

(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
25. Juni 2009 (25.06.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/076939 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
Nicht klassifiziert

(DE). MUSCHAWECK, Julius [DE/DE]; Zugspitzstrasse
66, 82131 Gauting (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2008/002079

(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATEN-
TANWALTSGESELLSCHAFT MBH; Ridlerstrasse 55,
80339 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Dezember 2008 (12.12.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(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, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, PG, PH, PL, PT,
RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 060 202.4
14. Dezember 2007 (14.12.2007) 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): WIRTH, Ralph
[DE/DE]; Kapellenweg 3, 93098 Mintraching - Auhof

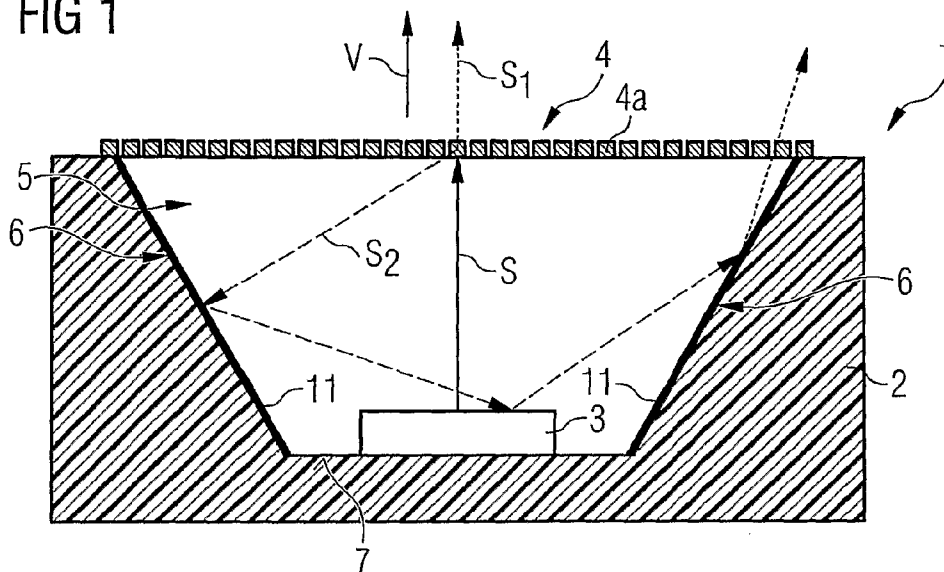
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEMICONDUCTOR COMPONENT EMITTING POLARIZED RADIATION

(54) Bezeichnung: POLARISIERTE STRAHLUNG EMITTIERENDES HALBLEITERBAUELEMENT

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a semiconductor component emitting polarized radiation with a first polarization direction. The semiconductor component comprises a chip housing, a semiconductor chip and a chip-remote polarization filter.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Halbleiterbauelement angegeben, das polarisierte Strahlung mit einer ersten Polarisationsrichtung emittiert. Das Halbleiterbauelement weist ein Chipgehäuse, einen Halbleiterchip und einen chipfernen Polarisationsfilter auf.

WO 2009/076939 A2



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Beschreibung

Polarisierte Strahlung emittierendes Halbleiterbauelement

- 5 Die Erfindung betrifft ein Halbleiterbauelement, das polarisierte Strahlung mit einer ersten Polarisationsrichtung emittiert.

10 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2007 060 202.4, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Strahlung emittierende Halbleiterbauelemente wie zum Beispiel Leuchtdioden sind wegen ihrer kompakten Größe und Effizienz
15 vorteilhafte Lichtquellen. Allerdings ist die erzeugte Strahlung aufgrund spontaner Emission meist unpolarisiert. Jedoch erfordern Anwendungen wie zum Beispiel die LCD-Hinterleuchtung polarisierte Strahlung. Bei herkömmlichen optischen Systemen wird daher die von den Leuchtdioden erzeugte Strahlung
20 durch einen den Leuchtdioden nachgeordneten externen Polarisationsfilter polarisiert. Dies steht aber einem kompakten Aufbau entgegen. Außerdem geht bei diesen Systemen typischerweise die nicht durchgelassene Strahlung verloren, das heißt sie wird im System nicht weiter genutzt, worunter
25 die Effizienz des Systems leidet.

Eine zu lösende Aufgabe besteht vorliegend darin, ein Halbleiterbauelement anzugeben, das auf effiziente Weise polarisierte Strahlung erzeugt. Diese Aufgabe wird durch ein polarisierte Strahlung emittierendes Halbleiterbauelement
30 gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Halbleiterbauelements sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist
5 das Halbleiterbauelement, das polarisierte Strahlung mit einer ersten Polarisationsrichtung emittiert, ein Chipgehäuse, einen Halbleiterchip, der in dem Chipgehäuse angeordnet ist und unpolarisierte Strahlung erzeugt, sowie einen chipfernen, in das Chipgehäuse integrierten Polarisationsfilter auf, der
10 dem Halbleiterchip in einer Vorzugsrichtung nachgeordnet ist und die von dem Halbleiterchip ausgesandte Strahlung in einen ersten Strahlungsanteil mit der ersten Polarisationsrichtung und einen zweiten Strahlungsanteil mit einer zweiten Polarisationsrichtung aufteilt, wobei der chipferne Polarisations-
15 filter für den ersten Strahlungsanteil einen höheren Transmissionsgrad aufweist als für den zweiten Strahlungsanteil.

Vorzugsweise wird der erste Strahlungsanteil überwiegend durch den chipfernen Polarisationsfilter hindurch transmittiert, während der zweite Strahlungsanteil am chipfernen Polarisationsfilter größtenteils reflektiert wird. Insbesondere gelangt der reflektierte zweite Strahlungsanteil nach der Reflexion am chipfernen Polarisationsfilter wieder in das Chipgehäuse. Dort können Reflexionsprozesse stattfinden, oder es
25 können Absorptions- und Reemissionsprozesse in dem Halbleiterchip auftreten, die zu einer Wiedergewinnung des reflektierten zweiten Strahlungsanteils führen. Im Laufe dieser Prozesse ist eine Änderung der Polarisationsrichtung möglich, so dass ein Teil des reflektierten zweiten Strahlungsanteils
30 dann die erste Polarisationsrichtung aufweist. Ein Lichtstrahl läuft also im Halbleiterbauelement beziehungsweise im Chipgehäuse idealerweise solange umher, bis er mit der ersten Polarisationsrichtung auf den Polarisationsfilter auftrifft

und auskoppeln kann. Oder der Lichtstrahl wird vom Halbleiterchip absorbiert und mit der ersten Polarisationsrichtung reemittiert und kann somit auskoppeln.

5 Im Vergleich zu einem herkömmlichen optischen System mit einem Strahlung emittierenden Halbleiterbauelement und einem externen Polarisationsfilter ist mit dem vorliegenden Halbleiterbauelement eine Effizienzsteigerung möglich, da der reflektierte zweite Strahlungsanteil wiedergewonnen werden
10 kann.

Dies gilt auch für eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei welcher auf einer dem chipfernen Polarisationsfilter zugewandten Oberfläche des Halbleiterchips ein chipnaher Polarisationsfilter angeordnet ist, wobei der chipnahe Polarisationsfilter für den ersten Strahlungsanteil einen höheren Transmissionsgrad aufweist als für den zweiten Strahlungsanteil. Mittels des chipnahen Polarisationsfilters kann also bereits eine erste Filterung stattfinden, wobei vorzugsweise
15 der erste Strahlungsanteil überwiegend durch den chipnahen Polarisationsfilter hindurch transmittiert wird, während der zweite Strahlungsanteil am chipnahen Polarisationsfilter größtenteils in den Halbleiterchip zurückreflektiert wird und dort durch Absorption und Reemission wiedergewonnen werden
20 kann.
25

Der transmittierte Strahlungsanteil trifft auf den chipfernen Polarisationsfilter auf, wird dort gefiltert, wobei die gleichen Prozesse wie oben bereits beschrieben ablaufen können.
30

Vorteilhafterweise kann das Halbleiterbauelement bei dieser Ausführungsform mehr polarisierte Strahlung emittieren als bei den Ausführungsformen mit nur einem Polarisationsfilter.

Allerdings ist die Herstellung aufwändiger, da der kleinere chipnahe Polarisationsfilter schwieriger herzustellen ist als der chipferne größere Polarisationsfilter.

- 5 Unter „chipfern“ ist vorliegend zu verstehen, dass der Polarisationsfilter nicht direkt an den Halbleiterchip angrenzt. Dementsprechend bedeutet „chipnah“, dass der Polarisationsfilter an den Halbleiterchip angrenzt.
- 10 Vorliegend ist der Halbleiterchip insbesondere aus einem Schichtenstapel epitaktisch gewachsener Halbleiterschichten gebildet, wobei der Schichtenstapel eine aktive Zone zur Erzeugung von Strahlung der Wellenlänge λ aufweist.
- 15 Die aktive Zone umfasst einen Strahlung erzeugenden pn-Übergang. Dieser pn-Übergang kann im einfachsten Fall mittels einer p-leitenden und einer n-leitenden Halbleiterschicht gebildet sein, die unmittelbar aneinandergrenzen. Es kann jedoch auch zwischen der p-leitenden und der n-leitenden Hal-
- 20 leiterschicht die eigentliche Strahlung erzeugende Schicht, etwa in Form einer dotierten oder undotierten Quantenschicht, angeordnet sein. Die Quantenschicht kann als Einfachquantentopfstruktur (SQW, Single Quantum Well) oder Mehrfachquantentopfstruktur (MQW, Multiple Quantum Well) oder auch als Quantendraht oder Quantenpunktstruktur ausgebildet sein.
- 25

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung enthält der Schichtenstapel des Halbleiterchips einen Nitridverbindungshalbleiter, das heißt der Schichtenstapel weist insbesondere $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$

30 auf, wobei $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x + y \leq 1$. Dabei muss dieses Material nicht zwingend eine mathematisch exakte Zusammensetzung nach obiger Formel aufweisen. Vielmehr kann es einen oder mehrere Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestand-

teile aufweisen, die die charakteristischen physikalischen Eigenschaften des $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ -Materials im Wesentlichen nicht ändern. Der Einfachheit halber beinhaltet obige Formel jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters (Al, Ga, In, N), auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt sein können.

Der chipferne und/oder der chipnahe Polarisationsfilter kann gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ein Metallgitter aufweisen. Vorzugsweise ist das Metallgitter aus Metallstreifen gebildet, die zueinander parallel verlaufen. Lichtstrahlen, die eine Polarisationsrichtung parallel zu den Metallstreifen aufweisen, werden hierbei reflektiert, während Lichtstrahlen, die eine Polarisationsrichtung senkrecht zu den Metallstreifen aufweisen, transmittiert werden. In diesem Fall entspricht also die erste Polarisationsrichtung der Polarisationsrichtung senkrecht zu den Metallstreifen und die zweite Polarisationsrichtung der Polarisationsrichtung parallel zu den Metallstreifen.

Es ist jedoch im Rahmen der Erfindung auch möglich, dass die erste Polarisationsrichtung der parallelen Polarisationsrichtung und die zweite Polarisationsrichtung der senkrechten Polarisationsrichtung entspricht.

Die Metallstreifen des Metallgitters sind vorzugsweise in einem Abstand voneinander angeordnet, der kleiner ist als die Wellenlänge λ . Die Breite der Metallstreifen sollte einen Bruchteil dieses Abstands ausmachen. Derart kleine Strukturen können beispielsweise durch lithographische Techniken oder ein Imprint-Verfahren hergestellt werden.

Im Falle des chipnahen Polarisationsfilters können die Metallstreifen unmittelbar auf die Oberfläche des Halbleiterchips aufgebracht werden. Im Falle des chipfernen Polarisationsfilters ist es denkbar, die Metallstreifen auf einen
5 Träger, beispielsweise eine Kunststofffolie oder ein Glassubstrat, aufzubringen und diesen am Chipgehäuse zu befestigen.

Eine weitere Realisierung eines Polarisationsfilters ist durch einen doppelbrechenden Vielschichtfilter gegeben. Dieser
10 weist insbesondere mindestens eine erste doppelbrechende Schicht mit einem ersten Brechungsindex n_1 und einem zweiten Brechungsindex n und mindestens eine zweite doppelbrechende Schicht mit einem dritten Brechungsindex n_2 und dem zweiten Brechungsindex n auf. Bevorzugterweise ist die zweite Schicht
15 der ersten Schicht in Abstrahlrichtung nachgeordnet. Besonders bevorzugt weisen die erste und die zweite Schicht eine optische Dicke von $\lambda/4$ auf.

Die doppelbrechende Eigenschaft der Schichten kann beispielsweise durch Verspannung der Schichten erzeugt werden. Insbesondere können die Schichten in eine bestimmte Richtung gezogen werden. Bevorzugterweise enthalten die Schichten ein Kunststoffmaterial.

25 Gemäß einer vorteilhaften Variante ist der Polarisationsfilter eine Folie, die insbesondere ein Kunststoffmaterial enthält. Die Folie ist leicht handhabbar und kann auf einfache Weise in das Chipgehäuse integriert werden.

30 Bei einer vorteilhaften Weiterbildung weist das Chipgehäuse eine Ausnehmung auf, die durch eine Bodenfläche, auf welcher der Halbleiterchip montiert ist, und wenigstens eine Seitenfläche begrenzt ist. Vorzugsweise ist zumindest die Seiten-

fläche reflektierend, d.h. sie weist einen vorteilhaft hohen Reflexionsgrad auf. Darüber hinaus kann auch die Bodenfläche reflektierend sein. Durch den vorteilhaft hohen Reflexionsgrad kann ein Großteil des am chipfernen Polarisationsfilter reflektierten zweiten Strahlungsanteils wiedergewonnen werden, das heißt ein Teil des reflektierten zweiten Strahlungsanteils kann durch Reflexionen im Chipgehäuse oder Absorptions- und Reemissionsprozesse im Halbleiterchip die Polarisationsrichtung ändern und auskoppeln.

Weiterhin ist eine symmetrische Form, beispielsweise eine drehsymmetrische oder rotationssymmetrische Form, der Ausnehmung vorteilhaft. Hierdurch können zur Änderung der Polarisationsrichtung geeignete Mehrflachreflexionen auftreten. Wie im Zusammenhang mit Figur 4 noch näher erläutert wird, sind insbesondere mehr als zwei Reflexionen am Chipgehäuse günstig, um eine Änderung der Polarisationsrichtung zu erzielen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Seitenfläche zumindest teilweise von einer Reflexionsschicht bedeckt. Auch die Bodenfläche kann zumindest teilweise von einer Reflexionsschicht bedeckt sein. Beispielsweise ist die Reflexionsschicht eine Metallschicht. Mittels einer Metallschicht kann ein vergleichsweise hoher Reflexionsgrad erreicht werden.

Die Seitenfläche kann glatt sein, das heißt sie weist nur Rauigkeitsstrukturen auf, die gegenüber der Wellenlänge λ klein sind. Dadurch kann spiegelnde Reflexion stattfinden, das heißt der Einfallswinkel eines auftreffenden Lichtstrahls und der Reflexionswinkel sind, bezogen auf das Einfallslot, gleich groß.

Es ist jedoch auch möglich, dass die Seitenfläche Unebenheiten aufweist, die gegenüber der Wellenlänge λ groß sind. Insbesondere ist die Seitenfläche mittels der Unebenheiten derart aufgeraut, dass sich schräg zueinander verlaufende glatte
5 Teilflächen herausbilden, welche wie Spiegelflächen wirken. Die Seitenfläche weist also vorzugsweise eine Oberflächenstruktur auf, die aus schräg zueinander verlaufenden glatten Teilflächen gebildet ist, welche wie Spiegelflächen wirken. Vorteilhafterweise kann durch eine
10 derartige Oberflächenstruktur eine Polarisationsdurchmischung des am chipfernen Polarisationsfilter reflektierten zweiten Strahlungsanteils verbessert werden.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform deckt der chipferne Polarisationsfilter die Ausnehmung ab. Insbesondere kann der
15 chipferne Polarisationsfilter hierfür auf dem Chipgehäuse angeordnet werden. Der Polarisationsfilter kann entweder auf dem Chipgehäuse aufliegen und die Ausnehmung bedecken oder passgenau in der Ausnehmung, beispielsweise auf einer Füll-
20 masse, angeordnet sein. Hierbei kann der Polarisationsfilter als Abdeckung dienen, die den Halbleiterchip beispielsweise vor äußeren Einflüssen schützt. Sowohl durch die Anordnung des chipfernen Polarisationsfilters auf dem Chipgehäuse als auch durch die Anordnung in der Ausnehmung ist der Polarisationsfilter in das Chipgehäuse integriert.
25

Weiterhin kann in der Ausnehmung zwischen dem chipfernen Polarisationsfilter und dem Halbleiterchip eine Füllmasse angeordnet sein. Vorzugsweise füllt die Füllmasse die Ausnehmung
30 vollständig aus. Typischerweise wird eine Füllmasse verwendet, um den Halbleiterchip vor äußeren Einflüssen wie dem Eindringen von Feuchtigkeit, Staub, Fremdkörpern, Wasser, usw. zu schützen.

Beispielsweise kann die Füllmasse ein Füllmaterial aufweisen, das ein Epoxidharz oder ein Silikon enthält. Mittels eines derartigen Füllmaterials kann ferner der Brechungsindexsprung zwischen dem Halbleiterchip und der Umgebung verringert werden, so dass geringere Strahlungsverluste aufgrund von Totalreflexionen am Übergang zwischen dem Halbleiterchip und der Umgebung auftreten. Darüber hinaus kann die Oberfläche der Füllmasse eine geeignete Auflagefläche für den Polarisationsfilter bilden.

Vorliegend findet bevorzugt ein Halbleiterchip Verwendung, der in Dünnschicht-Technik hergestellt ist. Bei der Herstellung des Dünnschicht-Halbleiterchips wird der Schichtenstapel zunächst auf einem Aufwuchssubstrat epitaktisch aufgewachsen.

Dann wird ein Träger auf eine dem Aufwuchssubstrat gegenüberliegende Oberfläche des Schichtenstapels aufgebracht und nachfolgend das Aufwuchssubstrat abgetrennt. Da insbesondere die für Nitridverbindungs-Halbleiter verwendeten Aufwuchssubstrate, beispielsweise SiC, Saphir oder GaN vergleichsweise teuer sind, bietet dieses Verfahren insbesondere den Vorteil, dass das Aufwuchssubstrat wiederverwertbar ist.

Der Dünnschicht-Halbleiterchip ist ein Lambert'scher Strahler mit vorteilhaft gesteigerter Auskoppel-effizienz.

Weitere Merkmale, Vorteile und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgend in Verbindung mit den Figuren 1 bis 4 erläuterten Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Querschnittsansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines Halbleiterbauelements gemäß der
5 Erfindung,

Figur 2 eine schematische Querschnittsansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Halbleiterbauelements gemäß der
10 Erfindung,

Figur 3 eine schematische Querschnittsansicht eines dritten Ausführungsbeispiels eines Halbleiterbauelements gemäß der
Erfindung,

15 Figur 4 eine Illustration von Mehrfachreflexionen an Spiegel-
flächen.

Das in der Figur 1 dargestellte Halbleiterbauelement 1 weist ein Chipgehäuse 2 und einen Halbleiterchip 3 auf, der in dem
20 Chipgehäuse 2 angeordnet ist. Auf dem Chipgehäuse 2 ist ein chipferner Polarisationsfilter 4 angeordnet, der eine Ausnehmung 5 des Chipgehäuses 2 abdeckt. Der chipferne Polarisationsfilter 4 ist in das Chipgehäuse 2 integriert.

25 Bei dieser Ausführungsform weist der Polarisationsfilter 4 ein Metallgitter auf, das aus Metallstreifen 4a, die parallel zueinander verlaufen, besteht.

Der Halbleiterchip 3 ist in der Ausnehmung 5 des Chipgehäuses
30 2 angeordnet. Vorzugsweise ist der Halbleiterchip 3 in eine Füllmasse eingebettet, welche die Ausnehmung 5 vollständig ausfüllt. Die Füllmasse enthält insbesondere ein strahlungs-

durchlässiges Füllmaterial. Beispielsweise kann das Füllmaterial ein Silikon oder ein Epoxidharz sein.

Die Ausnehmung 5 wird durch eine innen liegende Seitenfläche 6 und eine innen liegende Bodenfläche 7 des Chipgehäuses 2 begrenzt. Bei diesem Ausführungsbeispiel weist die Ausnehmung 5 eine rotationssymmetrische Form, nämlich die Form eines sich in Richtung des Halbleiterchips 3 verjüngenden Kegelstumpfes, auf. Die Seitenfläche 6 entspricht also der Mantelfläche eines Kegelstumpfes. Die Rotationssymmetrie besteht bezüglich einer Vorzugsrichtung V. Die Ausnehmung 5 kann auch mit einer drehsymmetrischen Form versehen sein, so dass die Ausnehmung 5 mehr als eine Seitenfläche 6 aufweist.

Die Vorzugsrichtung V ist zugleich die Richtung, in welche ein Großteil der von dem Halbleiterbauelement 1 kommenden Strahlung emittiert wird.

Vorzugsweise ist die Seitenfläche 6 reflektierend und dient daher als Reflektor. Zusätzlich kann auch die Bodenfläche 7 reflektierend sein und zusammen mit der Seitenfläche 6 den Reflektor bilden. Zur Verbesserung des Reflexionsgrads kann insbesondere die Seitenfläche 6 mit einer Reflexionsschicht 11 bedeckt sein. Beispielsweise ist hierfür eine Metallschicht geeignet.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Seitenfläche 6 glatt, das heißt sie weist nur Rauigkeitsstrukturen auf, die gegenüber der Wellenlänge λ klein sind. Dadurch kann spiegelnde Reflexion stattfinden, das heißt der Einfallswinkel eines auftreffenden Lichtstrahls und der Reflexionswinkel sind, bezogen auf das Einfallslot, gleich groß.

Der Halbleiterchip 3, der insbesondere ein Dünnschicht-Halbleiterchip ist, erzeugt unpolarisierte Strahlung S, die in der Vorzugsrichtung V auf den Polarisationsfilter 4 auftrifft.

Der Polarisationsfilter 4 teilt die unpolarisierte Strahlung S in einen ersten Strahlungsanteil S1 mit einer ersten Polarisationrichtung und einen zweiten Strahlungsanteil S2 mit einer zweiten Polarisationsrichtung auf, wobei der chipferne Polarisationsfilter 4 für den ersten Strahlungsanteil S1 einen höheren Transmissionsgrad aufweist als für den zweiten Strahlungsanteil S2.

Der erste Strahlungsanteil S1 wird also überwiegend transmittiert, während der zweite Strahlungsanteil S2 größtenteils reflektiert wird. Dadurch emittiert das Halbleiterbauelement 1 insgesamt polarisierte Strahlung mit der ersten Polarisationsrichtung.

Der reflektierte zweite Strahlungsanteil S2 gelangt nach der Reflexion am chipfernen Polarisationsfilter 4 wieder in das Chipgehäuse 2. Dort können Reflexionsprozesse stattfinden, oder es können Absorptions- und Reemissionsprozesse in dem Halbleiterchip 3 auftreten. Im Laufe dieser Prozesse ist eine Änderung der Polarisationsrichtung möglich, so dass ein Teil des reflektierten zweiten Strahlungsanteils S2 dann die erste Polarisationsrichtung aufweist und aus dem Halbleiterbauelement 1 auskoppeln kann.

Wie durch die gestrichelten Pfeile dargestellt ist, kann ein am Polarisationsfilter 4 reflektierter Lichtstrahl mit der zweiten Polarisationsrichtung, der im Chipgehäuse 2 umläuft, nach mehr als zwei Reflexionen seine Polarisationsrichtung ändern, so dass er die erste Polarisationsrichtung aufweist. Bei einem erneuten Auftreffen auf den Polarisationsfilter 4

kann der Lichtstrahl dann aus dem Halbleiterbauelement 1 auskoppeln. Der Lichtstrahl kann auch vom Halbleiterchip 3 absorbiert werden und mit der ersten Polarisationsrichtung re-emittiert und damit ausgekoppelt werden (nicht dargestellt).

5

Wie bereits erwähnt, weist der Polarisationsfilter 4 ein Metallgitter auf. Lichtstrahlen, die eine Polarisationsrichtung parallel zu den Metallstreifen 4a aufweisen, werden hierbei reflektiert, während Lichtstrahlen, die eine Polarisationsrichtung senkrecht zu den Metallstreifen 4a aufweisen, trans-

10

mittiert werden. In diesem Fall entspricht also die erste Polarisationsrichtung der Polarisationsrichtung senkrecht zu den Metallstreifen 4a und die zweite Polarisationsrichtung der Polarisationsrichtung parallel zu den Metallstreifen 4a.

15

Nachfolgend wird die Effizienz des vorliegenden Halbleiterbauelements 1 im Vergleich zu einem herkömmlichen optischen System aufgezeigt, bei welchem ein externer Polarisationsfilter verwendet wird.

20

Der Halbleiterchip 3 weist einen diffusen Reflexionsgrad von 50% und eine Größe von 0.5mm x 0.5mm x 0.2mm auf. Für die Füllmasse gilt ein Brechungsindex von 1.5. Für die Seitenfläche 6 ist ein Reflexionsgrad von 90% vorgesehen. Der Durchmesser der Bodenfläche 7 beträgt 1.8mm und der Durchmesser der Ausnehmung 5 auf der Strahlungsaustrittsseite beträgt 3mm. Das Chipgehäuse 2 weist eine mittlere Höhe von etwa 1.5mm auf. Der Transmissionsgrad des Polarisationsfilters 4 beträgt 50%.

25

30

Es wird davon ausgegangen, dass ohne Polarisationsfilter 4 etwa 80,5% der von dem Halbleiterchip 3 erzeugten Strahlung S aus dem Halbleiterbauelement 1 auskoppeln. Da der Transmissi-

onsgrad des Polarisationsfilters 4 50% beträgt, wird folglich mit Polarisationsfilter 4 die Hälfte der Strahlung S, also etwa 40,3%, in das Chipgehäuse 2 zurückgeschickt. Durch Reflexionsprozesse und Absorptions- und Reemissionsprozesse kann die Auskoppelleffizienz des Halbleiterbauelements 1 auf durchschnittlich 52% gesteigert werden. Bei einem herkömmlichen optischen System wird jedoch der reflektierte Strahlungsanteil nicht weiter genutzt. Damit gehen 40,3% verloren, und die Effizienz beträgt ebenso nur 40,3%. Die Effizienz kann also bei dem vorliegenden Halbleiterbauelement 1 gegenüber dem herkömmlichen optischen System um etwa 29% gesteigert werden.

Das in der Figur 2 dargestellte Halbleiterbauelement 1 weist im Wesentlichen den gleichen Aufbau auf wie das Halbleiterbauelement 1 der Figur 1. Der Unterschied besteht lediglich in der Oberflächenstruktur der Seitenfläche 6. Die Seitenfläche 6 weist Unebenheiten 8 auf, die gegenüber der Wellenlänge λ groß sind. Insbesondere ist die Seitenfläche 6 mittels der Unebenheiten 8 derart aufgeraut, dass sich schräg zueinander verlaufende glatte Teilflächen 9 herausbilden, welche wie Spiegelflächen wirken. Die Seitenfläche 6 weist also eine Oberflächenstruktur auf, die aus schräg zueinander verlaufenden glatten Teilflächen 9 gebildet ist, welche wie Spiegelflächen wirken. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel kann eine Auskoppelleffizienz von etwa 44.6% erzielt werden, die also unter der beim ersten Ausführungsbeispiel erzielbaren Auskoppelleffizienz von etwa 52% liegt. Vorteilhafterweise kann jedoch durch derartige Unebenheiten 8 eine Polarisationsdurchmischung des am chipfernen Polarisationsfilter 4 reflektierten zweiten Strahlungsanteils S2 verbessert werden.

Bei der Wiedergewinnung des zweiten Strahlungsanteils S2 scheint sich jedoch eine Seitenfläche mit Unebenheiten wie im zweiten Ausführungsbeispiel positiv auszuwirken, da die durch Wiedergewinnung erzielbare Effizienzsteigerung beim zweiten
5 Ausführungsbeispiel etwa 28% beträgt und damit nahezu gleich groß ist wie beim ersten Ausführungsbeispiel mit 29%.

Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Halbleiterbauelements 1 gemäß der Erfindung. Auch dieses Halbleiterbauelement 1 ist im Wesentlichen wie das Halbleiterbauelement 1 der Figur 1 aufgebaut. Allerdings weist das in Figur 3 dargestellte Halbleiterbauelement 1 zusätzlich einen chipnahen Polarisationsfilter 4 auf. Bei dieser Ausführungsform weist der chipnahe Polarisationsfilter 4 ebenso wie der chipferne Polarisationsfilter 4 ein Metallgitter mit parallel zueinander verlaufenden Metallstreifen 4a auf. Somit funktioniert der chipnahe Polarisationsfilter 4 auf die gleiche Weise wie der chipferne Polarisationsfilter 4.
15

20 Im Falle des chipnahen Polarisationsfilters 4 können die Metallstreifen 4a direkt auf die Oberfläche des Halbleiterchips aufgebracht sein. Im Falle des chipfernen Polarisationsfilters 4 ist die Verwendung einer Folie, welche die Metallstreifen 4a aufweist vorteilhaft. Die Folie wird auf dem
25 Chipgehäuse 2 angeordnet und kann beispielsweise aufgeklebt werden.

Mittels des chipnahen Polarisationsfilters 4 kann bereits eine erste Filterung stattfinden, wobei vorzugsweise der
30 erste Strahlungsanteil durch den chipnahen Polarisationsfilter 4 überwiegend transmittiert wird, während der zweite Strahlungsanteil durch den chipnahen Polarisationsfilter 4 größtenteils reflektiert wird (nicht dargestellt). Der durch

den chipnahen Polarisationsfilter 4 transmittierte Strahlungsanteil wird durch das chipferne Polarisationsfilter 4 in der bereits beschriebenen Weise erneut gefiltert. Vorteilhafterweise kann das Halbleiterbauelement 1 bei dieser Ausführungsform mehr polarisierte Strahlung emittieren als bei den Ausführungsformen mit nur einem Polarisationsfilter. Allerdings ist die Herstellung aufwändiger, da der kleinere chipnahe Polarisationsfilter 4 schwieriger herzustellen ist als der chipferne größere Polarisationsfilter 4.

10

Es sei angemerkt, dass die Polarisationsfilter 4 der in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsformen kein Metallgitter aufweisen müssen. Die Polarisationsfilter 4 können beispielsweise auch doppelbrechende Vielschichtfilter oder andersartige Polarisationsfilter sein.

15

Die Figur 4 illustriert in der linken Darstellung den Fall, dass zwei Lichtstrahlen L1 und L2 im Chipgehäuse an zwei Spiegelflächen R1 und R2, die beispielsweise zur Seitenfläche gehören können, reflektiert werden. Hierbei ändert sich die Polarisationsrichtung nicht: die Polarisationsrichtungen der einfallenden und ausfallenden Lichtstrahlen L1 und L2 verlaufen parallel zueinander.

20

Hingegen ändert sich die Polarisationsrichtung der beiden Lichtstrahlen L1 und L2, wie in der rechten Darstellung der Figur 4 gezeigt ist, wenn diese im Chipgehäuse an drei Spiegelflächen R1, R2 und R3, die beispielsweise zur Seitenfläche gehören können, reflektiert werden. Die Polarisationsrichtungen der einfallenden und ausfallenden Lichtstrahlen L1 und L2 verlaufen senkrecht zueinander.

25

30

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

Patentansprüche

1. Halbleiterbauelement (1), das polarisierte Strahlung mit einer ersten Polarisationsrichtung emittiert, aufweisend

5 - ein Chipgehäuse (2),

- einen Halbleiterchip (3), der in dem Chipgehäuse (2) angeordnet ist und unpolarisierte Strahlung erzeugt,

10 - einen chipfernen, in das Chipgehäuse (2) integrierten Polarisationsfilter (4), der dem Halbleiterchip (3) in einer Vorzugsrichtung (V) nachgeordnet ist und die von dem Halbleiterchip (3) ausgesandte Strahlung in einen ersten Strahlungsanteil (S1) mit der ersten Polarisationsrichtung und einen zweiten Strahlungsanteil (S2) mit einer zweiten Polarisationsrichtung aufteilt,

15 wobei der chipferne Polarisationsfilter (4) für den ersten Strahlungsanteil (S1) einen höheren Transmissionsgrad aufweist als für den zweiten Strahlungsanteil (S2).

2. Halbleiterbauelement (1) nach Anspruch 1, wobei

20 auf einer dem chipfernen Polarisationsfilter (4) zugewandten Oberfläche des Halbleiterchips (3) ein chipnahe Polarisationsfilter (4) angeordnet ist, wobei der chipnahe Polarisationsfilter (4) für den ersten Strahlungsanteil (S1) einen höheren Transmissionsgrad aufweist als für den zweiten Strahlungsanteil (S2).

3. Halbleiterbauelement (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der chipferne und/oder der chipnahe Polarisationsfilter (4) ein Metallgitter aufweist.

30

4. Halbleiterbauelement (1) nach Anspruch 3, wobei das Metallgitter Metallstreifen (4a) aufweist, die parallel zueinander verlaufen.

5. Halbleiterbauelement (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der chipferne und/oder der chipnahe Polarisationsfilter (4) ein doppelbrechender Vielschichtfilter ist, der mindestens eine erste doppelbrechende Schicht mit einem ersten Brechungsindex n_1 und einem zweiten Brechungsindex n und mindestens eine zweite doppelbrechende Schicht mit einem dritten Brechungsindex n_2 und dem zweiten Brechungsindex n aufweist.

6. Halbleiterbauelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Chipgehäuse (2) eine Ausnehmung (5) aufweist, die durch eine Bodenfläche (7), auf welcher der Halbleiterchip (3) montiert ist, und wenigstens eine Seitenfläche (6) begrenzt ist, wobei zumindest die Seitenfläche (6) reflektierend ist.

7. Halbleiterbauelement (1) nach Anspruch 6, wobei die Seitenfläche (6) zumindest teilweise von einer Reflexionsschicht (11) bedeckt ist.

8. Halbleiterbauelement (1) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Seitenfläche (6) glatt ist.

9. Halbleiterbauelement (1) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Seitenfläche (6) Unebenheiten (8) aufweist.

10. Halbleiterbauelement (1) nach Anspruch 9, wobei die Seitenfläche (6) eine Oberflächenstruktur aufweist, die aus schräg zueinander verlaufenden glatten Teilflächen (9) gebildet ist, welche wie Spiegelflächen wirken.

11. Halbleiterbauelement (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei
der chipferne Polarisationsfilter (4) die Ausnehmung (5) abdeckt.

5

12. Halbleiterbauelement (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 11, wobei
in der Ausnehmung (5) zwischen dem chipfernen Polarisationsfilter (4) und dem Halbleiterchip (3) eine Füllmasse angeordnet ist.

10

13. Halbleiterbauelement (1) nach Anspruch 12, wobei
die Füllmasse ein Füllmaterial aufweist, das ein Epoxidharz oder ein Silikon enthält.

1/2

FIG 1

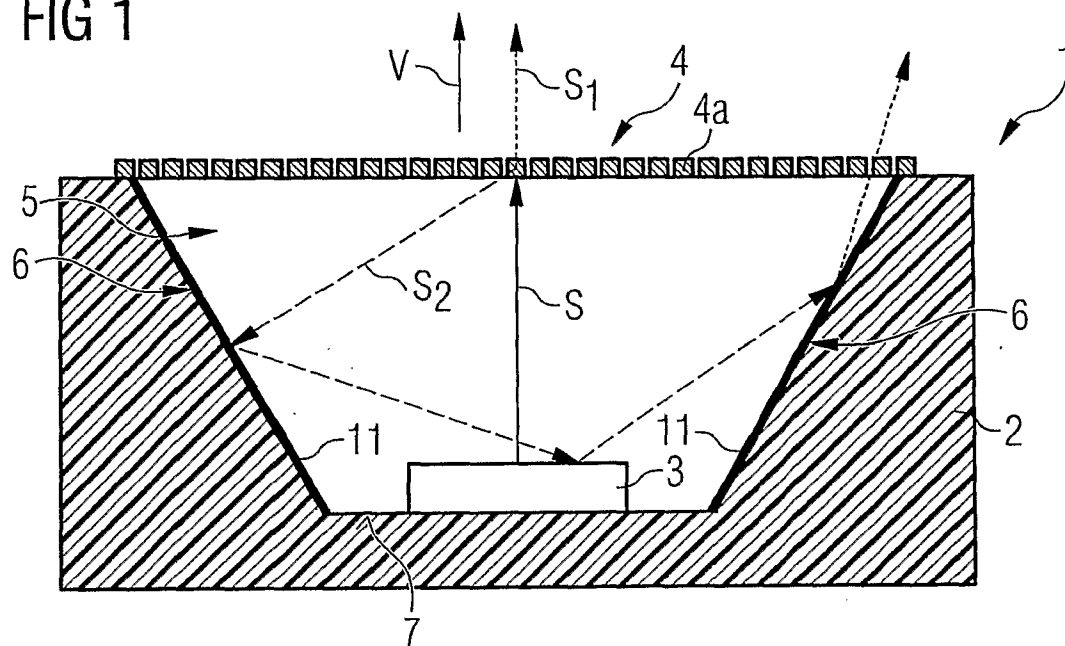
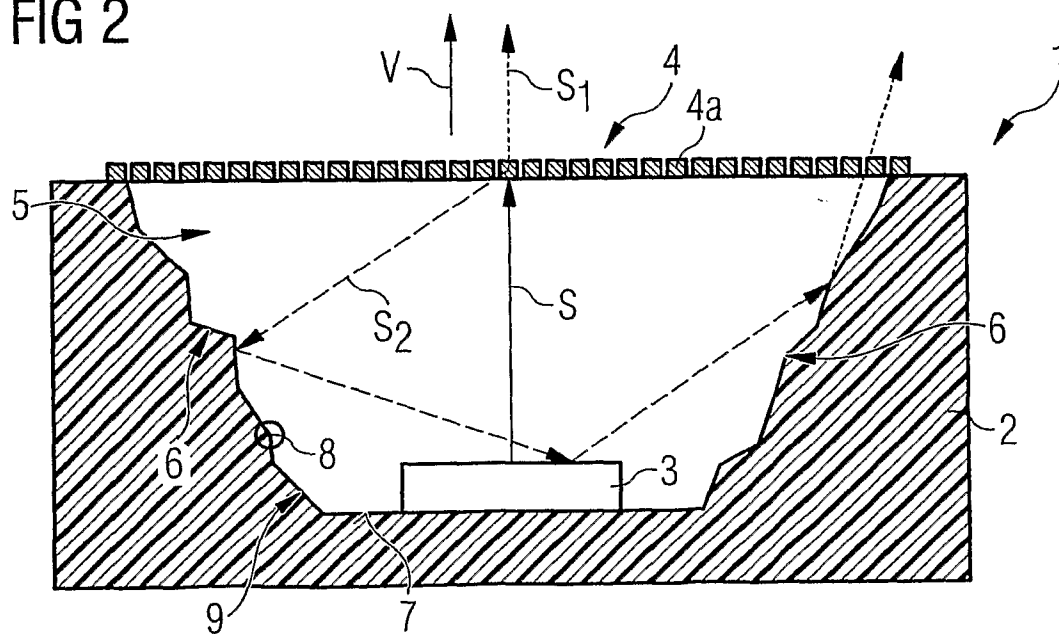


FIG 2



2/2

FIG 3

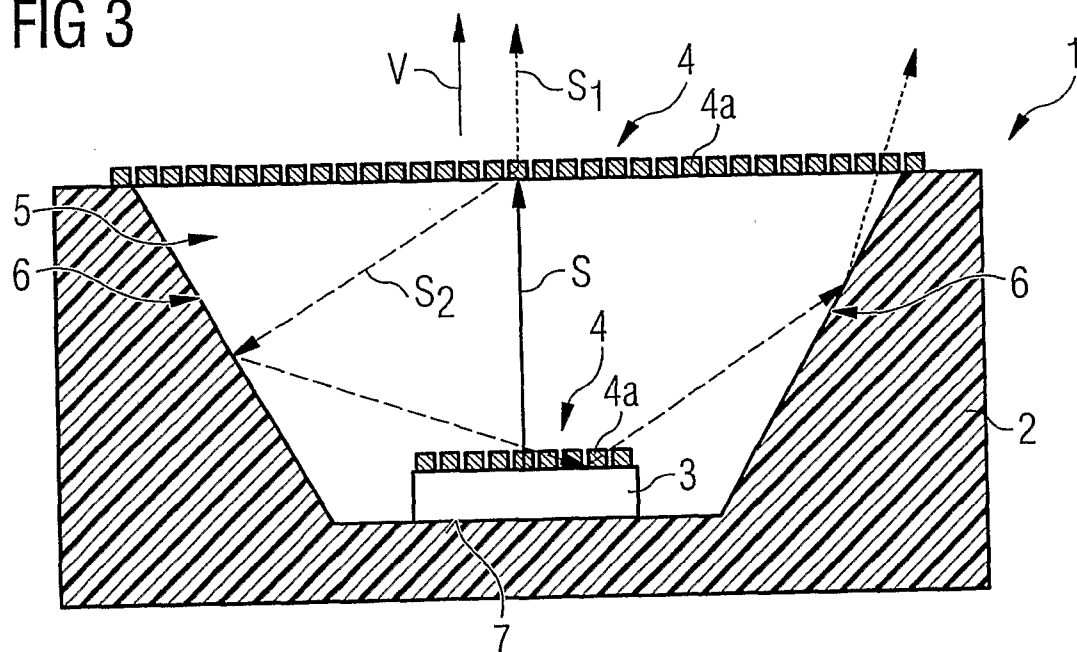


FIG 4

