERLICHTQUELLE MIT EINEM KANTENEMITTIERENDEN HALBLEITERKÖRPER

FIG 6



(57) **Abstract**: The invention relates to a semiconductor laser light source having an edge-emitting semiconductor body (10). The semiconductor body (10) contains a semiconductor layer stack (110) having an n-type layer (111), an active layer (112) and a p-type layer (113), said layer stack being designed to generate electromagnetic radiation comprising a coherent fraction (21). The semiconductor laser light source is designed to decouple the coherent fraction (21) of the electromagnetic radiation from a decoupling surface (101) of the semiconductor body (10), said decoupling surface being inclined towards the active layer (112). The semiconductor body (10) has a further external surface (102A, 102B, 102C) inclined towards the decoupling surface (101) and has at least one light-diffusing sub-region (12, 12A, 12B, 12C, 120A, 120B) that is provided in order to direct a portion of the electromagnetic radiation generated by the semiconductor layer stack (110) towards the further external surface (102A, 102B, 102C).

(57) **Zusammenfassung**: Es wird eine Halbleiterlaserlichtquelle mit einem kantenemittierenden Halbleiterkörper (10) angegeben. Der Halbleiterkörper

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/160212 A1

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(10) enthält einen Halbleiterschichtstapel (110) mit einer n-leitenden Schicht (111) einer aktiven Schicht (112) und einer p-leitenden Schicht (113), der zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlungausgebildet ist, die einen kohärenten Anteil (21) umfasst. Die Halbleiterlaserlichtquelle ist zur Auskopplung des kohärenten Anteils (21) der elektromagnetischen Strahlung aus einer zur aktiven Schicht (112) geneigten Auskoppelfläche (101) des Halbleiterkörpers (10) ausgebildet ist. Der Halbleiterkörper (10) weist eine zur Auskoppelfläche (101) geneigte weitere Außenfläche (102A, 102B, 102C) auf und hat mindestens einen Licht streuenden Teilbereich (12, 12A, 12B, 12C, 120A, 120B), der dazu vorgesehen ist, einen Teil der von dem Halbleiterschichtstapel (110) erzeugten elektromagnetischen Strahlung in Richtung zu der weiteren Außenfläche (102A, 02B, 102C) hin zu lenken.

Beschreibung

Halbleiterlaserlichtquelle mit einem kantenemittierenden Halbleiterkörper

Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Halbleiterlaserlichtquelle mit einem kantenemittierenden Halbleiterkörper.

Eine Halbleiterlaserlichtquelle mit einem kantenemittierend Halbleiterkörper ist beispielsweise aus der Druckschrift WO 2009/080012 A1 bekannt.

Ein Problem bei herkömmlichen Halbleiterlaserlichtquellen ist, dass Abweichungen des Fernfelds der emittierten Laserstrahlung vom gauß-förmigen Strahlprofil zu unzureichenden Abbildungseigenschaften führen können.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Halbleiterlaserlichtquelle anzugeben, die möglichst geringe Störungen im Fernfeld aufweist und mit besonders stabiler Ausgangsleistung effizient betreibbar ist.

Diese Aufgabe wird durch eine Halbleiterlaserlichtquelle gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Halbleiterlaserlichtquelle sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben, deren Offenbarungsgehalt hiermit explizit in die Beschreibung aufgenommen wird.

Es wird eine Halbleiterlaserlichtquelle angegeben. Die Halbleiterlaserlichtquelle weist einen Halbleiterkörper auf. Der Halbleiterkörper enthält einen Halbleiterschichtstapel mit einer n-leitenden Schicht, einer aktiven Schicht und einer p-leitenden Schicht. Die Richtung, in der die n-

leitende Schicht, die aktive Schicht und die p-leitende Schicht aufeinanderfolgen, wird im Folgenden als „vertikale Richtung" bezeichnet.

Jede dieser Schichten kann aus mehreren Einzelschichten zusammengesetzt sein. Beispielsweise kann die n-leitende Schicht ein n-leitendes Halbleitersubstrat und eine auf dem n-leitenden Halbleitersubstrat hergestellt, insbesondere epitaktisch aufgewachsene, ebenfalls n-leitende Halbleiterschicht aufweisen. Die aktive Schicht enthält beispielsweise eine Folge von Einzelschichten, mittels welchen eine Quantentopfstruktur, insbesondere eine Einfach-Quantentopfstruktur (SQW, single quantum well) oder Mehrfach-Quantentopfstruktur (MQW, multiple quantum well), ausgebildet ist.

Der Halbleiterschichtstapel ist zur Erzeugung einer elektromagnetischen Strahlung ausgebildet, die einen kohärenten Anteil umfasst. Beispielsweise enthält die Halbleiterlaserlichtquelle, vorzugsweise der Halbleiterkörper, hierzu einen Resonator. Insbesondere handelt es sich bei dem kohärenten Anteil der elektromagnetischen Strahlung um Laserstrahlung, zum Beispiel um infrarote, sichtbare oder ultraviolette Laserstrahlung. Bei dem kohärenten Anteil kann es sich beispielsweise um Laserstrahlung in der Grundmode des Resonators handeln.

Beispielsweise basiert der Halbleiterkörper auf dem Halbleitermaterial InGaN. In diesem Fall kann er beispielsweise elektromagnetische Strahlung emittieren, deren kohärenter Anteil ein Intensitätsmaximum im blauen oder grünen Spektralbereich hat. Alternativ kann der Halbleiterschichtstapel beispielsweise auf dem Halbleitermaterial InGaAs basieren.

diesem Fall hat der kohärente Anteil zum Beispiel ein Intensitätsmaximum im infraroten Spektralbereich.

Die vom Halbleiterschichtstapel im Betrieb der Halbleiterlaserlichtquelle emittierte elektromagnetische Strahlung enthält insbesondere einen weiteren, nicht von dem kohärent Anteil umfassten, Anteil. Beispielsweise emittiert der Halbleiterschichtstapel einen weiteren kohärenten Anteil elektromagnetischer Strahlung und/oder eine inkohärente elektromagnetische Strahlung. Bei dem weiteren kohärenten Anteil kann es sich beispielsweise um Lasermoden höherer Ordnung handeln, zum Beispiel um parasitäre Substrat- und/oder Wellenleitermoden.

Bei dem Halbleiterkörper handelt es sich insbesondere um einen kantenemittierenden Halbleiterkörper. Das bedeutet, dass der Halbleiterkörper eine Auskoppelfläche, manchmal au "Facette" genannt, aufweist, die zur aktiven Schicht geneig insbesondere senkrecht zur aktiven Schicht ist. Zweckmäßige weise ist die Halbleiterlaserlichtquelle zur Auskopplung de kohärenten Anteils der elektromagnetischen Strahlung aus de Auskoppelfläche des Halbleiterkörpers ausgebildet.

Bei einer Ausgestaltung hat der kantenemittierende Halbleiterkörper eine der Auskoppelfläche gegenüberliegende Querseitenfläche. Die Querseitenfläche ist vorzugsweise verspiegelt und bildet zusammen mit der Auskoppelfläche der Resonator. Weiterhin kann der Halbleiterkörper zwei einande gegenüberliegende Längsseitenflächen haben, welche insbesondere von der Auskoppelfläche zur Querseitenfläche h verlaufen. Die Auskoppelfläche, die Querseitenfläche und/oc die Längsseitenflächen erstrecken sich insbesondere von eir oberseitigen Außenfläche zu einer - der p-seitigen

Außenfläche gegenüberliegenden – n-seitigen Außenfläche des Halbleiterkörpers.

Bei einer Ausgestaltung weist der Halbleiterkörper einen St auf, der im Folgenden als Wellenleitersteg bezeichnet wird. Der Wellenleitersteg ist von dem Halbleiterschichtstapel gebildet und hat eine Haupterstreckungsrichtung, die vorzug weise in Richtung eines Normalenvektors auf die Auskoppelfläche verläuft. Ein „Steg" gemäß der vorliegenden Offenbarung ist insbesondere derart geformt, dass er in Draufsic auf die p-seitige Außenfläche des Halbleiterkörpers in seir Haupterstreckungsrichtung mindestens die doppelte, bevorzug mindestens die fünffache Ausdehnung hat wie senkrecht dazu. Der Wellenleitersteg verläuft beispielsweise von der Auskoppelfläche zu der Querseitenfläche des Halbleiterkörpers. Er ist zum Beispiel durch Strukturierung einer p-seitigen Oberfläche des Halbleiterkörpers ausgebildet.

Der Halbleiterkörper weist eine zu der Auskoppelfläche geneigte, insbesondere eine zu der Auskoppelfläche senkrechte, weitere Außenfläche auf. Beispielsweise handelt es sich bei der weiteren Außenfläche um eine oder mehrere der folgenden Flächen: Längsseitenfläche, p-seitige Außenfläche n-seitige Außenfläche.

Zudem hat der Halbleiterköper mindestens einen Licht streuenden Teilbereich, der dazu vorgesehen ist, einen Teil der von dem Halbleiterschichtstapel erzeugten elektromagnetischen Strahlung in Richtung zu der weiteren Außenfläche hin zu lenken. Beispielsweise streut der Licht streuende Teilbereich den weiteren kohärenten Anteil der elektromagnetischen Strahlung und/oder den inkohärenten

Anteil der elektromagnetischen Strahlung zumindest zum Teil in Richtung zu der weiteren Außenfläche hin.

Der Licht streuende Teilbereich kann von dem Halbleiterschichtstapel erzeugte elektromagnetische Strahlung zusätzlich in Richtung zu anderen Außenflächen des Halbleiterkörpers hin lenken, insbesondere mittels Streuung. Zweckmäßigerweise ist er dazu geeignet, die auf die Auskoppelfläche auftreffende Intensität des nicht von dem kohärenten Anteil umfassten Anteils der elektromagnetischen Strahlung zu verringern. Beispielsweise kann elektromagnetische Strahlung aus parasitären Substrat- und/oder Wellenleitermoden mittels des Licht streuenden Teilbereichs von der Auskoppelfläche weg gelenkt werden.

Darunter, dass der Halbleiterkörper mindestens einen Licht streuenden Teilbereich aufweist, wird im vorliegenden Zusammenhang verstanden, dass er genau einen Licht streuenden Teilbereich aufweist oder dass er eine Mehrzahl von Licht streuenden Teilbereichen aufweist. Beispielsweise weist er einen ersten und einen zweiten Licht streuenden Teilbereich auf, die jeweils dazu vorgesehen sind, einen Teil der von dem Halbleiterschichtstapel erzeugten elektromagnetischen Strahlung in Richtung zu der weiteren Außenfläche hin zu lenken. Der Halbleiterkörper kann auch verschiedene Licht streuende Teilbereiche aufweisen, die dazu vorgesehen sind, von dem Halbleiterschichtstapel emittierte elektromagnetische Strahlung zu unterschiedlichen weiteren Außenflächen des Halbleiterkörpers hin zu lenken.

Die Erfinder haben festgestellt, dass die Intensität des von dem mindestens einen Licht streuenden Teilbereich in Richtung zu der weiteren Außenfläche hin gestreuten Teils der

elektromagnetischen Strahlung sich linear oder zumindest näherungsweise linear mit der Intensität der das von der Auskoppelfläche ausgekoppelten kohärenten Anteils verändert Die von dem Licht streuenden Teilbereich zu der Außenfläche hin gelenkte Streustrahlung kann daher mit Vorteil gemesser und vorzugsweise zur Steuerung oder Regelung eines Betriebs stroms durch den Halbleiterschichtstapel verwendet werden.

Zugleich ist auf diese Weise eine besonders gute Strahlqualität der von der Auskoppelfläche abgestrahlten Laserstrahlung erzielbar. Beispielsweise ist der Anteil vor Lasermoden höherer Ordnung besonders gering, so dass das Strahlprofil eine besonders geringe Abweichung von einer Gauß-Form hat. Insbesondere weist das Strahlprofil so keine oder nur geringfügige Seitenpeaks oder Wellen (sogenannte „ripple") auf. Dabei wirkt sich der Licht streuende Teilbereich mit Vorteil insbesondere nicht ungünstig auf typisc Lasereigenschaften wie Laserschwelle und Steilheit aus.

Zusätzlich kann darauf verzichtet werden, die Verspiegelung der Querseitenfläche, die der Auskoppelfläche gegenüber liegt, zu senken, um die Intensität des kohärenten Anteils der elektromagnetischen Strahlung messen zu können, wie die bei herkömmlichen Halbleiterlaserlichtquellen üblich ist.

Gemäß zumindest einer Ausgestaltung erstreckt sich der mindestens eine Licht streuende Teilbereich von der p-leitenden Schicht ausgehend oder von der n-leitenden Schich ausgehend in die aktive Schicht hinein oder durch die aktiv Schicht hindurch. Auf diese Weise können laterale Störunger des Strahlprofils besonders effektiv verringert werden.

Bei einer weiteren Ausgestaltung, bei welcher der mindester eine Licht streuende Teilbereich zumindest in der p-leitenc Schicht verläuft, ist er zumindest im Bereich der p-leitenc Schicht von dem Wellenleitersteg lateral beabstandet. Der laterale Abstand ist bei einer Weiterbildung ≤ 20 µm, vorzugsweise ≤ 5 µm und besonders bevorzugt ≤ 2 µm. Weist d Halbleiterlaserlichtquelle eine Mehrzahl von Licht streuend Teilbereichen auf, ist insbesondere jeder der zumindest in der p-leitenden Schicht verlaufenden Teilbereiche mindester im Bereich der p-leitenden Schicht von dem Wellenleitersteg lateral beabstandet.

Bei der Halbleiterlaserlichtquelle gemäß dieser Ausgestaltu kann die Höhe des Wellenleiterstegs besonders groß gewählt werden, wodurch mit Vorteil eine besonders geringe p-seitig Stromaufweitung erzielbar ist. Ohne den Licht streuenden Teilbereich müsste zur Unterdrückung von Lasermoden höherer Ordnung die Gestalt des Wellenleiterstegs so gewählt werden dass nur die Grundmode des Kanten emittierenden Halbleiter-körpers anschwingen kann. Der Wellenleitersteg dürfte dann nur eine vergleichsweise geringere Höhe haben. Dies kann jedoch zu einem unerwünscht hohen Schwellstrom aufgrund ein vergleichsweise großen p-seitigen Stromaufweitung führen.

Zudem kann beispielsweise bei der Halbleiterlaserlichtquell gemäß dieser Ausgestaltung auf den Einsatz von Absorber-schichten seitlich des Wellenleiterstegs verzichtet werden, welche auch die Grundmode der Laserstrahlung dämpfen. So is eine besonders hohe Effizienz erzielbar.

Bei einer Ausgestaltung verläuft der erste Licht streuende Teilbereich beispielsweise zumindest in der p-leitenden Schicht, bei einer Weiterbildung verläuft er von der p-

leitenden Schicht in die aktive Schicht hinein oder durch d aktive Schicht hindurch in die n-leitende Schicht.

Der zweite Licht streuende Teilbereich verläuft bei dieser Ausgestaltung zumindest in der n-leitenden Schicht. Bei eir Weiterbildung verläuft er ausschließlich in der n-leitender Schicht, wobei er sich beispielsweise über mindestens 10 %, vorzugsweise über mindestens 30 % und besonders bevorzugt über mindestens 50 % einer Dicke der n-leitenden Schicht erstreckt.

Bei einer Weiterbildung überlappen der erste Licht streuend Teilbereich und der zweite Licht streuende Teilbereich in Draufsicht auf die Auskoppelfläche in der vertikalen Richtu nicht oder nur teilweise. Bei einer anderen Weiterbildung überlappen der erste und der zweite Licht streuende Teilbereich in Draufsicht auf die p-seitige Außenfläche. Dabei ka der zweite Licht streuende Teilbereich mit dem Wellenleiter steg überlappen und der erste Licht streuende Teilbereich kann von dem Wellenleitersteg lateral beabstandet sein.

Mittels des ersten und des zweiten Licht streuenden Teilbereichs ist beispielsweise eine besonders gute Strahlqualität der aus der Auskoppelfläche ausgekoppelten kohärenten elektromagnetischen Strahlung sowohl in laterale Richtung wie auch in der vertikalen Richtung erzielbar. Dab trägt der in der n-leitenden Schicht verlaufende Licht streuende Teilbereich beispielsweise zur Streuung von Laser moden bei, die in der n-leitenden Schicht, insbesondere im Substrat, geführt sind, sodass mit dem zweiten Licht streuenden Teilbereich eine besonders gute Abstrahl-charakteristik in vertikaler Richtung erzielbar ist.

Gemäß zumindest einer Ausgestaltung ist zur Bildung des mindestens einen Licht streuenden Teilbereichs eine Kavität in dem Halbleiterkörper ausgebildet. Die Kavität kann beispielsweise mittels eines Nassätzverfahrens, eines Trockenätzverfahrens oder mittels räumlich selektiver Epitaxie hergestellt sein. Die Kavität kann beispielsweise gasgefüllt, insbesondere luftgefüllt sein. Sie ist insbesondere mit einem Material teilweise oder vollständig gefüllt, welches einen von dem umgebenden Halbleitermateria abweichenden Brechungsindex aufweist.

Bei einer anderen Ausgestaltung ist der mindestens eine Lic streuende Teilbereich mittels einer Materialzusammensetzung und/oder mittels einer Kristallstruktur ausgebildet, welche von der Materialzusammensetzung bzw. Kristallstruktur abweicht, welche eine an den Licht streuenden Teilbereich angrenzende Region des Halbleiterkörpers aufweist. Beispiel weise kann der Licht streuende Teilbereich eine zu der angrenzenden Region verschiedene Halbleiterzusammensetzung oder Dotierung aufweisen, oder er kann - beispielsweise mittels eines so genannten Stealth-Dicing Verfahrens - mit Defekten versehen sein.

Bei einer anderen Ausgestaltung ist der mindestens eine Lic streuende Teilbereich mittels eines Querstegs ausgebildet, der seitlich von dem Wellenleitersteg auf den Halbleiter-schichtstapel aufgebracht ist oder von dem Halbleiterschich stapel gebildet ist. Der Quersteg hat insbesondere eine Haupterstreckungsrichtung, die von der Haupterstreckungs-richtung des Wellenleiterstegs verschieden ist. Die Haupt-erstreckungsrichtungen von Wellenleitersteg und Quersteg verlaufen bei einer Weiterbildung senkrecht zueinander.

Lateral ist der Quersteg bei einer Weiterbildung von dem Wellenleitersteg beabstandet.

Ist der Quersteg von dem Halbleiterschichtstapel gebildet, kann er - wie der Wellenleitersteg selbst - mittels eines Ätzverfahrens durch Strukturierung der p-seitigen Oberfläch des Halbleiterschichtstapels hergestellt sein. Das Material des Querstegs braucht jedoch kein Halbleitermaterial zu sei es kann auch ein anderes Material auf den Halbleiterschicht stapel aufgebracht werden, um den Quersteg auszubilden. Beispielsweise in diesem Fall hat der Quersteg vorzugsweise einen Brechungsindex, der von dem Brechungsindex des Wellenleiterstegs verschieden ist.

Bei einer Weiterbildung weist die Halbleiterlaserlichtquell mehrere Querstege auf, die in Richtung der Haupterstreckung richtung des Wellenleiterstegs aufeinanderfolgen. Vorzugs- weise folgen sie periodisch aufeinander und bilden insbesor dere einen verteilten Bragg-Reflektor (distributed Bragg reflector, DBR). Bei einer anderen Weiterbildung sind Querstege auf beiden Seiten neben dem Wellenleitersteg angeordnet. Beispielsweise folgen in Draufsicht auf die p- seitige Außenfläche in einer zur Haupterstreckungsrichtung des Wellenleiterstegs senkrechten Richtung jeweils zwei Querstege aufeinander, die auf verschiedenen Seiten des Wellenleiterstegs angeordnet sind.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung hat der mindestens eine Licht streuende Teilbereich eine Haupterstreckungsebene, di geneigt zu der vertikalen Richtung, in der die n-leitende Schicht, die aktive Schicht und die p-leitende Schicht aufeinanderfolgen, verläuft. Beispielsweise verläuft die Haupterstreckungsebene schräg zu der vertikalen Richtung ur

parallel zu der Haupterstreckungsrichtung des Wellenleiter-stegs, die insbesondere parallel zum Normalenvektor auf die Auskoppelfläche ist. Bei einer Weiterbildung erstreckt sich der Licht streuende Teilbereich dabei von der Auskoppelfläc bis zu der gegenüberliegenden Querseitenfläche.

Mittels eines Licht streuenden Teilbereichs, dessen Haupterstreckungsebene geneigt zu der vertikalen Richtung verläuft, kann unerwünschte Strahlung besonders effizient v Wellenleitersteg weg gestreut werden.

Die Haupterstreckungsebene wird des Licht streuenden Teilbereichs wird insbesondere von den beiden Richtungen aufgespannt, in welchen er seine größten Abmessungen hat. F der Licht streuende Teilbereich beispielsweise die Form eir Quaders, wird seine Haupterstreckungsebene durch die Richtungen der zwei längsten Kanten aufgespannt. Die Abmessungen des Licht streuenden Teilbereichs in der Haupterstreckungsebene sind beispielsweise mindestens doppe so groß, vorzugsweise mindestens fünfmal so groß wie seine Abmessung senkrecht zur Haupterstreckungsebene.

Bei einer anderen Ausgestaltung hat der mindestens eine Lic streuende Teilbereich eine Haupterstreckungsebene, die ge-neigt zu dem Normalenvektor auf die Auskoppelfläche verläuf Insbesondere verläuft sie schräg zu dem Normalenvektor auf die Auskoppelfläche und parallel zu der vertikalen Richtung

Bei einer Ausgestaltung ist der Licht streuende Teilbereich in Draufsicht auf seine Haupterstreckungsebene U-förmig ausgebildet. Eine solche Ausgestaltung ist besonders gut fü einen Licht streuenden Teilbereich geeignet, dessen Haupterstreckungsebene schräg zum Normalenvektor auf die

Auskoppelfläche und insbesondere parallel zu der vertikaler Richtung verläuft.

Vorzugsweise umschließt der U-förmig ausgebildete Licht streuende Teilbereich ein Teilstück der aktiven Schicht. Au diese Weise kann ein unerwünschter Teil der von dem Halbleiterschichtstapel erzeugten elektromagnetischen Strahlung besonders effektiv von der Auskoppelfläche abgeschirmt und der weiteren Außenfläche hin gelenkt werden.

Eine besonders gute Abschirmwirkung ist erzielbar, wenn der mindestens eine Licht streuende Teilbereich oder zumindest einer der Licht streuenden Teilbereiche in der Nähe der Auskoppelfläche angeordnet ist. „In der Nähe der Auskoppelfläche" bedeutet dabei insbesondere, dass der Abstand des Licht streuenden Teilbereichs zur Querseitenfläche mindeste doppelt so groß, vorzugsweise mindestens viermal so groß is wie der Abstand zur Auskoppelfläche.

Gemäß zumindest einer Ausgestaltung weist die Halbleiterlaserlichtquelle eine Fotodiode auf, die auf oder über der weiteren Außenfläche des Halbleiterkörpers angeordnet ist. Bei einer anderen Ausgestaltung ist die Fotodiode monolithisch in den Halbleiterkörper integriert. Die Fotodiode erzeugt zweckmäßigerweise ein elektrisches Signal in Abhängigkeit von der Intensität der von ihr empfangenen elektromagnetischen Strahlung.

Bei der Halbleiterlaserlichtquelle gemäß der vorliegenden Offenbarung kann die Fotodiode vorteilhafterweise seitlich neben dem Wellenleitersteg angeordnet sein, sodass in der Haupterstreckungsrichtung des Wellenleiterstegs eine

besonders geringe Abmessung der Halbleiterlaserlichtquelle erzielbar ist.

Eine in den Halbleiterkörper monolithisch integrierte Fotodiode ist besonders kostengünstig und Platz sparend und erfordert nach der Fertigstellung des Halbleiterkörpers kei weiteren Montageschritte. Mittels der monolithischen Integration kann ein besonders großer Anteil des von dem Licht streuenden Teilbereich abgelenkten Streulichts von de Fotodiode absorbiert werden.

Die Halbleiterlaserlichtquelle ist insbesondere dazu ausgebildet, die Fotodiode mit einem Teil der vom Halbleiterschichtstapel erzeugten elektromagnetischen Strahlung zu bestrahlen. Mit Vorteil ist hierzu keine Verringerung der Verspiegelung der Querseitenfläche erforderlich. Mittels de Licht streuenden Teilbereichs kann dennoch ein zufriedenstellender Strahlungseinfall auf die Fotodiode erzielt werden.

Ist die Fotodiode auf oder über der weiteren Außenfläche de Halbleiterkörpers angeordnet, so ist bei einer Weiterbildur in Draufsicht auf die weitere Außenfläche, zumindest ein mi der Fotodiode überlappender Bereich der weiteren Außenfläch aufgeraut oder mit makroskopischen Auskoppelstrukturen vers hen. Auskoppelstrukturen werden im vorliegenden Zusammenhar als "makroskopisch" bezeichnet, wenn sie zumindest in einer Dimension eine Abmessung von 10 µm oder mehr haben.

Ist die Fotodiode monolithisch in den Halbleiterkörper inte griert, ist zwischen der Fotodiode und der aktiven Schicht gemäß einer Weiterbildung ein Material mit einem Brechungsindex angeordnet, der größer ist als ein Brechungsindex der

Fotodiode und als ein Brechungsindex der aktiven Schicht. E dem Material handelt es sich insbesondere um einen Isolator

Bei einer Ausgestaltung erstreckt sich die Fotodiode längs des Wellenleiterstegs über einen Großteil des Halbleiterkörpers, sodass ihre Länge insbesondere 80 % oder mehr der Länge des Wellenleiterstegs – d.h. seiner Abmessung in der Haupterstreckungsrichtung – beträgt. Bei einer anderen Ausgestaltung ist die Fotodiode in der Nähe der Auskoppelfläch angeordnet, insbesondere hat sie zu der der Auskoppelfläche gegenüberliegenden Querseitenfläche einen Abstand, der mindestens doppelt so groß, vorzugsweise mindestens vier Ma so groß ist wie der Abstand zur Auskoppelfläche.

Eine Fotodiode, die sich nicht über einen Großteil der Länge des Halbleiterkörpers erstreckt, kann aufgrund ihrer geringeren Kapazität besonders schnell auf Intensitätsänderungen der von dem Halbleiterschichtstapel erzeugten elektromagnetischen Strahlung reagieren.

Bei einer weiteren Ausgestaltung weist die Halbleiterlaserlichtquelle eine elektrische Schaltung auf. Die elektrische Schaltung ist beispielsweise dazu vorgesehen, den Halbleiteschichtstapel mit einem Betriebsstrom zu versorgen. Zusätzlich ist sie vorzugsweise dazu vorgesehen, das elektrische Signal der Fotodiode auszuwerten und im Betrieb der Halbleiterlaserlichtquelle den Betriebsstrom durch den Halbleiterschichtstapel in Abhängigkeit des elektrischen Signals der Fotodiode zu steuern. Dazu ist die elektrische Schaltung zweckmäßigerweise elektrisch an den Halbleiterschichtstapel und an die Fotodiode angeschlossen.

Die Halbleiterlaserlichtquelle ist beispielsweise zur Verwe dung in einem Laserprojektor vorgesehen, wofür auf InGaN basierende Halbleiterkörper besonders gut geeignet sind. Si kann auch in einem 3D-Scanner verwendet sein, wofür auf InGaAs basierende Halbleiterkörper besonders gut geeignet sind.

Laserprojektionsanwendungen und 3D-Scanning-Anwendungen stellen hohe Anforderungen an die Fokussierbarkeit und/oder Kollimierbarkeit der Laserlichtquelle. Hierfür ist eine gut Strahlqualität, insbesondere ein gauß-förmiges oder nahezu gauß-förmiges Strahlprofil, wie es mit der Halbleiterlaser-lichtquelle gemäß der vorliegenden Offenbarung erzielbar is besonders vorteilhaft.

Die Halbleiterlaserlichtquelle mit der Fotodiode und der elektrischen Schaltung hat mit Vorteil eine besonders lange Lebensdauer. Die Lebensdauer bezeichnet dabei insbesondere die Betriebszeit der Halbleiterlaserlichtquelle bis zum Überschreiten einer vorgegebenen Toleranz eines ihrer Betriebsparameter, insbesondere der Lichtstärke und/oder de Lichtstroms. Bei einem exemplarischen Betriebsverfahren der Halbleiterlaserlichtquelle detektiert die elektrische Schaltung mittels des Signals der Fotodiode eine Abweichung der Lichtstärke bzw. des Lichtstroms der Halbleiterlaser-lichtquelle von einem vorgegebenen Sollwert und verändert d Betriebsstrom durch die Halbleiterschichtenfolge in Abhängigkeit von dem Signal der Fotodiode derart, dass die Abweichung minimiert wird.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Halbleiterlaserlichtquelle ergeben sich

aus den folgenden, im Zusammenhang mit den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Figur 1A eine schematische Draufsicht auf einen Halbleiterkörper einer ersten Laserlichtquelle,

Figur 1B einen schematische Querschnitt durch den Halbleiterkörper der Figur 1A in der Schnittebene B-B,

Figur 2 eine schematische Draufsicht auf einen Halbleiterkörper einer zweiten Laserlichtquelle,

Figur 3A eine schematische Draufsicht auf einen Halbleiterkörper einer dritten Laserlichtquelle,

Figur 3B einen schematischen Querschnitt durch den Halbleiterkörper gemäß Figur 3A in der Schnittebe B-B,

Figur 3C einen schematischen Querschnitt durch den Halbleiterkörper der Figur 3A in der Schnittebene C-C,

Figur 4A einen schematischen Querschnitt durch einen Halbleiterkörper einer vierten Laserlichtquelle,

Figur 4B eine schematische Draufsicht auf den Halbleiterkörper der Figur 4A,

Figur 5A eine schematische Draufsicht auf einen Halbleiterkörper einer fünften Laserlichtquelle,

Figur 5B einen schematischen Querschnitt durch den Halbleiterkörper der Figur 5A,

Figur 5C einen schematischen Querschnitt durch einen Halbleiterkörper gemäß einer Variante der fünften Laserlichtquelle,

Figur 6 eine schematische perspektivische Darstellung ein sechsten Laserlichtquelle,

Figur 7 einen schematischen Querschnitt durch eine siebte Laserlichtquelle,

Figur 8 einen schematischen Querschnitt durch eine achte Laserlichtquelle,

Figur 9 eine schematische perspektivische Darstellung ein neunten Laserlichtquelle,

Figur 10 einen schematischen Querschnitt durch eine zehnte Laserlichtquelle,

Figur 11 eine schematische Draufsicht auf eine elfte Laserlichtquelle,

Figur 12 eine schematische Draufsicht auf eine zwölfte Laserlichtquelle,

Figur 13 einen Ausschnitt des Halbleiterkörpers der elften Laserlichtquelle in einer schematischen Draufsich auf seine aktive Schicht,

Figur 14 einen schematischen Querschnitt durch die elfte Laserlichtquelle.

Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind ir den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Element zur besseren Darstellbarkeit und/oder für eine bessere Verständlichkeit übertrieben groß dargestellt sein.

Figur 1A zeigt eine schematische Draufsicht auf einen Halbleiterkörper 10 einer Laserlichtquelle gemäß einem erst Ausführungsbeispiel.

Figur 1B zeigt einen schematischen Querschnitt durch den Halbleiterkörper 10 der Laserlichtquelle gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in der Ebene B-B, die in Figur 1A eingezeichnet ist.

Der Halbleiterkörper 10 enthält einen Halbleiterschichtstap 110, der von einer n-leitenden Schicht 111, einer aktiven Schicht 112 und einer p-leitenden Schicht 113 gebildet wirc die in dieser Reihenfolge in einer Richtung V, die als vertikale Richtung bezeichnet wird, aufeinanderfolgen.

Die n-leitende Schicht 111, die aktive Schicht 112 und/oder die p-leitende Schicht 113 können jeweils als Schichtfolger ausgebildet sein. Beispielsweise kann die n-leitende Schich

111 ein Aufwachssubstrat und eine darauf epitaktisch abgeschiedene Halbleiterschicht enthalten. Insbesondere enthält der Halbleiterschichtstapel Wellenleiterschichten, welche die aktive Schicht 112 zur Führung der in dieser erzeugten elektromagnetischen Strahlung einschließen. Solche Halbleiterschichtstapel 110 sind dem Fachmann im Prinzip bekannt und werden daher an dieser Stelle nicht näher erläutert. Ein Beispiel für den Aufbau eines solchen Halbleiterschichtstapels 110 ist in der Druckschrift WO 2009/080012 A1 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit durch Rückbezug in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

Der Halbleiterkörper 10 wird von einer Mehrzahl von Außenflächen begrenzt: einer Auskoppelfläche 101, einer der Auskoppelfläche gegenüberliegenden, verspiegelten Querseitenfläche 103, zwei gegenüberliegenden Längsseitenflächen 102A, einer p-seitigen Außenfläche 102B und einer n-seitigen Außenfläche 102C. Die Auskoppelfläche 101, die Längsseitenfläche 102A und die Querseitenfläche 103 sind beispielsweise parallel zur vertikalen Richtung V. Die Längsseitenflächen 102A grenzen beispielsweise an die Auskoppelfläche 101 und die Querseitenfläche 103 an und sind insbesondere senkrecht zu diesen. Die Längsseitenflächen 102A, die Auskoppelfläche 101 und die Querseitenfläche 103 erstrecken sich insbesondere von der p-seitigen Außenfläche 102B zur n-seitigen Außenfläche 102C.

Der Halbleiterschichtstapel 110 ist zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung ausgebildet, die einen kohärenten Anteil 21 umfasst. Insbesondere ist von der Auskoppelfläche 101 zusammen mit der verspiegelten Querseitenfläche 103 ein Resonator für die elektromagnetische Strahlung gebildet.

Beispielsweise um eine Strahlführung der elektromagnetische Strahlung in Richtung einer Flächennormalen N auf die Auskoppelfläche 101 zu erzielen, kann der Halbleiterschichtstapel 110 einen von der Auskoppelfläche 101 zur gegenüberliegenden Querseitenfläche 103 hin verlaufenden Wellenleitersteg 114 aufweisen. Die Haupterstreckungsrichtung S des Wellenleiterstegs 114 ist somit insbesondere parallel zur Flächennormalen N auf die Auskoppelfläche 101 und senkrecht zur vertikalen Richtung V.

Der Halbleiterkörper 10 ist zur Auskopplung des kohärenten Anteils 21 der von dem Halbleiterschichtstapel 110 erzeugte elektromagnetischen Strahlung von der Auskoppelfläche 101 ausgebildet. Die Auskoppelfläche 101 ist insbesondere parallel zur vertikalen Richtung. Bei der Herstellung des Halbleiterkörpers kann ein Bruchverfahren zum Einsatz komme bei dem der Halbleiterkörper unter Freilegung der Auskoppelfläche 101 aus dem Waferverbund abgetrennt wird. Bei diesem Verfahren kann es vorkommen, dass die Bruchkante nur annähernd parallel zu der vertikalen Richtung ist. Die Auskoppelfläche 110 ist zudem zur aktiven Schicht 110 senkrecht oder nahezu senkrecht. Solche kantenemittierender Halbleiterkörper 10 sind dem Fachmann im Prinzip bekannt - beispielsweise aus der bereits durch Rückbezug insofern aufgenommenen WO 2009/080012 A1 - und werden daher an diese Stelle nicht näher erläutert.

Der Halbleiterkörper 10 der Halbleiterlaserlichtquelle gemä dem vorliegenden ersten Ausführungsbeispiel weist eine Mehrzahl von Licht streuenden Teilbereichen 12 auf. Die Lic streuenden Teilbereiche 12, 12A, 12B, 12C sind dazu vorgesehen, einen Teil der von dem Halbleiterschichtstapel 110 erzeugten elektromagnetischen Strahlung zu streuen.

Insbesondere sind sie dazu vorgesehen, einen Teil der elektromagnetischen Strahlung in Richtung zu einer von der Auskoppelfläche 101 verschiedenen weiteren Außenfläche des Halbleiterkörpers 10 - vorliegend zu den Längsseitenflächen 102A - hin zu lenken. Die von einem der Licht streuenden Teilbereiche 12 zu einer der Längsseitenflächen 102A hin gestreute Strahlung ist in Figur 1A mit dem Bezugszeichen 2 gekennzeichnet.

Die Außenkonturen der Licht streuenden Teilbereiche 12 könn unterschiedliche Formen haben. Beispielhaft ist in der Draufsicht auf die p-seitige Außenfläche 102B der Figur 1A ein erster Licht streuender Teilbereich 12A mit einer kreisförmigen Außenkontur gekennzeichnet, ein zweiter Licht streuender Teilbereich 12B hat beispielsweise in Draufsicht auf die p-leitende Schicht 113 eine rechteckige Außenkontur ein dritter Licht streuender Teilbereich 12C eine ovale, insbesondere ellipsenförmige, Außenkontur.

Die Licht streuenden Teilbereiche 12 bei diesem und den anderen Ausführungsbeispielen und Ausgestaltungen der Halbleiterlaserlichtquelle haben beispielsweise Abmessunger insbesondere laterale Abmessungen - zwischen 0,1 µm und 10(µm, vorzugsweise zwischen 1 µm und 300 µm. Licht streuende Teilbereiche 12A mit kreisförmiger Außenkontur haben bevorzugt einen Durchmesser zwischen 1 µm und 50 µm. Bei Licht streuenden Teilbereichen 12B mit rechteckiger Außenkontur - anders ausgedrückt bei balkenförmigen Licht streuenden Teilbereichen 12B - haben bevorzugt die kurzen Seiten des Rechtecks Abmessungen zwischen 1 µm und 50 µm und/oder die langen Seiten des Rechtecks haben Abmessungen zwischen 1µm und 1000 µm, vorzugsweise zwischen 5 µm und 3(µm. Die langen Seiten des Rechtecks haben insbesondere

zusätzlich eine größere Länge- vorzugsweise mindestens die doppelte Länge - als die kurzen Seiten. Bei allen vorstehen genannten Bereichen sind die Grenzen jeweils eingeschlosser

Die Herstellung der Licht streuenden Teilbereiche 12 kann beispielsweise mittels Nassätzens erfolgen, wodurch sich beispielsweise eine sich in vertikaler Richtung V verjünger Form des Licht streuenden Teilbereichs 12 erzielen lässt, w in Figur 1B anhand des ersten Licht streuenden Teilbereichs 12A exemplarisch dargestellt. Die Licht streuenden Teilbereiche 12 können auch im Wesentlichen quaderförmig sein, wie beispielsweise anhand des zweiten Licht streuenden Teilbereichs 12B exemplarisch dargestellt. Eine solche Form ist beispielsweise mittels Trockenätzens erzielbar. Beispielsweise durch Ätzen hergestellte Licht streuende Teilbereiche 12 stellen Kavitäten in dem Halbleiterkörper 1 dar und weisen in der Regel eine Öffnung an einer Außenfläc des Halbleiterkörpers 10 auf, vorliegend an der p-seitigen Außenfläche 102B. Sie sind insbesondere mit Gas, vorzugswei mit Luft, gefüllt.

Licht streuende Teilbereiche 12 sind alternativ mittels ein Verfahrens herstellbar, das dem Fachmann unter dem Begriff "stealth dicing" im Prinzip bekannt ist. Bei diesem Verfahr wird der Halbleiterkörper mit einem fokussierten Laserstrah beleuchtet, wobei der Brennpunkt des Laserstrahls innerhalb des Halbleiterschichtstapels positioniert wird. Im Bereich des Brennpunkts wird auf diese Weise die Kristallstruktur d Halbleitermaterials des Halbleiterschichtstapels 110 verändert. Durch eine Relativbewegung des Laserstrahls zum Halbleiterkörper 10 kann auf diese Weise ein Licht streuend Teilbereich mit der gewünschten Form und Größe hergestellt werden. Insbesondere weisen mittels eines Stealth-Dicing-

Verfahrens hergestellte Licht streuende Teilbereiche 12 Halbleitermaterial mit einer Defektstruktur aus einer Vielzahl blasenförmiger Hohlräume auf, wie für den dritten Teilbereich 12C in Figur 1B angedeutet.

Vorzugsweise verläuft eine Haupterstreckungsebene E der Lic streuenden Strukturen 12 unter einem Winkel zur Haupterstreckungsrichtung S des Wellenleiterstegs 114. Der Wellenleitersteg 114 und die Haupterstreckungsebene E sind, anders ausgedrückt, vorzugsweise nicht parallel zueinander. Beispielsweise verläuft die Haupterstreckungsebene E parall zur vertikalen Richtung V. Die Haupterstreckungsebene E ist dabei die Ebene, welche durch die beiden Richtung festgeleg ist, in welche der Licht streuende Teilbereich 12 seine zwe größten Abmessungen hat. Für den zweiten Licht streuenden Teilbereich 12B ist sie in den Figuren 1A und 1B eingezeichnet.

Bei dem vorliegenden ersten Ausführungsbeispiel haben die Licht streuenden Teilbereiche in vertikaler Richtung V unte schiedliche Ausdehnungen. Beispielsweise verläuft der erste Licht streuende Teilbereich 12A vollständig in der p-leiten den Schicht 113, der zweite Licht streuende Teilbereiche 12 verläuft ausgehend von der p-leitenden Schicht 113 in die aktive Schicht 112 hinein, und der dritte Licht streuende Teilbereich 12C verläuft ausgehend von der p-leitenden Schicht 113 durch die aktive Schicht 112 hindurch in die n-leitende Schicht 111 hinein.

In vertikaler Richtung V – beispielsweise in Draufsicht auf die Auskoppelfläche 101 – überlappen der erste, der zweite und der dritte Licht streuende Teilbereich 12A, 12B, 12C au diese Weise nur zum Teil. In Draufsicht auf die p-seitige

Außenfläche 102B sind sie vorliegend lateral von dem Wellenleitersteg 114 beabstandet.

Bei einer Variante des ersten Ausführungsbeispiels erstreck sich die Licht streuenden Teilbereiche 12 nicht von der p-seitigen Außenfläche 102B her, sondern von der n-seitigen Außenfläche 102C her in den Halbleiterkörper 10 hinein. Die Variante ist in Figur 1B mit dem gestrichelten Teilbereich angedeutet. Bei dieser Variante sind die Licht streuenden Teilbereiche zum Beispiel vollständig in der n-leitenden Schicht 111 enthalten. Sie können in diesem Fall auch unter dem Wellenleitersteg 114 angeordnet sein. Beispielsweise si sie mit dem vorstehend erläuterten Stealth-Dicing-Verfahren hergestellt.

Figur 2 zeigt eine schematische Draufsicht auf einen Halbleiterkörper 10 einer Laserlichtquelle gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Der grundsätzliche Aufbau des Halbleiterkörpers 10 entspric dem des ersten Ausführungsbeispiels. Bei dem vorliegenden zweiten Ausführungsbeispiel sind die Licht streuenden Teilbereiche 12 jedoch an der Auskoppelfläche 101 und an de gegenüberliegenden Querseitenfläche 103 des Halbleiterkörpe 10 angeordnet. Im Gegensatz dazu sind die Licht streuenden Teilbereiche 12 bei dem ersten Ausführungsbeispiel von den Seitenflächen (Auskoppelfläche 101, Längsseitenflächen 102A und Querseitenfläche 103) des Halbleiterkörpers 10 beabstandet.

Beispielsweise erstrecken sich die Licht streuenden Teilbereiche 12 bei dem zweiten Ausführungsbeispiel von der p-leitenden Schicht 113 her in den Halbleiterschichtstapel

110 hinein und insbesondere in die aktive Schicht 112 hinei oder durch diese hindurch. Alternativ können sich die Licht streuenden Teilbereiche 12 auch von der n-seitigen Oberfläc 12 her in vertikaler Richtung V in den Halbleiterkörper 10 hinein erstrecken und beispielsweise vollständig innerhalb der n-leitenden Schicht 111 verlaufen.

Die Licht streuenden Teilbereiche 12 werden vorzugsweise hergestellt, bevor die Auskoppelfläche 101 und die Querseitenfläche 103 des Halbleiterkörpers 10 freigelegt werden bevorzugt mittels des vorstehend beschriebenen Stealth-Dicing-Verfahrens. Das Freilegen der Auskoppelfläche 101 un der Querseitenfläche 103 erfolgt beispielsweise mittels ein Bruchverfahrens. Mittels der direkt an der Auskoppelfläche 101 bzw. der Querseitenfläche 103 angeordneten Licht streuenden Teilbereiche 12 kann dabei mit Vorteil die Position und Form der Bruchkanten beeinflusst werden.

Die Licht streuenden Teilbereiche 12 sind lateral vom Welle leitersteg 114 beabstandet. Der laterale Abstand D ist dabe insbesondere der Abstand senkrecht zur Haupterstreckungsrichtung S des Wellenleiterstegs 114 in Draufsicht auf die seitige Außenfläche 102B. Beispielsweise ist der laterale Abstand kleiner als 20 µm, bevorzugt kleiner als 5 µm und besonders bevorzugt kleiner als 2 µm. Bei einer Ausgestaltu ist er größer als 0,5 µm.

Mittels solcher Abstände sind die Licht streuenden Struktur 12 besonders gut geeignet, die Abstrahlung von Lasermoden höherer Ordnung als der Grundmode von der Auskoppelfläche 1 zu unterdrücken. Die Laserlichtquelle macht sich dabei die unterschiedliche räumliche Intensitätsverteilung der verschiedenen Moden innerhalb des Halbleiterkörpers 10 zunutze

Hierzu streuen die Licht streuenden Teilbereiche 12 Laserstrahlung 22 dieser Moden beispielsweise in Richtung zu der zur Auskoppelfläche 101 senkrechten Längsseitenflächen 102A hin. Zusätzlich können bei diesem - wie auch bei den übrige Ausführungsbeispielen - die Licht streuenden Teilbereiche 1 von der aktiven Schicht 112 erzeugte elektromagnetische Strahlung in weitere Richtungen streuen, beispielsweise in Richtung zu der p-seitigen Außenfläche 102B, der n-seitiger Außenfläche 102C hin.

Figur 3A zeigt einen Halbleiterkörper 10 einer Laserlichtquelle gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel in einer schematischen Draufsicht. Figur 3B zeigt den Halbleiterkörp 10 in einem schematischen Querschnitt in der Schnittebene E und Figur 3C zeigt den Halbleiterkörper 10 in einem schematischen Querschnitt in der Schnittebene C-C.

Der Wellenleitersteg 114 des Halbleiterschichtstapels 110 erhebt sich bei diesem wie bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen in vertikaler Richtung V über seitlich a ihn angrenzende Regionen der p-leitenden Schicht 113 hinaus sodass er einen Vorsprung in der p-seitigen Außenfläche 102 darstellt. Bei dem vorliegenden dritten Ausführungsbeispiel sind die Licht streuenden Teilbereiche 12 ebenfalls als Vorsprünge der p-leitenden Schicht 113 ausgebildet, wie die Querstege 120A, oder sie sind auf eine Oberfläche der p-leitenden Schicht 113 aufgebracht, wie die Querstege 120B.

Die Querstege 120A, 120B haben eine Haupterstreckungsrichtu Q, die vorliegend in Draufsicht auf die p-leitende Schicht 113 senkrecht zur Haupterstreckungsrichtung S des Wellenleiterstegs 114 verläuft. Die Haupterstreckungsebene

der Querstege 120A bzw. 120B fällt vorliegend mit den Schnittebenen B-B bzw. C-C zusammen.

Die Querstege 120A sind insbesondere durch ein Strukturierungsverfahren hergestellt, bei dem die Oberfläch der p-leitenden Schicht 113 – zum Beispiel mittels Trockenätzens, Nassätzens und/oder selektiver Epitaxie – zu Ausbildung des Wellenleiterstegs 114 und der ersten Querste 120A strukturiert wird.

Die zweiten Querstege 120B sind beispielsweise hergestellt, indem ein Material auf die p-seitige Außenfläche 102B aufgebracht wird, das von dem Halbleitermaterial der p-leitenden Schicht 113 verschieden ist.

Bei einer Variante dieses Ausführungsbeispiels sind alle Querstege 120A, 120B mittels Strukturierung der p-leitender Schicht 113 gebildet. Bei einer alternativen Variante sind alle Querstege 120A, 120B durch Aufbringen eines Materials, das von dem Halbleitermaterial der p-leitenden Schicht verschieden ist, auf die p-leitende Schicht 113 gebildet.

Bei einer weiteren Variante ist der Brechungsindex der Querstege 120A, 120B vom Brechungsindex der p-leitenden Schicht 113 verschieden; insbesondere ist er niedriger als der Brechungsindex der p-leitenden Schicht 113. Dies kann beispielsweise mittels eines Ionenimplantationsverfahrens erzielt sein. Der Brechungsindex von p-GaN kann zum Beispie insbesondere durch Implantation von Protonen (H^+), von 2,46 auf 2,26 gesenkt werden.

Bei dieser Variante sind die Querstege 120A, 120B nicht unbedingt als Vorsprünge der p-leitenden Schicht 113

ausgebildet. Sie können sich stattdessen - insbesondere analog zu den rechteckigen Licht streuenden Teilbereichen 1 des ersten Ausführungsbeispiels - zur n-seitigen Außenfläch 102C hin zumindest in die p-leitende Schicht 113 hinein ode durch diese hindurch erstrecken.

Insbesondere mittels Ionenimplantation kann bei einer Weiterbildung dieses Ausführungsbeispiels oder einer der anderen Ausgestaltungen der Halbleiterlaserlichtquelle auch eine Strombahn durch den Halbleiterschichtstapel 110 definiert sein und/oder es kann eine Indexführung des kohärenten Anteils 21 der elektromagnetischen Strahlung mittels einer Brechungsindexänderung beidseits des Wellenleiterstegs 114 erzielt sein. Zur Definition einer Strombahn können zum Beispiel n-leitende Stoffe wie Si, p-leitende Stoffe wie Mg, Zn, Be und/oder isolierende Stoffe wie B, He, N, H implantiert werden.

Es können, bei einer weiteren Variante des dritten Ausführungsbeispiels, auch mehr als zwei Querstege 120A, 12 in der Haupterstreckungsrichtung S des Wellenleiterstegs 11 aufeinanderfolgen. Die in dieser Richtung aufeinander-folgenden Querstege 120A, 120B sind bei einer bevorzugten Weiterbildung dieser Variante periodisch angeordnet. Insbesondere bilden sie einen verteilten Bragg-Spiegel (distributed Bragg reflector, DBR). Insbesondere sind die Abstände und Abmessungen der Querstege 120A, 120B so gewähl dass der verteilte Bragg-Reflektor seine höchste Reflektivität für eine Wellenlänge λ des kohärenten Anteils 21 der vom Halbleiterschichtstapel 110 emittierten elektromagnetischen Strahlung hat. Dies wird auch als "λ/4" Konfiguration bezeichnet.

Der Halbleiterkörper 10 bei diesem und den anderen Ausführungsbeispielen weist zweckmäßigerweise eine Elektrode 1 zum elektrischen Anschließen des Halbleiterschichtstapels 1 auf. Zwischen der Elektrode 140 und der p-leitenden Schicht 113 ist vorzugsweise eine Passivierung 130 angebracht. Die Passivierung 130 weist eine Öffnung auf, die den Wellenleitersteg 114 freilässt.

Auf diese Weise ist der Wellenleitersteg 114 mittels der Elektrode 140 elektrisch kontaktiert, insbesondere grenzt d Elektrode 140 im Bereich des Wellenleiterstegs 114 an die p leitende Schicht 113 an. Seitlich von dem Wellenleitersteg angeordnete Bereiche der p-leitenden Schicht 113, welche vo der Elektrode 140 in Draufsicht überdeckt sind, sind bei de vorliegenden Ausführungsbeispiel von der Elektrode 140 beabstandet. Der Übersichtlichkeit halber sind die Elektrod 140 und die Passivierung 130 in der Draufsicht der Figur 3A nicht eingezeichnet.

Die Figuren 4A und 4B zeigen einen schematischen Querschnit (Figur 4A) und eine schematische Draufsicht (Figur 4B) eine Halbleiterkörpers 10 einer Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel.

Der Halbleiterkörper 10 weist erste Licht streuende Teilbereiche 12A auf, die sich von der p-seitigen Außenfläche 102B in die p-leitende Schicht 113 des Halbleiterschichtstapels 110 hinein, durch die aktive Schicht 112 hindurch u in die n-leitende Schicht 111 hinein erstrecken. Ihre Haupt erstreckungsebene E ist dabei, anders als beispielsweise be ersten Ausführungsbeispiel, nicht parallel zur vertikalen Richtung V, sondern sie verläuft geneigt zu dieser Richtung Insbesondere sind die ersten Licht streuenden Teilbereiche

12A so ausgebildet, dass sie im Verlauf von der n-leitender Schicht 111 zur p-leitenden Schicht 113 hin lateral auf der Wellenleitersteg 114 zulaufen.

Zusätzlich enthält der Halbleiterkörper 10 gemäß dem vierte Ausführungsbeispiel zweite Licht streuende Teilbereiche 12E die sich ausgehend von der dem Wellenleitersteg 114 gegenüberliegenden n-seitigen Außenfläche 102C der n-leitenden Schicht 111 in den Halbleiterkörper 10 hinein erstrecken. Insbesondere laufen sie schräg auf die aktive Schicht 112 z verlaufen jedoch insbesondere vollständig innerhalb der n-leitenden Schicht 111. Dabei erstrecken sie sich beispielsweise über mindestens 50 % der Schichtdicke, d.h. der Ausdehnung in vertikaler Richtung V, der n-leitenden Schich 111. Die Haupterstreckungsebenen E der zweiten Licht streuenden Teilbereiche verlaufen jeweils unter einem Winke also insbesondere nicht parallel zur vertikalen Richtung V, jedoch vorzugsweise parallel zum Normalenvektor N auf die z Auskopplung des kohärenten Anteils 21 der elektromagnetisch Strahlung vorgesehenen Auskoppelfläche 101.

Die ersten Licht streuenden Teilbereiche sind vorliegend lateral von dem Wellenleitersteg 14 beabstandet. Dagegen überlappt mindestens ein zweiter Licht streuender Teilberei 12B in Draufsicht auf die p-seitige Außenfläche 102B mit de Wellenleitersteg 114.

Die Licht streuenden Teilbereiche 12A, 12B sind beispielsweise mittels Einschnitten in den Halbleiterkörper 10 erzeugt. Die Einschnitte können z. B. mittels reaktivem Ionenätzen hergestellt sein. Die Licht streuenden Teilbereiche 12A, 12B erstrecken sich vorliegend von der

Auskoppelfläche 101 zur gegenüberliegenden Querseitenfläche 103 über die gesamte Länge des Halbleiterkörpers 10.

Die ersten Licht streuenden Teilbereiche 12A sind besonders gut dazu geeignet, die Strahlqualität in lateraler Richtung zu verbessern, d.h. in der Haupterstreckungsebene der aktiven Schicht 112. Die zweiten Licht streuenden Teilbereiche 12B sind besonders gut dazu geeignet, die Strahlqualität der Halbleiterlaserlichtquelle in der vertikalen Richtung V zu verbessern.

Jeder Licht streuende Teilbereich 12A, 12B ist dazu vorgesehen, von der aktiven Schicht 112 erzeugte elektromagnetische Strahlung zu einer Außenfläche oder zu mehreren Außenflächen – zum Beispiel zu den Längsseitenflächen 102A, zur p-seitigen Außenfläche 102B und/oder zur n-seitigen Außenfläche 102C – hin zu lenken, die von der Auskoppelfläche 101 verschieden und zu dieser geneigt sind.

Figur 5A zeigt einen Halbleiterkörper einer Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel. Figur zeigt einen schematischen Querschnitt durch den Halbleiterkörper 10 der Figur 5A in der Schnittebene B-B.

Wie bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen weist der Halbleiterkörper 10 einen Halbleiterschichtstapel 110 mit einer n-leitenden Schicht 111, einer aktiven Schicht 112 und einer p-leitenden Schicht 113 auf. Die p-seitige Oberfläche 102B der p-leitenden Schicht 113 ist dabei zur Ausbildung eines Wellenleiterstegs 114 strukturiert.

Die Haupterstreckungsrichtung S des Wellenleiterstegs fällt wie bei den anderen Ausführungsbeispielen insbesondere mit

dem Normalenvektor N auf die Auskoppelfläche 101 des Halbleiterkörpers 10 zusammen, welche zur Auskopplung eines kohärenten Anteils 21 der von der aktiven Schicht 112 erzeugten elektromagnetischen Strahlung vorgesehen ist.

Der Halbleiterkörper 10 weist bei dem vorliegenden fünften Ausführungsbeispiel einen Licht streuenden Teilbereich 12 auf, der eine Haupterstreckungsebene E hat, welche parallel zur vertikalen Richtung V und schräg zur Haupterstreckungsrichtung S des Wellenleiterstegs 114 verläuft. Vorliegend fällt die Haupterstreckungsebene E mit der Schnittebene B-B der Figur 5B zusammen.

Der Licht streuende Teilbereich 12 hat in Draufsicht auf seine Haupterstreckungsebene E (und vorliegend auch in Draufsicht auf die Auskoppelfläche 101) eine U-förmige Gestalt. Die Öffnung de U-Form ist dabei der p-seitigen Außenfläche 102B zugewandt, die Schenkel der U-Form verlauf vorzugsweise parallel zur vertikalen Richtung V.

Vorzugsweise verläuft der Licht streuende Teilbereich 12 vc der p-seitigen Oberfläche 102B des Halbleiterschichtstapels 110 her und in einem lateralen Abstand D vom Wellenleiterst 114 in die p-leitende Schicht 113 hinein, durch die aktive Schicht 112 hindurch und in die n-leitende Schicht 111 hinein. In der n-leitenden Schicht weist der Licht streuenc Teilbereich 12 beispielsweise einen Knick oder eine Biegunc auf und verläuft unter dem Wellenleitersteg 114 hindurch. I weiteren Verlauf knickt er nochmals ab oder weist eine weitere Biegung auf, so dass er auf der gegenüberliegenden Seite des Wellenleiterstegs 114, wiederum von diesem latera beabstandet - insbesondere ebenfalls um den Abstand D - dur die aktive Schicht 112 und die p-leitende Schicht 113

hindurch bis zur p-seitigen Oberfläche 102B des Halbleiterschichtstapels 110 verläuft. Auf diese Weise umschließt der Licht streuende Teilbereich 12 ein Teilstück 1120 der aktiv Schicht 112.

Vorzugsweise ist ein Abstand des Licht streuenden Teilbereichs 12 von der Auskoppelfläche 101 kleiner als der Abstand des Licht streuenden Teilbereichs 12 von der gegenüberliegenden, insbesondere verspiegelten, Querseitenfläche des Halbleiterkörpers 110. Der zuletzt genannte Abstand ist vorzugsweise mindestens doppelt so groß, besonders bevorzug vier Mal so groß wie der Abstand des Licht streuenden Teilbereichs 12 zu der Auskoppelfläche 101. Auf diese Weise kann mit Vorteil besonders viel elektromagnetische Strahlung aus parasitären Lasermoden ausgekoppelt und ggf. einer Fotodiode zugeführt werden.

Die Ausdehnung des Licht streuenden Teilbereichs 12 senkrecht zu seiner Haupterstreckungsebene E beträgt vorzugsweise höchstens die Hälfte, besonders bevorzugt höchstens 20 % seiner größten Ausdehnung in der Haupterstreckungsebene E. Mit anderen Worten stellt der Licht streuende Teilbereich 1 eine diagonal verlaufende, Licht streuende Wand innerhalb d Halbleiterkörpers 10 dar, welche von dem Wellenleitersteg 1 "durchstoßen" wird. Beispielsweise hat die Wand in Draufsic auf die p-seitige Außenfläche 102B eine Ausdehnung zwischen µm und 500 µm parallel zu ihrer Haupterstreckungsebene E un eine Ausdehnung zwischen 1 µm und 50 µm senkrecht zur Haupterstreckungsebene E, wobei die Grenzen jeweils eingeschloss sind. Dabei ist die Ausdehnung parallel zur Haupterstreckungsebene E vorzugsweise größer als die Ausdehnung senkrecht dazu, insbesondere mindestens doppelt so groß.

Figur 5C zeigt eine Variante des Halbleiterkörpers gemäß de fünften Ausführungsbeispiel in einer schematischen Schnittdarstellung in der Schnittebene B-B der Figur 5A.

Anstelle eines einzelnen U-förmigen Licht streuenden Teilbereichs 12 sind bei dieser Variante zwei erste Licht streuende Teilbereiche 12A ausgebildet, die vollständig innerhalb der p-leitenden Schicht 113 verlaufen und lateral um einen Abstand D von dem Wellenleitersteg 114 beabstandet sind. In vertikaler Richtung V unter dem Wellenleitersteg 1 ist ein zweiter Licht streuender Teilbereich 12B angeordnet der vollständig innerhalb der n-leitenden Schicht 111 verläuft und in Draufsicht auf die p-leitende Schicht 113 m dem Wellenleitersteg 114 und den ersten Licht streuenden Teilbereichen 12A überlappt. Die vom Wellenleitersteg 114 abgewandten Außenkonturen der ersten Licht streuenden Teilbereiche 12A und des zweiten Licht streuenden Teilbereichs 12B sind insbesondere in dieser Draufsicht zueinander bündig.

Die Licht streuenden Teilbereiche gemäß dieser Variante sir besonders einfach durch Strukturierung von der p-leitenden Schicht 113 her und von der n-leitenden Schicht 111 her herstellbar. Die Herstellung des Licht streuenden Teil-bereichs des fünften Ausführungsbeispiels gemäß den Figurer 5A und 5B ist demgegenüber aufwändiger - sie kann beispiels weise mittels des oben bereits genauer erläuterten Stealth-Dicing-Verfahrens erfolgen. Jedoch kann mittels dieses Lich streuenden Teilbereichs 12 eine besonders effiziente Streu eines zur Auskopplung an der Auskoppelfläche 101 unerwünschten Anteils der elektromagnetischen Strahlung erzielt werden.

Der in der n-leitenden Schicht 111 verlaufende Abschnitt de Licht streuenden Teilbereichs 12 des fünften Ausführungs- beispiels, bzw. der zweite Licht streuende Teilbereich 12B der Variante des fünften Ausführungsbeispiels erstrecken si bevorzugt über 10 % oder mehr, besonders bevorzugt über 30 oder mehr, insbesondere über 50 % oder mehr der Dicke der n leitenden Schicht 111.

Figur 6 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht ein Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem sechsten Ausführungs beispiel. Die Halbleiterlaserlichtquelle gemäß dem vorliege den sechsten Ausführungsbeispiel weist einen Halbleiterkörp 10 auf, der so aufgebaut ist, wie im Zusammenhang mit dem fünften Ausführungsbeispiel anhand der Figuren 5A und 5B bz mit der Variante des fünften Ausführungsbeispiels anhand de Figuren 5A und 5C beschrieben.

Zusätzlich weist die Halbleiterlaserlichtquelle gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel eine Fotodiode 13 auf. Die Fotodiode 13 ist vorliegend neben einer Längsseitenfläche 102A des Halbleiterkörpers 10 angeordnet. Der Licht streuen Teilbereich 12 lenkt einen Teil 22 der von der aktiven Schicht 112 erzeugten elektromagnetischen Strahlung in Richtung der Längsseitenfläche 102A um, wo er zumindest teilweise aus dem Halbleiterkörper 10 ausgekoppelt und in d Fotodiode 13 eingekoppelt wird.

Figur 7 zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel.

Die Halbleiterlaserlichtquelle gemäß dem siebten Ausführung beispiel weist einen Halbleiterkörper 10 mit einem Licht

streuenden Teilbereich 12 auf, der vollständig innerhalb de
n-leitenden Schicht 111 verläuft und die Form eines geraden
Prismas mit dreieckiger Grundfläche hat. Dabei fallen sind
die Normalenvektoren N auf die dreieckige Grundfläche und a
die Auskoppelfläche 101 parallel, so dass sich das Prisma
längs des Wellenleiterstegs 114 erstreckt und in Draufsicht
auf die p-seitige Außenfläche vorzugsweise mit diesem
überlappt.

Wie beim vorhergehenden Ausführungsbeispiel streut der Lich
streuende Teilbereich 12 einen Teil 22 der von dem
Halbleiterschichtstapel 110 erzeugten elektromagnetischen
Strahlung zu einer Längsseitenfläche 102A hin, wo er
zumindest teilweise ausgekoppelt und in die benachbart zu d
Längsseitenfläche 102A angeordnete Fotodiode 13 zumindest
teilweise eingekoppelt wird.

Ein solcher prismatischer Licht streuender Teilbereich 12 i
für die Bestrahlung einer längsseitig angeordneten Fotodioc
13 besonders gut geeignet.

Figur 8 zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine
Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem achten
Ausführungsbeispiel.

Die Licht streuenden Teilbereiche 12A, 12B des Halbleiter-
körpers 10 der Halbleiterlaserlichtquelle gemäß dem achten
Ausführungsbeispiel sind analog zu denen des Halbleiter-
körpers 10 gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel (siehe die
Figuren 4A und 4B) ausgebildet.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel laufen die ersten
Licht streuenden Teilbereiche 12A jedoch nicht im Verlauf v

der n-leitenden Schicht 111 zur p-leitenden Schicht 112 des Halbleiterschichtstapels 110 auf den Wellenleitersteg 114 z sondern von diesem weg. Sie sind lateral von dem Wellenleitersteg 114 beabstandet und überlappen in Draufsicht auf die p-seitige Außenfläche des Halbleiterkörpers 10 mit eine Fotodiode 13, die seitlich neben dem Wellenleitersteg 14 au der p-seitigen Außenfläche 102B des Halbleiterkörpers 10 angebracht ist.

Zusätzlich weist der Halbleiterkörper 10 noch zweite Licht streuende Teilbereiche auf, die sich vollständig innerhalb der n-leitenden Schicht 110 befinden und Haupterstreckungsebenen E haben, die schräg zur vertikalen Richtung V und parallel zum Normalenvektor N auf die Auskoppelfläche 101 verlaufen (in Figur 8 senkrecht zur Papierebene). Die zweit Licht streuenden Teilbereiche 12B überlappen in Draufsicht auf die p-seitige Außenfläche 102B des Halbleiterkörpers 1(ebenfalls mit der auf dieser Außenfläche 102B aufgebrachter Fotodiode 13. Auf diese Weise wird ein Teil 22 der von der aktiven Schicht 112 erzeugten elektromagnetischen Strahlung besonders effizient zu der p-seitigen Außenfläche 102 und insbesondere zu der Fotodiode 13 hin gelenkt.

Figur 9 zeigt eine schematische perspektivische Darstellung einer Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel. Die Halbleiterlaserlichtquelle gemäß diesem Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen derjenigen des sechsten Ausführungsbeispiels, das in Zusammenhang mit Figur 6 vorstehend beschrieben ist.

Anders als beim sechsten Ausführungsbeispiel ist bei dem vorliegenden neunten Ausführungsbeispiel die Längsseitenfläche 102A, welche der Fotodiode 13 zugewandt ist, mit Lic

streuenden Strukturen 160 versehen. Beispielsweise ist ein Draufsicht auf die Längsseitenfläche 102A mit der Fotodiode 13 überlappender Abschnitt der Längsseitenfläche 102A mit d Licht streuenden Strukturen 160 versehen, während ein von d Fotodiode unbedeckter Abschnitt frei von den Licht streuend Strukturen ist. Alternativ kann auch die gesamte Längsseite fläche 102A mit den Licht streuenden Strukturen versehen sein.

Entweder handelt es sich bei den Licht streuenden Strukture um makroskopische Strukturen, wobei unter "makroskopischen Strukturen" vorliegend Strukturen verstanden werden, deren Abmessungen zumindest in einer Dimension größer als 10 µm, bevorzugt größer als 100 µm sind. Die Licht streuenden Strukturen können aber auch von einer Aufrauung gebildet sein, die derart ausgebildet ist, dass sie dazu geeignet is elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge eines Intensitätsmaximums des kohärenten Anteils 21 zu streuen. Beispielsweise enthält die Aufrauung dazu Struktureinheiten mit lateralen Abmessungen zwischen 100 nm und 1 µm, wobei d Grenzen jeweils eingeschlossen sind.

Figur 10 zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem zehnten Ausführungsbeispiel.

Diese weist einen Halbleiterkörper 10 auf, dessen Längs-seitenflächen 102A in einem p-seitigen Randbereich zur Bildung von Licht streuenden Teilbereichen 12 angeschrägt sind. Die schrägen Teilbereiche der Längsseitenflächen 102A erstrecken sich dabei vorliegend von der p-seitigen Außen-fläche 102B des Halbleiterkörpers 10 in vertikaler Richtung über die aktive Schicht 112 hinaus in die n-leitende Schich

111 hinein. Mittels dieser Licht streuenden Teilbereiche 11 wird ein Teil 22 der von der aktiven Schicht 112 erzeugten elektromagnetischen Strahlung in Richtung der n-seitigen Außenfläche 102C des Halbleiterkörpers gelenkt. Auf dieser seitigen Außenfläche 102C oder über dieser n-seitigen Außenfläche 102C ist eine Fotodiode 13 angeordnet, welche z Empfang mindestens eines Teils dieser elektromagnetischen Strahlung 22 ausgebildet ist.

Figur 11 zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem elften Ausführungsbeispiel. Figur 14 zeigt einen schematischen Querschnitt durch die Halbleiterlaserlichtquelle der Figur 11 in der Schnittebene B-B.

Bei der vorliegenden Halbleiterlaserlichtquelle ist die Fotodiode 13 in den Halbleiterkörper 10 integriert ausgebildet.

Beispielsweise ist ein Teilstück 1120 der aktiven Schicht 112, das in Draufsicht auf die p-seitige Außenfläche 102B m dem Wellenleitersteg 114 überlappt, zur Erzeugung der elektromagnetischen Strahlung und insbesondere des kohärent Anteils 21 der elektromagnetischen Strahlung ausgebildet. Dieses Teilstück 1120 ist mit der Elektrode 140 kontaktiert wie beispielsweise im Zusammenhang mit dem dritten Ausführungsbeispiel beschrieben.

Ein weiteres Teilstück der aktiven Schicht 112 ist mittels eines Isolators 170 elektrisch von dem Teilstück 1120 getrennt und mit einer weiteren Elektrode 150 elektrisch kontaktiert. Beispielsweise erstreckt sich die auf die p-seitige Außenfläche 102B aufgebrachte Passivierung 130 als

Isolator 170 in einen längs des Wellenleiterstegs 114 in de Halbleiterschichtstapel 110 ausgebildeten Graben, der die aktive Schicht 112 durchtrennt, hinein.

Der Halbleiterkörper 10 weist erste Licht streuende Strukturen 12A auf, die dazu ausgebildet sind, von dem Teilstück 1120 der aktiven Schicht 112 erzeugte elektromagnetische Strahlung in Richtung der Längsseitenflächen 102A zu lenken sodass sie insbesondere auf die monolithisch integrierte Fotodiode 13 trifft.

Zweite Licht streuende Teilbereiche 12B sind in der n-leitenden Schicht 111 ausgebildet und überlappen in Draufsicht auf die p-seitige Außenfläche 102B insbesondere mit der Fotodiode 13. Sie sind zweckmäßigerweise dazu ausgebildet, von der aktiven Schicht 112 erzeugte elektromagnetische Strahlung in Richtung zur p-seitigen Außenfläche 102B zu lenken, sodass sie insbesondere auf der zur Bildung der Fotodiode 13 abgetrennten Abschnitt der aktiven Schicht 112 trifft.

Bei dem elften Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Fotodiode in der Haupterstreckungsrichtung S des Wellenleiterstegs 114 über einen Großteil der Länge des Halbleiterkörpers 10, beispielsweise über 80 % oder mehr de Länge des Halbleiterkörpers 10.

Figur 12 zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem zwölften Ausführungsbeispiel.

Die Halbleiterlaserlichtquelle gemäß dem vorliegenden zwölften Ausführungsbeispiel entspricht derjenigen des elft

Ausführungsbeispiels, jedoch erstreckt sich die Fotodiode 1 nicht über einen Großteil der Länge des Halbleiterkörpers 1 sondern sie ist in der Nähe der Auskoppelfläche 101 ausgebildet. Insbesondere ist bei dem vorliegenden zwölfter Ausführungsbeispiel der Abstand der Fotodiode 13 von der Querseitenfläche 103, welche der Auskoppelfläche 101 gegenüberliegt, vorzugsweise mindestens doppelt so groß, besonders bevorzugt mindestens vier Mal so groß wie der Abstand der Fotodiode 13 von der Auskoppelfläche 101.

Die Figur 13 zeigt einen Ausschnitt eines Längsschnitts, de in der aktiven Schicht 112 verläuft durch den Halbleiterkörper 10 einer Laserlichtquelle gemäß einer Variante des elften und zwölften Ausführungsbeispiels. Bei dieser Variante hat die Fotodiode 13 keine rechteckige bzw. quadratische Geometrie wie bei dem elften bzw. zwölften Ausführungsbeispiel, sondern ist als unregelmäßiges Polygor geformt.

Die Halbleiterlaserlichtquellen gemäß dem ersten bis fünfte Ausführungsbeispiel können ebenfalls jeweils eine Fotodiode 13 aufweisen, die beispielsweise an einer Längsseitenfläche 102A, auf der p-seitigen Außenfläche 102B oder der n-seitig Außenfläche 102C des Halbleiterkörpers 10 angeordnet oder einer dieser Flächen benachbart ist.

Bei jedem Ausführungsbeispiel kann die Halbleiterlaser-lichtquelle eine elektrische Schaltung aufweisen, die elektrisch an den Halbleiterschichtstapel 110 und an die Fotodiode 13 angeschlossen und dazu ausgebildet ist, im Betrieb der Halbleiterlaserlichtquelle ein elektrisches Signal der Fotodiode 13 auszuwerten und einen Betriebsstrom

durch die Halbleiterschichtenfolge 110 in Abhängigkeit des Signals der Fotodiode 13 zu steuern.

Die verschiedenen Ausgestaltungen der Licht streuenden Teilbereiche 12, 12A, 12B, 12C der einzelnen Ausführungsbeispiele sind in einem Halbleiterkörper 10 miteinander kombinierbar.

Auch im Übrigen ist die Erfindung nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jed Kombination von Merkmalen, insbesondere jede Kombination vo Merkmalen in den Patentansprüchen und jede Kombination von Merkmalen in den Ausführungsbeispielen, auch wenn diese Kombination nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutsch Patentanmeldung 102012103549.0, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Patentansprüche

1. Halbleiterlaserlichtquelle mit einem kantenemittierenc Halbleiterkörper (10), der einen Halbleiterschichtstap (110) mit einer n-leitenden Schicht (111) einer aktive Schicht (112) und einer p-leitenden Schicht (113) enthält, der zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlu ausgebildet ist, die einen kohärenten Anteil (21) umfasst, wobei
   - die Halbleiterlaserlichtquelle zur Auskopplung des kohärenten Anteils (21) der elektromagnetischen Strahlung aus einer zur aktiven Schicht (112) geneigte Auskoppelfläche (101) des Halbleiterkörpers (10) ausgebildet ist,
   - der Halbleiterkörper (10) eine zur Auskoppelfläche (101) geneigte weitere Außenfläche (102A, 120B, 102C) aufweist, und
   - der Halbleiterkörper (10) mindestens einen Licht streuenden Teilbereich (12, 12A, 12B, 12C, 120A, 120B) aufweist, der dazu vorgesehen ist, einen Teil der von dem Halbleiterschichtstapel (110) erzeugten elektromagnetischen Strahlung in Richtung zu der weiteren Außenfläche (102A, 102B, 102C) hin zu lenken.

2. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß Anspruch 1, wobei sic der mindestens eine Licht streuende Teilbereich (12, 12A, 12B, 12C)von der n-leitenden (111) bzw. p-leitenc Schicht (113) ausgehend in die aktive Schicht (112) hinein oder sich durch die aktive Schicht (112) hindur erstreckt.

3. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Halbleiterkörper

(10) einen Wellenleitersteg (114) aufweist, der von de Halbleiterschichtstapel (110) gebildet ist und eine Haupterstreckungsrichtung (S) hat, die in Richtung eir Normalenvektors (N) auf die Auskoppelfläche (101) verläuft.

4. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß Anspruch 3, wobei der mindestens eine Licht streuende Teilbereich (12, 12A, 12B, 12C) zumindest in der p-leitenden Schicht (113) verläuft und im Bereich der p-leitenden Schicht (113) von dem Wellenleitersteg (114) lateral beabstandet (D) ist.

5. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, die einen ersten und einen zweiten Licht streuenden Teilbereich (12A, 12B) aufweist, wobei der erste Licht streuende Teilbereich (12B) zumindest in der n-leitenden Schicht verläuft, d zweite Licht streuende Teilbereich (12A) zumindest in der p-leitenden Schicht verläuft, und der erste und de zweite Licht streuende Teilbereich (12A, 12B)in Draufsicht auf die Auskoppelfläche (101) in einer vertikalen Richtung (V), in der die n-leitende Schicht (111), die aktive Schicht (112) und die p-leitende Schicht (113) aufeinander folgen, nicht oder nur teilweise überlappen.

6. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zur Bildung des mindestens einen Licht streuenden Teilbereichs (12, 12 12B, 12C) eine Kavität in dem Halbleiterkörper (10) ausgebildet ist.

7. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine Licht streuende Teilbereich (12, 12A, 12B, 12C) mittel einer Materialzusammensetzung und/oder Kristallstruktu in dem Halbleiterkörper ausgebildet ist, welche von de Materialzusammensetzung bzw. Kristallstruktur abweicht/abweichen, welche eine an den Teilbereich angrenzende Region des Halbleiterkörpers (10) aufweist

8. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß Anspruch 3 oder einem der Ansprüche 4 bis 7 unter Rückbezug auf Anspruch 3, wobei der mindestens eine Licht streuende Teilbereich (12) mittels eines Querstegs (120A, 120B) ausgebildet ist, der seitlich von dem Wellenleitersteg (114) auf d Halbleiterschichtstapel (110) aufgebracht oder von dem Halbleiterschichtstapel (110) gebildet ist.

9. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß Anspruch 8, wobei der Brechungsindex des Querstegs (120B) von dem Brechungsindex des Wellenleiterstegs (114) verschieden ist.

10. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine Licht streuende Teilbereich (12A, 12B) eine Haupterstreckungsebene (E) hat, die geneigt zu einer vertikalen Richtung (V), in der die n-leitende Schicht (111), die aktive Schicht (112) und die p-leitende Schicht (113) aufeinander folgen, verläuft.

11. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der mindestens eine Licht streuende Teilbereich (12, 12A, 12B, 12C, 120A, 120B) eine

Haupterstreckungsebene (E) hat, die geneigt zu einem Normalenvektor (N) auf die Auskoppelfläche (101) verläuft.

12. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Licht streuende Teilbereich (12) in Draufsicht auf die Auskoppelfläche (101) u-förmig ausgebildet ist, derart, dass er ein Teilstück (1120) der aktiven Schicht (112) umschließt.

13. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Fotodiode (13), die auf oder über der weiteren Außenfläche (102A, 102B, 102C) des Halbleiterkörpers (10) angeordnet ist.

14. Halbleiterlaserlichtquelle gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Fotodiode (13), die monolithisch in den Halbleiterkörper (10) integriert ist.

15. Halbleiterlichtquelle gemäß Anspruch 14, wobei zwische der Fotodiode (13) und einem an die Fotodiode angrenzenden Teilstück (1120) der aktiven Schicht (112 ein Material mit einem Brechungsindex angeordnet ist, der größer ist als ein Brechungsindex der Fotodiode (1 und als ein Brechungsindex der aktiven Schicht(112).

FIG 1a

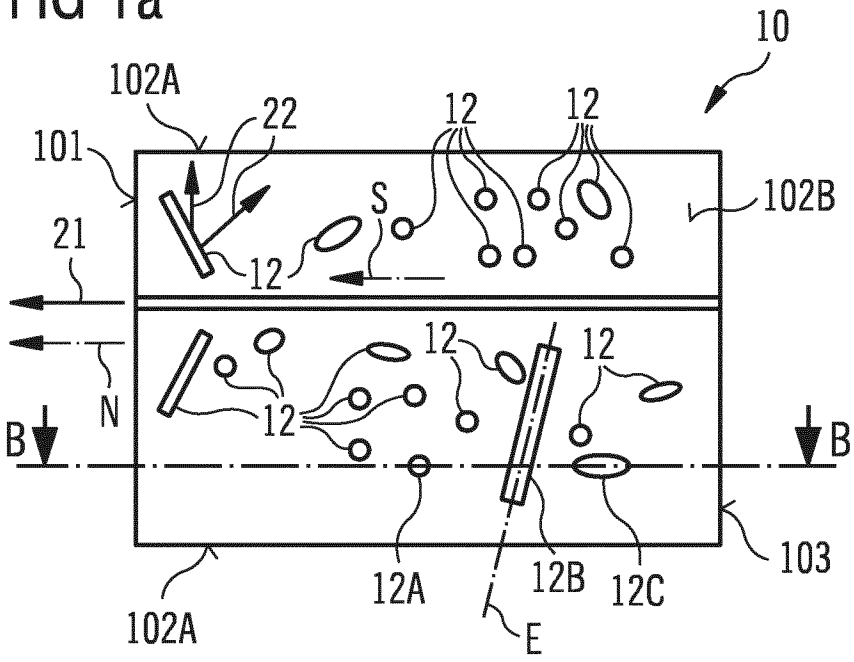


FIG 1b

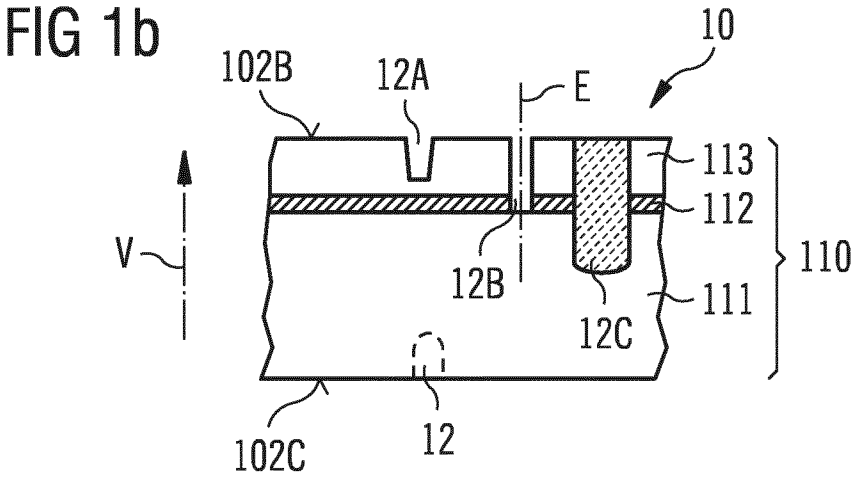


FIG 2

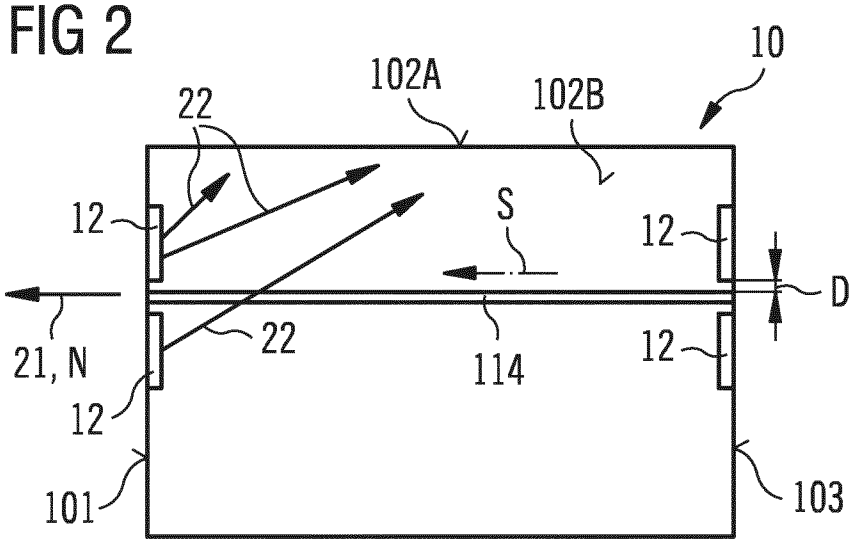


FIG 3a

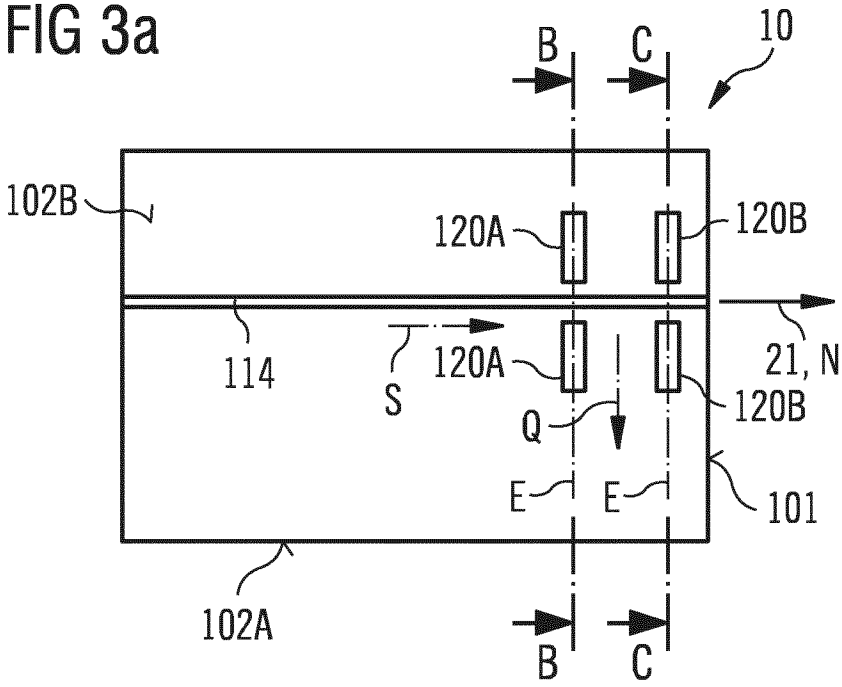


FIG 3b

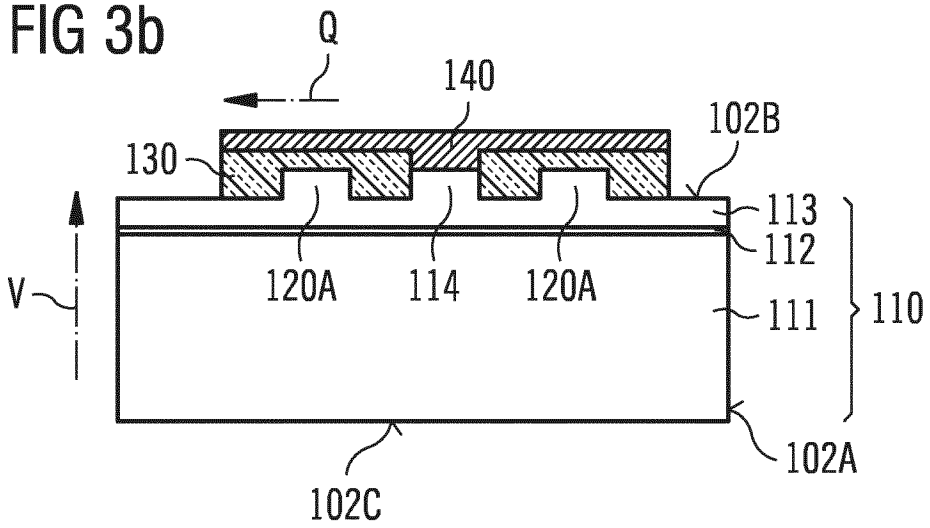


FIG 3c

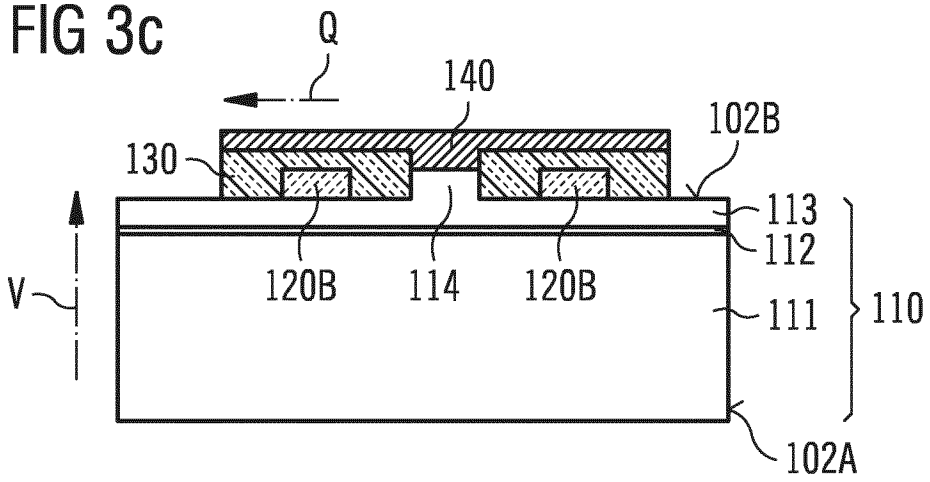


FIG 4a

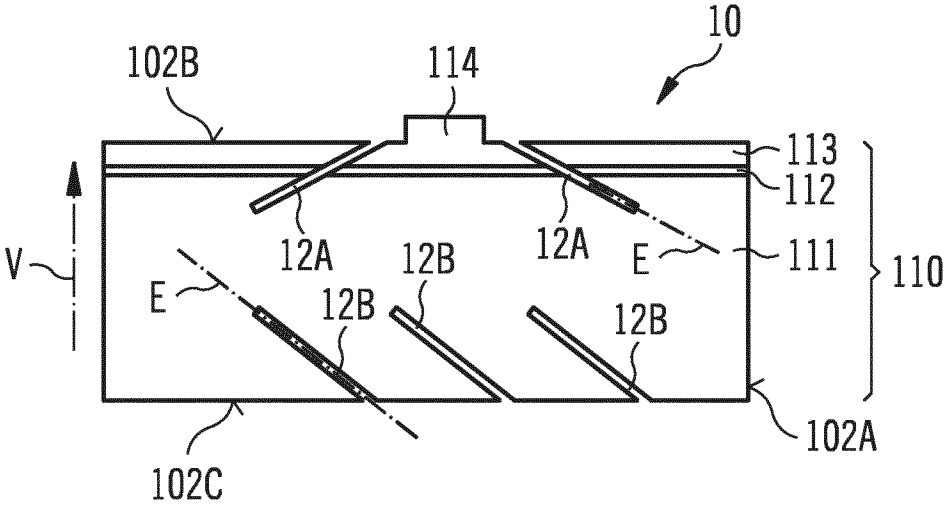

10
102B
114
113
112
V
12A
12B
12A
E
111
110
E
12B
12B
12B
102A
102C

FIG 4b

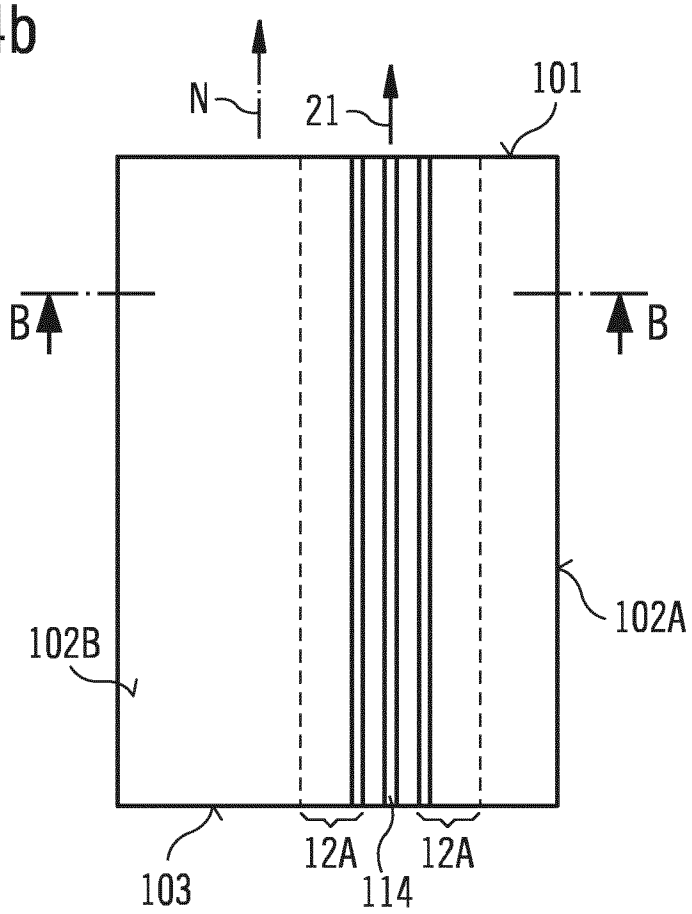

N
21
101
B
B
102A
102B
103
12A
114
12A

FIG 5a

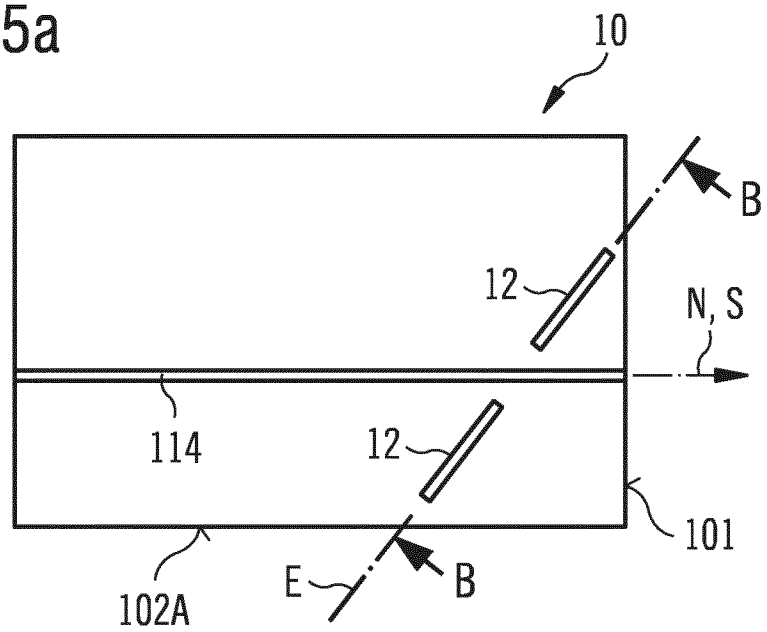


FIG 5b

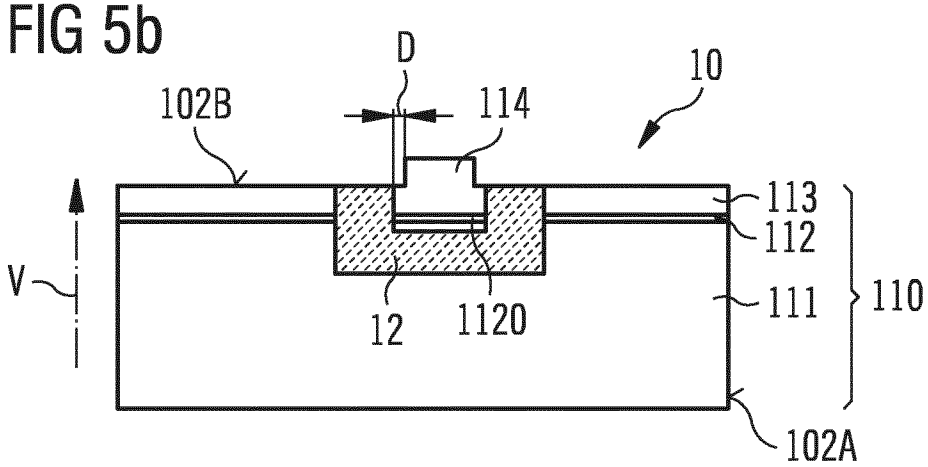


FIG 5c

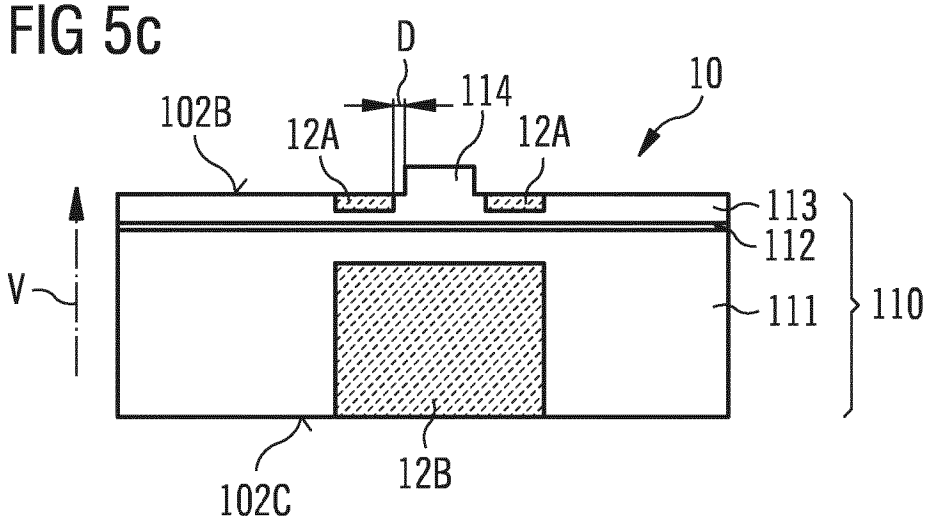


FIG 6

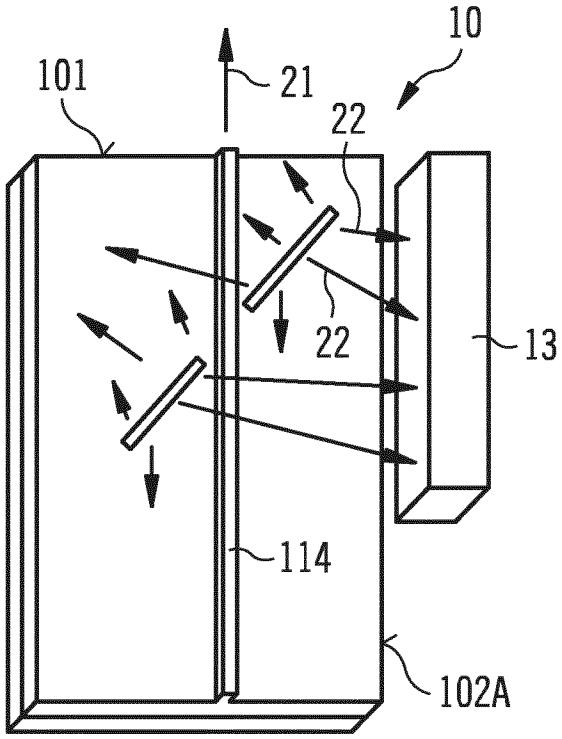


FIG 7

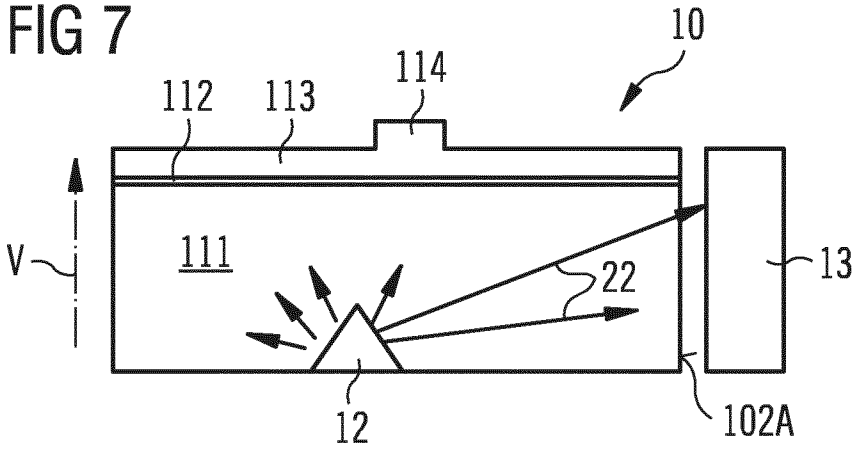


FIG 8

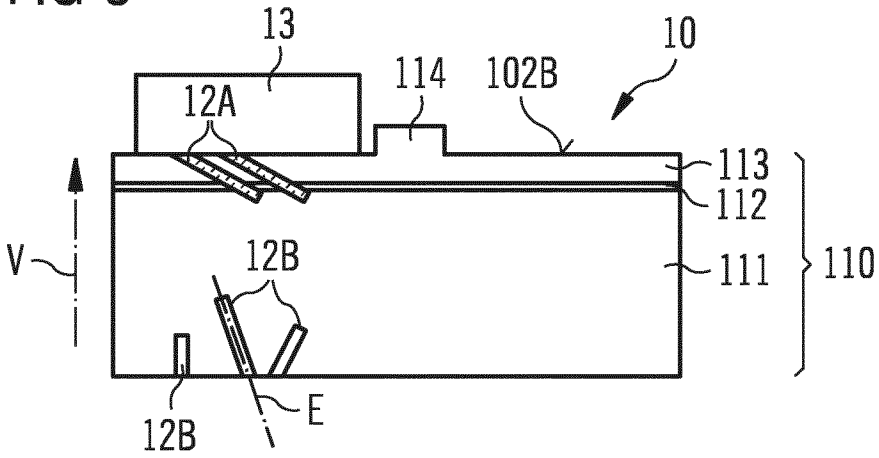


FIG 9

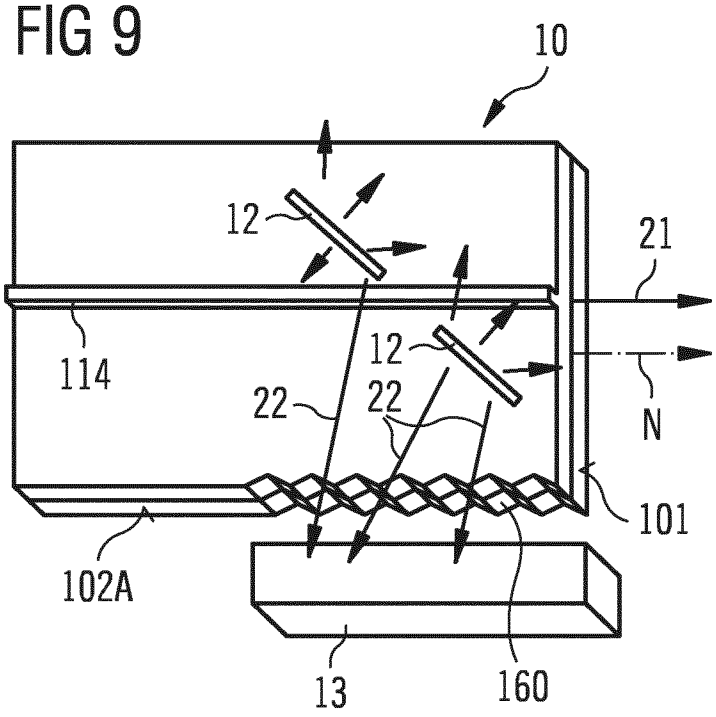

10
12
21
114
12
22
22
N
101
102A
13
160

FIG 10

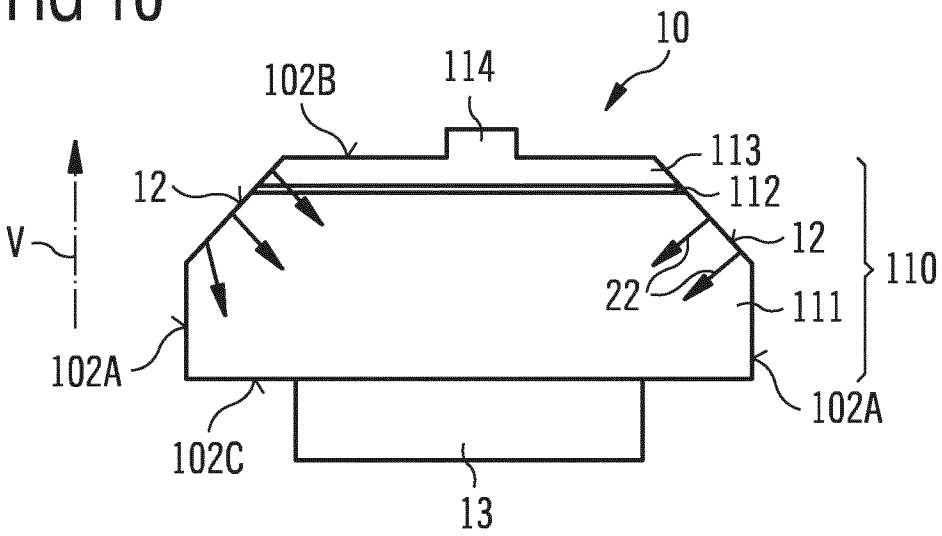

10
102B
114
113
12
112
V
12
110
22
111
102A
102A
102C
13

FIG 11

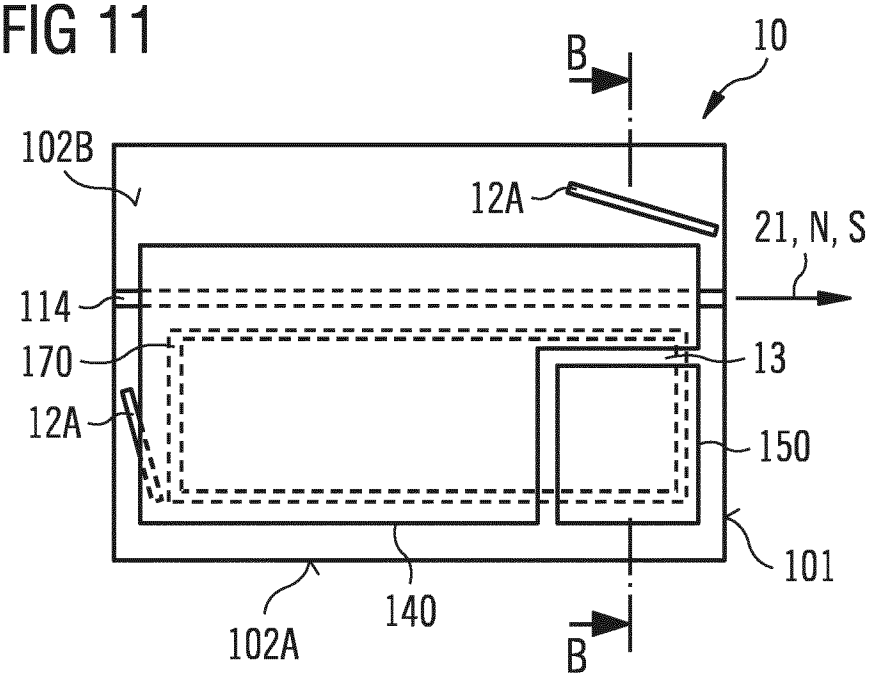

B
10
102B
12A
21, N, S
114
170
13
12A
150
101
140
102A
B

FIG 12

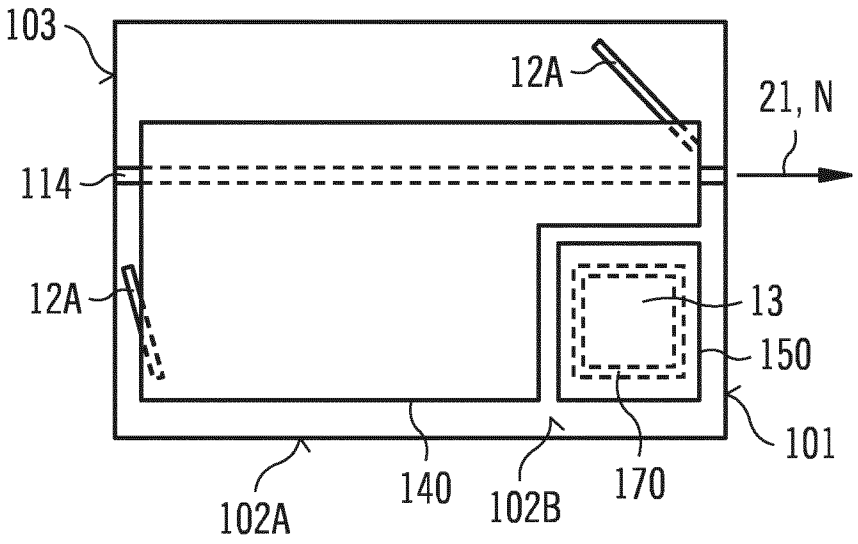

103
12A
21, N
114
12A
13
150
101
102A
140
102B
170

FIG 13

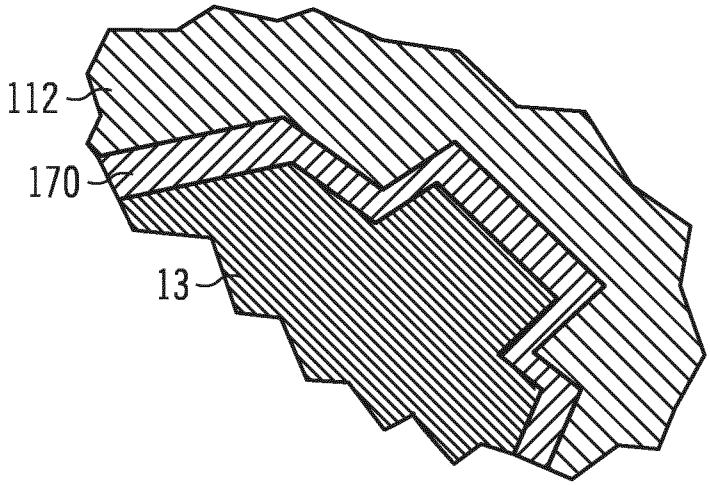
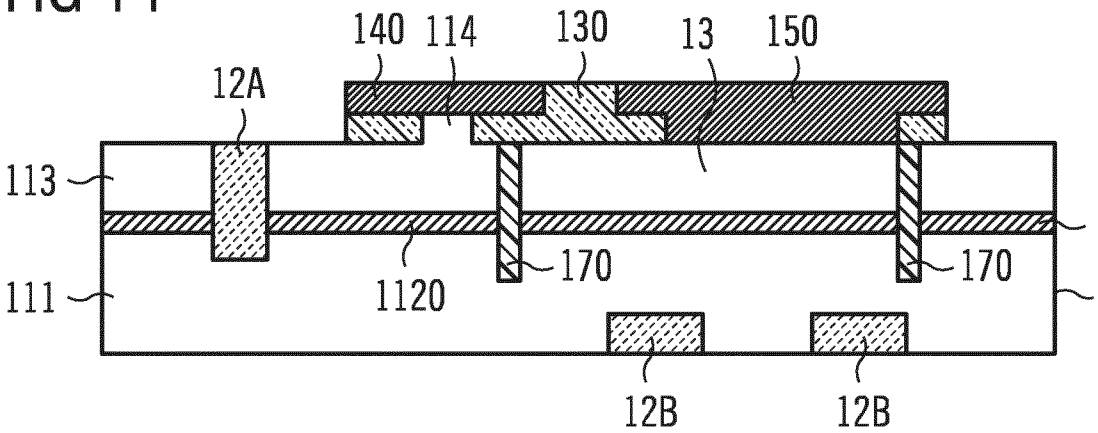


FIG 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/058217

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01S5/10
ADD. H01S5/02 H01S5/026 H01S5/028 H01S5/12 H01S5/22
H01S5/20
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, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/080012 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; LELL ALFRED [DE]; EICHLER CHRISTO) 2 July 2009 (2009-07-02) cited in the application page 41, last paragraph - page 49, paragraph 2 page 59, last paragraph - page 62, paragraph 2 figures 1,12-14	1-7,11
X	EP 0 468 482 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 29 January 1992 (1992-01-29) column 4, line 49 - column 6, line 4; figures 3-6	1-7,11

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
2 July 2013	17/07/2013

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Riechel, Stefan

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/058217

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/133648 A1 (MATSUDA MANABU [JP] ET AL) 14 June 2007 (2007-06-14) paragraphs [0061] - [0082]; figures 1,7,15 paragraph [0079]	1,8,9
X	DE 10 2010 015197 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 19 January 2012 (2012-01-19) paragraphs [0074] - [0077]; figures 8,9	1,3,6,10
X	US 5 252 513 A (PAOLI THOMAS L [US] ET AL) 12 October 1993 (1993-10-12) figures 3,4,16 column 4, line 29 - line 57 column 6, line 4 - line 7	1,13-15
X,P	WO 2013/026655 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; KOPP FABIAN [DE]; LELL ALFRED [DE]) 28 February 2013 (2013-02-28) page 22, line 10 - page 26, line 32; figures 4,5	1-7,11, 13-15

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/058217

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009080012 A1	02-07-2009	CN 101946378 A	12-01-2011
		CN 103107481 A	15-05-2013
		DE 102008012859 A1	19-11-2009
		EP 2223397 A1	01-09-2010
		JP 2011507289 A	03-03-2011
		KR 20100102675 A	24-09-2010
		US 2011188530 A1	04-08-2011
		US 2013148683 A1	13-06-2013
		WO 2009080012 A1	02-07-2009
EP 0468482 A2	29-01-1992	DE 69109388 D1	08-06-1995
		DE 69109388 T2	12-10-1995
		EP 0468482 A2	29-01-1992
		JP 2507685 B2	12-06-1996
		JP H0482289 A	16-03-1992
US 2007133648 A1	14-06-2007	CN 1979241 A	13-06-2007
		JP 4721924 B2	13-07-2011
		JP 2007184511 A	19-07-2007
		KR 20070061055 A	13-06-2007
		US 2007133648 A1	14-06-2007
DE 102010015197 A1	19-01-2012	CN 102934300 A	13-02-2013
		DE 102010015197 A1	19-01-2012
		EP 2564478 A1	06-03-2013
		US 2013107534 A1	02-05-2013
		WO 2011128233 A1	20-10-2011
US 5252513 A	12-10-1993	NONE	
WO 2013026655 A1	28-02-2013	DE 102011111604 A1	28-02-2013
		WO 2013026655 A1	28-02-2013

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/058217

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01S5/10
ADD. H01S5/02 H01S5/026 H01S5/028 H01S5/12 H01S5/22
H01S5/20
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, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/080012 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; LELL ALFRED [DE]; EICHLER CHRISTO) 2. Juli 2009 (2009-07-02) in der Anmeldung erwähnt Seite 41, letzter Absatz - Seite 49, Absatz 2 Seite 59, letzter Absatz - Seite 62, Absatz 2 Abbildungen 1,12-14	1-7,11
X	EP 0 468 482 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 29. Januar 1992 (1992-01-29) Spalte 4, Zeile 49 - Spalte 6, Zeile 4; Abbildungen 3-6	1-7,11

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. Juli 2013	17/07/2013

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

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/058217

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2007/133648 A1 (MATSUDA MANABU [JP] ET AL) 14. Juni 2007 (2007-06-14) Absätze [0061] - [0082]; Abbildungen 1,7,15 Absatz [0079] -----	1,8,9
X	DE 10 2010 015197 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 19. Januar 2012 (2012-01-19) Absätze [0074] - [0077]; Abbildungen 8,9 -----	1,3,6,10
X	US 5 252 513 A (PAOLI THOMAS L [US] ET AL) 12. Oktober 1993 (1993-10-12) Abbildungen 3,4,16 Spalte 4, Zeile 29 - Zeile 57 Spalte 6, Zeile 4 - Zeile 7 -----	1,13-15
X,P	WO 2013/026655 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; KOPP FABIAN [DE]; LELL ALFRED [DE]) 28. Februar 2013 (2013-02-28) Seite 22, Zeile 10 - Seite 26, Zeile 32; Abbildungen 4,5 -----	1-7,11, 13-15

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/058217

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009080012 A1	02-07-2009	CN 101946378 A	12-01-2011
		CN 103107481 A	15-05-2013
		DE 102008012859 A1	19-11-2009
		EP 2223397 A1	01-09-2010
		JP 2011507289 A	03-03-2011
		KR 20100102675 A	24-09-2010
		US 2011188530 A1	04-08-2011
		US 2013148683 A1	13-06-2013
		WO 2009080012 A1	02-07-2009
EP 0468482 A2	29-01-1992	DE 69109388 D1	08-06-1995
		DE 69109388 T2	12-10-1995
		EP 0468482 A2	29-01-1992
		JP 2507685 B2	12-06-1996
		JP H0482289 A	16-03-1992
US 2007133648 A1	14-06-2007	CN 1979241 A	13-06-2007
		JP 4721924 B2	13-07-2011
		JP 2007184511 A	19-07-2007
		KR 20070061055 A	13-06-2007
		US 2007133648 A1	14-06-2007
DE 102010015197 A1	19-01-2012	CN 102934300 A	13-02-2013
		DE 102010015197 A1	19-01-2012
		EP 2564478 A1	06-03-2013
		US 2013107534 A1	02-05-2013
		WO 2011128233 A1	20-10-2011
US 5252513 A	12-10-1993	KEINE	
WO 2013026655 A1	28-02-2013	DE 102011111604 A1	28-02-2013
		WO 2013026655 A1	28-02-2013