

(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

18. September 2014 (18.09.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2014/139893 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
H01L 33/58 (2010.01) H01L 33/44 (2010.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/054479
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
7. März 2014 (07.03.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2013 102 621.4 14. März 2013 (14.03.2013) DE
- (71) Anmelder: OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS  
GMBH [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: ZINI, Lorenzo; Hombergerweg 7, 93049  
Regensburg (DE). MEYER, Tobias; Gronsdorfer Weg 25,  
93346 Ihrlerstein (DE).
- (74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER  
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;  
Schloßschmidstr. 5, 80639 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, SA, 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.

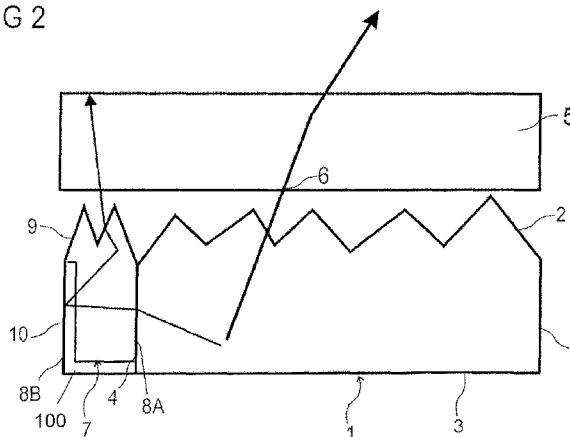
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING AN  
OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT

(54) Bezeichnung : OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG  
EINES OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTS

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to an optoelectronic semiconductor component having at least one semiconductor chip (1) for emitting electromagnetic radiation (6), wherein the semiconductor chip (1) has at least one side surface (4) and wherein a part of the electromagnetic radiation (6) exits through the side surface (4) during operation of the semiconductor chip (1). The semiconductor component additionally has at least one deflecting element (7), the deflecting element (7) being formed to be transmissive to radiation. The deflecting element (7) and the semiconductor chip (1) are arranged one alongside another (11), the deflecting element (7) is arranged at the side surface (4) of the semiconductor chip (1) and the deflecting element (7) has a material, the index of refraction of which is greater than an average index of refraction of a semiconductor material of the semiconductor chip (1). The invention further relates to a method for producing an optoelectronic semiconductor component.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/139893 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Es wird ein optoelektronisches Halbleiterbauelement angegeben aufweisend wenigstens einen Halbleiterchip (1) zur Abstrahlung elektromagnetischer Strahlung (6), wobei der Halbleiterchip (1) wenigstens eine Seitenfläche (4) aufweist und wobei ein Teil der elektromagnetischen Strahlung (6) im Betrieb des Halbleiterchips (1) durch die Seitenfläche (4) austritt. Das Halbleiterbauelement weist ferner wenigstens ein Umlenkelement (7) auf, wobei das Umlenkelement (7) strahlungsdurchlässig ausgebildet ist. Das Umlenkelement (7) und der Halbleiterchip (1) sind nebeneinander (11) angeordnet, das Umlenkelement (7) ist an der Seitenfläche (4) des Halbleiterchips (1) angeordnet und das Umlenkelement (7) weist ein Material auf, dessen Brechungsindex größer ist als ein mittlerer Brechungsindex eines Halbleitermaterials des Halbleiterchips (1). Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements angegeben.

## Beschreibung

Optoelektronisches Halbleiterbauelement und Verfahren zur  
Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements

5

Es wird ein optoelektronisches Halbleiterbauelement  
angegeben. Darüber hinaus wird ein Verfahren zur Herstellung  
eines optoelektronischen Halbleiterbauelements angegeben.

10 Die Druckschriften WO 2011/015449 A1 und US 8,148,734 B2  
beschreiben ein optoelektronisches Halbleiterbauelement.

Es ist eine zu lösende Aufgabe der vorliegenden Anmeldung,  
ein optoelektronisches Halbleiterbauelement, kurz Bauelement,  
15 anzugeben, das besonders effizient ist und insbesondere eine  
sehr hohe Lichtauskopplung aufweist. Ferner ist es eine zu  
lösende Aufgabe der vorliegenden Anmeldung, ein einfaches  
Verfahren zur Herstellung eines besonders effizienten  
optoelektronischen Halbleiterbauelements anzugeben.

20

Gemäß einem Aspekt wird ein optoelektronisches  
Halbleiterbauelement, kurz Bauelement, angegeben. Das  
Bauelement ist zur Abstrahlung elektromagnetischer Strahlung,  
vorzugsweise von Licht, ausgebildet. Das Bauelement strahlt  
25 im Betrieb Infrarotstrahlung, UV-Strahlung, farbiges oder  
weißes Licht ab.

Das Bauelement weist wenigstens einen Halbleiterchip auf. Das  
Bauelement kann auch mehr als einen Halbleiterchip,  
30 beispielsweise zwei oder mehr Halbleiterchips aufweisen.

Bei dem Halbleiterchip handelt es sich vorzugsweise um auf  
einem III-V-Halbleitermaterial, insbesondere auf einem

Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial oder einem Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial oder einem Arsenid-Verbindungshalbleitermaterial, basierenden Halbleiterchip. Vorzugsweise ist der Halbleiterchip ein Leuchtdioden- (LED) Chip.

Der Halbleiterchip weist zum Beispiel eine geringe Dicke, also eine geringe vertikale Ausdehnung auf. Vorzugsweise weist der substratlose Halbleiterchip eine Dicke von weniger als 15  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise weniger als 7  $\mu\text{m}$ , zum Beispiel 5  $\mu\text{m}$  oder 6  $\mu\text{m}$  auf.

Bei dem Halbleiterchip kann es sich zum Beispiel um einen Dünnschicht-Chip handeln, bei dem ein Aufwuchssubstrat entfernt ist. Bei dem Halbleiterchip handelt es sich dann um einen Oberflächenemitter, bei dem ein Großteil der aus dem Chip austretenden Strahlung durch eine Hauptfläche des Halbleiterchips austritt.

Ferner kann es sich bei dem Halbleiterchip um einen Halbleiterchip mit Aufwuchssubstrat, insbesondere mit einem strahlungsdurchlässigen Saphir-Substrat handeln. In diesem Fall kann es sich bei dem Halbleiterchip um einen Volumenemitter handeln, bei dem ein erheblicher Anteil der austretenden Strahlung durch Seitenflächen, die senkrecht oder quer zu den Hauptflächen des Chips verlaufen, austritt.

Der Halbleiterchip weist eine aktive Zone zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung, insbesondere von Licht, auf. Der Halbleiterchip weist vorzugsweise eine Hauptemissionsrichtung auf, die zum Beispiel senkrecht zu einer Emissionsfläche des Halbleiterchips verläuft. In die Hauptemissionsrichtung können mehr als 50 % der erzeugten

Strahlung, vorzugsweise mehr als 70 % der vom Halbleiterchip erzeugten Strahlung abgestrahlt. Diese Definition der Hauptabstrahlrichtung trifft insbesondere auf Halbleiterchips zu, bei denen es sich um Oberflächenemitter handelt.

5

Ferner ist es möglich, dass die Hauptemissionsrichtung durch die Richtung definiert ist, die parallel zur Wachstumsrichtung der epitaktisch abgeschiedenen Schichten des Halbleiterchips verläuft, unabhängig davon, welcher Anteil der Strahlung in diese Richtung emittiert wird. Diese Definition der Hauptabstrahlrichtung trifft insbesondere auf Halbleiterchips zu, bei denen es sich um Volumenemitter handelt.

10

15

Der Halbleiterchip weist wenigstens eine Seitenfläche auf. Die Seitenfläche erstreckt sich vorzugsweise umlaufend um den Halbleiterchip und begrenzt diesen in den lateralen Richtungen. Die Seitenfläche erstreckt sich quer oder senkrecht zu einer lateralen Haupterstreckungsrichtung des Bauelements beziehungsweise des Halbleiterchips. Der Halbleiterchip weist ferner eine Ober- und eine Unterseite auf. Ober- und Unterseite erstrecken sich quer oder senkrecht zu der Seitenfläche des Halbleiterchips. Ober- und Unterseite erstrecken sich parallel zu der lateralen Haupterstreckungsrichtung des Bauelements beziehungsweise des Halbleiterchips.

20

25

Das Bauelement kann ferner einen Träger aufweisen. Der Halbleiterchip ist dann auf dem Träger angeordnet.

30

Insbesondere ist die Unterseite des Halbleiterchips auf dem Träger befestigt, beispielsweise angelötet. Der Träger dient zur mechanischen Stabilisierung des Halbleiterchips.

Ein Teil der vom Halbleiterchip erzeugten elektromagnetischen Strahlung tritt im Betrieb des Halbleiterchips durch die Seitenfläche des Halbleiterchips aus. Mit anderen Worten, ein Teil der Strahlung wird nicht in die Hauptemissionsrichtung, senkrecht zur lateralen Haupterstreckungsrichtung, abgestrahlt. Beispielsweise treten bis zu 50 % der erzeugten Strahlung durch die Seitenfläche aus. Vorzugsweise treten 20 % bis 30 %, beispielsweise 25 % der von dem Halbleiterchip im Betrieb abgestrahlten Strahlung durch die Seitenfläche des Halbleiterchips aus. Der übrige Teil der Strahlung, also vorzugsweise bis zu 80 % der Strahlung, beispielsweise 60 % oder 70 % der von dem Halbleiterchip im Betrieb abgestrahlten Strahlung, treten durch die Oberseite des Halbleiterchips aus.

Das Bauelement weist ferner wenigstens ein Umlenkelement auf. Das Umlenkelement ist vorzugsweise einstückig ausgebildet. Das Umlenkelement kann aus einem homogenen Material gebildet sein. Mit anderen Worten, die mechanischen, elektrischen und/oder optischen Eigenschaften, insbesondere der Brechungsindex, des Materials des Umlenkelements sind an unterschiedlichen Stellen des Umlenkelements gleich. Insbesondere ist es dann möglich, dass das Umlenkelement keinen Schichtaufbau aufweist. Das Umlenkelement ist in dieser Ausführungsform also zum Beispiel nicht mit Schichten mit unterschiedlichem Brechungsindex gebildet, sondern ist beispielsweise durch eine einzige, dicke Schicht aus einem homogenen Material gebildet.

Das Umlenkelement kann als Umlenkschicht ausgebildet sein. Insbesondere ist eine laterale Ausdehnung des Umlenkelements vorzugsweise kleiner als eine laterale Ausdehnung des Halbleiterchips. Eine vertikale Ausdehnung des Umlenkelements

entspricht in etwa oder gleich der vertikalen Ausdehnung des Halbleiterchips. Das Umlenkelement ist zur Umlenkung der vom Halbleiterchip erzeugten Strahlung ausgebildet, welche aus der Seitenfläche des Halbleiterchips austritt. Das

5 Umlenkelement bedeckt die Seitenflächen des Halbleiterchips beispielsweise vollständig.

Das Umlenkelement ist strahlungsdurchlässig ausgebildet. Insbesondere ist das Umlenkelement derart ausgebildet, dass

10 die seitlich aus dem Halbleiterchip austretende Strahlung, die im Betrieb im Halbleiterchip erzeugt wird, das Umlenkelement vollständig oder zumindest teilweise durchdringen kann. Das Umlenkelement und der Halbleiterchip sind nebeneinander angeordnet. Das Umlenkelement ist an der

15 Seitenfläche des Halbleiterchips angeordnet. Dabei kann das Umlenkelement nur an einem Teil der Seitenfläche des Halbleiterchips angeordnet sein. Alternativ dazu kann das Umlenkelement aber auch an der kompletten Seitenfläche des Halbleiterchips angeordnet sein. Mit anderen Worten, das

20 Umlenkelement kann umlaufend um den Halbleiterchip herum angeordnet sein. In diesem Fall ist das Umlenkelement vorzugsweise rahmenförmig ausgebildet.

Das Umlenkelement weist ein Material auf, dessen

25 Brechungsindex größer ist als ein mittlerer Brechungsindex des Halbleitermaterials des Halbleiterchips, an das das Umlenkelement grenzt. Beispielsweise ist der mittlere Brechungsindex des Materials des Umlenkelements bei einer vorgegebenen Wellenlänge der erzeugten Strahlung

30 (beispielsweise bei 450 nm) um 2 %, insbesondere um 10 % größer als der mittlere Brechungsindex des Halbleitermaterials des Halbleiterchips. Vorzugsweise ist der mittlere Brechungsindex des Materials des Umlenkelements bei

einer vorgegebenen Wellenlänge mehr als 10 %, beispielsweise um 15 % oder 20 %, größer als der mittlere Brechungsindex des Halbleitermaterials des Halbleiterchips.

- 5 Auf Grund des hohen Brechungsindex des Umlenkelements und dem damit verbundenen Brechungsindexsprung zwischen Halbleiter und Umlenkelement wird ein Teil der vom Halbleiterchip erzeugten Strahlung, die an der Seitenfläche des Halbleiterchips austritt, durch das Umlenkelement in Richtung  
10 der Hauptabstrahlrichtung des Halbleiterchips abgelenkt. Ein Teil der Strahlung, der auf eine Seitenfläche des Umlenkelements tritt, wird totalreflektiert und in Richtung der Hauptabstrahlrichtung des Halbleiterchips umgelenkt.
- 15 In dem Fall, dass keine Totalreflexion stattfindet, das heißt, in dem Fall, dass der Einfallswinkel der seitlich austretenden Strahlung kleiner ist als der Grenzwinkel der Totalreflexion, ist es ferner möglich, dass die Reflexionswahrscheinlichkeit der seitlich austretenden  
20 Strahlung an der Seitenfläche erhöht ist. Mit anderen Worten, durch das Umlenkelement kann die Wahrscheinlichkeit für eine Ablenkung der Strahlung, die den Halbleiterchip durch dessen Seitenfläche verlässt, in Richtung der Hauptabstrahlrichtung unabhängig von dem Einfallswinkel der seitlich austretenden  
25 Strahlung erhöht sein. Der Einfallswinkel kann hierbei und im Folgenden durch den Winkel gegeben sein, unter dem die Strahlung auf einen Punkt der Seitenfläche des Halbleiterchips und/oder des Umlenkelements trifft, bezogen auf eine Tangentenormalen auf die Seitenfläche des  
30 Halbleiterchips und/oder des Umlenkelements durch diesen Punkt. Für Einfallswinkel die kleiner als der Grenzwinkel der Totalreflexion an der jeweiligen Seitenfläche sind wird die Strahlung nur teilweise reflektiert. Der Grad dieser

Reflexion kann durch das Anbringen des Umlenkelements erhöht werden.

Die Seitenflächen des Umlenkelements verlaufen beispielsweise  
5 parallel zu den Seitenflächen des Halbleiterchips an der dem Halbleiterchip abgewandten Seite des Umlenkelements.

Strahlungsverluste durch Strahlung, welche den Halbleiterchip durch die Seitenfläche verlässt, können somit verringert oder ganz vermieden werden. Die Lichtauskopplung des Bauelements  
10 wird dadurch erhöht. Somit wird ein sehr effizientes Bauelement zur Verfügung gestellt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Umlenkelement eine der Seitenfläche des Halbleiterchips zugewandte erste  
15 Seitenfläche auf. Das Umlenkelement weist ferner eine der ersten Seitenfläche gegenüberliegend angeordnete zweite Seitenfläche auf. Erste Seitenfläche und zweite Seitenfläche sind zueinander parallel angeordnet. Erste Seitenfläche und zweite Seitenfläche verlaufen senkrecht zur  
20 Haupterstreckungsrichtung des Bauelements.

Die erste Seitenfläche des Umlenkelements bildet eine Strahlungseintrittsfläche. Insbesondere ist/sind der Halbleiterchip und/oder das Umlenkelement derart ausgebildet,  
25 dass der aus der Seitenfläche des Halbleiterchips ausgetretene Teil der Strahlung über die erste Seitenfläche des Umlenkelements in das Umlenkelement eintritt.

Die erste Seitenfläche beziehungsweise die  
30 Strahlungseintrittsfläche stellt eine Grenzfläche zwischen dem Halbleiterchip und dem Umlenkelement dar. Die Strahlungseintrittsfläche beziehungsweise erste Seitenfläche ist bevorzugt eben oder planar ausgebildet. Die

Strahlungseintrittsfläche ist vorzugsweise parallel und gegenüberliegend zu der Seitenfläche des Halbleiterchips angeordnet. Auch die zweite Seitenfläche des Umlenkelements ist vorzugsweise eben oder planar ausgebildet.

5

Das Umlenkelement ist derart ausgebildet und angeordnet, dass ein Austreten der in das Umlenkelement eingetretenen Strahlung aus der zweiten Seitenfläche des Umlenkelements vermindert oder verhindert ist. Beispielsweise treten weniger  
10 als 10 %, beispielsweise 5 % oder 2 %, der in das Umlenkelement eingetretenen Strahlung an der zweiten Seitenfläche des Umlenkelements wieder aus. Vorzugsweise wird ein Großteil der in das Umlenkelement eingetretenen Strahlung, beispielsweise 90 % oder mehr, an der zweiten  
15 Seitenfläche des Umlenkelements totalreflektiert. Besonders bevorzugt werden 95 % oder mehr, beispielsweise 98 % oder 99 % der in das Umlenkelement eingetretenen Strahlung an der zweiten Seitenfläche totalreflektiert. Zusätzlich kann sich an der zweiten Seitenfläche des Umlenkelements eine  
20 Verspiegelung befinden, bei der es sich beispielsweise um eine reflektierende Metallschicht handeln kann, die an der zweiten Seitenfläche auf das Umlenkelement insbesondere direkt aufgebracht ist.

25 Unter Totalreflexion wird in diesem Zusammenhang verstanden, dass der Winkel, unter dem die Strahlung auf einen Punkt der zweiten Seitenfläche trifft, bezüglich einer Tangentennormalen durch diesen Punkt größer ist als der Grenzwinkel der Totalreflexion in dem jeweiligen umgebenden  
30 Medium in diesem Punkt. Für die Bemessung dieses Grenzwinkels ist jeweils die Tangentennormale in dem genannten Punkt maßgeblich.

Durch den hohen Brechungsindex des Materials des Umlenkelements und die planare Ausgestaltung der zweiten Seitenfläche wird ein seitliches Austreten der Strahlung aus dem Umlenkelement somit erheblich verringert oder sogar ganz  
5 verhindert. Die aus der Seitenfläche des Halbleiterchips ausgetretene und in das Umlenkelement eingetretene Strahlung kann folglich kaum oder gar nicht seitlich verloren gehen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Umlenkelement  
10 eine einem Träger abgewandte Oberseite auf. Die Oberseite erstreckt sich senkrecht oder quer zu der ersten und der zweiten Seitenfläche des Umlenkelements. Die Oberseite erstreckt sich im Wesentlichen parallel zu der lateralen Haupterstreckungsrichtung des Bauelements.

15 Das Umlenkelement ist derart ausgebildet und angeordnet, dass die von dem Halbleiterchip emittierte und in das Umlenkelement eingetretene Strahlung an der Oberseite des Umlenkelements ausgekoppelt wird. Beispielsweise weist die  
20 Oberseite des Umlenkelements dafür eine Strukturierung auf. Durch die Strukturierung der Oberseite wird die Auskopplung der Strahlung in Vorwärtsrichtung erleichtert. Die Oberseite des Umlenkelements kann zum Beispiel aufgeraut sein. Zu diesem Zweck kann die Oberseite des Umlenkelements angeätzt,  
25 gebürstet, geschliffen oder sandgestrahlt sein. Insbesondere sind die Seitenflächen des Umlenkelements glatter ausgebildet als die Oberseite.

Durch die spezielle Ausgestaltung der Seitenflächen und der  
30 Oberfläche des Umlenkelements wird die an der zweiten Seitenfläche des Umlenkelements totalreflektierte Strahlung nach oben hin zur Oberseite des Umlenkelements abgelenkt und dort aus dem Umlenkelement ausgekoppelt. Mit anderen Worten,

die Strahlung wird vom dem Umlenkelement in der Hauptemissionsrichtung des Halbleiterchips ausgekoppelt. Vorzugsweise werden 90 % oder mehr der totalreflektierten Strahlung, besonders bevorzugt mehr als 95 %, zum Beispiel 98 % der totalreflektierten Strahlung an der Oberseite des Umlenkelements ausgekoppelt. Damit wird die Lichtausbeute des Bauelements gesteigert. Strahlungsverluste durch seitlich aus dem Halbleiterchip und/oder dem Umlenkelement austretende Strahlung werden vermieden.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Halbleiterchip eine einem Träger abgewandte Oberseite auf. Der Halbleiterchip ist derart ausgebildet, dass ein weiterer Teil der vom Halbleiterchip emittierten Strahlung, insbesondere die in Hauptemissionsrichtung vom Halbleiterchip abgestrahlte Strahlung, an der Oberseite des Halbleiterchips ausgekoppelt wird. Vorzugsweise weist die Oberseite des Halbleiterchips eine Strukturierung auf. Die Oberseite des Halbleiterchips kann beispielsweise mittels Ätzen, Bürsten, Schleifen oder Sandstrahlen aufgeraut sein. Die Oberseite ist insbesondere rauer als die Unterseite und die Seitenfläche des Halbleiterchips.

15

20

Vorzugsweise werden 80 %, 90 % oder mehr, besonders bevorzugt 95 %, 98 % oder 99 % der Strahlung, welche nicht durch die Seitenfläche des Halbleiterchips austritt, an der Oberseite des Halbleiterchips aus dem Halbleiterchip ausgekoppelt. Dadurch wird ein besonders effizientes Bauelement bereitgestellt.

25

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Bauelement wenigstens ein Wellenlängenkonversionselement auf. Das Wellenlängenkonversionselement ist zur zumindest teilweisen

Umwandlung der aus der Oberseite des Halbleiterchips austretenden Strahlung in eine elektromagnetische Sekundärstrahlung ausgebildet. Ferner ist das Wellenlängenkonversionselement zur zumindest teilweisen  
5 Umwandlung der aus der Oberseite des Umlenkelements austretenden Strahlung in eine elektromagnetische Sekundärstrahlung ausgebildet und angeordnet.

Das Wellenlängenkonversionselement ist dem Umlenkelement und  
10 dem Halbleiterchip in Abstrahlungsrichtung nachgeordnet. Das Wellenlängenkonversionselement kann zu dem Umlenkelement und dem Halbleiterchip dabei beabstandet angeordnet sein. Alternativ dazu kann das Wellenlängenkonversionselement aber auch direkt beziehungsweise unmittelbar angrenzend zu dem  
15 Umlenkelement und dem Halbleiterchip angeordnet sein.

Eine laterale Ausdehnung des Wellenlängenkonversionselements entspricht vorzugsweise einer gesamten lateralen Ausdehnung von Umlenkelement und Halbleiterchip zusammen. Somit kann  
20 sämtliche aus der Oberseite des Umlenkelements und der Oberseite des Halbleiterchips austretende Strahlung auf das Wellenlängenkonversionselement treffen und durch dieses in die Sekundärstrahlung umgewandelt werden.

25 Dadurch, dass die von dem Halbleiterchip emittierte und durch die Seitenfläche ausgetretene Strahlung mit Hilfe des Umlenkelements nach oben zur Oberseite geleitet wird, kann auch Licht, welches normalerweise seitlich verlorengegangen wäre, zur Konversion beitragen. Zusätzliche, in Verlängerung  
30 der Seitenfläche des Halbleiterchips angeordnete Wellenlängenkonversionselemente sind überflüssig.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Umlenkelement unmittelbar an die Seitenfläche des Halbleiterchips angrenzend angeordnet. Mit anderen Worten, die erste Seitenfläche des Umlenkelements ist direkt angrenzend zu der  
5 Seitenfläche des Halbleiterchips angeordnet. In diesem Fall befinden sich kein Verbindungsmaterial und vorzugsweise auch kein Luftspalt zwischen dem Umlenkelement und dem Halbleiterchip. Strahlungsverluste durch Grenzflächenbrechung können damit vermieden und der Aufbau des Bauelements sehr  
10 einfach gehalten werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist zwischen dem Umlenkelement und dem Halbleiterchip eine Verbindungsschicht angeordnet. Die erste Seitenfläche des Umlenkelements grenzt  
15 in diesem Fall direkt an die Verbindungsschicht an. Ferner grenzt auch die Seitenfläche des Halbleiterchips direkt an die Verbindungsschicht an. Die Verbindungsschicht kann beispielsweise eine Klebeschicht sein. Die Verbindungsschicht dient dazu, das Umlenkelement und den Halbleiterchip fest und  
20 vorzugsweise permanent zu verbinden. Damit kann ein sehr stabiles Bauelement bereitgestellt werden.

Die Verbindungsschicht weist ein Material auf, dessen Brechungsindex kleiner oder gleich zu dem Brechungsindex des  
25 Materials des Halbleiterchips ist. Die Verbindungsschicht kann beispielsweise mit zumindest einem der folgenden Materialien gebildet sein oder aus einem der folgenden Materialien bestehen: niedrig brechender Silikon-Kleber,  $\text{SiO}_2$ , AlON,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , AlN, SiN, ZnO,  $\text{ZrO}_2$ .

30

Der Brechungsindex des Materials der Verbindungsschicht ist vorzugsweise kleiner als der Brechungsindex des Materials des Umlenkelements. Weiter kann der Brechungsindex des Materials

der Verbindungsschicht größer, kleiner oder gleich dem des angrenzenden Materials des Halbleiterchips sein. Ist der Brechungsindex der Verbindungsschicht in etwa gleich dem Brechungsindex des angrenzenden Materials des

5 Halbleiterchips, so wird beim Übergang der Strahlung von dem Halbleiterchip in die Verbindungsschicht die Strahlung wegen des annähernd gleichen Brechungsindex der Materialien nicht gebrochen, beziehungsweise vom Einfallslot weggebrochen. Beim Übergang der Strahlung von der Verbindungsschicht in das  
10 Umlenkelement wird die Strahlung zum Einfallslot hin gebrochen. Der Winkel, unter dem die in das Umlenkelement eintretende Strahlung auf die zweite Seitenfläche auftritt, wird dadurch vergrößert. Somit wird der Grad der Totalreflexion an der zweiten Seitenfläche gesteigert und die  
15 Effizienz des Bauelements weiter erhöht. Ferner kann durch die Verbindungsschicht die Reflexionswahrscheinlichkeit an der zweiten Seitenfläche nochmals erhöht werden, auch für einen Einfallswinkel der kleiner als der Grenzwinkel der Totalreflexion ist.

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Umlenkelement eine einem Träger zugewandte Unterseite auf. Zwischen der Unterseite des Umlenkelements und dem Träger ist eine Spiegelschicht angeordnet. Die Spiegelschicht ist  
25 vorzugsweise auf dem Träger und/oder dem Umlenkelement aufgeklebt und/oder aufgedampft und/oder aufgesputtert. Die Spiegelschicht kann sich zusätzlich oder alternativ auch an der zweiten Seitenfläche des Umlenkelements befinden. Die Spiegelschicht kann sich dann zum Beispiel entlang der  
30 gesamten Unterseite und der gesamten zweiten Seitenfläche des Umlenkelements erstrecken.

Die Spiegelschicht dient dazu, Streulicht, das auf der Unterseite des Umlenkelements auftrifft, zur zweiten Seitenfläche oder zur Oberseite des Umlenkelements hin zu reflektieren und damit die Lichtausbeute des Bauelements zu erhöhen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Halbleiterchip Galliumnitrid (GaN) auf. Das Umlenkelement kann beispielsweise Titandioxid (TiO<sub>2</sub>), Tellurdioxid, hoch brechendes Silikon oder Indiumgalliumnitrid (InGaN) aufweisen.

Diese Materialien zeichnen sich durch eine hohe mechanische Stabilität auf. Ferner weisen die Materialien für das Umlenkelement einen sehr hohen Brechungsindex auf, der insbesondere für einen vorgegebenen Wert für die Wellenlänge der emittierten Strahlung jeweils höher ist, als der Brechungsindex von GaN. Auf Grund der Unterschiede in den Brechungsindizes der Materialien von Umlenkelement und Halbleiterchip kann eine seitliche Auskopplung der durch den Halbleiterchip emittierten Strahlung verringert oder verhindert werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements, vorzugsweise des oben beschriebenen optoelektronischen Halbleiterbauelements, beschrieben. Insbesondere entspricht das dabei hergestellte Halbleiterbauelement vorzugsweise dem hier beschriebenen Halbleiterbauelement. Sämtliche für das Bauelement offenbarten Merkmale sind demnach auch für das Verfahren offenbart und umgekehrt. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

Zunächst wird ein Träger bereitgestellt. Der Träger ist als Trägerstruktur für den Halbleiterchip und das Umlenkelement geeignet. Der Träger dient als Stabilisierungselement für den Halbleiterchip und das Umlenkelement.

5

In einem weiteren Schritt wird der wenigstens eine Halbleiterchip bereitgestellt. Der Halbleiterchip ist vorzugsweise ein LED-Chip.

10 In einem weiteren Schritt wird das wenigstens eine Umlenkelement bereitgestellt. Das Material des Umlenkelements weist einen größeren Brechungsindex auf als das Material des Halbleiterchips.

15 In einem weiteren Schritt werden der Halbleiterchip und das Umlenkelement derart angeordnet, dass die erste Seitenfläche des Umlenkelements der Seitenfläche des Halbleiterchips zugewandt ist.

20 In einem weiteren, optionalen, Schritt kann der Träger wieder entfernt werden.

In einem weiteren Schritt wird das Wellenlängenkonversionselement dem Umlenkelement und dem  
25 Halbleiterchip in Abstrahlungsrichtung nachgeordnet. Mit anderen Worten, das Wellenlängenkonversionselement wird der Oberseite von Umlenkelement und Halbleiterchip nachfolgend angeordnet.

30 Durch die spezielle Anordnung und Ausgestaltung von Halbleiterchip und Umlenkelement kann die Strahlung, die aus der Seitenfläche des Halbleiterchips austritt, von dem Umlenkelement umgelenkt und an der Oberseite des

Umlenkelements aus dem Umlenkelement ausgekoppelt werden. Somit trifft ein Großteil der vom Halbleiterchip emittierten Strahlung, vorzugsweise mehr als 90 %, besonders bevorzugt mehr als 95 %, beispielsweise 98 % der Strahlung, auf das Wellenlängenkonversionselement auf und kann damit zur Konversion beitragen. Strahlungsverluste werden auf diese Art verringert oder ganz vermieden. Somit wird ein besonders effizientes Bauelement bereitgestellt.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Umlenkelement rahmenförmig ausgebildet. Insbesondere umgibt das Umlenkelement den Halbleiterchip vorzugsweise vollständig. Der Halbleiterchip und das Umlenkelement werden fest, vorzugsweise permanent, miteinander verbunden.

15 Zur Verbindung von Halbleiterchip und Umlenkelement wird der Halbleiterchip in das Umlenkelement eingebracht zur Herstellung einer formschlüssigen Verbindung zwischen Umlenkelement und Halbleiterchip. Verbindungsmaterialien  
20 zwischen dem Umlenkelement und dem Halbleiterchip sind hierbei überflüssig. Somit wird auf einfache Weise das oben beschriebene Halbleiterbauelement hergestellt.

Alternativ dazu wird zur Verbindung von Halbleiterchip und Umlenkelement der Halbleiterchip in das Umlenkelement eingebracht, wobei die Verbindungsschicht zwischen Umlenkelement und Halbleiterchip angeordnet wird, zur Herstellung einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen Umlenkelement und Halbleiterchip. Die Verbindungsschicht kann  
25 dabei zunächst auf der ersten Seitenfläche des Umlenkelements und/oder der Seitenfläche des Halbleiterchips angebracht werden, bevor der Halbleiterchip in das Umlenkelement eingebracht wird. Alternativ dazu kann der Halbleiterchip

auch zuerst in das Umlenkelement eingebracht werden und die Verbindungsschicht erst nachträglich zwischen Halbleiterchip und Umlenkelement angeordnet, zum Beispiel eingespritzt, werden. Auf diese Weise wird eine sehr stabile Verbindung  
5 zwischen dem Halbleiterchip und dem Umlenkelement erzeugt und somit ein sehr stabiles Bauelement bereitgestellt.

Ferner ist es möglich, dass das Umlenkelement mittels eines Lithographieverfahrens erzeugt wird. Dabei wird das  
10 Umlenkelement während der Herstellung des Halbleiterchips durch ein Beschichtungsverfahren wie Sputtern, CVD oder ähnliches aufgebracht und anschließend, zum Beispiel gemeinsam mit der Strahlungsausstrittsfläche des Halbleiterchips, strukturiert. Auf diese Weise ergibt sich  
15 eine direkte und besonders feste Verbindung zwischen dem Umlenkelement und dem Halbleiterchip.

Im Folgenden werden das Bauelement und das Verfahren anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher  
20 erläutert.

Die Figur 1 zeigt eine Seitenansicht eines Bauelements aus dem Stand der Technik,

25 Die Figur 2 zeigt eine Seitenansicht eines Bauelements,

Die Figur 3 zeigt eine Seitenansicht eines Bauelements gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels.

30 Die Figur 4 zeigt beispielhafte Reflexionswahrscheinlichkeiten an den Seitenflächen eines weiteren Ausführungsbeispiels eines hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterbauelements.

Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in 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 Elemente zur besseren Darstellbarkeit und/oder für eine bessere Verständlichkeit übertrieben groß dargestellt sein.

10 In der Figur 2 ist ein optoelektronisches Halbleiterbauelement, kurz Bauelement, dargestellt. Das Bauelement weist einen Halbleiterchip 1, beispielsweise einen LED-Chip auf. Der Halbleiterchip 1 weist ein Halbleitermaterial, beispielsweise GaN, auf. Der Halbleiterchip 1 weist eine aktive Zone (nicht explizit dargestellt) zur Abstrahlung von elektromagnetischer Strahlung 6 auf. Vorzugsweise strahlt der Halbleiterchip 1 farbiges, beispielsweise blaues, Licht ab.

20 Der Halbleiterchip 1 weist eine Seitenfläche 4 auf, die sich umlaufend um den Halbleiterchip 1 erstreckt. Selbstverständlich kann in diesem Zusammenhang auch von vier Seitenflächen 4 des Halbleiterchips 1 ausgegangen werden, wenn man die jeweilige Seitenfläche 4 nicht als umlaufend erachtet. Die Seitenfläche 4 verläuft senkrecht zur Haupterstreckungsrichtung des Bauelements beziehungsweise des Halbleiterchips 1.

Der Halbleiterchip 1 weist ferner eine Oberseite 2 und eine Unterseite 3 auf, die einander gegenüberliegend angeordnet sind. Die Oberseite 2 des Halbleiterchips 1 ist dabei diejenige Seitenfläche des Halbleiterchips, in deren Richtung elektromagnetische Strahlung 6 primär beziehungsweise

überwiegend vom Halbleiterchip 1 emittiert wird. Mit anderen Worten, die Oberseite 2 stellt die primäre Auskoppelfläche des Halbleiterchips 1 dar.

- 5 Die Oberseite 2 ist strukturiert, beispielsweise aufgeraut. Dies kann durch Ätzen, Sandstrahlen, Bürsten oder Schleifen der Oberseite 2 erreicht werden. Die Oberseite 2 ist insbesondere rauer als die Unterseite 3 und die Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1. Die Strukturierung hilft dabei, die
- 10 Lichtauskopplung aus dem Halbleiterchip 1 zu verbessern. Insbesondere kann auf Grund der strukturierten Oberseite 2 die Strahlung 6 leichter aus der Oberseite 2 des Halbleiterchips 1 austreten.
- 15 Der Halbleiterchip 1 strahlt überwiegend, das heißt zu mindestens 50 %, vorzugsweise zu 80 % oder mehr, beispielsweise zu 90 %, Strahlung 6 in Richtung der Oberseite 2 des Halbleiterchips 1 ab. Der Halbleiterchip 1 strahlt ferner einen Teil der Strahlung 6 in seitliche Richtung ab,
- 20 so dass dieser Teil der Strahlung 6 durch die Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 austritt. Beispielsweise strahlt der Halbleiterchip 1 50 % oder weniger, beispielsweise 20 % oder 30 % der Strahlung 6 seitlich ab. Die Seitenfläche 4 stellt eine sekundäre Auskoppelfläche des Halbleiterchips 1 dar.
- 25 Optische Elemente, beispielsweise ein Wellenlängenkonversionselement 5, welche dem Halbleiterchip 1 in primärer Abstrahlungsrichtung nachgeordnet sind, können bei gängigen Bauelementen, wie das in Figur 1 dargestellte
- 30 Bauelement, von der seitlich emittierten Strahlung jedoch nicht angestrahlt werden. Mit anderen Worten, die aus der Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 austretende Strahlung 6 trägt bei gewöhnlichen Bauelementen nicht zur Konversion bei.

Lediglich die aus der Oberseite 2 ausgekoppelte Strahlung 6 kann zur Konversion beitragen (siehe Figur 1). Die seitlich aus dem Halbleiterchip 1 austretende Strahlung trägt insbesondere auch nicht zur Lichtausbeute eines gewöhnlichen Bauelements bei. Dies hat eine verringerte Effizienz des in der Figur 1 (Stand der Technik) gezeigten Bauelements zur Folge.

Um Strahlungsverluste durch die seitlich aus dem Halbleiterchip 1 austretende Strahlung 6 zu verringern oder zu verhindern, weist das Bauelement in Figur 2 ein Umlenkelement 7 auf. Das Umlenkelement 7 ist dazu ausgebildet und angeordnet, den Teil der von dem Halbleiterchip 1 erzeugten Strahlung 6, der durch die Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 austritt, umzulenken und insbesondere zurück in die primäre Abstrahlungsrichtung (Vorwärtsrichtung) des Halbleiterchips 1 zu lenken. Auf diese Weise kann die seitlich aus dem Halbleiterchip 1 ausgetretene Strahlung 6 auf ein nachfolgend angeordnetes optisches Element (Wellenlängenkonversionselement 5) gelenkt werden und trägt somit zur Lichtausbeute des Bauelements bei.

Umlenkelement 7 und Halbleiterchip 1 können auf einem stabilisierenden Träger 11 angeordnet sein (siehe Figur 3). Das Umlenkelement 7 ist zumindest teilweise strahlungsdurchlässig ausgebildet. Das Umlenkelement 7 weist eine erste Seitenfläche 8A und eine zweite Seitenfläche 8B auf, die einander gegenüberliegend angeordnet sind. Erste und zweite Seitenfläche 8A, 8B sind parallel zur Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 angeordnet. Erste und zweite Seitenfläche 8A, 8B verlaufen senkrecht zur Haupterstreckungsrichtung des Bauelements beziehungsweise Halbleiterchips 1.

Das Umlenkelement 7 weist ferner eine Oberseite 9 auf. Die Oberseite 9 ist gegenüberliegend zu dem Wellenlängenkonversionselement 5 ausgebildet. Die Oberseite 9 weist eine Strukturierung auf. Die Oberseite 9 ist aufgeraut. Insbesondere ist die Oberseite 9 rauer als die Seitenflächen 8A, 8B und als eine Unterseite des Umlenkelements 7. Die Oberseite 9 kann sandgestrahlt, angeätzt, gebürstet und/oder geschliffen sein.

10

Das Umlenkelement 7 und der Halbleiterchip 1 sind nebeneinander angeordnet. In diesem Ausführungsbeispiel sind Umlenkelement 7 und Halbleiterchip 1 direkt aneinander angrenzend angeordnet. Mit anderen Worten, die erste Seitenfläche 8A des Umlenkelements 7 grenzt unmittelbar an die Seitenfläche des Halbleiterchips 1 an. Insbesondere befindet sich kein Verbindungsmaterial zwischen Umlenkelement 7 und Halbleiterchip 1.

15

20

Das Umlenkelement 7 ist einstückig ausgebildet. Das Umlenkelement 7 kann nur an einem Teil der Seitenfläche 4 ausgebildet sein. Insbesondere grenzt die erste Seitenfläche 8A in diesem Fall nur an einen Teil der Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1. Dies ist besonders für den Fall zweckmäßig, wenn die Strahlung 6 vorwiegend nur an einem Teil der Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 austritt.

25

In einem alternativen Ausführungsbeispiel (aus Übersichtlichkeitsgründen nicht explizit dargestellt) ist das Umlenkelement 7 rahmenförmig ausgebildet. Das Umlenkelement 7 ist auch in diesem Ausführungsbeispiel einstückig ausgebildet. In diesem Fall umgibt das Umlenkelement 7 den Halbleiterchip 1 vollständig. Insbesondere ist der

30

Halbleiterchip 1 in das Umlenkelement 7 eingebracht beziehungsweise eingesteckt. Jegliche aus der Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 austretende Strahlung 6 kann damit von dem Umlenkelement 7 umgelenkt werden.

5

Das Umlenkelement 7 ist hochbrechend ausgebildet. Insbesondere weist das Umlenkelement 7 ein Material auf, dessen Brechungsindex größer ist als der mittlere Brechungsindex des Materials des Halbleiterchips 1.

10 Beispielsweise weist das Umlenkelement  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TeO}_2$  oder InGaN als Material auf. Jedes dieser Materialien hat bei einer vorgegebenen Wellenlänge (zum Beispiel 400 nm) der emittierten Strahlung 6 einen größeren Brechungsindex, als das Material des Halbleiterchips 1, zum Beispiel GaN.

15

Auf Grund des hohen Brechungsindex des Materials des Umlenkelements 7, der glatten zweiten Seitenfläche 8B sowie der strukturierten Oberseite 9, wird Strahlung 6, die durch die Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 austritt, von dem  
20 Umlenkelement 7 in Vorwärtsrichtung abgelenkt, wie im Folgenden erläutert wird:

Insbesondere tritt die aus der Seitenfläche 4 emittierte Strahlung 6 in die erste Seitenfläche 8A des Umlenkelements 7  
25 in das Umlenkelement 7 ein. Beim Übergang von dem optisch dünneren Medium (Halbleiterchip 1) in das optisch dichtere Medium (Umlenkelement 7) wird die Strahlung 6 zum Einfallslot hin gebrochen. Die Strahlung 6 trifft im Folgenden dann in einem Punkt 10 auf die zweite Seitenfläche 8B des  
30 Umlenkelements 7.

Der Winkel, unter dem die Strahlung 6 auf den Punkt 10 der zweiten Seitenfläche 8B des Umlenkelements 7 trifft, ist,

bezüglich einer Tangentennormalen durch den Punkt 10, größer als der Grenzwinkel der Totalreflexion in dem Punkt 10. Mit anderen Worten, die Strahlung 6 wird an dem Punkt 10, an dem sie auf die zweite Seitenfläche 8B trifft, totalreflektiert.

5 Vorzugsweise werden 90 % oder mehr der auf die zweite Seitenfläche 8B auftreffenden Strahlung totalreflektiert. Ein Austreten der in das Umlenkelement 7 eingetretenen Strahlung 6 an der zweiten Seitenfläche 8B wird somit weitgehend verhindert.

10

Die Strahlung 6 wird in dem Punkt 10 in Richtung der Oberseite 9 des Umlenkelements 7 reflektiert. Auf Grund der Strukturierung der Oberseite 9 tritt ein Großteil der totalreflektierten Strahlung aus der Oberseite 9 des Umlenkelements 7 aus. Die Oberseite 9 stellt also die Auskoppelfläche des Umlenkelements 7 dar. Vorzugsweise tritt 15 90 % oder mehr, beispielsweise 95 %, 98 %, oder 99 % der totalreflektierten Strahlung aus der Oberseite 9 des Umlenkelements 7 aus.

20

Der Unterseite des Umlenkelements 7 nachfolgend (also beispielsweise zwischen dem Umlenkelement 7 und dem Träger 11) kann ferner ein Spiegelement beziehungsweise eine Spiegelschicht 100 angeordnet sein. Die Spiegelschicht 100 25 dient dazu, auf die Unterseite des Umlenkelements 7 auftreffende Strahlung 6 zu reflektieren und so in Richtung der Oberseite 9 des Umlenkelements 7 zu lenken.

30

Die aus der Oberseite 9 des Umlenkelements 7 austretende Strahlung 6 kann nunmehr, genau wie die aus der Oberseite 2 des Halbleiterchips 1 emittierte Strahlung 6, auf ein entsprechend ausgestaltetes Wellenlängenkonversionselement 5 treffen, welches dem Halbleiterchip 1 in primärer

Abstrahlungsrichtung nachgeordnet ist. Das Wellenlängenkonversionselement 5 ist der Oberseite 2 des Halbleiterchips 1 gegenüberliegend angeordnet. Damit auch die aus der Oberseite 9 des Umlenkelements 7 austretende Strahlung 6 auf das Wellenlängenkonversionselement 5 treffen kann, muss das Wellenlängenkonversionselement 5 auch gegenüberliegend zur Oberseite 9 des Umlenkelements 7 angeordnet sein. Eine Breite oder horizontale Ausdehnung des Wellenlängenkonversionselements 5 muss demnach in etwa der Gesamtbreite von Halbleiterchip 1 und Umlenkelement 7 entsprechen, wie aus Figur 2 ersichtlich ist.

Mit Hilfe des Umlenkelements 7 kann ein Großteil, beispielsweise 90 %, 95 % oder 99 % der von dem Halbleiterchip 1 erzeugten Strahlung 6 zur Konversion beitragen. Strahlungsverluste durch seitlich aus dem Halbleiterchip 1 austretende Strahlung werden verringert oder ganz vermieden. Das betreffende Bauelement ist folglich besonders effizient.

Die Figur 3 zeigt eine Seitenansicht eines Bauelements gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels. In Bezug auf die allgemeinen Merkmale des Bauelements und insbesondere des Halbleiterchips 1 und des Umlenkelements 7 wird dabei weitgehend auf die Beschreibung zur Figur 2 verwiesen.

Im Gegensatz zu dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiels grenzt vorliegend das Umlenkelement 7 nicht unmittelbar an den Halbleiterchip 1 an. Insbesondere grenzt die erste Seitenfläche 8A nicht direkt an die Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1. Vielmehr ist zwischen dem Halbleiterchip 1 und dem Umlenkelement 7 eine Verbindungsschicht 12 angeordnet.

Die Verbindungsschicht 12 dient dazu, das Umlenkelement 7 fest beziehungsweise permanent mit dem Halbleiterchip 1 zu verbinden. Die Verbindungsschicht 12 kann beispielsweise eine  
5 Klebeschicht sein, die zwischen dem Umlenkelement 7 und dem Halbleiterchip 1 ausgebildet ist.

Die Verbindungsschicht 12 weist ein Material auf, dessen Brechungsindex kleiner oder gleich zu dem Brechungsindex des  
10 Materials des Halbleiterchips 1 (zum Beispiel GaN) ist. Ferner ist der Brechungsindex des Materials der Verbindungsschicht 12 kleiner als der Brechungsindex des Materials des Umlenkelements 7, so dass die Strahlung 6 beim Eintritt in das Umlenkelement 7 wiederum von einem optisch  
15 dünneren in ein optisch dichteres Medium übergeht, wie dies bei dem Bauelement in Figur 2 bereits der Fall war.

Beim Übergang der Strahlung von dem Halbleiterchip 1 in die Verbindungsschicht 12 wird die Strahlung wegen des gleichen  
20 Brechungsindex der Materialien beziehungsweise wegen des kleineren Brechungsindex der Verbindungsschicht 12 nicht, oder falls überhaupt, vom Einfallslot weggebrochen. Beim Übergang der Strahlung von der Verbindungsschicht 12 in das Umlenkelement 7 wird die Strahlung 6 beim Übergang in das  
25 optisch dichtere Medium wieder zum Einfallslot hingebrochen. Der Winkel, unter dem die in das Umlenkelement 7 eintretende Strahlung 6 dann in dem Punkt 10 auf die zweite Seitenfläche 8B auftrifft, wird durch die zwischen Umlenkelement 7 und Halbleiterchip 1 angeordnete Verbindungsschicht 12  
30 vergrößert. Der Grad der Totalreflexion im Punkt 10 an der zweiten Seitenfläche 8B wird somit gesteigert und dadurch die Effizienz des Bauelements erhöht. Ferner ist es möglich, dass

die Reflexionswahrscheinlichkeit an der zweiten Seitenfläche erhöht wird.

Das oben beschriebene Bauelement wird wie folgt hergestellt  
5 (siehe hierzu insbesondere die Figuren 2 und 3):

In einem ersten Schritt wird der vorher erwähnte Träger bereitgestellt. Der Träger 11 dient zur mechanischen Stabilisierung von Halbleiterchip 1 und Umlenkelement 7. Der  
10 Träger 11 kann nachträglich wieder entfernt werden.

In einem weiteren Schritt wird der oben beschriebene Halbleiterchip 1 bereitgestellt. In einem nächsten Schritt wird das oben beschriebene Umlenkelement 7 bereitgestellt.  
15

In einem nächsten Schritt wird das oben beschriebene Wellenlängenkonversionselement 5 bereitgestellt. Das Wellenlängenkonversionselement 5 ist dazu ausgebildet, die vom Halbleiterchip 1 und Umlenkelement 7 emittierte Strahlung  
20 6 zumindest teilweise in eine weitere Strahlung mit einer von der emittierten Strahlung 6 unterschiedlichen Wellenlänge zu konvertieren.

Ferner kann auch noch ein weiteres optisches Element,  
25 beispielsweise eine Linse (nicht explizit dargestellt) bereitgestellt werden, die dazu ausgebildet sein kann, die von Umlenkelement 7 und Halbleiterchip 1 emittierte Strahlung zu bündeln.

30 In einem weiteren Schritt werden der Halbleiterchip 1 und das Umlenkelement 7 auf dem Träger 11 angeordnet beziehungsweise zueinander angeordnet. Die Anordnung erfolgt derart, dass die

erste Seitenfläche 8A des Umlenkelements 7 der Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 zugewandt ist.

Zu diesem Zweck kann der Halbleiterchip 1 in das rahmenförmig ausgebildete Umlenkelement 7 eingebracht werden, um eine formschlüssige Verbindung zwischen Umlenkelement 7 und Halbleiterchip 1 auszubilden. In diesem Fall ist die Verwendung eines Verbindungsmittels, beispielsweise eines Klebstoffs, überflüssig.

Alternativ dazu kann der Halbleiterchip 1 in das rahmenförmige Umlenkelement 7 eingebracht werden, wobei die Verbindungsschicht 12 zwischen Umlenkelement 7 und Halbleiterchip 1 angeordnet wird, um eine stoffschlüssige Verbindung zwischen Umlenkelement 7 und Halbleiterchip 1 auszubilden. Die Verbindungsschicht 12 kann beispielsweise vor dem Einstecken beziehungsweise Einbringen des Halbleiterchips 1 in das Umlenkelement 7 an der ersten Seitenfläche 8A des Umlenkelements 7 oder an der Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 angebracht werden. Beispielsweise kann die jeweilige Seitenfläche 8A, 4 mit Klebstoff bestrichen werden. Die Verbindungsschicht 12 kann aber auch nach dem Einbringen des Halbleiterchips 1 in das Umlenkelement 7 zwischen Halbleiterchip 1 und Umlenkelement 7 eingebracht werden.

Alternativ dazu, falls das Umlenkelement 7 nicht rahmenförmig ausgebildet ist, kann das Umlenkelement 7 mit Hilfe der Verbindungsschicht 12 an dem Halbleiterchip 1 befestigt werden, indem die Verbindungsschicht 12 auf der ersten Seitenfläche 8A und/oder Teilbereichen der Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 angebracht wird. Danach werden die Seitenflächen 8A, 4 miteinander in Kontakt gebracht.

In einem weiteren Schritt wird das Wellenlängenkonversionselement 5 im Strahlengang der vom Halbleiterchip 1 und dem Umlenkelement 7 emittierten Strahlung 6 angeordnet. Insbesondere wird das Wellenlängenkonversionselement 5 so angeordnet, dass es der Oberseite 9 des Umlenkelements 7 und der Oberseite 2 des Halbleiterchips 1 zugewandt ist.

- 10 In der Figur 4 sind eine erste und eine zweite berechnete Reflexionswahrscheinlichkeit 611, 622 erster Ordnung an der Grenzfläche zur das optoelektronische Halbleiterbauelement umgebenden Luft für zwei beispielhafte Ausführungsformen eines hier beschriebenen optoelektronischen
- 15 Halbleiterbauelements als Funktion des Einfallswinkels  $\alpha$  an der Seitenfläche des Halbleiterchips dargestellt. Die erste Reflexionswahrscheinlichkeit 611 ist für ein in Verbindung mit der Figur 1 beschriebenes Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterbauteils errechnet und die
- 20 zweite Reflexionswahrscheinlichkeit 622 für ein in Verbindung mit der Figur 2 beschriebenes Ausführungsbeispiel. Die erste Reflexionswahrscheinlichkeit 611 zeigt dementsprechend die Wahrscheinlichkeit für eine Umlenkung seitlich austretender Strahlung 6 an der Seitenfläche 4 eines Halbleiterchips 1,
- 25 bei dem kein Umlenkelement 7 vorgesehen ist. Die zweite Reflexionswahrscheinlichkeit 622 zeigt die Wahrscheinlichkeit für eine Umlenkung seitlich austretender Strahlung 6 an der Seitenfläche 8B eines Umlenkelements 7.
- 30 Für die Berechnung der zweiten Reflexionswahrscheinlichkeit 622 wurde angenommen, dass keine Spiegelschicht an der Seitenfläche 8B des Umlenkelements 7 angeordnet ist. Die seitlich austretende Strahlung 6 erfährt somit lediglich zwei

Brechungsindex-Sprünge, wobei der erste Brechungsindexsprung an der Grenzfläche von dem Halbleiterchip 1 zum Umlenkelement 7, die durch die Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 gebildet ist, erfolgt und der zweite Brechungsindexsprung an der Grenzfläche von dem Umlenkelement 7 zur umgebenden Luft, die durch die Seitenfläche 8B des Umlenkelements 7 gebildet ist. Ferner wurde für die Berechnung angenommen, dass es sich bei den verwendeten Materialien um Dielektrika handelt, bei denen im Wesentlichen keine Absorption der elektromagnetischen Strahlung auftritt. Als Brechungsindex für das Material des Halbleiterchips 1 wurde  $n=2,6$  angenommen, während der Brechungsindex des Materials des Umlenkelements 7 um 10 % größer gewählt wurde. Der Einfallswinkel  $\alpha$  ist nur bis zu einem Wert von  $23^\circ$  aufgetragen, da bei einem Brechungsindex von  $n=2,6$  am Übergang zu Luft eine Totalreflexion ab einem Einfallswinkel  $\alpha=23,58^\circ$  auftritt. Für Einfallswinkel  $\alpha$  oberhalb dieses Wertes ist die Reflexionswahrscheinlichkeit 611, 622 somit 100 %. Die Berechnungen erfolgten nur in erster Ordnung. Dies bedeutet, dass Effekte, die durch eine mehrfache Reflektion der seitlich austretenden Strahlung 6 an der Seitenfläche 8B des Umlenkelements 7 und/oder der Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 auftreten, nicht berücksichtigt wurden. Solche Effekte würden das Ergebnis im Wesentlichen nicht beeinflussen.

Beide Reflexionswahrscheinlichkeiten 611, 622 weisen den typischen Verlauf der Reflexionswahrscheinlichkeit an den Grenzflächen zwischen zwei Dielektrika auf. Die zweite Reflexionswahrscheinlichkeit 622 ist jedoch stets größer als die erste Reflexionswahrscheinlichkeit 611. Hierbei ist die erste Reflexionswahrscheinlichkeit 611 bei kleinen Einfallswinkeln  $\alpha$  bis zu 40 % im Vergleich zur zweiten

Reflexionswahrscheinlichkeit 622 um bis zu 40 % erhöht. Durch eine andere Wahl der Brechungsindizes der Materialien des Umlenkelements 7 und/oder des Halbleiterchips 1 kann diese Erhöhung jedoch deutlich über diesem berechneten Wert liegen.

5

Die höhere zweite Reflexionswahrscheinlichkeit 622 ist vermutlich wie folgt zu erklären. In dem Fall, dass kein Umlenkelement 7 vorhanden ist, kann seitlich austretende Strahlung 7, die unter einem Einfallswinkel  $\alpha$ , der kleiner als der Grenzwinkel der Totalreflektion ist, auf die Seitenfläche 4 trifft, an der Seitenfläche reflektiert und transmittiert werden, wobei transmittierte seitlich austretende Strahlung 6 nicht weiter genutzt werden kann. Im dem Fall, dass ein Umlenkelements 7 vorhanden ist, kann die seitlich austretende Strahlung nochmals an der Seitenfläche 8B des Umlenkelements 7 reflektiert werden. Dadurch, dass das Umlenkelement 7 aus einem Material gebildet ist, das einen größeren Brechungsindex als das Material des Halbleiterchips 1 aufweist, wird eine durch den nun niedrigeren Brechungsindexsprung an der Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 bedingte reduzierte Reflexionswahrscheinlichkeit an der Seitenfläche 4 des Halbleiterchips 1 durch die erhöhte Reflexionswahrscheinlichkeit an der Seitenfläche 8B des Umlenkelements 7 ausgeglichen.

25

30

Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Anmeldung DE 102013102621.4, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von

Merkmale, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

## Patentansprüche

1. Optoelektronisches Halbleiterbauelement aufweisend
- wenigstens einen Halbleiterchip (1) zur Abstrahlung
- 5 elektromagnetischer Strahlung (6), wobei der Halbleiterchip (1) wenigstens eine Seitenfläche (4) aufweist und wobei ein Teil der elektromagnetischen Strahlung (6) im Betrieb des Halbleiterchips (1) durch die Seitenfläche (4) austritt,
  - wenigstens ein Umlenkelement (7), wobei das Umlenkelement

10 (7) strahlungsdurchlässig ausgebildet ist, wobei
  - das Umlenkelement (7) und der Halbleiterchip (1) nebeneinander angeordnet sind,
  - das Umlenkelement (7) an der Seitenfläche (4) des Halbleiterchips (1) angeordnet ist und

15 - das Umlenkelement (7) ein Material aufweist, dessen Brechungsindex größer ist als ein mittlerer Brechungsindex eines Halbleitermaterials des Halbleiterchips (1).

2. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach Anspruch 1,

20 wobei das Umlenkelement (7) einstückig ausgebildet ist und wobei das Umlenkelement (7) umlaufend an der Seitenfläche (4) des Halbleiterchips (1) angeordnet ist.

3. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach Anspruch 1

25 oder 2,

wobei das Umlenkelement (7) eine der Seitenfläche (4) des Halbleiterchips (1) zugewandte erste Seitenfläche (8A) und eine der ersten Seitenfläche (8A) gegenüberliegend angeordnete zweite Seitenfläche (8B) aufweist und wobei der

30 Halbleiterchip (1) derart ausgebildet ist, dass der aus der Seitenfläche (4) des Halbleiterchips (1) ausgetretene Teil der Strahlung (6) über die erste Seitenfläche (8A) des Umlenkelements (7) in das Umlenkelement (7) eintritt.

4. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach Anspruch 3,  
wobei das Umlenkelement (7) derart ausgebildet und angeordnet  
ist, dass ein Austreten der in das Umlenkelement (7)  
5 eingetretenen Strahlung (6) aus der zweiten Seitenfläche (8B)  
des Umlenkelements (7) vermindert oder verhindert ist.

5. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach Anspruch 3  
oder 4,  
10 wobei das Umlenkelement (7) eine einem Träger (11) abgewandte  
Oberseite (9) aufweist und wobei das Umlenkelement (7) derart  
ausgebildet und angeordnet ist, dass die von dem  
Halbleiterchip (1) emittierte und in das Umlenkelement (7)  
eingetretene Strahlung (6) an der Oberseite (9) des  
15 Umlenkelements (7) ausgekoppelt wird.

6. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach Anspruch 5,  
wobei die Oberseite (9) des Umlenkelements (7) eine  
Strukturierung aufweist und wobei die Seitenflächen (8A, 8B)  
20 des Umlenkelements (7) glatter ausgebildet sind als die  
Oberseite (9).

7. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach einem der  
Ansprüche 3 bis 6,  
25 wobei der Halbleiterchip (1) eine einem Träger (11)  
abgewandte Oberseite (2) aufweist und wobei der  
Halbleiterchip (1) derart ausgebildet ist, dass ein weiterer  
Teil der vom Halbleiterchip (1) emittierten Strahlung (6) an  
der Oberseite (2) des Halbleiterchips (1) ausgekoppelt wird  
30 und wobei die Oberseite (2) des Halbleiterchips (1) eine  
Strukturierung aufweist.

8. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach Anspruch 7,

ferner aufweisend wenigstens ein Wellenlängenkonversionselement (5), wobei das Wellenlängenkonversionselement (5) zur zumindest teilweisen Umwandlung der aus der Oberseite (2) des Halbleiterchips (1) austretenden Strahlung (6) und der aus der Oberseite (9) des Umlenkelements (7) austretenden Strahlung (6) in eine elektromagnetische Sekundärstrahlung ausgebildet und angeordnet ist.

9. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Umlenkelement (7) unmittelbar an die Seitenfläche (4) des Halbleiterchips (1) angrenzend angeordnet ist.

10. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei zwischen dem Umlenkelement (7) und dem Halbleiterchip (1) eine Verbindungsschicht (12) angeordnet ist und wobei die Verbindungsschicht (12) ein Material aufweist, dessen Brechungsindex kleiner oder gleich dem Brechungsindex des Materials des Halbleiterchips (1) ist und wobei der Brechungsindex des Materials der Verbindungsschicht (12) kleiner ist als der Brechungsindex des Materials des Umlenkelements (7).

11. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Umlenkelement (7) eine einem Träger (11) zugewandte Unterseite aufweist und wobei eine Spiegelschicht (100) zwischen der Unterseite des Umlenkelements (7) und dem Träger (11) und/oder an der zweiten Seitenfläche (8B) des Umlenkelements (7) angeordnet ist.

12. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,  
wobei der Halbleiterchip (1) GaN aufweist und wobei das Umlenkelement (7) TiO<sub>2</sub>, TeO<sub>2</sub> oder InGaN aufweist.

5

13. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements nach einem der Ansprüche 1 bis 12 aufweisend die folgenden Schritte:

- Bereitstellen eines Trägers (11),
- 10 - Bereitstellen des Halbleiterchips (1),
- Bereitstellen des Umlenkelements (7),
- Anordnen des Halbleiterchips (1) und des Umlenkelements (7) auf dem Träger (11) derart, dass die erste Seitenfläche (8A) des Umlenkelements (7) der Seitenfläche (4) des
- 15 Halbleiterchips (1) zugewandt ist.

14. Verfahren nach Anspruch 13,  
wobei das Umlenkelement (7) rahmenförmig ausgebildet ist,  
und

- 20 i) wobei der Halbleiterchip (1) in das Umlenkelement (7) eingebracht wird zur Herstellung einer formschlüssigen Verbindung zwischen Umlenkelement (7) und Halbleiterchip (1),  
oder
- ii) wobei der Halbleiterchip (1) in das Umlenkelement (7)
- 25 eingebracht wird und wobei die Verbindungsschicht (12) zwischen dem Umlenkelement (7) und dem Halbleiterchip (1) angeordnet wird, zur Herstellung einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen Umlenkelement (7) und Halbleiterchip (1).

30 15. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

wobei das Umlenkelement (7) mittels eines Beschichtungsverfahrens direkt an die Seitenfläche (4) des Halbleiterchips (1) aufgebracht wird.

FIG 1

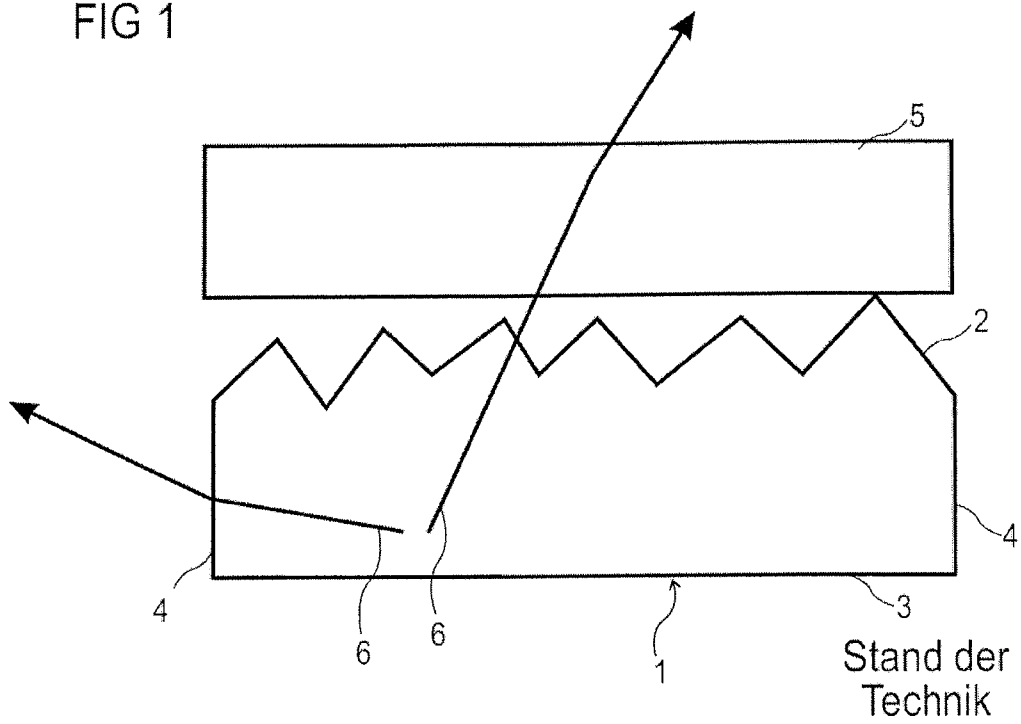


FIG 2

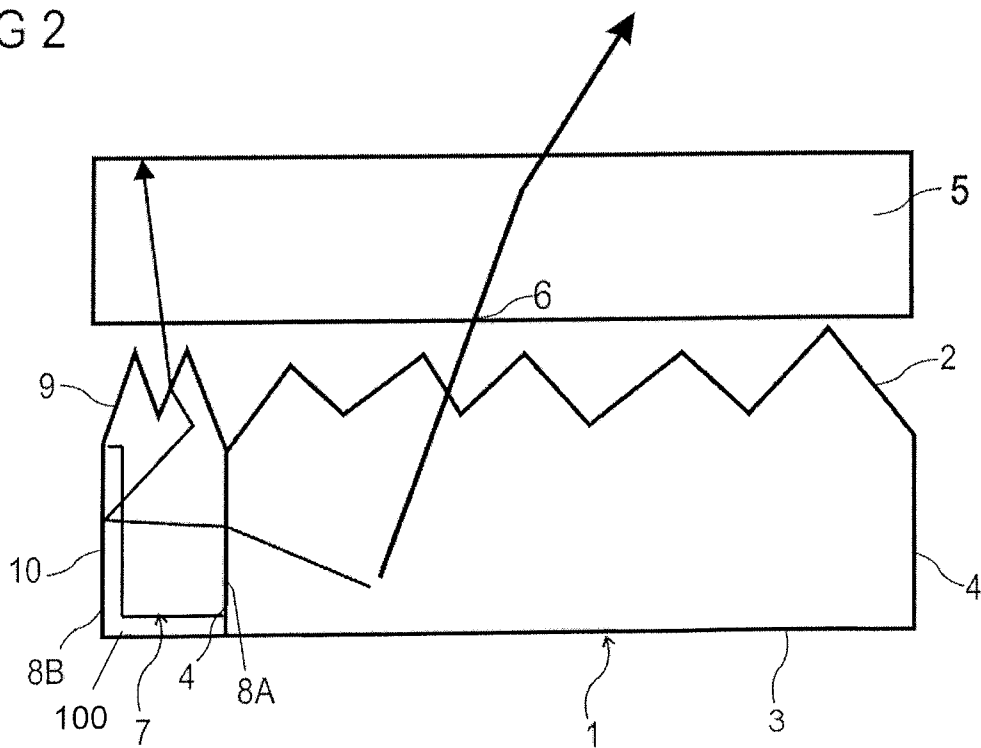


FIG 3

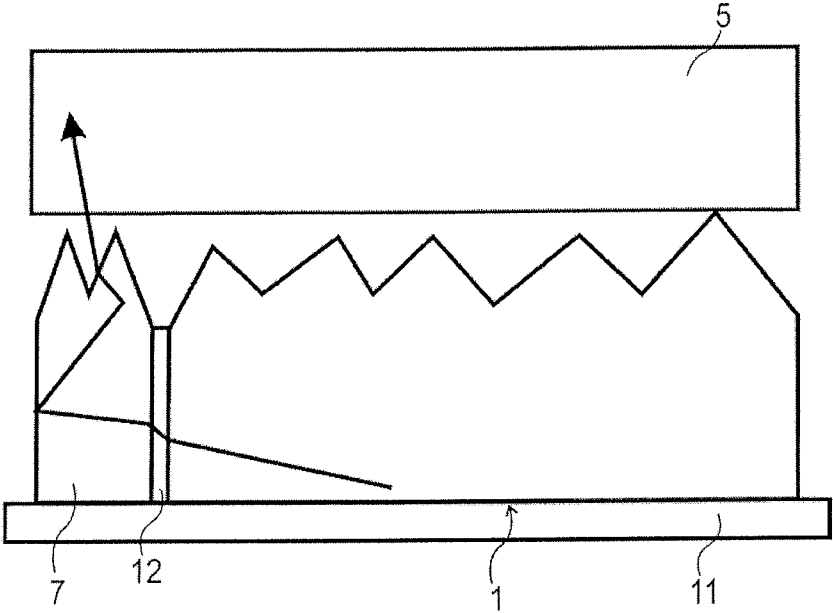
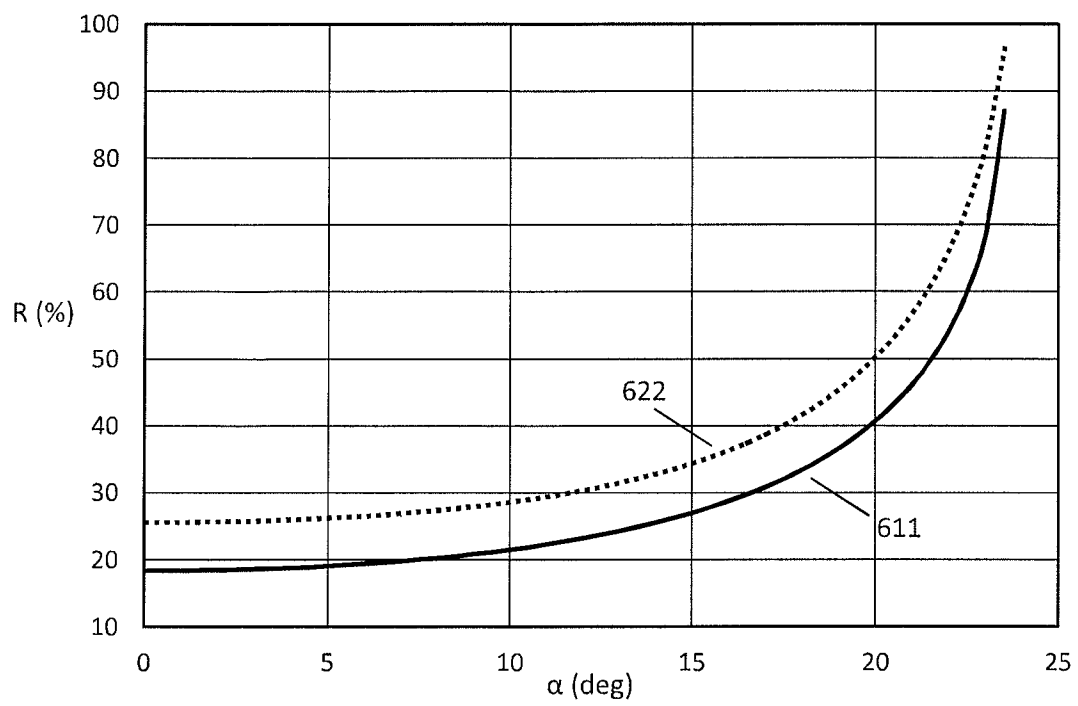


FIG 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2014/054479

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H01L33/58 H01L33/44  
ADD.

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)  
H01L

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

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

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | WO 2006/117710 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; BECKERS LUCAS J A M [NL]) 9 November 2006 (2006-11-09)                                         | 1-3,5,7,9,13          |
| Y         | figure 1<br>page 1, lines 11-16<br>page 5, lines 14-26<br>page 7, lines 31-33                                                                          | 1-15                  |
| Y         | -----<br>US 2006/278886 A1 (TOMODA KATSUHIRO [JP] ET AL) 14 December 2006 (2006-12-14)<br>figures 1-3,4E<br>paragraphs [0005], [0007], [0077]<br>----- | 1-15                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 June 2014

Date of mailing of the international search report

26/06/2014

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Adams, Richard

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/054479

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 2006117710 A1                          | 09-11-2006          | US 2008203911 A1           | 28-08-2008          |
|                                           |                     | US 2010174232 A1           | 08-07-2010          |
|                                           |                     | WO 2006117710 A1           | 09-11-2006          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| US 2006278886 A1                          | 14-12-2006          | JP 4992282 B2              | 08-08-2012          |
|                                           |                     | JP 2007019467 A            | 25-01-2007          |
|                                           |                     | US 2006278886 A1           | 14-12-2006          |
| -----                                     |                     |                            |                     |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/054479

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. H01L33/58 H01L33/44  
ADD.

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
H01L

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

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

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                     | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| X          | WO 2006/117710 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; BECKERS LUCAS J A M [NL]) 9. November 2006 (2006-11-09)                        | 1-3,5,7, 9,13      |
| Y          | Abbildung 1<br>Seite 1, Zeilen 11-16<br>Seite 5, Zeilen 14-26<br>Seite 7, Zeilen 31-33                                                 | 1-15               |
| Y          | US 2006/278886 A1 (TOMODA KATSUHIRO [JP] ET AL) 14. Dezember 2006 (2006-12-14)<br>Abbildungen 1-3,4E<br>Absätze [0005], [0007], [0077] | 1-15               |

☐

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

"E" 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

13. Juni 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/06/2014

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Adams, Richard

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/054479

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    |            | Datum der<br>Veröffentlichung |            | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |  | Datum der<br>Veröffentlichung |  |
|----------------------------------------------------|----|------------|-------------------------------|------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|--|
| WO 2006117710                                      | A1 | 09-11-2006 | US                            | 2008203911 | A1                                |  | 28-08-2008                    |  |
|                                                    |    |            | US                            | 2010174232 | A1                                |  | 08-07-2010                    |  |
|                                                    |    |            | WO                            | 2006117710 | A1                                |  | 09-11-2006                    |  |
| -----                                              |    |            |                               |            |                                   |  |                               |  |
| US 2006278886                                      | A1 | 14-12-2006 | JP                            | 4992282    | B2                                |  | 08-08-2012                    |  |
|                                                    |    |            | JP                            | 2007019467 | A                                 |  | 25-01-2007                    |  |
|                                                    |    |            | US                            | 2006278886 | A1                                |  | 14-12-2006                    |  |
| -----                                              |    |            |                               |            |                                   |  |                               |  |