

(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
11. August 2016 (11.08.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/124632 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/58 (2010.01) F21S 8/10 (2006.01)
H01L 33/50 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/052257

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. Februar 2016 (03.02.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 101 573.0
4. Februar 2015 (04.02.2015) DE

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

(72) Erfinder: **EISERT, Dominik**; Agricolaweg 11, 93049
Regensburg (DE). **LEIRER, Christian**; Regerstr. 6, 93053
Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **PATENTANWALTSKANZLEI WILHELM &
BECK**; Prinzenstr. 13, 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, 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.

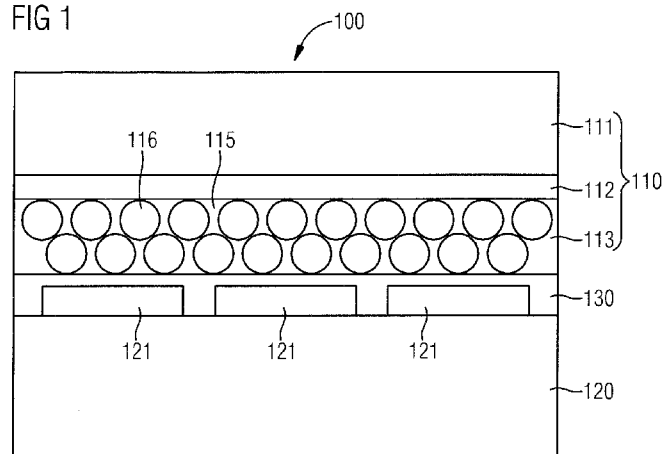
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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: CONVERSION ELEMENT, OPTOELECTRONIC COMPONENT, AND CORRESPONDING MANUFACTURING METHOD

(54) Bezeichnung : KONVERSIONSELEMENT, OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND ENTSPRECHENDES HERSTELLUNGSVERFAHREN

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a conversion element which can be arranged on a pixelated, radiation-emitting semiconductor chip. The conversion element has a backing layer, a conversion layer, and an intermediate layer arranged between the backing layer and the conversion layer. The backing layer has a radiation-permeable backer material. The conversion layer has a conversion material for radiation conversion. The intermediate layer has an intermediate layer material having a refractive index which is smaller than a refractive index of the backer material and a refractive index of the conversion material. The invention further relates to an optoelectronic component having a pixelated, radiation-emitting semiconductor chip and a conversion element, and to a method for producing a conversion element.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/124632 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein Konversionselement, welches auf einem pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchip anordbar ist. Das Konversionselement weist eine Trägerschicht, eine Konversionsschicht und eine zwischen der Trägerschicht und der Konversionsschicht angeordnete Zwischenschicht auf. Die Trägerschicht weist ein strahlungsdurchlässiges Trägermaterial auf. Die Konversionsschicht weist ein Konversionsmaterial zur Strahlungskonversion auf. Die Zwischenschicht weist ein Zwischenschichtmaterial mit einem Brechungsindex auf, welcher kleiner ist als ein Brechungsindex des Trägermaterials und ein Brechungsindex des Konversionsmaterials. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein optoelektronisches Bauelement aufweisend einen pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchip und ein Konversionselement, und ein Verfahren zum Herstellen eines Konversionselements.

KONVERSIONSELEMENT, OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND ENTSPRECHENDES
HERSTELLUNGSVERFAHREN

BESCHREIBUNG

5 Die Erfindung betrifft ein Konversionselement, welches auf
einem pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchip
anordbar ist. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein opto-
elektronisches Bauelement aufweisend einen pixelierten strah-
10 lungsemittierenden Halbleiterchip und ein Konversionselement,
sowie ein Verfahren zum Herstellen eines Konversionselements.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen
Patentanmeldung 10 2015 101 573.0, deren Offenbarungsgehalt
hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

15

Herkömmliche Scheinwerfer im Automobilbereich sind starre
Einheiten von Leuchtmittel, Optik und Karosserie, mit welchen
lediglich ein zentraler Bereich vor einem Fahrzeug ausge-
leuchtet werden kann. Im Fokus neuerer Entwicklungen ist die
20 gezielte Steuerung der Lichtverteilung. Beispiele hierfür
sind das sogenannte Kurvenlicht oder auch kamerabasierte Sys-
teme, mit welchen ein Anpassen der Lichtverteilung an die
Fahrsituation ermöglicht wird. Hierzu gehört zum Beispiel das
Abblenden der linken Seite des Fernlichts für den Gegenver-
25 kehr, wohingegen die rechte Seite für eine optimale Ausleuch-
tung nicht geändert wird. Derartige Systeme werden auch als
adaptive Frontscheinwerfersysteme (AFS, Adaptive Front-
lighting System) bezeichnet.

30 Ein adaptives Beleuchtungssystem kann mit Hilfe von einzeln
ansteuerbaren Leuchtdioden bzw. LED-Lichtquellen (Light Emit-
ting Diode) verwirklicht werden. Ein weiterer, derzeit entwi-
ckelter Ansatz ist die Verwendung eines strahlungsemittieren-
den LED-Chips mit einer Vielzahl an individuell ansteuerbaren
35 strahlungsemittierenden Bereichen (Pixeln). Ein derartiger
pixelierter Halbleiterchip kann eine Halbleiterfläche zur
Strahlungsabgabe aufweisen, welche in kleinere ansteuerbare

Einheiten strukturiert ist. Ein System mit einem solchen Halbleiterchip wird auch als μ AFS-System bezeichnet.

Um weißes Licht zu erzeugen, kommt zusätzlich eine Konversi-
5 onsschicht zur Strahlungskonversion auf dem pixelierten Halb-
leiterchip zum Einsatz. Bei einem solchen optoelektronischen
Bauelement können beispielsweise der Halbleiterchip zum Er-
zeugen einer blauen Lichtstrahlung und die Konversionsschicht
zum teilweisen Umwandeln der blauen in eine gelbe Lichtstrah-
10 lung ausgebildet sein. Ein Konversionsmaterial der Konversi-
onsschicht kann ein Matrixmaterial und Leuchtstoffpartikel
umfassen.

Eine Anforderung im Betrieb eines mit einer Konversions-
15 schicht versehenen pixelierten Halbleiterchips besteht darin,
ein optisches Übersprechen auf den Bereich von nichtleuchten-
de Pixeln, also ein durch leuchtende Pixel hervorgerufenenes
Leuchten im Bereich von nicht angesteuerten Pixeln, möglichst
zu vermeiden. Dies dient dazu, einen auch gesetzlich vorgege-
20 benen hohen Kontrast zwischen Licht- und Schattenbereichen zu
erzielen. Das Erfüllen dieser Anforderung wird erschwert
durch Effekte wie eine ungerichtete Lichtabgabe von einer
Konversionsschicht und eine Streuung an Leuchtstoffpartikeln.

25 Eine Maßnahme zur Verringerung von Übersprechen besteht da-
rin, eine Konversionsschicht mit kleiner Dicke auszubilden.
Je flacher die Schicht ist, desto geringer ist die Möglich-
keit, dass eine in einem Pixelbereich erzeugte Lichtstrahlung
zu einem benachbarten Pixelbereich gelangt. Dies lässt sich
30 verwirklichen, indem die Konversionsschicht direkt auf einen
Halbleiterchip aufgebracht wird. Das Beschichten kann auf
Wafer-Level erfolgen, also in einem Fertigungszustand, in
welchem Halbleiterchips noch in einem Verbund vorliegen, oder
im montierten Zustand eines Halbleiterchips in einem Gehäuse.
35 Hierbei können Probleme wie beispielsweise Ausbeuteverluste
und eine Kontamination des Gehäuses auftreten.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine verbesserte Lösung für die Konversion von Strahlung eines pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchips anzugeben.

- 5 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

10 Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Konversionselement vorgeschlagen, welches auf einem pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchip anordbar ist. Das Konversionselement weist eine Trägerschicht, eine Konversionsschicht und eine zwischen der Trägerschicht und der Konversionsschicht angeordnete Zwischenschicht auf. Die Trägerschicht weist ein
15 strahlungsdurchlässiges Trägermaterial auf. Die Konversionsschicht weist ein Konversionsmaterial zur Strahlungskonversion auf. Die Zwischenschicht weist ein Zwischenschichtmaterial mit einem Brechungsindex auf, welcher kleiner ist als ein Brechungsindex des Trägermaterials und ein Brechungsindex des
20 Konversionsmaterials.

Das Konversionselement kann auf einem pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchip zur Anwendung kommen. Ein solcher Halbleiterchip, bei dem es sich zum Beispiel um einen
25 Leuchtdiodenchip handeln kann, kann eine Mehrzahl an individuell ansteuerbaren strahlungsemittierenden Bereichen (Pixeln) aufweisen. Die Pixel des Halbleiterchips können in einem regelmäßigen Raster angeordnet sein.

30 Bei dem Konversionselement handelt es sich um eine Komponente, welche getrennt von einem Halbleiterchip hergestellt werden kann. Im Rahmen der Herstellung eines optoelektronischen Bauelements kann das separat gefertigte Konversionselement auf dem Halbleiterchip angeordnet werden. Bei dem auf diese
35 Weise hergestellten optoelektronischen Bauelement kann die Konversionsschicht dem Halbleiterchip gegenüberliegen und diesem zugewandt sein. Die Trägerschicht kann im Bereich ei-

ner dem Halbleiterchip abgewandten Seite des Konversionselements vorliegen.

Die getrennte Fertigung macht es möglich, eine Kontamination, zum Beispiel eines zum Aufnehmen des Halbleiterchips bzw. optoelektronischen Bauelements vorgesehenen Gehäuses, zu vermeiden. Auch können Ausbeuteverluste vermieden werden. Hierzu können die Konversionseigenschaften des separat gefertigten Konversionselements mit Hilfe einer Messung ermittelt, und kann hierauf basierend ein ebenfalls vermessener und hierzu passender Halbleiterchip ausgewählt werden. Sofern erforderlich, kann (lediglich) das Konversionselement aussortiert werden, was kostengünstiger ist als ein Aussortieren eines in direkter Weise mit einer Konversionsschicht fehlerhaft beschichteten Halbleiterchips.

Die separate Herstellung bietet ferner die Möglichkeit, Ausgestaltungen für das Konversionselement vorzusehen, welche sich bei einem direkten Beschichten eines Halbleiterchips nicht oder nur schwierig umsetzen lassen. Beispielsweise kann bei der Herstellung des Konversionselements auch eine Prozessierung bei einer hohen Temperatur erfolgen, was bei einem direkten Beschichten eines Halbleiterchips eine Beeinträchtigung von Halbleitermaterial des Chips zur Folge haben kann.

Die Trägerschicht des Konversionselements kann für eine hohe mechanische Stabilität sorgen, so dass das Konversionselement freitragend ist. Dies ermöglicht eine einfache Handhabung des Konversionselements, zum Beispiel bei einem Anordnen des Konversionselements auf einem Halbleiterchip. Auch während einer Herstellung des Konversionselements kann die Trägerschicht eine ausreichende mechanische Stabilität zur Verfügung stellen. Des Weiteren kann die Trägerschicht als Schutzschicht für die anderen Schichten des Konversionselements, sowie bei dem zugehörigen optoelektronischen Bauelement für den Halbleiterchip, dienen.

Im Betrieb des optoelektronischen Bauelements, welches das Konversionselement und den pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchip aufweist, auf welchem das Konversionselement derart angeordnet ist, dass die Konversionsschicht dem Halbleiterchip zugewandt ist, kann der Halbleiterchip bzw. kann wenigstens ein Pixel des Halbleiterchips eine Strahlung (Primärstrahlung) erzeugen. Diese kann mit Hilfe von in diesem Bereich vorliegenden Konversionsmaterial der Konversionsschicht des Konversionselements wenigstens teilweise in eine Konversionsstrahlung (Sekundärstrahlung) umgewandelt werden. Nach einem Durchlaufen der Zwischenschicht und der Trägerschicht des Konversionselements kann eine Strahlung, welche konvertierte und nichtkonvertierte Strahlungsanteile umfassen kann, von dem Konversionselement abgegeben werden.

Da der Brechungsindex des strahlungsdurchlässigen Zwischenschichtmaterials der Zwischenschicht kleiner ist als die Brechungsindizes des Trägermaterials der Trägerschicht und des Konversionsmaterials der Konversionsschicht, kann erzielt werden, dass eine Totalreflexion von Strahlung überwiegend im Bereich einer dem Halbleiterchip abgewandten Seite der Konversionsschicht auftritt. Infolgedessen kann eine Totalreflexion von Strahlung im Bereich einer dem Halbleiterchip abgewandten Seite der Trägerschicht wesentlich kleiner bzw. vernachlässigbar klein sein. Die Zwischenschicht kann hierbei als optische Isolationsschicht dienen.

Dies führt dazu, dass eine laterale Ausbreitung von Strahlung in der Trägerschicht und damit eine Strahlungsleiterfunktion der Trägerschicht klein gehalten werden können. Dadurch lässt sich erzielen, dass eine Strahlungsemission im Betrieb des optoelektronischen Bauelements im Wesentlichen auf den Bereich des wenigstens einen angesteuerten Pixels begrenzt ist, und ein optisches Übersprechen auf Bereiche von nicht angesteuerten Pixeln mit einer hohen Zuverlässigkeit unterdrückt wird. Das mit dem Konversionselement ausgestattete optoelektronische Bauelement kann sich daher durch ein geringes Über-

sprechen und einen hohen Kontrast zwischen strahlungs- und nicht strahlungsemittierenden Bereichen auszeichnen.

Im Folgenden werden weitere mögliche Details und Ausführungs-
5 formen näher beschrieben.

Die Brechungsindex-Eigenschaft des Zwischenschichtmaterials, sowie auch im Folgenden genannte Werte für Brechungsindizes, können sich auf den Spektralbereich des sichtbaren Lichts,
10 also den Bereich mit Wellenlängen von etwa 380nm bis 780nm, beziehen.

Es ist möglich, dass in der Zwischenschicht und in der Konversionsschicht des Konversionselements eine laterale Strahlungsausbreitung auftritt. Die Ausgestaltung des Konversions-
15 elements mit der mechanisch stabilisierenden Trägerschicht bietet in diesem Zusammenhang die Möglichkeit, die Zwischenschicht und die Konversionsschicht mit kleinen Schichtdicken auszubilden. Auf diese Weise lässt sich die laterale Strahlungsausbreitung in diesen Schichten bei ausreichender Streu-
20 ung zuverlässig dämpfen, und dadurch das Unterdrücken von Übersprechen weiter begünstigen. Wie weiter unten noch näher erläutert wird, können für die Zwischenschicht und die Konversionsschicht Schichtdicken im einstelligen bzw. niedrigen
25 zweistelligen Mikrometerbereich in Betracht kommen.

Das Trägerschichtmaterial der Trägerschicht kann einen Brechungsindex größer als 1,4 aufweisen. Auch das Konversionsmaterial der Konversionsschicht kann einen Brechungsindex größer als 1,4 aufweisen. Beispiele möglicher Materialien für
30 die Träger- und die Konversionsschicht, welche solche Brechungsindizes aufweisen können, sind weiter unten angegeben.

Das Unterbinden von Übersprechen kann umso besser erzielt
35 werden, je kleiner der Brechungsindex des strahlungsdurchlässigen Zwischenschichtmaterials der Zwischenschicht gegenüber den Brechungsindizes des Trägermaterials und des Konversionsmaterials ist, oder anders ausgedrückt, je näher der Bre-

chungsindex des Zwischenschichtmaterials dem Brechungsindex von Luft (annähernd 1,0) ist. In diesem Sinne ist gemäß einer weiteren Ausführungsform vorgesehen, dass der Brechungsindex des Zwischenschichtmaterials kleiner als 1,2 ist. Der Brechungsindex kann insbesondere kleiner als 1,1 sein.

In einer weiteren Ausführungsform ist das strahlungsdurchlässige Zwischenschichtmaterial ein Aerogelmaterial. Ein solches Material kann einen Brechungsindex nahe dem Brechungsindex von Luft bzw. nahe 1,0 aufweisen, so dass sich das Unterdrücken von Übersprechen zuverlässig verwirklichen lässt. Diese Eigenschaft ergibt sich aus der hohen Porosität des Aerogelmaterials, welches eine Gitter- bzw. Porenstruktur mit einem kleinen Festkörperanteil aufweisen und daher im Wesentlichen aus Luft oder Vakuum bestehen kann. Der Festkörperanteil kann zum Beispiel auf einem Metalloxid wie beispielsweise Silizium-, Titan-, Zirkonium- oder Aluminiumoxid basieren.

Ein Aerogelmaterial weist ferner ein geringes spezifisches Gewicht und eine geringe Wärmeleitfähigkeit auf. Auch die letztere Eigenschaft kann sich als günstig für das mit dem Konversionselement ausgestattete optoelektronische Bauelement erweisen. Hierbei kann die ein Aerogelmaterial aufweisende Zwischenschicht eine thermische Isolation bewirken, wodurch sich eine thermische Beeinflussung zwischen Pixelbereichen im Strahlungsbetrieb unterdrücken lässt.

Bei einer Strahlungskonversion wird mit Hilfe eines Konversionsmaterials nicht nur eine Konversionsstrahlung, sondern auch eine Wärmeenergie (Konversionswärme) erzeugt. Die Konversionseigenschaften eines Konversionsmaterials, und damit der Farbort einer konvertierte und nichtkonvertierte Strahlungsanteile umfassenden Strahlung, können abhängig sein von der jeweils vorherrschenden Temperatur. Die Ausgestaltung der Zwischenschicht aus einem Aerogelmaterial macht es möglich, dass sich im Strahlungsbetrieb eine im Bereich eines Pixels erzeugte Wärmemenge im Wesentlichen nicht auf benachbarte Pixelbereiche verteilen, sondern stattdessen über den Halb-

leiterchip des zugehörigen optoelektronischen Bauelements abgeführt werden kann. Dadurch lassen sich Inhomogenitäten aufgrund von Temperaturunterschieden vermeiden.

- 5 Um zu erzielen, dass im Strahlungsbetrieb des optoelektronischen Bauelements eine von der Konversionsschicht kommende Strahlung die Zwischenschicht nicht durchtunnelt, und dadurch die Totalreflexion im Wesentlichen im Bereich der dem Halbleiterchip des Bauelements abgewandten Seite der Konversions-
- 10 schicht auftreten kann, kann die Zwischenschicht eine Schichtdicke von wenigstens $1\mu\text{m}$ aufweisen. Diese Dicke kann wenigstens zwei Wellenlängen der Strahlung entsprechen.

- Um ein Durchtunneln mit einer hohen Zuverlässigkeit zu vermeiden, ist gemäß einer weiteren Ausführungsform vorgesehen,
- 15 dass die Zwischenschicht eine Dicke in einem Bereich von $2\mu\text{m}$ bis $5\mu\text{m}$ aufweist. Eine solche Dicke bietet ferner die Möglichkeit, eine laterale Strahlungsausbreitung in der Zwischenschicht zuverlässig zu unterdrücken. Dies ist zum Beispiel von Vorteil im Hinblick auf die oben genannte Aus-
- 20 staltung der Zwischenschicht aus einem Aerogelmaterial. Hierbei kann die hohe Porosität des Aerogelmaterials mit einer hohen inhärenten Streuung verbunden sein.

- 25 In einer weiteren Ausführungsform ist das strahlungsdurchlässige Trägermaterial der Trägerschicht ein Glasmaterial. Möglich ist zum Beispiel die Verwendung von Quarzglas. Ein solches Material kann einen relativ kleinen Brechungsindex im Bereich von bzw. knapp oberhalb von 1,4 aufweisen, wodurch es
- 30 möglich ist, Oberflächenreflexionen (Fresnel Reflexionen) an der Trägerschicht zu unterdrücken. Hierdurch kann das Unterbinden von Übersprechen weiter begünstigt werden. Auch kann das Konversionselement kostengünstig hergestellt werden.

- 35 Die Trägerschicht kann zum Beispiel eine Dicke in einem Bereich von $100\mu\text{m}$ bis $200\mu\text{m}$ aufweisen. Hierdurch kann die Trägerschicht eine hohe Stabilität besitzen. Möglich ist jedoch

auch eine kleinere Schichtdicke unterhalb von 100µm, zum Beispiel im Bereich von 50µm.

Bei einer Dicke der Trägerschicht unterhalb von 100µm kann
5 gegebenenfalls eine Ausgestaltung der Trägerschicht aus einem Trägermaterial wie zum Beispiel Saphir in Betracht kommen.

Das mit dem Konversionselement ausgestattete optoelektronische Bauelement kann sich wie oben angegeben durch einen hohen Kontrast zwischen strahlungs- und nicht strahlungsemit-
10 tierenden Bereichen auszeichnen. Aufgrund dieser Eigenschaft kann das optoelektronische Bauelement zum Beispiel in einem Frontscheinwerfer eines adaptiven Frontscheinwerfersystems zur Anwendung kommen. Hierbei können zum Beispiel der pixe-
15 lierte Halbleiterchip zum Erzeugen einer primären blauen Lichtstrahlung und das Konversionselement bzw. dessen Konversionsschicht zum teilweisen Umwandeln der blauen in eine sekundäre gelbe Lichtstrahlung ausgebildet sein. Möglich ist es auch, dass die Konversionsschicht im Strahlungsbetrieb mehrere
20 re sekundäre Lichtstrahlungen unterschiedlicher Spektralbereiche, zum Beispiel eine gelbe bzw. gelbgrüne und eine rote Lichtstrahlung, bereitstellt. Dies kann gegebenenfalls mit einer verbesserten Farbwiedergabe einhergehen. Die verschiedenfarbigen (primären und sekundären) Strahlungsteile können
25 sich zu einer weißen Lichtstrahlung überlagern.

Das Konversionsmaterial kann Leuchtstoffpartikel und ein Grund- bzw. Matrixmaterial zur Fixierung der Leuchtstoffpartikel umfassen. Die Leuchtstoffpartikel können zum Beispiel
30 eine Größe in einem Bereich von 10µm bis 15µm aufweisen. Hierdurch lässt sich eine hohe Effizienz erzielen. Möglich sind jedoch auch kleinere Partikelgrößen, zum Beispiel im Bereich von 5µm. Die Konversionsschicht kann je nach Größe der Leuchtstoffpartikel zum Beispiel eine Schichtdicke im Bereich
35 von 30µm bis 50µm oder auch eine kleinere Schichtdicke aufweisen. Hierdurch kann eine laterale Strahlungsausbreitung in der Konversionsschicht zuverlässig gedämpft werden.

Leuchtstoffpartikel zum Erzeugen einer gelben bzw. grünen Lichtstrahlung können zum Beispiel aus einem Material aus der Granat-Familie verwirklicht sein. Hierzu gehören zum Beispiel mit Cerium dotiertes Yttrium-Aluminium-Granat oder auch mit

5 Gallium oder Lutetium abgewandelte Varianten. Für Leuchtstoffpartikel zum Erzeugen einer roten Lichtstrahlung können zum Beispiel Materialien aus der Familie der Nitride oder Siliziumoxynitride in Betracht kommen.

10 Gegebenenfalls kann das Konversionsmaterial zusätzlich Streupartikel umfassen. Hierdurch ist es möglich, das Unterdrücken von Übersprechen weiter zu begünstigen.

Bei dem Matrixmaterial kann es sich zum Beispiel um ein Silikonmaterial handeln. Ein solches Material kann sich durch eine hohe Strahlungsstabilität in Bezug auf eine primäre blaue Lichtstrahlung auszeichnen.

15

Die separate Fertigung des Konversionselements bietet alternativ die Möglichkeit, für das Konversionsmaterial ein bei einer hohen Temperatur prozessiertes Matrixmaterial vorzusehen. Möglich sind zum Beispiel ein Glasmaterial oder ein keramisches Bindemittel. Solche Materialien können im Vergleich zu Silikon eine höhere Temperaturbeständigkeit besitzen.

20

25 Darüber hinaus ist es aufgrund der separaten Herstellung des Konversionselements möglich, dass das Konversionsmaterial lediglich einen oder auch mehrere Leuchtstoffe, und kein Matrixmaterial aufweist. In dieser Ausgestaltung kann es sich bei dem Konversionsmaterial um einen keramisch verdichteten Leuchtstoff handeln. Hierdurch kann die Konversionsschicht mit einer geringen Schichtdicke verwirklicht werden, welche kleiner als die oben genannte Dicke (30µm bis 50µm) ist.

30

35 Zusätzlich zu der Trägerschicht, der Zwischenschicht und der Konversionsschicht kann das Konversionselement weitere Schichten aufweisen. Ein Beispiel ist eine zwischen der Zwischenschicht und der Konversionsschicht angeordnete Schutz-

schicht. Dies kann beispielsweise bei einer Ausgestaltung der Zwischenschicht aus einem Aerogelmaterial in Betracht kommen, um im Rahmen einer Herstellung des Konversionselements ein Eindringen von Matrixmaterial des Konversionsmaterials in die Porenstruktur des Aerogelmaterials zu verhindern.

In einer weiteren Ausführungsform weist das Konversionselement wenigstens eine Antireflexionsschicht auf. Eine solche Antireflexionsschicht kann in Form eines dielektrischen Schichtenstapels verwirklicht sein. Eine bzw. mehrere Antireflexionsschichten können zum Beispiel an einer der Zwischenschicht abgewandten Seite der Trägerschicht, zwischen der Trägerschicht und der Zwischenschicht und/oder zwischen der Zwischenschicht und der Konversionsschicht angeordnet sein. Mit Hilfe einer Antireflexionsschicht kann eine Strahlungsreflexion (Fresnel Reflexion) an einer Oberfläche bzw. Grenzfläche unterdrückt werden, was sich ebenfalls als vorteilhaft für das Unterdrücken von Übersprechen erweisen kann.

In einer weiteren Ausführungsform weist die Zwischenschicht zusätzlich eine Begrenzungsstruktur zum Begrenzen einer lateralen Strahlungsausbreitung auf. Auf diese Weise kann das Unterdrücken von Übersprechen weiter begünstigt werden. Die Begrenzungsstruktur kann ein strahlungsabsorbierendes oder reflektierendes Material aufweisen, welches sich von dem oben erläuterten und der Brechungsindex-Eigenschaft genügenden Zwischenschichtmaterial der Zwischenschicht unterscheidet. Bei Verwendung eines reflektierenden Materials kann eine hohe Effizienz zur Verfügung gestellt werden. Ein Beispiel für ein absorbierendes Material ist ein Metall mit einem geringen Reflexionsgrad, beispielsweise Chrom. In Bezug auf ein reflektierendes Material kann zum Beispiel ein Metall wie Aluminium oder ein mit reflektierenden Partikeln bzw. Weisspigmenten gefülltes Matrix- bzw. Silikonmaterial in Betracht kommen.

Die Begrenzungsstruktur der Zwischenschicht kann eine der Zwischenschicht entsprechende Dicke, oder auch eine kleinere Dicke aufweisen. In der ersten Variante kann die Begrenzungs-

struktur aus einem reflektierenden Material ausgebildet sein. In der zweiten Variante kann die Begrenzungsstruktur aus einem absorbierenden Material, und relativ flach ausgebildet sein. Des Weiteren kann die Begrenzungsstruktur wenigstens
5 ein Strukturelement, beispielsweise ein längliches bzw. stegförmiges Strukturelement, aufweisen.

In einer weiteren Ausgestaltung weist die Begrenzungsstruktur der Zwischenschicht eine Mehrzahl an separaten Ausnehmungen
10 auf. Hierzu kann die Begrenzungsstruktur in Form eines Gitters mit einer Mehrzahl an stegförmigen und sich teilweise überkreuzenden Strukturelementen verwirklicht sein. In den Ausnehmungen kann das der Brechungsindex-Eigenschaft genügende Zwischenschichtmaterial enthalten sein. Diese Struktur
15 kann auf die pixelierte Ausgestaltung des Halbleiterchips des optoelektronischen Bauelements, also auf die Anordnung der Pixel des Halbleiterchips, abgestimmt sein. Beispielsweise können den Ausnehmungen der Begrenzungsstruktur jeweils ein oder auch mehrere Pixel des Halbleiterchips zugeordnet sein.

20 Die Konversionsschicht kann ebenfalls zum Ermöglichen einer optischen Begrenzung ausgebildet sein. In diesem Sinne weist die Konversionsschicht gemäß einer weiteren Ausführungsform eine Begrenzungsstruktur zum Begrenzen einer lateralen Strahlungsausbreitung auf. Auch auf diese Weise kann das Unterdrücken von Übersprechen weiter begünstigt werden. Die Begrenzungsstruktur kann ein strahlungsabsorbierendes oder reflektierendes Material aufweisen, welches sich von dem zur Strahlungskonversion eingesetzten Konversionsmaterial der Konversionsschicht unterscheidet. Durch Verwendung eines reflektierenden Materials kann eine hohe Effizienz ermöglicht werden.
25
30

Die Begrenzungsstruktur der Konversionsschicht kann aus denselben Materialien ausgebildet sein, wie sie oben für die Begrenzungsstruktur der Zwischenschicht genannt wurden. Ferner
35 kann die Begrenzungsstruktur eine der Konversionsschicht entsprechende Dicke oder eine kleinere Dicke aufweisen. In der ersten Variante kann die Begrenzungsstruktur aus einem re-

flektierenden Material ausgebildet sein. In der zweiten Variante kann die Begrenzungsstruktur aus einem absorbierenden Material, und relativ flach ausgebildet sein. Des Weiteren kann die Begrenzungsstruktur wenigstens ein Strukturelement, 5 beispielsweise ein längliches bzw. stegförmiges Strukturelement, aufweisen.

In entsprechender Weise kann die Begrenzungsstruktur der Konversionsschicht mit einer Mehrzahl an separaten Ausnehmungen 10 ausgebildet sein. Hierzu kann die Begrenzungsstruktur in Form eines Gitters mit einer Mehrzahl an stegförmigen und sich teilweise überkreuzenden Strukturelementen verwirklicht sein. In den Ausnehmungen kann Konversionsmaterial zur Strahlungskonversion enthalten sein. Diese Struktur kann auf die pixelierte Ausgestaltung des Halbleiterchips des optoelektronischen Bauelements, also auf die Anordnung der Pixel des Halbleiterchips, abgestimmt sein. Beispielsweise können den Ausnehmungen der Begrenzungsstruktur jeweils ein oder auch mehrere Pixel des Halbleiterchips zugeordnet sein. 15

20 Das Konversionselement bzw. das dazugehörige optoelektronische Bauelement sind nicht nur auf den Einsatz in einem Frontscheinwerfer eingeschränkt. Ein mögliches Beispiel für eine alternative Anwendung ist eine Anzeigevorrichtung, mit deren Hilfe zum Beispiel Informationen oder auch Werbebotschaften angezeigt werden können. 25

Für solche oder auch andere Anwendungen kann das optoelektronische Bauelement gegebenenfalls derart ausgebildet sein, 30 dass sich eine von weiß verschiedene Lichtstrahlung erzeugen lässt. Dies kann durch eine geeignete Ausgestaltung des Konversionselements bzw. des Konversionsmaterials ermöglicht werden. Hierbei kann es ferner in Betracht kommen, dass mit Hilfe des Konversionsmaterials die primäre Lichtstrahlung des Halbleiterchips im Wesentlichen vollständig in wenigstens eine 35 sekundäre Lichtstrahlung umgesetzt wird.

In diesem Zusammenhang ist auch eine Ausgestaltung denkbar, in welcher das optoelektronische Bauelement Pixelbereiche zum Abgeben von Lichtstrahlungen in verschiedenen Farben aufweist. Hierfür kann das Konversionsmaterial der Konversionsschicht des Konversionselements in unterschiedlichen Bereichen zum Erzeugen von verschiedenen Konversionsstrahlungen ausgebildet sein. In diesen Bereichen kann das Konversionsmaterial dasselbe Matrixmaterial, zum Beispiel Silikon, und verschiedene Leuchtstoffpartikel aufweisen. Der Brechungsindex des in dieser Ausgestaltung bereichsweise variierten Konversionsmaterials kann im Wesentlichen einheitlich sein und gegebenenfalls im Wesentlichen durch das Matrixmaterial vorgegeben sein. Die Konversionsschicht kann ferner zusätzliche Bereiche aus nicht konvertierendem Material aufweisen, in welchen keine Strahlungskonversion auftritt, und in welchen die primäre, beispielsweise blaue, Lichtstrahlung des Halbleiterchips die Konversionsschicht passieren kann. Solche Bereiche können das Matrixmaterial ohne Leuchtstoffpartikel und gegebenenfalls zusätzlich Streupartikel aufweisen.

In Bezug auf die vorstehend beschriebene Ausgestaltung ist es möglich, dass die Konversionsschicht des Konversionselements darüber hinaus eine Begrenzungsstruktur zum Begrenzen einer lateralen Strahlungsausbreitung aufweist. Hierbei kann die Begrenzungsstruktur eine Mehrzahl an separaten Ausnehmungen zum Aufnehmen von Konversionsmaterial und nicht konvertierendem Material aufweisen. Dies lässt sich wie oben angegeben zum Beispiel durch eine gitterförmige Ausgestaltung der Begrenzungsstruktur mit sich teilweise überkreuzenden Strukturelementen verwirklichen. Auch kann die Begrenzungsstruktur eine der Konversionsschicht entsprechende Dicke aufweisen, um diese Materialien räumlich zu trennen. Es ist ferner denkbar, die Begrenzungsstruktur derart auszubilden, dass die Begrenzungsstruktur nur zum Teil für eine Begrenzung der lateralen Strahlungsausbreitung sorgt und ansonsten strahlungsdurchlässig ist. Hierzu kann die Begrenzungsstruktur sowohl ein strahlungsabsorbierendes oder reflektierendes Material als auch ein transparentes Material aufweisen. Hierdurch können

zum Beispiel Pixelbereiche bereitgestellt werden, welche in Subpixel zum Erzeugen verschiedenfarbiger Lichtstrahlungen unterteilt sind, wobei in Bezug auf die Konversionsschicht lediglich die Pixelbereiche optisch getrennt und innerhalb
5 der Pixelbereiche eine Strahlungsausbreitung möglich ist.

Für die vorgenannten Ausgestaltungen, welche zum Beispiel im Hinblick auf eine Anwendung in einer Anzeigevorrichtung in Betracht kommen können, kann auch ein Konversionsmaterial
10 eingesetzt werden, welches ein Matrixmaterial und Leuchtstoffpartikel mit einer Größe im Nanometerbereich, sogenannte Quantenpunkte, umfasst.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein optoelektronisches Bauelement vorgeschlagen. Das optoelektronische
15 Bauelement weist einen pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchip und ein Konversionselement auf. Das Konversionselement weist den vorstehend beschriebenen Aufbau bzw. einen Aufbau gemäß einer oder mehrerer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen auf. Das Konversionselement ist auf
20 dem Halbleiterchip angeordnet. Hierbei ist die Konversionsschicht des Konversionselements dem Halbleiterchip zugewandt.

Die Ausgestaltung des Konversionselements mit der Zwischenschicht bietet die Möglichkeit, dass im Strahlungsbetrieb des
25 optoelektronischen Bauelements eine Totalreflexion von Strahlung vorwiegend im Bereich einer dem Halbleiterchip abgewandten Seite der Konversionsschicht auftritt. Auf diese Weise kann ein optisches Übersprechen im Strahlungsbetrieb auf Bereiche von nicht angesteuerten Pixeln unterbunden werden.
30

Bei dem strahlungsemittierenden Halbleiterchip können die Pixel laterale Abmessungen im Bereich von zum Beispiel 100µm aufweisen. Der Halbleiterchip sowie das Konversionselement
35 und das Bauelement können laterale Abmessungen zum Beispiel im Millimeterbereich oder Zentimeterbereich aufweisen.

Das Konversionselement kann über eine Schicht aus einem strahlungsdurchlässigen Verbindungsmittel auf dem Halbleiterchip befestigt sein. Das Verbindungsmittel kann zum Beispiel ein Silikonklebstoff oder ein Glaslot sein.

5

Für weitere mögliche Ausführungsformen, Merkmale und Details wird auf die vorstehende Beschreibung Bezug genommen. Dies betrifft neben Details zu dem Konversionselement auch oben bereits genannte Details zu dem Halbleiterchip und zu dem optoelektronischen Bauelement. Beispielsweise ist eine mögliche Anwendung des Bauelements in einem Frontscheinwerfer eines adaptiven Frontscheinwerfersystems. Der Halbleiterchip kann zum Beispiel in Form eines Leuchtdiodenchips zum Erzeugen einer primären blauen Lichtstrahlung ausgebildet sein.

Bei dem Konversionselement kann die Zwischenschicht zum Beispiel ein Aerogelmaterial aufweisen, und können zum Beispiel die Zwischenschicht und/oder die Konversionsschicht zusätzlich eine Trenn- bzw. Begrenzungsstruktur zum Begrenzen einer lateralen Strahlungsausbreitung aufweisen, wobei eine solche Struktur auf die pixelierte Ausgestaltung des Halbleiterchips abgestimmt sein kann. Auch für das im Folgenden erläuterte Verfahren können oben genannte Details zur Anwendung kommen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Herstellen eines Konversionselements vorgeschlagen. Das Konversionselement, welches den vorstehend beschriebenen Aufbau bzw. einen Aufbau gemäß einer oder mehrerer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen aufweist, ist auf einem pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchip anordbar.

Das Verfahren umfasst ein Bereitstellen einer Trägerschicht, wobei die Trägerschicht ein strahlungsdurchlässiges Trägermaterial aufweist. Weiter vorgesehen ist ein Ausbilden einer Zwischenschicht auf der Trägerschicht, wobei die Zwischenschicht ein Zwischenschichtmaterial aufweist. Das Verfahren umfasst des Weiteren ein Ausbilden einer Konversionsschicht auf der Zwischenschicht, wobei die Konversionsschicht ein Konversionsmaterial zur Strahlungskonversion aufweist. Das Zwischenschichtmaterial weist einen Brechungsindex auf, wel-

cher kleiner ist als ein Brechungsindex des Trägermaterials und ein Brechungsindex des Konversionsmaterials.

Der Aufbau des Konversionselements mit der Zwischenschicht
5 bietet die Möglichkeit, ein optoelektronisches Bauelement zu verwirklichen, welches derart betrieben werden kann, dass ein optisches Übersprechen weitgehend unterdrückt ist.

Die oben verwendete Formulierung, dass eine Schicht auf einer
10 anderen Schicht ausgebildet wird, umfasst sowohl eine Ausführungsform, in welcher diese Schichten direkt aneinandergrenzend ausgebildet werden, als auch eine Ausführungsform, in welcher eine Schicht auf einer Schicht ausgebildet wird, welche zuvor mit (wenigstens) einer weiteren Schicht versehen
15 wurde. Die weitere Schicht kann sich somit zwischen diesen Schichten, also zwischen der Trägerschicht und der Zwischenschicht bzw. zwischen der Zwischenschicht und der Konversionsschicht befinden. In diesem Zusammenhang können ferner folgende Ausführungsformen in Betracht kommen.

20 In einer möglichen Ausführungsform werden eine Schutzschicht und/oder eine Antireflexionsschicht auf der Zwischenschicht ausgebildet, bevor die Konversionsschicht auf der derart beschichteten Zwischenschicht ausgebildet wird. Eine weitere
25 Ausführungsform umfasst ein Ausbilden einer Antireflexionsschicht auf der Trägerschicht, bevor die Zwischenschicht auf der derart beschichteten Trägerschicht ausgebildet wird.

Für das Zwischenschichtmaterial der Zwischenschicht kann wie
30 oben angegeben ein Aerogelmaterial in Betracht kommen. Daher kann zum Ausbilden der Zwischenschicht ein gängiger Aerogelfertigungsprozess durchgeführt werden. Hierbei kann aus einer Flüssigkeit ein gelförmiges Ausgangsmaterial auf der Trägerschicht ausgebildet werden, und dieses durch Trocknen in das
35 Aerogelmaterial umgewandelt werden. Ein in diesem Sinne anwendbarer Prozessablauf ist ein Sol-Gel-Verfahren. Gegebenenfalls kann die das Aerogelmaterial aufweisende Zwischen-

schicht nachfolgend poliert und/oder mit einer Schutzschicht versehen werden.

Aufgrund der separaten Fertigung des Konversionselements können für das Ausbilden der Konversionsschicht auf der Zwischenschicht eine Reihe unterschiedlicher Ausführungsformen in Betracht kommen. Das Ausbilden der Konversionsschicht kann ein Aufbringen von Konversionsmaterial zum Beispiel mit Hilfe eines Druckverfahrens umfassen. Möglich ist beispielsweise Siebdruck oder Schablonendruck, oder auch ein Aufbringen gefolgt von einem Abstreifen mittels einer Rakel. Bei diesen Prozessen kann ein Konversionsmaterial umfassend ein Matrixmaterial, beispielsweise Silikon, Leuchtstoffpartikel und gegebenenfalls Streupartikel, einschließlich eines Lösungsmittels aufgebracht und nachfolgend getrocknet werden.

Ein solches mit einem Lösungsmittel versetztes Konversionsmaterial lässt sich auch mittels eines Sprühprozesses aufbringen und anschließend trocknen.

Eine weitere Verfahrensvariante ist eine elektrophoretische Abscheidung von Leuchtstoffpartikeln und gegebenenfalls Streupartikeln, gefolgt von einem nachfolgenden Aufbringen eines Matrixmaterials wie Silikon zum Fixieren der Partikel.

Des Weiteren kann es in Betracht kommen, als Matrixmaterial ein Glasmaterial oder ein keramisches Bindemittel einzusetzen. Die erste Verfahrensvariante kann ein Aufbringen eines mit Leuchtstoffpartikeln und gegebenenfalls Streupartikeln versetzten geschmolzenen Glasmaterials umfassen, wobei dieses Material nachfolgend durch Abkühlen aushärten kann. In der zweiten Variante kann eine Mischung aus Leuchtstoffpartikeln, dem Bindemittel und gegebenenfalls weiteren Zusatzstoffen aufgebracht und nachfolgend in einem bei einer hohen Temperatur durchgeführten Prozess (Sinterprozess) in ein keramisches Konversionsmaterial umgewandelt werden.

Eine weitere Ausführungsform zum Ausbilden der Konversions-
schicht umfasst ein Abscheiden wenigstens eines Leuchtstoffs
mit Hilfe eines Sputterverfahrens und ein nachfolgendes kera-
misches Verdichten des Leuchtstoffs in einem bei einer hohen
5 Temperatur durchgeführten Prozess bzw. Sinterprozess. Das
hierdurch gebildete keramische Konversionsmaterial kann le-
diglich den verdichteten Leuchtstoff und kein Matrixmaterial
aufweisen.

10 Die separate Fertigung des Konversionselements macht es auch
möglich, das Konversionselement auf einfache Weise und ohne
Ausbeuteverluste mit einer Begrenzungsstruktur zum Begrenzen
einer lateralen Strahlungsausbreitung zu fertigen. Wie oben
erläutert wurde, können die Zwischenschicht und/oder die Kon-
15 versionsschicht mit einer solchen Begrenzungsstruktur ausge-
bildet werden. In diesem Zusammenhang können folgende Ausfüh-
rungsformen des Verfahrens für das Ausbilden der Zwischen-
schicht bzw. Konversionsschicht in Betracht kommen.

20 Eine mögliche Ausführungsform umfasst ein Ausbilden der Be-
grenzungsstruktur, ein anschließendes Aufbringen von Zwi-
schenschichtmaterial (bei der Fertigung der Zwischenschicht)
bzw. von Konversionsmaterial (bei der Fertigung der Konversi-
onsschicht), und gegebenenfalls ein nachfolgendes Entfernen
25 von überschüssigem Zwischenschicht- bzw. Konversionsmaterial
zur Planarisierung. Das vorherige Ausbilden der Begrenzungs-
struktur kann ein Ausbilden einer durchgehenden Schicht aus
Material der Begrenzungsstruktur und ein lithographisches
Strukturieren dieser Schicht umfassen. Das Zwischenschicht-
30 bzw. Konversionsmaterial kann mit einer der Begrenzungsstruk-
tur entsprechenden Dicke oder mit einer größeren Dicke aufge-
bracht werden. In der ersten Variante kann das Zwischen-
schicht- bzw. Konversionsmaterial lediglich lateral an die
Begrenzungsstruktur angrenzen. In der zweiten Variante kann
35 das Zwischenschicht- bzw. Konversionsmaterial die Begren-
zungsstruktur zusätzlich an einer Seite überdecken.

Eine weitere mögliche Ausführungsform umfasst ein Ausbilden einer (zunächst) durchgehenden Schicht des Zwischenschicht- bzw. Konversionsmaterials, ein Ausbilden von Öffnungen in Form der zu erzeugenden Begrenzungsstruktur in dieser
5 Schicht, und ein Einbringen von Material der Begrenzungsstruktur in die Öffnungen.

Es ist möglich, mit Hilfe des Verfahrens eine Mehrzahl an Konversionselementen im Schichtverbund herzustellen. Hierbei
10 wird die Trägerschicht mit lateralen Abmessungen bereitgestellt, welche auf die zu fertigenden Konversionselemente abgestimmt sind. Auch die nachfolgenden Schichten werden mit entsprechenden lateralen Abmessungen ausgebildet. Am Ende des Verfahrens kann der Schichtverbund in separate Konversions-
15 elemente, zum Beispiel durch Sägen, vereinzelt werden.

Zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelements kann ein Konversionselement wie vorstehend beschrieben separat hergestellt und anschließend auf einem pixelierten strahlungsemit-
20 tierenden Halbleiterchip angeordnet werden. Zum Fixieren des Konversionselements auf dem Halbleiterchip kann ein Verbindungsmaterial wie zum Beispiel ein Silikonkleber oder ein niederschmelzendes Glaslot eingesetzt werden.

25 Ein passgenaues Platzieren des Konversionselements auf dem Halbleiterchip lässt sich mit Hilfe einer Bilderkennung verwirklichen. Ferner kann es gegebenenfalls in Betracht kommen, für eine genaue Justage das Konversionselement und/oder den Halbleiterchip mit Justagemarken auszubilden.

30 Es kann in Betracht kommen, basierend auf Messungen ein in Bezug auf vorgegebene Eigenschaften, zum Beispiel einen vorgegebenen Farbort der erzeugbaren Strahlung, geeignetes Paar aus einem Konversionselement und einem Halbleiterchip auszu-
35 wählen, bevor diese Komponenten wie vorstehend angegeben miteinander verbunden werden.

Die vorstehend erläuterten und/oder in den Unteransprüchen
wiedergegebenen vorteilhaften Aus- und Weiterbildungen der
Erfindung können - außer zum Beispiel in Fällen eindeutiger
Abhängigkeiten oder unvereinbare Alternativen - einzeln oder
5 aber auch in beliebiger Kombination miteinander zur Anwendung
kommen.

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile
dieser Erfindung, sowie die Art und Weise, wie diese erreicht
10 werden, werden klarer und deutlicher verständlich in Zusam-
menhang mit der folgenden Beschreibung von Ausführungsbei-
spielen, die im Zusammenhang mit den schematischen Zeichnun-
gen näher erläutert werden. Es zeigen:

15 Figur 1 ein optoelektronisches Bauelement mit einem pixelier-
ten strahlungsemittierenden Halbleiterchip und einem hierauf
angeordneten Konversionselement, wobei das Konversionselement
eine Trägerschicht, eine Konversionsschicht und eine dazwi-
schen angeordnete Zwischenschicht aufweist;

20 Figur 2 eine weitere Darstellung des Konversionselements, wo-
bei zusätzlich anhand von Strahlenwegen eine Strahlungsaus-
breitung in dem Konversionselement veranschaulicht ist;

25 Figur 3 eine Darstellung eines lediglich die Trägerschicht
und die Konversionsschicht aufweisenden Schichtenstapels, wo-
bei ebenfalls zusätzlich anhand von Strahlenwegen eine Strah-
lungsausbreitung veranschaulicht ist;

30 Figuren 4 bis 6 einen Verfahrensablauf zur Herstellung von
Konversionselementen;

Figur 7 ein weiteres Konversionselement, welches zusätzlich
eine Schutzschicht aufweist;

35 Figur 8 ein weiteres Konversionselement, welches zusätzlich
Antireflexionsschichten aufweist;

Figur 9 ein weiteres Konversionselement, bei welchem die Zwischenschicht zusätzlich eine Begrenzungsstruktur aufweist;

Figuren 10 und 11 weitere Konversionselemente, bei welchen
5 die Konversionsschicht zusätzlich eine Begrenzungsstruktur aufweist.

Auf der Grundlage der folgenden Figuren werden mögliche Aus-
gestaltungen eines optoelektronischen Bauelements mit einem
10 pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchip und einem Konversionselement sowie eines dazugehörigen Herstellungsverfahrens beschrieben. Hierbei können aus der Halbleitertechnik und aus der Fertigung optoelektronischer Bauelemente bekannte Prozesse durchgeführt werden und können in diesen Gebieten
15 übliche Materialien zum Einsatz kommen, so dass hierauf nur teilweise eingegangen wird. In gleicher Weise können zusätzlich zu gezeigten und beschriebenen Prozessen weitere Prozesse durchgeführt werden, und kann für ein Bauelement eine Ausgestaltung vorgesehen sein, in welcher zusätzlich zu gezeigten und beschriebenen Komponenten weitere Komponenten und
20 Strukturen vorliegen. Es wird ferner darauf hingewiesen, dass die Figuren lediglich schematischer Natur sind und nicht maßstabsgetreu sind. In diesem Sinne können in den Figuren gezeigte Komponenten und Strukturen zum besseren Verständnis
25 übertrieben groß oder verkleinert dargestellt sein.

Figur 1 zeigt ein optoelektronisches Bauelement 100 in einer schematischen seitlichen Schnittdarstellung. Das optoelektronische Bauelement 100 weist einen pixelierten strahlungsemit-
30 tierenden Halbleiterchip 120 und ein auf dem Halbleiterchip 120 angeordnetes Konversionselement 110 zur Strahlungskonversion auf. Das Bauelement 100 kann zum Beispiel in einem nicht dargestellten Frontscheinwerfer eines adaptiven Frontscheinwerfersystems bzw. μ AFS-Systems zur Anwendung kommen.

35

Der strahlungsemittierende Halbleiterchip 120 ist zum Beispiel ein LED-Chip. Der Halbleiterchip 120 weist an einer Vorderseite eine Mehrzahl an individuell ansteuerbaren Pixeln

121 auf, mit deren Hilfe eine primäre Lichtstrahlung erzeugt werden kann. Wie in Figur 1 angedeutet ist, kann der Halbleiterchip 120 hierzu beispielsweise einen flächigen Halbleiterkörper aufweisen, welcher in die Pixel 121 unterteilt ist. Die Pixel 121 können laterale Abmessungen im Bereich von 100µm aufweisen. Die mit Hilfe der Pixel 121 erzeugbare und von den Pixeln 121 emittierbare Primärstrahlung kann zum Beispiel eine blaue Lichtstrahlung sein. Die Pixel 121 können in Form eines regelmäßigen Rasters angeordnet sein. Der Halbleiterchip 120 und damit das Konversionselement 110 und das gesamte Bauelement 100 können laterale Abmessungen zum Beispiel im Millimeterbereich oder Zentimeterbereich aufweisen.

Es wird darauf hingewiesen, dass der Halbleiterchip 120 im Querschnitt eine weitaus größere Anzahl an Pixeln 121 als die in Figur 1 gezeigten drei Pixel 121 aufweisen kann. Figur 1 kann in diesem Sinne als Ausschnittsdarstellung des Halbleiterchips 120 und des optoelektronischen Bauelements 100 aufgefasst werden. Dies kann in entsprechender Weise für nachfolgende Figuren gelten.

Das Konversionselement 110 weist eine Trägerschicht 111, eine Konversionsschicht 113 zur Strahlungskonversion und eine dazwischen angeordnete Zwischenschicht 112 auf. Es ist möglich, dass diese Schichten 111, 112, 113, wie in Figur 1 angedeutet ist, unmittelbar aneinandergrenzen. Bei dem optoelektronischen Bauelement 100 ist das Konversionselement 110 derart auf dem Halbleiterchip 120 angeordnet, dass die Konversionsschicht 113 der Vorderseite des Halbleiterchips 120 gegenüberliegt. In diesem Zustand befindet sich die Trägerschicht 111 im Bereich einer dem Halbleiterchip 120 abgewandten Seite des Konversionselements 110. Eine Befestigung des Konversionselements 110 auf dem Halbleiterchip 120 ist über eine zwischen diesen Komponenten 110, 120 angeordnete strahlungsdurchlässige Verbindungsschicht 130 verwirklicht. Die Verbindungsschicht 130 kann zum Beispiel einen Silikonkleber oder auch ein niederschmelzendes Glaslot aufweisen.

Wie weiter unten noch näher erläutert wird, werden der Halbleiterchip 120 und das Konversionselement 110 separat voneinander hergestellt, und erst anschließend miteinander verbunden. Hierdurch ist es möglich, eine Fertigung des Konversionselements 110 ohne eine Beeinträchtigung des Halbleiterchips 120 vorzunehmen.

Die Trägerschicht 111 des extern hergestellten Konversionselements 110 ist aus einem strahlungsdurchlässigen Trägermaterial, zum Beispiel einem kostengünstigen Glasmaterial oder Quarzglas, ausgebildet. Die transparente Trägerschicht 111, welche eine Dicke in einem Bereich von 100µm bis 200µm aufweisen kann, verleiht dem Konversionselement 110 eine hohe mechanische Stabilität. Dies erleichtert eine einfache Handhabung sowohl bei der Herstellung des Konversionselements 110 als auch beim Anordnen des Konversionselements 110 auf dem Halbleiterchip 120. Aufgrund der Trägerschicht 111 kann das Konversionselement 110 freitragend sein. Darüber hinaus kann die Trägerschicht 111 als Schutzschicht dienen, wodurch die anderen Schichten 112, 113 des Konversionselements 110 und der Halbleiterchip 120 vor äußeren Einflüssen geschützt werden können.

Die Konversionsschicht 113 des Konversionselements 110 weist ein Konversionsmaterial zur Strahlungskonversion auf. Das Konversionsmaterial umfasst, wie in Figur 1 angedeutet ist, ein strahlungsdurchlässiges Grund- bzw. Matrixmaterial 115, in welchem ein pulverförmiger und die Strahlungskonversion bewirkender Leuchtstoff in Form von Leuchtstoffpartikeln 116 eingebettet ist. Das Matrixmaterial 115 kann zum Beispiel ein Silikonmaterial sein. Die Herstellung des Konversionselements 110 separat von dem Halbleiterchip 120 bietet die Möglichkeit, auch ein anderes Matrixmaterial 115 wie zum Beispiel ein Glasmaterial einzusetzen.

Die Leuchtstoffpartikel 116 können eine Korngröße bzw. einen Durchmesser in einem Bereich von 10µm bis 15µm aufweisen, wodurch sich eine hohe Effizienz erzielen lässt. Alternativ

können auch andere Partikelgrößen, zum Beispiel im Bereich von 5µm, vorliegen. Die Konversions- bzw. Leuchtstoffschicht 113 kann eine Schichtdicke im Bereich von 30µm bis 50µm oder auch eine kleinere Schichtdicke aufweisen. Die Schichtdicke
5 kann sich nach der Größe der Leuchtstoffpartikel 116 richten.

Im Hinblick auf eine Anwendung in einem Frontscheinwerfer ist das optoelektronische Bauelement 100 dazu ausgebildet, eine weiße Lichtstrahlung zu erzeugen. Dies lässt sich verwirkli-
10 chen, indem mit Hilfe der Leuchtstoffschicht 113 bzw. der Leuchtstoffpartikel 116 die von dem Halbleiterchip 120 erzeugte blaue Primärstrahlung teilweise in eine gelbe Konversionsstrahlung (Sekundärstrahlung) umgewandelt wird. Hierbei können sämtliche Leuchtstoffpartikel 116 aus demselben
15 Leuchtstoffmaterial gefertigt sein. Möglich ist auch eine Ausgestaltung der Leuchtstoffschicht 113 mit Leuchtstoffpartikeln 116 aus unterschiedlichen Leuchtstoffmaterialien zum Erzeugen von verschiedenfarbigen Konversionsstrahlungen, zum Beispiel einer gelbgrünen und einer roten Lichtstrahlung. Auf
20 diese Weise kann eine verbesserte Farbwiedergabe erzielt werden. Durch Überlagern der primären und sekundären Strahlungsteile kann die weiße Lichtstrahlung erzeugt werden.

Bei einem Frontscheinwerfer wird typischerweise eine Farbtemperatur der weißen Strahlung im Bereich von 5000K bis 6000K angestrebt. Dies lässt sich mit Hilfe von Leuchtstoffpartikeln 116 aus einem Material aus der Granat-Familie verwirklichen. Hierzu gehören zum Beispiel mit Cerium dotiertes Yttrium-Aluminium-Granat oder auch mit Gallium oder Lutetium abgewandelte Varianten. Leuchtstoffpartikel 116 aus solchen Materialien können eine gelbe bzw. gelbgrüne Konversionsstrahlung erzeugen. Sofern wie oben angegeben nicht nur Leuchtstoffpartikel 116 zum Erzeugen einer gelben bzw. gelbgrünen Konversionsstrahlung, sondern zusätzlich auch Leuchtstoffpartikel 116
30 zum Erzeugen einer roten Lichtstrahlung vorgesehen sind, können letztere zum Beispiel aus Materialien aus der Familie der Nitride oder Siliziumoxynitride ausgebildet sein.

Die Zwischenschicht 112 des Konversionselements 110 weist ein strahlungsdurchlässiges Zwischenschichtmaterial auf, dessen Brechungsindex kleiner bzw. wesentlich kleiner ist als die Brechungsindizes des Trägermaterials der Trägerschicht 111 und des Konversionsmaterials der Konversionsschicht 113. Auf diese Weise kann ein optisches Übersprechen im Betrieb des optoelektronischen Bauelements 100 unterdrückt werden. Hinsichtlich der oben genannten Ausgestaltungen können sowohl das Trägerschichtmaterial der Trägerschicht 110 als auch das Konversionsmaterial der Konversionsschicht 113 einen Brechungsindex größer als 1,4 aufweisen. Das Zwischenschichtmaterial weist demgegenüber einen kleineren Brechungsindex auf, welcher kleiner als 1,2, insbesondere kleiner als 1,1 ist.

Zu diesem Zweck ist eine Ausgestaltung vorgesehen, in welcher das Zwischenschichtmaterial der Zwischenschicht 112 ein Aerogelmaterial ist. Dieses Material kann einen Brechungsindex besitzen, welcher annähernd dem Brechungsindex von Luft entspricht. Der geringe Brechungsindex resultiert aus der hohen Porosität des Aerogelmaterials, welches eine (nicht dargestellte) Porenstruktur mit einem relativ kleinen Festkörperanteil besitzt, und daher im Wesentlichen aus Luft oder Vakuum bestehen kann. Für den Festkörperanteil des Aerogelmaterials der Zwischenschicht 112 kann zum Beispiel eine Ausgestaltung basierend auf einem Metalloxid wie beispielsweise Siliziumoxid in Betracht kommen. Alternativ können auch Titan-, Zirkonium- oder Aluminiumoxid zum Einsatz kommen.

Im Folgenden wird auf eine Betriebsweise des optoelektronischen Bauelements 100 und auf das mit Hilfe der Zwischenschicht 112 des Konversionselements 110 erzielte Unterbinden von Übersprechen näher eingegangen. Im Betrieb des optoelektronischen Bauelements 100 kann der Halbleiterchip 120 bzw. kann wenigstens ein angesteuerter Pixel 121 des Halbleiterchips 120 die primäre blaue Lichtstrahlung erzeugen und in Richtung des Konversionselements 110 abgeben. Die Primärstrahlung kann in der Konversionsschicht 113 des Konversionselements 110 teilweise konvertiert werden, also wie oben angegeben in eine

gelbe bzw. gelbgrüne Lichtstrahlung und gegebenenfalls zusätzlich in eine rote Lichtstrahlung. Diese Lichtstrahlungen bzw. Anteile derselben können die Zwischenschicht 112 und die Trägerschicht 111 durchlaufen und sich zu einer weißen Lichtstrahlung überlagern. Diese Lichtstrahlung kann über die dem Halbleiterchip 120 abgewandte Seite des Konversionselements 110 abgegeben werden.

Der im Vergleich zu den Brechungsindizes des Konversionsmaterials und des Trägermaterials geringe Brechungsindex des Aerogelmaterials führt dazu, dass eine Totalreflexion von Strahlung, also von konvertierten und nicht konvertierten Strahlungsanteilen, überwiegend bereits an der dem Halbleiterchip 120 abgewandten Seite der Konversionsschicht 113 bzw. an der Grenzfläche zwischen der Konversionsschicht 113 und der Zwischenschicht 112 auftritt. Dagegen tritt an der dem Halbleiterchip 120 abgewandten Seite der Trägerschicht 110 bzw. an der Grenzfläche zwischen der Trägerschicht 110 und Luft im Wesentlichen keine Totalreflexion von Strahlung auf, so dass die Strahlung die Trägerschicht 111 möglichst ungehindert durchlaufen kann.

Zur Veranschaulichung dieser Gegebenheit ist in Figur 2 das Konversionselement 110 einschließlich ausgewählter Strahlungswege einer sich in dem Konversionselement 110 ausbreitenden Strahlung 200 gezeigt. Diese Darstellung bezieht sich auf den Fall, dass der in Figur 1 links angeordnete Pixel 121 des Halbleiterchips 120 angesteuert wird. Die Strahlung 200 umfasst wie oben angegeben konvertierte und nichtkonvertierte Strahlungsteile. Die Strahlung 200 kann, wie in Figur 2 dargestellt ist, unter verschiedenen Winkeln auf die Grenzfläche zwischen der Konversionsschicht 113 und der Zwischenschicht 112 auftreffen. Dies liegt daran, dass die Leuchtstoffpartikel 116 die Konversionsstrahlung isotrop emittieren, und dass die Primärstrahlung und die Konversionsstrahlung einer Streuung in der Konversionsschicht 113 unterliegen können.

Sofern die auf die Grenzfläche zwischen der Konversions-
schicht 113 und der Zwischenschicht 112 auftreffende Strah-
lung 200 einen Einfallswinkel aufweist, welcher den für die-
sen Bereich geltenden kritischen Winkel (Totalreflexionswin-
5 kel) übersteigt, wird die Strahlung 200, wie in Figur 1 an-
hand des rechten der drei Strahlungswege angedeutet ist, to-
tal reflektiert. Bei einem Auftreffen unter einem kleineren
Einfallswinkel kann die Strahlung 200 in die Zwischenschicht
112 eintreten, und nach einem Durchlaufen der Zwischenschicht
10 112 und anschließend der Trägerschicht 111 von dem Konversi-
onselement 110 abgegeben werden. Auf diese Weise kann zu der
dem Halbleiterchip 120 abgewandten Seite der Trägerschicht
111 keine bzw. im Wesentlichen keine Strahlung 200 gelangen,
welche einen Einfallswinkel größer als den für diese Stelle
15 geltenden kritischen Winkel aufweist. Anders ausgedrückt,
wird mit Hilfe der Zwischenschicht 112 die die Totalreflexion
bewirkende Grenzfläche zu der Konversionsschicht 113 verla-
gert. Eine Folge hiervon ist, dass eine Strahlungsemission
bei dem optoelektronischen Bauelement 100 im Wesentlichen auf
20 den Bereich des angesteuerten Pixels 121 des Halbleiterchips
120 - bzw. bei mehreren angesteuerten Pixeln 121 im Wesentli-
chen auf den bzw. die Bereiche der mehreren angesteuerten Pi-
xel 121 - beschränkt bleibt. Die Aerogel-Zwischenschicht 112
kann in diesem Sinne eine optische Isolationsschicht bilden.

25 Zur Verdeutlichung der Wirkung der Zwischenschicht 112 ist in
Figur 3 zum Vergleich anhand ausgewählter Strahlungswege eine
Ausbreitung der Strahlung 200 in einem Schichtenstapel ge-
zeigt, bei welchem die Zwischenschicht 112 weggelassen ist
30 und welcher infolgedessen lediglich die Trägerschicht 111 und
hierauf angeordnet die Konversionsschicht 113 aufweist. Die
Darstellung der Strahlungswege bezieht sich in entsprechender
Weise auf den Fall, dass der Schichtenstapel von Figur 3 auf
dem Halbleiterchip 120 von Figur 1 angeordnet ist, wobei auch
35 hier die Konversionsschicht 113 dem Halbleiterchip 120 zuge-
wandt ist, und der linke Pixel 121 des Halbleiterchips 120
angesteuert wird. Des Weiteren ist eine Gegebenheit zu Grunde
gelegt, in welcher das Trägermaterial der Trägerschicht 111

und das Konversionsmaterial der Konversionsschicht 113 ungefähr den gleichen Brechungsindex aufweisen.

Wie in Figur 3 gezeigt ist, kann die Strahlung 200 ohne Richtungsänderung von der Konversionsschicht 113 in die Trägerschicht 111 übertreten. Auf diese Weise kann ein Teil der Strahlung 200 unter einem den kritischen Winkel überschreitenden Einfallswinkel auf die dem Halbleiterchip 120 abgewandte Oberfläche der Trägerschicht 111 auftreffen. Dieser Anteil der Strahlung 200 kann wieder zu der Konversionsschicht 113 rückreflektiert werden, und zwar in einen Bereich mehrere Pixel 121 entfernt von dem angesteuerten Pixel 121, wodurch es zu einem Übersprechen kommt. Gemäß Figur 3 kann eine Rückreflexion zum Beispiel in einen Bereich von Pixeln 121 auftreten, bei welchen es sich bezüglich des angesteuerten Pixels 121 um die hierzu übernächsten Pixel 121 handelt. Dieser Fall kann zum Beispiel bei einer Dicke der Trägerschicht 111 von 150µm auftreten. Die total reflektierte Strahlung 200 kann einer Rückstreuung an der Konversionsschicht 113 unterliegen. Im Falle eines primären total reflektierten Strahlungsteils kann es zur Erzeugung von Konversionsstrahlung kommen.

Da die Strahlung 200 in dem Bereich des angesteuerten Pixels 121 isotrop von der Konversionsschicht 113 abgegeben werden kann, kann bei Verwendung des Schichtenstapels von Figur 3 auf dem Halbleiterchip 120 ein relativ großer Teil der Strahlung 200 unter einem den kritischen Winkel überschreitenden Einfallswinkel auf die vorderseitige Oberfläche der Trägerschicht 111 auftreffen und total reflektiert werden. Beispielsweise kann der kritische Winkel 42° bei einem Brechungsindex von 1,5 der Trägerschicht 111 betragen. Dies führt dazu, dass die Trägerschicht 111 als Lichtleiter funktionieren kann mit der Folge, dass eine Strahlungsemission von dem Schichtenstapel nicht auf den Bereich des angesteuerten Pixels 121 beschränkt bleibt, sondern eine Strahlungsabgabe zu einem großen Teil auch im Bereich von nicht angesteuerten

Pixeln 121 erfolgen kann. Somit ist ein Übersprechen bei Verwendung des Schichtenstapels von Figur 3 deutlich ausgeprägt.

Bei dem Konversionselement 110 des optoelektronischen Bauelements 100 von Figur 1 ermöglicht die Ausgestaltung mit der Zwischenschicht 112 hingegen, das Auftreten der Totalreflexion an die Konversionsschicht 113 heranzuführen und infolgedessen eine Lichtleiterfunktion der Trägerschicht 111 und damit ein Übersprechen weitgehend zu unterdrücken. In diesem Zusammenhang ist des Weiteren vorgesehen, dass die Zwischenschicht 112 des Konversionselements 110 eine Dicke in einem Bereich von $2\mu\text{m}$ bis $5\mu\text{m}$ aufweist. Hierdurch kann mit einer hohen Zuverlässigkeit sichergestellt werden, dass die von der Konversionsschicht 113 abgegebene Strahlung die Zwischenschicht 112 nicht durchtunnelt, und infolgedessen die Totalreflexion an der dem Halbleiterchip 110 abgewandten Seite der Konversionsschicht 113 auftreten kann.

In Figur 2 ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt, dass die nicht der Totalreflexion unterliegende Strahlung 200 beim Durchlaufen des Konversionselements 110 an den Grenzflächen zwischen den verschiedenen Schichten 111, 112, 113 sowie auch an der Vorderseite der Trägerschicht 111 zu einem geringen Teil einer Rückreflexion (Fresnel Reflexion) unterliegen kann. Des Weiteren kann es in der Zwischenschicht 112 und in der Konversionsschicht 112 zu einer lateralen Strahlungsausbreitung kommen. Diese Effekte können gegebenenfalls vernachlässigbar klein sein. In diesem Sinne bieten zum Beispiel die oben angegebenen Schichtdicken für die Zwischenschicht 112 ($2\mu\text{m}$ bis $5\mu\text{m}$) und die Konversionsschicht 113 ($30\mu\text{m}$ bis $50\mu\text{m}$) die Möglichkeit, eine in diesen Schichten 112, 113 auftretende Strahlungsausbreitung bei entsprechender Streuung weitgehend zu dämpfen.

Sofern es aufgrund dieser Effekte dennoch zu einem Übersprechen kommen sollte, betrifft dies lediglich benachbarte und nicht wie bei dem Schichtenstapel von Figur 3 weiter entfernt liegende Pixelbereiche. Darüber hinaus ist es möglich, für

das Konversionselement 110 geeignete Weiterbildungen vorzusehen, mit deren Hilfe sich das Unterbinden eines Übersprechens weiter begünstigen lässt. Beispielsweise kann es in Betracht kommen, dass das Konversionsmaterial der Konversionsschicht 113 kleinere Leuchtstoffpartikel 116 und/oder zusätzlich nicht dargestellte Streupartikel umfasst, um auf Kosten der Effizienz ein (gegebenenfalls auftretendes) Übersprechen zu verringern. Auf weitere mögliche Ansätze wird weiter unten noch näher eingegangen.

Das Aerogelmaterial der Zwischenschicht 112 zeichnet sich nicht nur durch einen kleinen Brechungsindex, sondern auch durch eine geringe Wärmeleitfähigkeit aus. Auf diese Weise kann die Zwischenschicht 112 als thermischer Isolator im Betrieb des optoelektronischen Bauelements 100 dienen.

Im Strahlungsbetrieb wird ein Teil der Primärstrahlung in dem Konversionsmaterial bzw. in den Leuchtstoffpartikeln 116 der Konversionsschicht 113 in Wärmeenergie umgesetzt. Die aus dem Aerogelmaterial hergestellte Zwischenschicht 112 kann dafür sorgen, dass sich die im Bereich eines Pixels 121 in der Konversionsschicht 113 erzeugte Wärmemenge im Wesentlichen nicht auf benachbarte Pixelbereiche verteilt. Stattdessen kann die Wärmeenergie über den Halbleiterchip 120 des optoelektronischen Bauelements 100 abgeleitet werden. Dadurch können temperaturbedingte Inhomogenitäten vermieden werden.

Wie oben angegeben wurde, wird das Konversionselement 110 separat von dem Halbleiterchip 120 hergestellt. Es kann in Betracht kommen, eine Vielzahl von Konversionselementen 110 im Schichtverbund zu fertigen und diesen anschließend zu vereinzeln. Diese Vorgehensweise wird im Folgenden anhand der Figuren 4 bis 6 näher erläutert, in welchen ausschnittsweise ein möglicher Verfahrensablauf zur Herstellung von Konversionselementen 110 gezeigt ist. In diesem Zusammenhang wird zum Teil auf weitere mögliche Ausgestaltungen eines Konversionselements 110 eingegangen.

In dem Verfahren wird eine Trägerschicht 111 bereitgestellt, welche ein strahlungsdurchlässiges Trägermaterial aufweist (vgl. Figur 4). Die bereitgestellte Trägerschicht 111 weist vergleichsweise große laterale Abmessungen auf, welche auf die Anzahl der zu fertigenden Konversionselemente 110 abge-
stimmt sind. Wie oben angegeben wurde, kann die Trägerschicht 111 eine Dicke in einem Bereich von 100µm bis 200µm aufweisen, und kann das Trägermaterial ein Glasmaterial wie beispielsweise Quarzglas sein.

Alternativ kann die Trägerschicht 111 aus einem stabileren transparenten Material wie Saphir ausgebildet sein. Dadurch ist es möglich, die Trägerschicht 111 mit einer kleineren Dicke unterhalb von 100µm, zum Beispiel im Bereich von 50µm, bereitzustellen. Gegenüber Quarzglas weist Saphir zwar einen höheren Brechungsindex auf, so dass im Strahlungsbetrieb ein größerer Teil der Strahlung einer Oberflächen- bzw. Rückreflexion unterliegen kann. Dieser Effekt kann mit Hilfe von Entspiegelungs- bzw. Antireflexionsschichten kompensiert werden, wie weiter unten noch näher erläutert wird.

Anschließend wird, wie ebenfalls in Figur 4 gezeigt ist, eine Zwischenschicht 112 auf der Trägerschicht 111 ausgebildet. Die Zwischenschicht 112 weist ein Aerogelmaterial auf, welches auf einem Metalloxid wie beispielsweise Silizium-, Titan-, Zirkonium- oder Aluminiumoxid basieren kann. Die Zwischenschicht 112 wird mit einer Dicke in einem Bereich von 2µm bis 5µm ausgebildet.

Zum Herstellen der Aerogel-Zwischenschicht 112 kann aus einer Flüssigkeit eine gelförmige Ausgangsschicht auf der Trägerschicht 111 ausgebildet werden, und kann diese nachfolgend durch einen Trocknungsprozess in die Aerogel-Zwischenschicht 112 umgewandelt werden. Ein möglicher und diese Schritte umfassender Prozessablauf ist ein Sol-Gel-Verfahren.

Gegebenenfalls kann die Aerogelschicht 112 nachfolgend poliert werden. Dies kann in Betracht kommen, wenn die herge-

stellte Aerogelschicht 112 eine hohe Oberflächenrauheit aufweist. Durch das Polieren können mit der Rauheit verbundene Streueffekte vermieden werden.

5 Nachfolgend wird, wie in Figur 5 gezeigt ist, eine Konversionsschicht 113 auf der Zwischenschicht 112 ausgebildet. Bei der in Figur 5 angedeuteten Verarbeitung von Leuchtstoff in Pulverform weist die Konversionsschicht 113 ein Konversionsmaterial umfassend ein Matrixmaterial 115, zum Beispiel Sili-
10 kon, und darin eingebettete Leuchtstoffpartikel 116. Die Leuchtstoffpartikel 116 können wie oben angegeben zum Erzeugen einer gelben bzw. gelbgrünen Konversionsstrahlung ausgebildet sein, und zu diesem Zweck aus einem Leuchtstoffmaterial aus der Granat-Familie gefertigt sein. Gegebenenfalls kann
15 das Konversionsmaterial zusätzlich Leuchtstoffpartikel 116 zum Erzeugen einer roten Lichtstrahlung aufweisen, was sich mit Materialien aus der Familie der Nitride oder Siliziumoxynitride verwirklichen lässt. Des Weiteren kann das Konversionsmaterial gegebenenfalls zusätzlich Streupartikel umfassen
20 (nicht dargestellt). Die Konversionsschicht 113 kann mit einer Dicke im Bereich von 30µm bis 50µm oder auch kleiner ausgebildet werden.

Zum Ausbilden der Konversionsschicht 113 auf der Zwischenschicht 112 kann ein Druckprozess, beispielsweise ein Siebdruck- oder Schablonendruckprozess oder ein Rakeln durchgeführt werden. Hierbei wird eine Druckpaste aus dem Konversionsmaterial und einem Lösungsmittel auf der Zwischenschicht
25 112 aufgebracht, welche nachfolgend getrocknet wird. Damit die Druckpaste fließfähig ist, ist ein Mindestanteil an Matrixmaterial erforderlich.
30

Ein mit Lösungsmittel versetztes Konversionsmaterial kann auch mit Hilfe eines Sprühprozesses (Spraycoating) aufgebracht und anschließend getrocknet werden. Im Vergleich zu
35 Drucken kann die Konversionsschicht 113 hierdurch mit einer höheren Packungsdichte an Leuchtstoffpartikeln 116 gefertigt werden.

Dies gilt auch für eine weitere Variante, in welcher zunächst Leuchtstoffpartikel 116 und gegebenenfalls Streupartikel mit Hilfe einer elektrophoretischen Abscheidung (EPD, Elektrophoretic Deposition), und anschließend ein Matrixmaterial 115 wie Silikon zur Fixierung der Partikel aufgebracht werden.

Die Fertigung separat von einem Halbleiterchip 120 ermöglicht auch andere Ausgestaltungen, bei denen beispielsweise Prozesse mit Temperaturen von mehr als 400°C durchgeführt werden. Diesbezüglich können folgende Varianten in Betracht kommen.

Es ist zum Beispiel möglich, als Matrixmaterial 115 anstelle von Silikon ein anderes Material, beispielsweise ein Glasmaterial oder ein keramisches Bindematerial, einzusetzen. Solche Materialien können sich durch eine hohe Temperaturbeständigkeit auszeichnen. Demgegenüber kann ein Silikonmaterial bei einer Dauerbelastung mit einer Temperatur von deutlich über 150°C einer Versprödung unterliegen.

In diesem Sinne ist es zum Beispiel denkbar, als Konversionsmaterial ein mit Leuchtstoffpartikeln 116 und gegebenenfalls Streupartikeln versetztes geschmolzenes Glasmaterial aufzubringen, welches nachfolgend abkühlen und dadurch aushärten kann. Auch eine Ausfällung von Gläsern aus der Flüssigphase („Wasserglas“) ist möglich. Eine weitere Vorgehensweise besteht darin, eine Mischung aus Leuchtstoffpartikeln 115, einem keramischen Bindemittel und gegebenenfalls weiteren Zusatzstoffen aufzubringen und diese Mischung anschließend in einem Sinterprozess in ein keramisches Konversionsmaterial umzuwandeln.

Alternativ kann es in Betracht kommen, zum Ausbilden der Konversionsschicht 113 einen oder auch verschiedene Leuchtstoffe mit Hilfe eines Sputterverfahrens abzuscheiden und nachfolgend in einem Sinterprozess keramisch zu verdichten. Auf diese Weise kann die Konversionsschicht 113 eine von den Figuren

abweichende Struktur, d.h. lediglich einen oder mehrere verdichtete Leuchtstoffe und kein Matrixmaterial umfassen.

Der nach dem Ausbilden der Konversionsschicht 113 vorliegende Schichtverbund wird anschließend, wie in Figur 6 gezeigt ist, in separate Konversionselemente 110 vereinzelt. Hierbei werden die Konversionselemente 110 mit lateralen Abmessungen entsprechend der Größe eines Halbleiterchips 120 ausgebildet. Das Durchtrennen des Schichtverbunds, was beispielsweise durch Sägen durchgeführt werden kann, erfolgt entlang von entsprechenden Trennlinien 210.

Ein gemäß dem vorstehenden Verfahren hergestelltes Konversionselement 110 kann anschließend auf einem Halbleiterchip 120 angeordnet werden, um ein optoelektronisches Bauelement 100 mit dem in Figur 1 gezeigten Aufbau zu verwirklichen. Hierbei kommt ein Verbindungsmaterial 130, zum Beispiel ein Silikonkleber oder ein Glaslot, zum Einsatz. Ein passgenaues Positionieren des Konversionselements 110 auf dem Halbleiterchip 120 kann mit Hilfe einer Bilderkennung erzielt werden. Des Weiteren ist es denkbar, das Konversionselement 110 und/oder den Halbleiterchip 120 mit Justagemarken auszubilden (nicht dargestellt), um eine genaue Justage zu begünstigen. Dies kann zum Beispiel in Betracht kommen, wenn das Konversionselement 110 zusätzlich mit einer weiter unten erläuterten und auf die Pixel 121 des Halbleiterchips 120 abgestimmten absorbierenden oder reflektiven Trennstruktur gefertigt wird.

In Bezug auf die Fertigung von optoelektronischen Bauelementen 100 kann es ferner in Betracht kommen, Konversionselemente 110 vor deren Montage auf Halbleiterchips 120 einer Messung zu unterziehen, um deren Konversionseigenschaften zu erfassen. Auch Halbleiterchips 120 können einer Messung unterzogen werden. Hierauf basierend können jeweils geeignete Paare aus einem Konversionselement 110 und einem Halbleiterchip 120 ausgewählt und miteinander verbunden werden. Dadurch kann erreicht werden, dass die von den Bauelementen 100 erzeugbare

Strahlung vorgegebenen Eigenschaften wie beispielsweise einem vorgegebenen Farbort entsprechen kann.

Im Folgenden werden weitere Abwandlungen bzw. Weiterbildungen eines Konversionselements 110 eines optoelektronischen Bauelements 100 beschrieben. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass übereinstimmende Merkmale und Aspekte im Folgenden nicht erneut detailliert beschrieben werden. Für Details hierzu wird stattdessen auf die vorstehende Beschreibung Bezug genommen. Des Weiteren ist es möglich, dass ein in Bezug auf eine Ausführungsform beschriebenes Merkmal auch für eine andere Ausführungsform zutreffen kann bzw. dass Merkmale von mehreren Ausführungsformen miteinander kombinierbar sind.

Figur 7 zeigt ausschnittsweise ein weiteres Konversionselement 110, welches zusätzlich eine zwischen der Zwischenschicht 112 und der Konversionsschicht 113 angeordnete Schutzschicht 140 aufweist. Die Schutzschicht 140 kann zum Beispiel Siliziumoxid aufweisen. In einem Herstellungsverfahren kann die Schutzschicht 140 nach dem Ausbilden der Zwischenschicht 112 und vor dem Ausbilden der Konversionsschicht 113 auf der Zwischenschicht 112 ausgebildet werden. Mit Hilfe der Schutzschicht 140 kann die Porenstruktur des Aerogelmaterials der Zwischenschicht 112 verschlossen, und damit ein Eindringen von Matrixmaterial 115 der nachfolgend ausgebildeten Konversionsschicht 113 in die Poren verhindert werden.

Mit Hilfe der folgenden Ausführungsformen eines Konversionselements 110 kann das Unterbinden von Übersprechen weiter begünstigt werden. Eine mögliche Maßnahme ist eine Ausgestaltung mit einer oder mehreren Antireflexionsschichten.

In diesem Sinne zeigt Figur 8 ausschnittsweise ein weiteres Konversionselement 110, welches zusätzlich mehrere Antireflexionsschichten 141, 142, 143 aufweist. Die Antireflexionsschicht 141 ist auf einer der Zwischenschicht 112 abgewandten Seite der Trägerschicht 111 ausgebildet. Die Antireflexionsschicht 142 befindet sich zwischen der Trägerschicht 111 und

der Zwischenschicht 112, und die Antireflexionsschicht 143 befindet sich zwischen der Zwischenschicht 112 und der Konversionsschicht 113. Die Antireflexionsschichten 141, 142, 143 machen es möglich, Reflexionen einer das Konversionselement 110 durchlaufenden Strahlung an den Oberflächen bzw. Grenzflächen der jeweiligen Schichten 141, 142, 143 zu unterbinden. Auf diese Weise lässt sich das Übersprechen zusätzlich unterdrücken. Des Weiteren kann die Antireflexionsschicht 143 als Schutzschicht zum Verschließen der Poren des Aerogelmaterials der Zwischenschicht 112 dienen.

Die Antireflexionsschichten 141, 142, 143 können in Form von dielektrischen Schichtpaaren verwirklicht sein. In einem Herstellungsverfahren kann die Trägerschicht 111 mit den Antireflexionsschichten 141, 142 versehen werden, bevor auf der derart beschichteten Trägerschicht 111 bzw. auf der Antireflexionsschicht 142 die Zwischenschicht 112 ausgebildet wird. Nachfolgend kann die Antireflexionsschicht 143 auf der Zwischenschicht 112 ausgebildet werden, und kann anschließend die Konversionsschicht 113 auf der derart beschichteten Zwischenschicht 112 bzw. auf der Antireflexionsschicht 143 ausgebildet werden.

Es ist möglich, ein Konversionselement 110 abweichend von Figur 8 mit einer geringeren Anzahl an Antireflexionsschichten oder auch nur mit einer Antireflexionsschicht auszubilden.

Die Fertigung eines Konversionselements 110 separat von einem Halbleiterchip 120 bietet darüber hinaus die Möglichkeit, das Konversionselement 110 auf einfache Weise und ohne Ausbeuteverluste zusätzlich mit einer Begrenzungsstruktur zum Begrenzen einer lateralen Strahlungsausbreitung auszubilden. Eine solche Lichtbarriere kann sich ebenfalls als günstig für das Unterdrücken von Übersprechen erweisen. Mögliche Ausgestaltungen eines Konversionselements 110 werden anhand der folgenden Figuren näher erläutert.

Figur 9 zeigt ein weiteres Konversionselement 110, bei welchem die Zwischenschicht 112 zusätzlich eine Begrenzungsstruktur aus Strukturelementen 151 aufweist. Die Strukturelemente 151 können ein strahlungsabsorbierendes oder reflektierendes Material aufweisen. Dieses Material unterscheidet sich von dem Aerogelmaterial der Zwischenschicht 112, welches wie in Figur 9 angedeutet in Schichtbereichen 161 vorhanden ist. Für eine Ausgestaltung der Strukturelemente 151 aus einem strahlungsabsorbierenden Material kann zum Beispiel ein Metall mit einem geringen Reflexionsvermögen, beispielsweise Chrom, in Betracht kommen. Für eine reflektierende Ausgestaltung der Strukturelemente 151, was mit einer hohen Effizienz im Strahlungsbetrieb verbunden ist, ist zum Beispiel ein Metall wie beispielsweise Aluminium denkbar.

Die Strukturelemente 151 besitzen die gleiche Dicke wie die restliche Zwischenschicht 112. Die in Figur 9 im Querschnitt gezeigten Strukturelemente 151 können zum Beispiel in Form von länglichen Stegen vorliegen. Des Weiteren ist es möglich, dass die Begrenzungsstruktur in Form eines Gitters verwirklicht ist, so dass die Begrenzungsstruktur mehrere und sich teilweise überkreuzende Strukturelemente 151 aufweist (nicht dargestellt). In einer solchen Ausgestaltung können die Strukturelemente 151 der Begrenzungsstruktur separate Ausnehmungen umschließen, innerhalb derer das Aerogelmaterial der Zwischenschicht 112 angeordnet ist. Hierbei kann die Zwischenschicht 112 voneinander getrennte Schichtbereiche 161 aus dem Aerogelmaterial aufweisen. Diese Struktur kann auf die pixelierte Ausgestaltung eines Halbleiterchips 120 abgestimmt sein. Beispielsweise können die Schichtbereiche 161 jeweils einem entsprechenden Pixel 121 des Halbleiterchips 120 zugeordnet sein.

In einem Herstellungsverfahren zum Verwirklichen des Aufbaus von Figur 9 kann die Begrenzungsstruktur mit den Strukturelementen 151 auf dem bereitgestellten Trägersubstrat 111 ausgebildet werden. Das Ausbilden der Begrenzungsstruktur kann ein Ausbilden einer durchgehenden Schicht aus Material der Be-

grenzungsstruktur und ein lithographisches Strukturieren dieser Schicht umfassen. Anschließend kann ein Aufbringen des Aerogelmaterials erfolgen. Gegebenenfalls kann nachfolgend bzw. vor dem Ausbilden der Konversionsschicht 113 sich auf
5 den Strukturelementen 151 befindendes Aerogelmaterial zum Planarisieren der Zwischenschicht 112 abgetragen werden.

Figur 10 zeigt ein weiteres Konversionselement 110, bei welchem die Konversionsschicht 113 zusätzlich eine Begrenzungsstruktur mit Strukturelementen 152 zum Begrenzen einer lateralen Strahlungsausbreitung aufweist. Die Strukturelemente 152 sind aus einem sich von dem Konversionsmaterial (in der gezeigten Ausgestaltung ein Matrixmaterial 115 mit Leuchtstoffpartikeln 116) der Konversionsschicht 113 unterscheidendes Material ausgebildet. Die Strukturelemente 152 können ein strahlungsabsorbierendes Material wie beispielsweise Chrom aufweisen. Auf diese Weise können die Strukturelemente 152 relativ flach gehalten sein und wie in Figur 10 gezeigt eine kleinere Dicke als die Konversionsschicht 113 besitzen. Die
15 Strukturelemente 152 können hierbei an einer (in Figur 10 nach unten gerichteten) Seite von dem Konversionsmaterial 113, 115 überdeckt sein.

Auch die Strukturelemente 152 können zum Beispiel in Form von
25 länglichen Stegen ausgebildet sein. Des Weiteren kann die Begrenzungsstruktur in Form eines Gitters verwirklicht sein, so dass die Begrenzungsstruktur mehrere und sich teilweise überkreuzende Strukturelemente 152 aufweist (nicht dargestellt). Diese Struktur kann auf die pixelierte Ausgestaltung eines
30 Halbleiterchips 120 abgestimmt sein. Beispielsweise können von den Strukturelementen 152 lateral umschlossene Bereiche jeweils einem entsprechenden Pixel 121 des Halbleiterchips 120 zugeordnet sein.

35 In einem Herstellungsverfahren zum Verwirklichen der Ausgestaltung von Figur 10 kann die Begrenzungsstruktur mit den Strukturelementen 152 auf der Zwischenschicht 112 ausgebildet werden. Das Ausbilden der Begrenzungsstruktur kann ein Aus-

bilden einer durchgehenden Schicht aus Material der Begrenzungsstruktur und ein lithographisches Strukturieren dieser Schicht umfassen. Anschließend kann ein Aufbringen von Konversionsmaterial 115, 116 erfolgen. Gegebenenfalls kann nachfolgend ein Teil des Konversionsmaterials 115, 116 entfernt werden, um die Konversionsschicht 113 an der der Zwischenschicht 112 abgewandten Seite zu planarisieren.

Figur 11 zeigt ein weiteres Konversionselement 110, bei welchem die Konversionsschicht 113 ebenfalls zusätzlich eine Begrenzungsstruktur mit Strukturelementen 153 aufweist. Die Strukturelemente 153 können zum Beispiel ein reflektierendes Material aufweisen. Hierbei kann es sich zum Beispiel um ein mit reflektierenden Partikeln gefülltes Silikonmaterial handeln.

Die Strukturelemente 153 besitzen die gleiche Dicke wie die restliche Konversionsschicht 113. Auch hierbei können die Strukturelemente 153 längliche Stege sein bzw. kann die Begrenzungsstruktur in Form eines Gitters mit sich teilweise überkreuzenden Strukturelementen 153 verwirklicht sein (nicht dargestellt). Hierbei können die Strukturelemente 153 der Begrenzungsstruktur separate Ausnehmungen umschließen, innerhalb derer das Konversionsmaterial 115, 116 angeordnet ist, so dass die Konversionsschicht 113 voneinander separate Schichtbereiche 163 aus dem Konversionsmaterial 115, 116 aufweist. Diese Struktur kann auf die pixelierte Ausgestaltung eines Halbleiterchips 120 abgestimmt sein. Beispielsweise können die Schichtbereiche 163 jeweils einem entsprechenden Pixel 121 des Halbleiterchips 120 zugeordnet sein.

Zum Verwirklichen des Aufbaus von Figur 11 kann eine durchgehende Schicht aus dem Konversionsmaterial 115, 116 auf der Zwischenschicht 112 ausgebildet werden. Nachfolgend kann das Konversionsmaterial 115, 116 lokal entfernt werden, so dass Öffnungen in Form der zu erzeugenden Begrenzungsstruktur gebildet werden. Die Öffnungen können anschließend mit dem Material der Begrenzungsstruktur verfüllt werden.

Die vorstehend beschriebenen Konversionselemente 110 mit Begrenzungsstrukturen können auf unterschiedliche Art und Weise abgewandelt werden. Auch ist es möglich, Merkmale zu kombinieren. Beispielsweise ist es denkbar, ein mit reflektierenden Partikeln gefülltes Silikonmaterial, wie es anhand der in Figur 11 gezeigten Ausgestaltung beschrieben wurde, auch bei der in Figur 9 gezeigten Ausgestaltung für die Begrenzungsstruktur der Zwischenschicht 112 vorzusehen. Hierbei kann es in analoger Weise in Betracht kommen, zuerst eine durchgehende Schicht aus einem Aerogelmaterial zu fertigen, diese lokal zu öffnen und anschließend die Öffnungen mit Material der Begrenzungsstruktur zu verfüllen. Des Weiteren ist es möglich, die Zwischenschicht 112 mit einer absorptiven Begrenzungsstruktur zu fertigen, bei welcher die Strukturelemente analog zu dem in Figur 10 gezeigten Aufbau eine kleinere Dicke als die Zwischenschicht 112 aufweisen.

Eine weitere Abwandlung besteht darin, dass bei einer gitterförmigen Begrenzungsstruktur umschlossene Ausnehmungen bzw. Bereiche nicht lediglich einem, sondern mehreren Pixeln des Halbleiterchips zugeordnet sind. Auch ist es möglich, anstelle eines Gitters eine andere Form für eine Begrenzungsstruktur vorzusehen. Beispielsweise kann eine Begrenzungsstruktur lediglich ein oder auch mehrere separate Strukturelemente umfassen. Darüber hinaus sind Ausgestaltungen denkbar, bei denen sowohl die Zwischenschicht 112 als auch die Konversionsschicht 113 eine Begrenzungsstruktur aufweisen.

Die anhand der Figuren erläuterten Ausführungsformen stellen bevorzugte bzw. beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung dar. Neben den beschriebenen und abgebildeten Ausführungsformen sind weitere Ausführungsformen vorstellbar, welche weitere Abwandlungen und/oder Kombinationen von Merkmalen umfassen können. Es ist zum Beispiel möglich, anstelle der oben angegebenen Materialien andere Materialien zu verwenden. Auch sind obige Zahlenangaben als Beispiele anzusehen, welche durch andere Angaben ersetzt werden können.

In Bezug auf eine Herstellung optoelektronischer Bauelemente 100 ist ein gemeinsames Vereinzeln von Konversionselementen 110 und Halbleiterchips 120 möglich. Hierzu kann ein Schichtverbund umfassend (zumindest) eine Trägerschicht 111, eine
5 Zwischenschicht 112 und eine Konversionsschicht 113 gefertigt und anschließend auf einem mehrere Halbleiterchips 120 umfassenden Bauteilverbund bzw. Wafer angeordnet werden. Nachfolgend kann dieser Verbund in separate optoelektronische Bauelemente 100 vereinzelt werden.
10

Abgesehen von einem Frontscheinwerfer können andere Anwendungsgebiete für ein Konversionselement 110 bzw. ein mit einem Konversionselement 110 ausgestattetes optoelektronisches
15 Bauelement 100 in Betracht kommen. Möglich ist zum Beispiel eine Anwendung in einer Anzeigevorrichtung zum Anzeigen von Informationen und/oder Werbebotschaften.

Hierbei kann das optoelektronische Bauelement 100 gegebenenfalls zum Erzeugen einer von weiß verschiedenen Lichtstrahlung ausgebildet sein. Dies lässt sich durch eine entsprechende Ausgestaltung des Konversionsmaterials der Konversionsschicht 113 erzielen. Es ist ferner denkbar, dass die Primärstrahlung des dazugehörigen Halbleiterchips 120 im Wesentlichen vollständig in eine oder mehrere Konversionsstrahlungen
20 umgewandelt wird.
25

Eine weitere mögliche Ausgestaltung ist ein Konversionselement mit Pixelbereichen zum Abgeben von Lichtstrahlungen in verschiedenen Farben. Hierfür kann das Konversionsmaterial der Konversionsschicht 113 in unterschiedlichen Bereichen zum Erzeugen von verschiedenen Konversionsstrahlungen ausgebildet sein. Dies lässt sich verwirklichen, indem das Konversionsmaterial ein Matrixmaterial wie Silikon und in unterschiedlichen
30 Bereichen unterschiedliche Leuchtstoffpartikel aufweist. Es können zusätzlich nichtkonvertierende Bereiche aus einem nichtkonvertierenden Material in der Konversionsschicht ausgebildet sein, welche von der Primärstrahlung des Halbleiter-
35

chips 120 passiert werden können. Solche Bereiche können das Matrixmaterial und Streupartikel umfassen.

Bei einem Konversionselement zum Abgeben von Lichtstrahlungen
5 in verschiedenen Farben kann darüber hinaus die dazugehörige
Konversionsschicht mit einer Begrenzungsstruktur ausgebildet
sein. Hierbei kann die Begrenzungsstruktur in Form eines Gitters
mit separaten Ausnehmungen zum Aufnehmen von Konversi-
10 onsmaterial und nicht konvertierendem Material verwirklicht
sein. Die Begrenzungsstruktur kann ferner derart ausgebildet
sein, dass die Begrenzungsstruktur nur zum Teil für eine Be-
grenzung der lateralen Strahlungsausbreitung sorgt und an-
sonsten strahlungsdurchlässig ist. Hierzu kann die Begren-
15 zungsstruktur sowohl ein strahlungsabsorbierendes oder re-
flektierendes Material als auch ein transparentes Material
aufweisen. Hierdurch können zum Beispiel Pixelbereiche gebil-
det werden, welche in Subpixel zum Abgeben von verschieden-
farbigen Lichtstrahlungen unterteilt sind, wobei in Bezug auf
20 die Konversionsschicht lediglich die verschiedenen Pixelbe-
reiche optisch getrennt und innerhalb der Pixelbereiche eine
Strahlungsausbreitung zwischen den Subpixeln möglich ist.

Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungs-
beispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die
25 Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt
und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet
werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

BEZUGSZEICHENLISTE

	100	Bauelement
	110	Konversionselement
5	111	Trägerschicht
	112	Zwischenschicht
	113	Konversionsschicht
	115	Matrixmaterial
	116	Leuchtstoffpartikel
10	120	Halbleiterchip
	121	Pixel
	130	Verbindungsschicht
	140	Schutzschicht
	141, 142	Antireflexionsschicht
15	143	Antireflexionsschicht
	151, 152	Strukturelement
	153	Strukturelement
	161, 163	Schichtbereich
	200	Strahlung
20	210	Trennlinie

PATENTANSPRÜCHE

1. Konversionselement (110), welches auf einem pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchip (120) anordbar
5 ist, aufweisend:
- eine Trägerschicht (111) aufweisend ein strahlungsdurchlässiges Trägermaterial;
- 10 eine Konversionsschicht (113) aufweisend ein Konversionsmaterial (115, 116) zur Strahlungskonversion; und
- eine zwischen der Trägerschicht (111) und der Konversionsschicht (113) angeordnete Zwischenschicht (112) aufweisend ein Zwischenschichtmaterial mit einem Brechungsindex, welcher kleiner ist als ein Brechungsindex des
15 Trägermaterials und ein Brechungsindex des Konversionsmaterials.
- 20 2. Konversionselement nach Anspruch 1, wobei der Brechungsindex des Zwischenschichtmaterials der Zwischenschicht (112) kleiner als 1,2, insbesondere kleiner als 1,1 ist.
- 25 3. Konversionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Zwischenschichtmaterial der Zwischenschicht (112) ein Aerogelmaterial ist.
- 30 4. Konversionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zwischenschicht (112) eine Dicke in einem Bereich von 2µm bis 5µm aufweist.
- 35 5. Konversionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Trägermaterial der Trägerschicht (111) ein

Glasmaterial ist.

6. Konversionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 weiter aufweisend wenigstens eine Antireflexionsschicht (141, 142, 143).
7. Konversionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 wobei die Zwischenschicht (112) zusätzlich eine Begrenzungsstruktur (151) zum Begrenzen einer lateralen Strahlungsausbreitung aufweist.
8. Konversionselement nach Anspruch 7,
15 wobei die Begrenzungsstruktur (151) der Zwischenschicht (112) ein strahlungsabsorbierendes oder reflektierendes Material aufweist.
9. Konversionselement nach einem der Ansprüche 7 oder 8,
20 wobei die Begrenzungsstruktur (151) der Zwischenschicht (112) in Form eines Gitters mit einer Mehrzahl an stegförmigen und sich teilweise überkreuzenden Strukturelementen verwirklicht ist.
- 25 10. Konversionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Konversionsschicht (113) zusätzlich eine Begrenzungsstruktur (152, 153) zum Begrenzen einer lateralen Strahlungsausbreitung aufweist.
30
11. Konversionselement nach Anspruch 10,
wobei die Begrenzungsstruktur (152, 153) der Konversionsschicht (113) ein strahlungsabsorbierendes oder reflektierendes Material aufweist.
35
12. Konversionselement nach einem der Ansprüche 10 oder 11,
wobei die Begrenzungsstruktur (152, 153) der Konversionsschicht (113) in Form eines Gitters mit einer Mehr-

zahl an stegförmigen und sich teilweise überkreuzenden Strukturelementen verwirklicht ist.

13. Konversionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Konversionsschicht (113) eine Dicke in einem Bereich von 30µm bis 50µm oder eine kleinere Dicke aufweist.

14. Optoelektronisches Bauelement (100), aufweisend einen pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchip (120) und ein Konversionselement (110) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Konversionselement (110) auf dem Halbleiterchip (120) angeordnet ist und die Konversionsschicht (113) des Konversionselements (110) dem Halbleiterchip (120) zugewandt ist.

15. Verfahren zum Herstellen eines Konversionselements (110) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das Konversionselement (110) auf einem pixelierten strahlungsemittierenden Halbleiterchip (120) anordbar ist, umfassend:

Bereitstellen einer Trägerschicht (111), wobei die Trägerschicht (111) ein strahlungsdurchlässiges Trägermaterial aufweist;

Ausbilden einer Zwischenschicht (112) auf der Trägerschicht (111), wobei die Zwischenschicht (112) ein Zwischenschichtmaterial aufweist; und

Ausbilden einer Konversionsschicht (113) auf der Zwischenschicht (112), wobei die Konversionsschicht (113) ein Konversionsmaterial (115, 116) zur Strahlungskonversion aufweist,

wobei das Zwischenschichtmaterial einen Brechungsindex aufweist, welcher kleiner ist als ein Brechungsindex des

Trägermaterials und ein Brechungsindex des Konversionsmaterials.

1/6

FIG 1

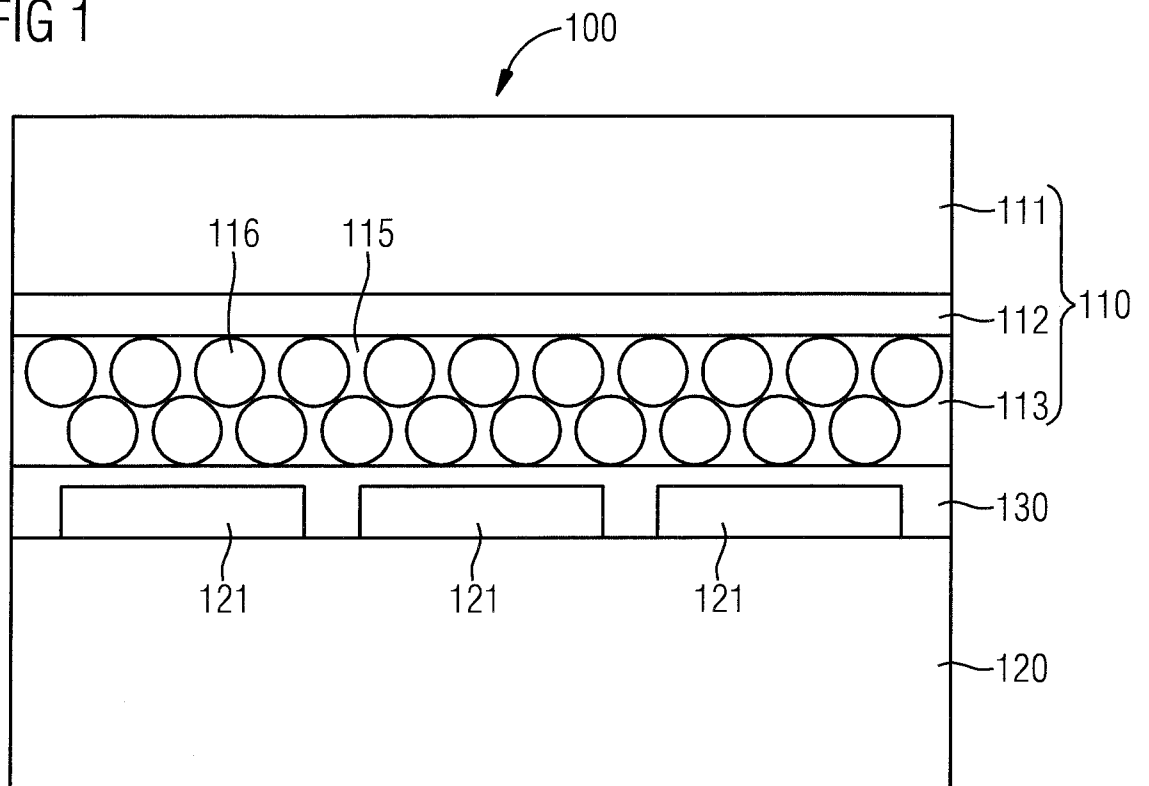
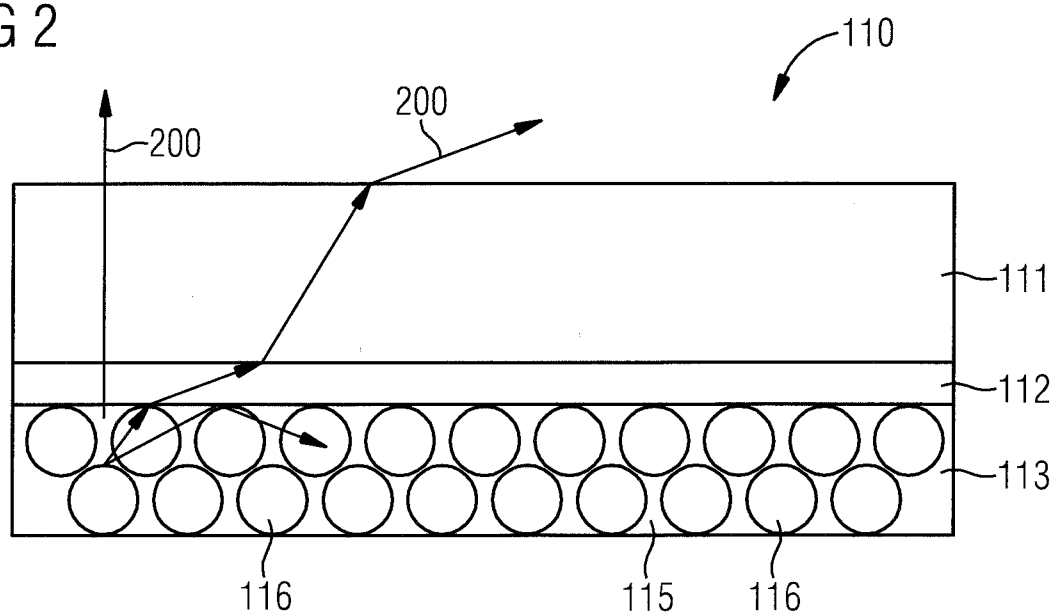


FIG 2



2/6

FIG 3

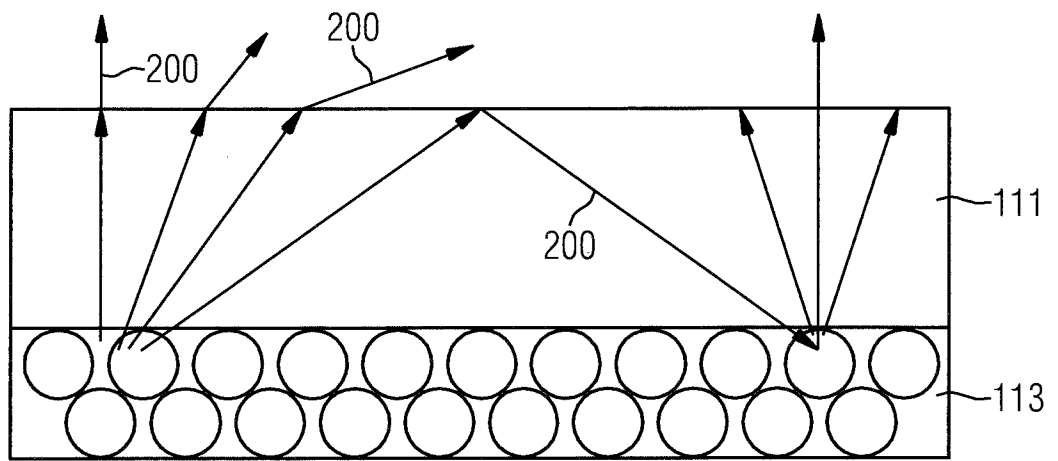


FIG 4

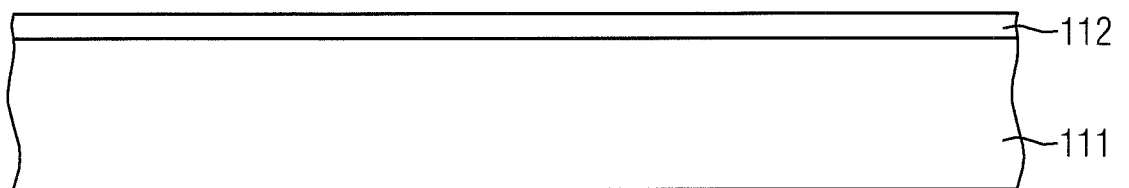


FIG 5

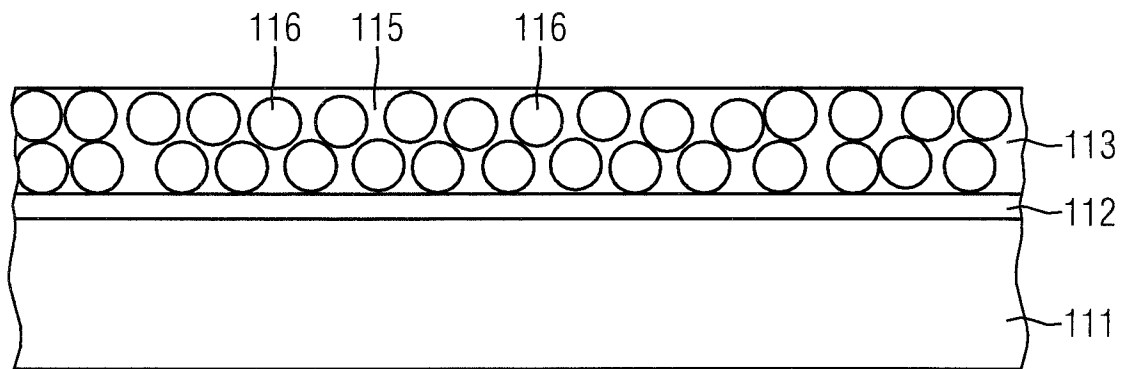
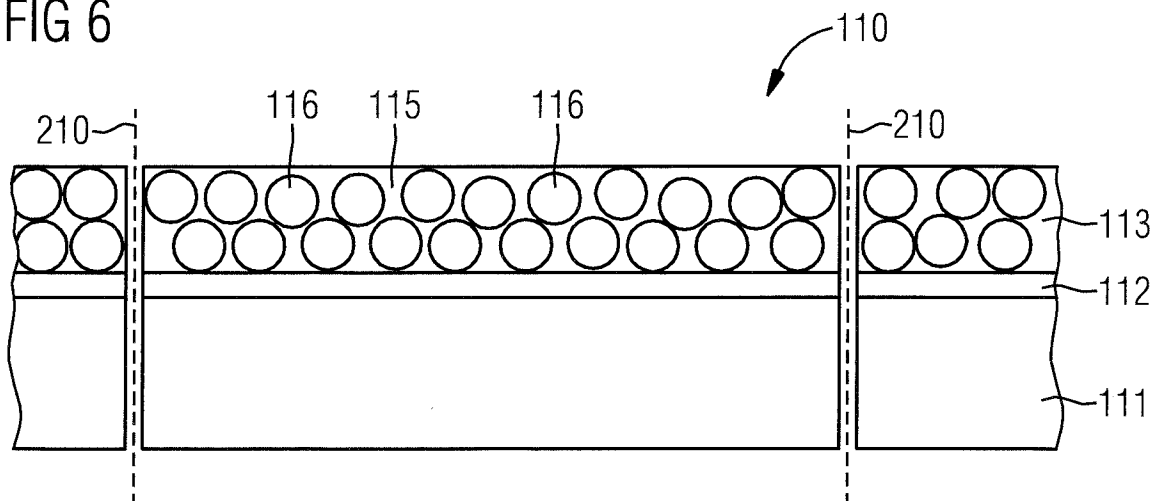


FIG 6



4/6

FIG 7

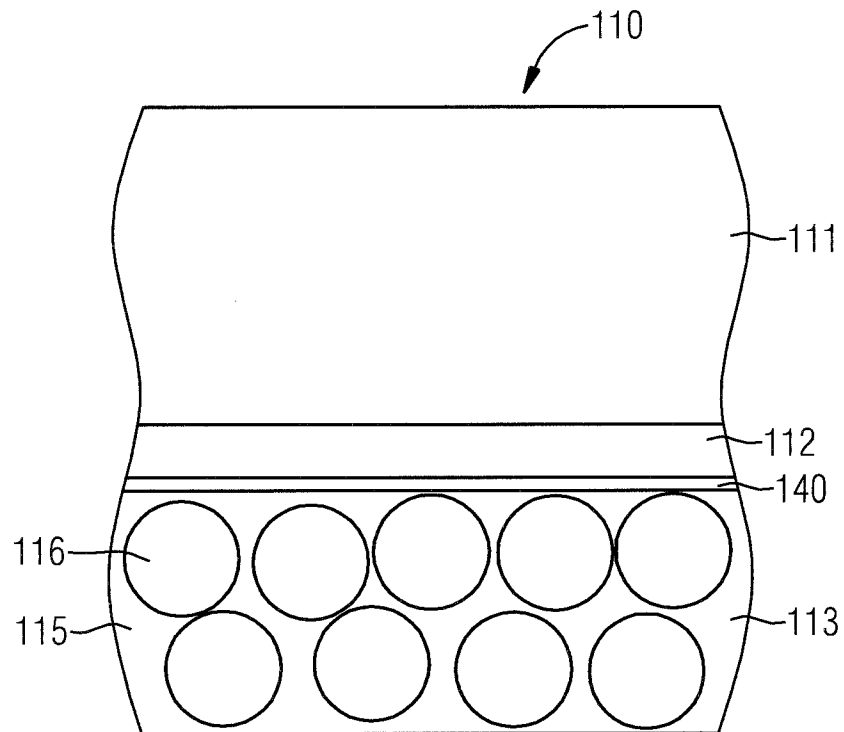
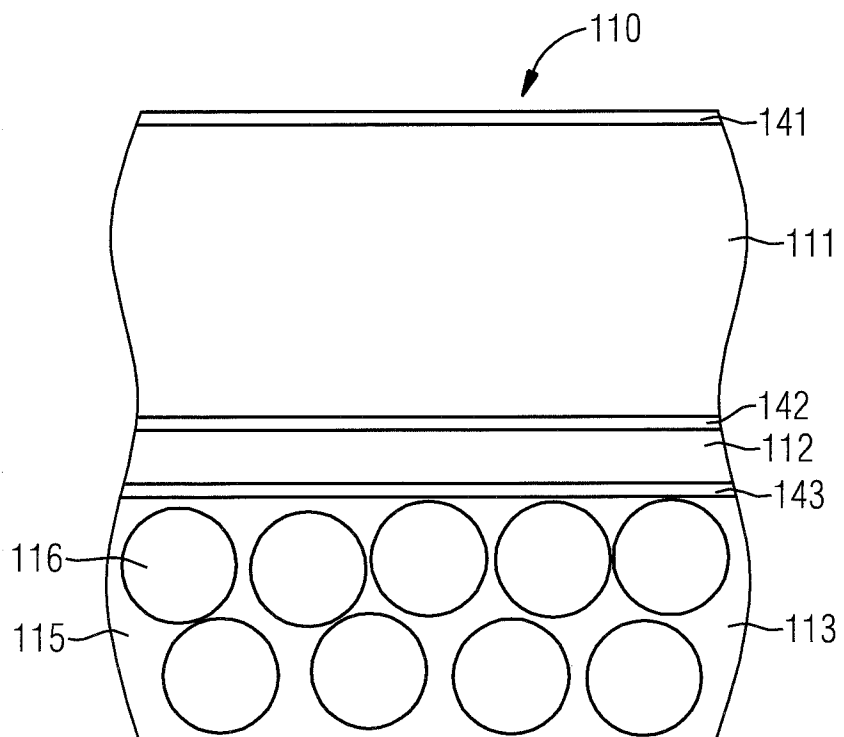


FIG 8



5/6

FIG 9

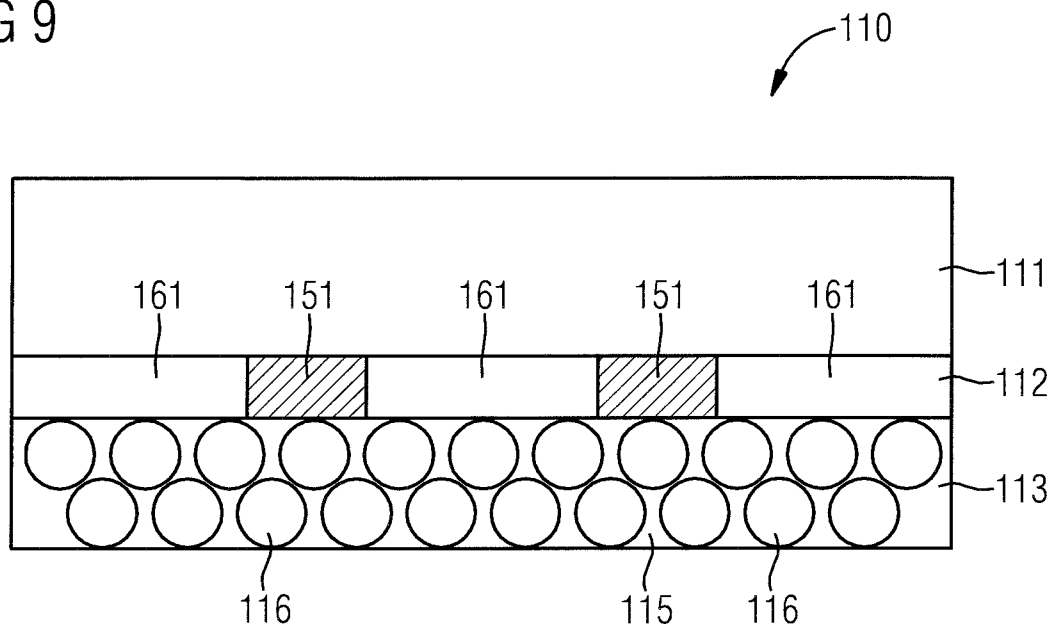


FIG 10

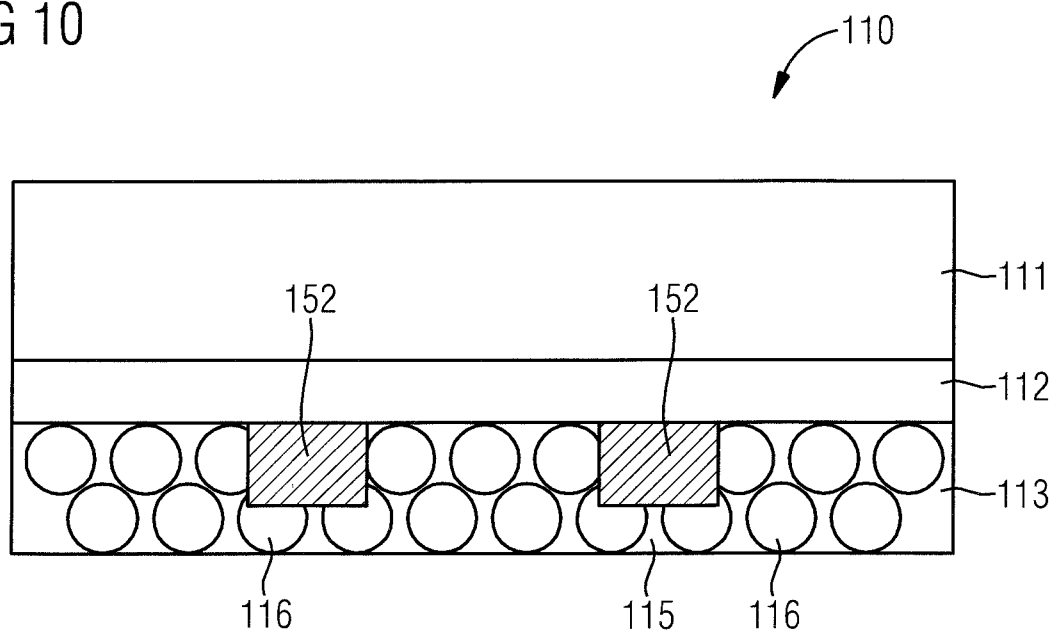
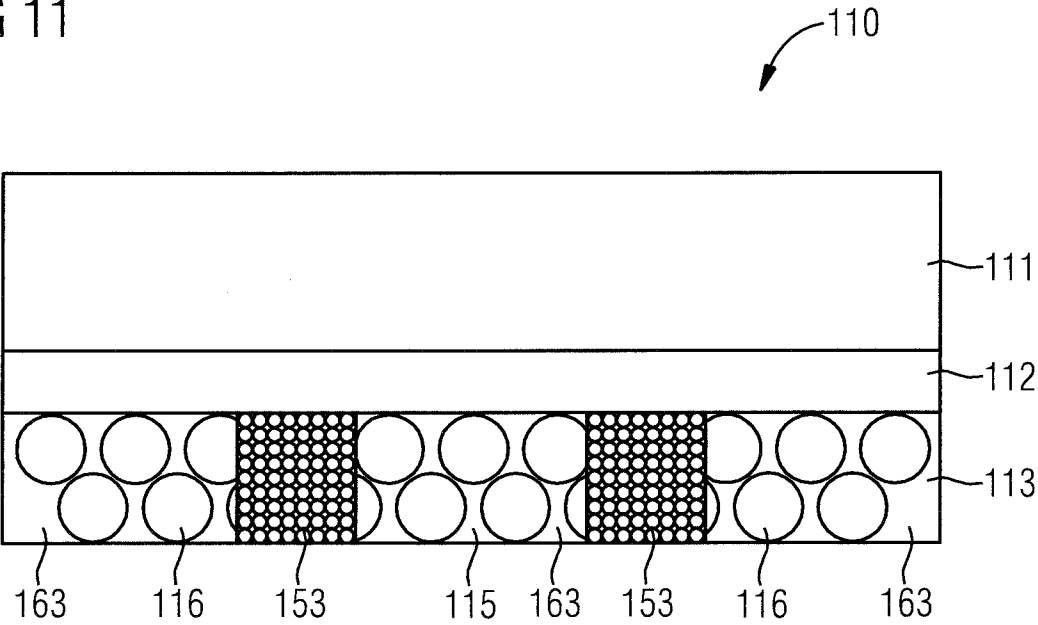


FIG 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/052257

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L33/58 H01L33/50
ADD. F21S8/10

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 F21S F21V F21K

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2015/003040 A1 (BESSHO HISANORI [JP] ET AL) 1 January 2015 (2015-01-01) abstract paragraph [0185] - paragraph [0192]; figure 10 paragraph [0134] - paragraph [0143] paragraphs [0114], [0120], [0121] -----	1-15
A	EP 2 677 232 A1 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 25 December 2013 (2013-12-25) abstract claim 7 paragraph [0108] - paragraph [0112]; figures 28A-29B -----	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 March 2016

Date of mailing of the international search report

21/03/2016

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

Dehestru, Bastien

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/052257

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2015003040	A1	01-01-2015	CN	103733244 A		16-04-2014
			JP	2014224836 A		04-12-2014
			US	2015003040 A1		01-01-2015
			WO	2013039072 A1		21-03-2013

EP 2677232	A1	25-12-2013	CN	103392093 A		13-11-2013
			EP	2677232 A1		25-12-2013
			JP	2012169189 A		06-09-2012
			KR	20130124569 A		14-11-2013
			US	2013329440 A1		12-12-2013
			WO	2012111292 A1		23-08-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L33/58 H01L33/50

ADD. F21S8/10

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01L F21S F21V F21K

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2015/003040 A1 (BESSHO HISANORI [JP] ET AL) 1. Januar 2015 (2015-01-01) Zusammenfassung Absatz [0185] - Absatz [0192]; Abbildung 10 Absatz [0134] - Absatz [0143] Absätze [0114], [0120], [0121] -----	1-15
A	EP 2 677 232 A1 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 25. Dezember 2013 (2013-12-25) Zusammenfassung Anspruch 7 Absatz [0108] - Absatz [0112]; Abbildungen 28A-29B -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

"E" 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

11. März 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/03/2016

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

Dehestru, Bastien

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/052257

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2015003040	A1	01-01-2015	CN	103733244 A		16-04-2014
			JP	2014224836 A		04-12-2014
			US	2015003040 A1		01-01-2015
			WO	2013039072 A1		21-03-2013

EP 2677232	A1	25-12-2013	CN	103392093 A		13-11-2013
			EP	2677232 A1		25-12-2013
			JP	2012169189 A		06-09-2012
			KR	20130124569 A		14-11-2013
			US	2013329440 A1		12-12-2013
			WO	2012111292 A1		23-08-2012
