

(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
01. Februar 2018 (01.02.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/019846 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/46 (2010.01) H01L 33/60 (2010.01)
H01L 33/00 (2010.01) H01L 33/50 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/068791

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juli 2017 (25.07.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 113 969.6
28. Juli 2016 (28.07.2016) DE

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

(72) Erfinder: TÄNGRING, Ivar; Gutenbergplatz 4, 93047
Regensburg (DE). PERZLMAIER, Korbinian; Bi-
schhof-Konrad-Str. 2, 93051 Regensburg (DE).

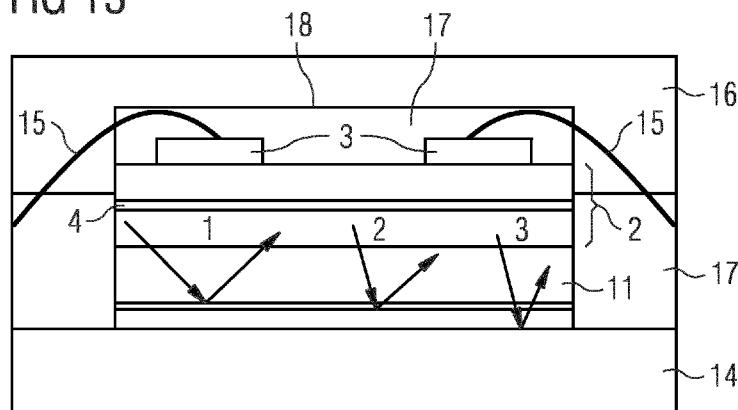
(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-
WALTSGESELLSCHAFT MBH; Schloßschmidstr. 5,
80639 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, 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,

(54) Title: RADIATION-EMITTING SEMICONDUCTOR CHIP, METHOD FOR PRODUCING A PLURALITY OF RADIATION-
EMITTING SEMICONDUCTOR CHIPS, RADIATION-EMITTING COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING A
RADIATION-EMITTING COMPONENT

(54) Bezeichnung: STRALUNGSEMITTIERENDER HALBLEITERCHIP, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER
VIELZAHL STRALUNGSEMITTIERENDER HALBLEITERCHIPS, STRALUNGSEMITTIERENDES BAUELEMENT UND
VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES STRALUNGSEMITTIERENDEN BAUELEMENTS

FIG 13



(57) Abstract: The invention relates to a radiation-emitting semiconductor chip (10) with the following features: a semiconductor layer sequence (2) with an active layer (4) which is suitable for generating electromagnetic radiation; a substrate (11) on which the semiconductor layer sequence (2) is arranged, and which is transparent for the electromagnetic radiation generated in the active layer (4); and a reflective layer (9) which is arranged on a main surface area of the substrate (11), which is facing away from the semiconductor layer sequence (2), wherein the reflective layer (9) is made of a resin in which reflective particles are embedded. The invention also relates to a method for producing a plurality of radiation-emitting semiconductor chips (10), a radiation-emitting component and a method for producing a radiation-emitting component.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein strahlungsemittierender Halbleiterchip (10) mit den folgenden Merkmalen angegeben: - einer Halbleiterschichtenfolge (2) mit einer aktiven Schicht (4), die dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung zu erzeugen, und - einem Substrat (11), auf dem die Halbleiterschichtenfolge (2) angeordnet ist und das transparent für die in der aktiven Schicht (4) erzeugte elektromagnetische Strahlung ist, - eine reflektierende Schicht (9), die auf einer Hauptfläche des Substrats (11) angeordnet ist, die von der Halbleiterschichtenfolge (2) abgewandt ist, wobei die reflektierende Schicht (9) aus einem Harz gebildet ist, in das reflektierende

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Partikeln eingebettet sind. Weiterhin werden ein Verfahren zur Herstellung einer Vielzahl strahlungsemittierender Halbleiterchips (10), ein Strahlungsemittierendes Bauelement und ein Verfahren zur Herstellung eines Strahlungsemittierenden Bauelements angegeben.

- 1 -

Beschreibung

Strahlungsemittierender Halbleiterchip, Verfahren zur
Herstellung einer Vielzahl strahlungsemittierender
5 Halbleiterchips, strahlungsemittierendes Bauelement und
Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden
Bauelements

Es werden ein strahlungsemittierender Halbleiterchip, ein
10 Verfahren zur Herstellung einer Vielzahl
strahlungsemittierender Halbleiterchips, ein
strahlungsemittierendes Bauelement und ein Verfahren zur
Herstellung eines strahlungsemittierenden Bauelements
angegeben.

15 Aufgabe der vorliegenden Anmeldung ist es, einen
strahlungsemittierenden Halbleiterchip mit erhöhter
Strahlungsauskopplung anzugeben. Insbesondere soll die
Auskopplung des Halbleiterchips erhöht sein, wenn er
20 rückseitig zumindest teilweise auf einen Leiterrahmen
aufgebracht ist. Weiterhin soll ein Verfahren zur Herstellung
einer Vielzahl derartiger Halbleiterchips, ein Bauelement mit
einem derartigen Halbleiterchip und ein Verfahren zur
Herstellung eines Bauelements mit einem solchen
25 Halbleiterchip angegeben werden.

Diese Aufgaben werden durch einen strahlungsemittierenden
Halbleiterchip mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch
ein Verfahren mit den Schritten des Patentanspruchs 11, durch
30 ein strahlungsemittierendes Bauelement mit den Merkmalen des
Patentanspruchs 16 und durch ein Verfahren mit den Schritten
des Patentanspruchs 18 gelöst.

- 2 -

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen des strahlungsemittierenden Halbleiterchips, des strahlungsemittierenden Bauelements und der beiden Verfahren sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

5

Gemäß einer Ausführungsform umfasst der strahlungsemittierende Halbleiterchip eine Halbleiterschichtenfolge mit einer aktiven Schicht, die dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung zu erzeugen.

10 Beispielsweise erzeugt die aktive Schicht blaues und/oder ultraviolettes Licht.

Bevorzugt ist die Halbleiterschichtenfolge epitaktisch gewachsen. Ebenfalls bevorzugt basiert die

15 Halbleiterschichtenfolge auf ein Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial oder besteht aus einem solchen. Nitrid-Verbindungshalbleitermaterialien sind Verbindungshalbleitermaterialien, die Stickstoff enthalten, wie die bereits genannten Materialien aus dem System

20 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ mit $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x+y \leq 1$.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des strahlungsemittierenden Halbleiterchips ist die Halbleiterschichtenfolge auf einem Substrat angeordnet, das
25 transparent für die in der aktiven Schicht erzeugte elektromagnetische Strahlung ist. Der Begriff "transparent" bedeutet hierbei, dass das als transparent bezeichnete Element mindestens 85 %, bevorzugt mindestens 90 % und besonders bevorzugt mindestens 95 % oder mindestens 99% der
30 jeweiligen elektromagnetischen Strahlung transmittiert.

Beispielsweise handelt es sich bei dem Substrat um ein Aufwachssubstrat für die Halbleiterschichtenfolge.

- 3 -

Beispielsweise basiert die Halbleiterschichtenfolge auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial und das Substrat umfasst Saphir oder besteht aus Saphir. Saphir ist hierbei als Aufwachssubstrat für eine Halbleiterschichtenfolge geeignet,
5 die auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial basiert. Besonders bevorzugt ist die Halbleiterschichtenfolge auf dem Substrat epitaktisch aufgewachsen. Weiterhin ist ein Saphirsubstrat mit Vorteil in der Regel transparent für sichtbare elektromagnetische Strahlung und insbesondere für
10 blaues Licht.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des strahlungsemitierenden Halbleiterchips ist auf einer Hauptfläche des Substrats, die von der
15 Halbleiterschichtenfolge abgewandt ist, eine reflektierende Schicht angeordnet. Die reflektierende Schicht ist hierbei bevorzugt Teil des Halbleiterchips und beispielsweise an diesem stoffschlüssig fixiert. Insbesondere ist der Halbleiterchip bevorzugt frei von einem Bauelementgehäuse,
20 einem Verguss oder einem anderen mechanischen stabilisierenden Element. Vielmehr ist der Halbleiterchip besonders bevorzugt nur durch sein Substrat mechanisch stabil. Insbesondere ist die reflektierende Schicht bevorzugt nicht Teil des Bauelementgehäuses oder dazu vorgesehen, den
25 Halbleiterchip an einem Bauelementgehäuse oder einem anderen Träger zu befestigen. Besonders bevorzugt ist die reflektierende Schicht von außen frei zugänglich. Besonders bevorzugt ist die reflektierende Schicht diffus reflektierend für das Licht, das in der aktiven Schicht
30 erzeugt wird, ausgebildet. Beispielsweise ist die reflektierende Schicht in direktem Kontakt mit der Hauptfläche des Substrats angeordnet. Die reflektierende Schicht lenkt Strahlung der aktiven Schicht mit Vorteil zu

- 4 -

einer Strahlungsausstrittsfläche des Halbleiterchips, die der Hauptfläche des Substrats gegenüberliegt und erhöht so die Lichtausbeute aus dem Halbleiterchip. Bevorzugt verläuft die Strahlungsausstrittsfläche des Halbleiterchips parallel zur Hauptfläche des Substrats.

Besonders bevorzugt sind die Seitenflächen des Halbleiterchips frei von der reflektierenden Schicht. Auf diese Art und Weise ist eine Abstrahlung der in der aktiven Schicht erzeugten Strahlung über die Seitenflächen des Halbleiterchips möglich.

Bevorzugt ist die reflektierende Schicht elektrisch isolierend ausgebildet. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Halbleiterchips ist die reflektierende Schicht aus einem Harz gebildet, in das reflektierende Partikel eingebettet sind.

Das Harz weist bevorzugt einen Brechungsindex auf, der nicht größer als 1,45 ist.

Gemäß einer Ausführungsform des Halbleiterchips weisen die reflektierenden Partikel einen Volumenanteil zwischen einschließlich 50 Vol% und einschließlich 75 Vol% in der reflektierenden Schicht auf. Besonders bevorzugt weisen die reflektierenden Partikel einen Volumenanteil zwischen einschließlich 60 Vol% und einschließlich 75 Vol% in der reflektierenden Schicht auf. Hierbei ist das restliche Volumen der reflektierenden Schicht besonders bevorzugt durch das Harz gebildet. Eine derartige reflektierende Schicht ist mit Vorteil besonders hoch gefüllt mit reflektierenden Partikeln. Dies weist den Vorteil auf, dass neben einer hohen Reflexionswirkung der reflektierenden Schicht auch die

- 5 -

Wärmeleitfähigkeit der reflektierenden Schicht gegenüber einer ungefüllten Harzschicht erhöht ist. Auf diese Art und Weise kann Wärme, die im Betrieb des Halbleiterchips entsteht, besser an ein darunterliegendes Material abgegeben werden.

Besonders bevorzugt weisen die reflektierenden Partikel einen Brechungsindex von mindestens 2,2 auf.

10 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Halbleiterchips weisen die reflektierenden Partikel einen Durchmesser zwischen einschließlich 100 Nanometer und einschließlich 500 Nanometer auf.

15 Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Halbleiterchips handelt es sich bei dem Harz um Silikon und bei den reflektierenden Partikeln um Titanoxidpartikel. Besonders bevorzugt ist die reflektierende Schicht also aus Silikon gebildet, in das Titanoxidpartikel eingebettet sind.

20 Die reflektierende Schicht weist weiterhin besonders bevorzugt eine Dicke zwischen einschließlich 5 Mikrometer und einschließlich 15 Mikrometer auf.

25 Besonders bevorzugt weist die reflektierende Schicht eine Wärmeleitfähigkeit zwischen einschließlich 1 W/mK und einschließlich 2 W/mK auf. Dies ist gegenüber der Wärmeleitfähigkeit einer Harzschicht aus Silikon ohne Partikelfüllung, die etwa eine Wärmeleitfähigkeit kleiner als
30 0,2 W/mK aufweist, deutlich erhöht. Eine Wärmeleitfähigkeit zwischen einschließlich 1 W/mK und einschließlich 2 W/mK kann beispielsweise in der Regel mit einer reflektierenden Schicht

- 6 -

erzielt werden, bei der die reflektierenden Partikel einen Volumenanteil zwischen 50 Vol% und 75 Vol% aufweisen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des

5 strahlungsemittierenden Halbleiterchips ist zwischen der Hauptfläche des Substrats und der reflektierenden Schicht eine weitere transparente Harzschicht angeordnet. Bei der transparenten Harzschicht kann es sich beispielsweise um eine Silikonschicht handeln. Die transparente Harzschicht kann aus
10 dem gleichen Harz gebildet sein, das auch für die reflektierende Schicht verwendet wird. Besonders bevorzugt weist die transparente Harzschicht einen Brechungsindex auf, der nicht größer ist als 1,45.

15 Besonders bevorzugt ist die transparente Harzschicht in direktem Kontakt auf die Hauptfläche des Substrats aufgebracht und auf die transparente Harzschicht wiederum in direktem Kontakt die reflektierende Schicht. Die transparente Harzschicht hat den Effekt, dass Strahlung, die von der
20 aktiven Schicht ausgesandt wird und auf die reflektierende Schicht trifft, einen mittleren Brechungsindex des Harzes der reflektierenden Schicht und der Partikel der reflektierenden Schicht sieht und daher die reflektierende Schicht durchdringt anstatt reflektiert zu werden, wie gewünscht.

25

Bevorzugt ist die transparente Harzschicht möglichst dünn ausgebildet. Eine bevorzugte Untergrenze für die Dicke der transparenten Harzschicht liegt hierbei bei der Hälfte der Wellenlängen der von der aktiven Schicht ausgesandten
30 Strahlung. Gemäß einer Ausführungsform des Halbleiterchips weist die transparente Harzschicht eine Dicke zwischen einschließlich 150 Nanometer und einschließlich 1 Mikrometer auf. Beispielsweise weist die transparente Harzschicht eine

- 7 -

Dicke zwischen einschließlich 500 Nanometer und einschließlich 1 Mikrometer auf.

Der Brechungsindex der transparenten Harzschicht liegt
5 besonders bevorzugt zwischen einschließlich 1,33 und einschließlich 1,4.

Bei einer sehr vorteilhaften Ausführungsform des Halbleiterchips ist in direktem Kontakt auf die Hauptfläche
10 des Substrats eine transparente Harzschicht aus Silikon mit einer Dicke von etwa 1 Mikrometer aufgebracht. Auf der transparenten Harzschicht befindet sich wiederum in direktem Kontakt die reflektierende Schicht mit einer Dicke von etwa 10 Mikrometer. Die reflektierende Schicht ist hierbei aus
15 einem Silikon gebildet, in das Titandioxidpartikel mit einem Volumenanteil von zirka 75 % eingebettet sind.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der strahlungsemitierende Halbleiterchip weiterhin einen
20 Braggspiegel auf. Der Braggspiegel ist besonders bevorzugt zwischen der Hauptfläche des Substrats und der reflektierenden Schicht oder zwischen der Hauptfläche des Substrats und der transparenten Harzschicht angeordnet.

25 Eine bevorzugte Ausführungsform des Halbleiterchips weist hierbei in direktem Kontakt auf der Hauptfläche des Substrates einen Braggspiegel auf, auf dem in direktem Kontakt die reflektierende Schicht angeordnet ist. Alternativ hierzu ist es ebenfalls möglich, dass die Hauptfläche des
30 Substrates in direktem Kontakt mit dem Braggspiegel angeordnet ist, wobei die transparente Harzschicht auf den Braggspiegel ebenfalls in direktem Kontakt aufgebracht ist. Besonders bevorzugt ist hierbei auf die transparente

- 8 -

Harzschicht wiederum in direktem Kontakt die reflektierende Schicht aufgebracht.

Gemäß einer Ausführungsform des Halbleiterchips ist auf einer Hauptfläche der Halbleiterschichtenfolge, die von dem Substrat abgewandt ist, eine Konversionsschicht aufgebracht, die dazu geeignet ist, Strahlung der aktiven Schicht aus einem ersten Wellenlängenbereich in elektromagnetische Strahlung eines zweiten Wellenlängenbereichs umzuwandeln. Der erste Wellenlängenbereich ist hierbei verschieden von dem zweiten Wellenlängenbereich. Beispielsweise wandelt die Konversionsschicht blaue Strahlung der aktiven Schicht teilweise in gelbe und/oder rote und/oder grüne Strahlung um, so dass der Halbleiterchip im Betrieb weißes Licht aussendet.

Bei einem Verfahren zur Herstellung einer Vielzahl strahlungsemitterender Halbleiterchips wird zunächst ein Substratwafer bereitgestellt, auf dem eine Halbleiterschichtenfolge angeordnet ist. Die Halbleiterschichtenfolge weist eine aktive Schicht auf, die dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung zu erzeugen. Auf einer Hauptfläche der Halbleiterschichtenfolge, die von dem Substratwafer abgewandt ist, sind elektrische Kontakte angeordnet, über die die aktive Schicht mit Strom versorgt werden kann.

Gegebenenfalls wird der Substratwafer vor oder nach der Aufbringung der Halbleiterschichtenfolge auf eine geeignete Dicke gedünnt. Die Dicke des Substratwafers liegt bevorzugt zwischen einschließlich 150 Mikrometer und einschließlich 1 Millimeter.

- 9 -

Der Substratwafer ist bevorzugt transparent für die Strahlung der aktiven Schicht. Der Substratwafer kann weiterhin die gleichen Eigenschaften und Merkmale aufweisen, wie das Substrat. Der Substratwafer weist gegenüber dem Substrat
5 lediglich eine größere Fläche auf, da dieser zum Schluss des Verfahrens getrennt wird, so dass aus dem Substratwafer eine Vielzahl an Substraten entsteht. Beispielsweise ist der Substratwafer als Aufwachssubstrat für die Halbleiterschichtenfolge verwendet worden. Bevorzugt handelt
10 es sich bei dem Substratwafer um einen Saphirsubstratwafer.

In einem nächsten Schritt werden in den Substratwafer Bruchkeime entlang von Trennlinien eingebracht. Bevorzugt sind zwischen zwei direkt benachbarten Trennlinien jeweils
15 genau zwei elektrische Kontakte angeordnet. Die Trennlinien sind hierbei zunächst gedachte virtuelle Linien, entlang derer die späteren Halbleiterchips vereinzelt werden. Zum Einbringen der Bruchkeime kann beispielsweise ein Laser verwendet werden. Beispielsweise handelt es sich bei dem
20 Verfahren zum Einbringen der Bruchkeime in den Substratwafer um ein Stealth Dicing Verfahren.

In einem nächsten Schritt wird eine reflektierende Schicht auf eine Hauptfläche des Substratwafers aufgebracht,
25 besonders bevorzugt vollflächig. Schließlich erfolgt ein mechanisches Brechen des Substratwafers entlang der Trennlinien, sodass eine Vielzahl an strahlungsemitterenden Halbleiterchips entsteht. Bevorzugt erfolgt das Brechen entlang der Trennlinien nach dem Aufbringen der
30 reflektierenden Schicht. Hierbei ist die reflektierende Schicht bevorzugt ausgehärtet, so dass kein Material der reflektierenden Schicht auf die Seitenflächen der fertigen Halbleiterchips gelangen kann. Besonders bevorzugt stellt das

- 10 -

Brechen den letzten Verfahrensschritt des vorliegenden Verfahrens dar.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens wird nach dem

5 Einbringen der Bruchkeime und vor dem Aufbringen der reflektierenden Schicht eine transparente Harzschicht auf der Hauptfläche des Substratwafers angeordnet, bevorzugt vollflächig.

10 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens werden die reflektierende Schicht und/oder die transparente Harzschicht durch Sprühbeschichten aufgebracht. Mittels Sprühbeschichten können insbesondere Schichten mit sehr einheitlicher Dicke erzeugt werden. Besonders bevorzugt
15 weicht die Dicke der reflektierenden Schicht und/oder die Dicke der transparenten Harzschicht nicht mehr als 5 % von einem Mittelwert ab.

Bei einem Sprühbeschichtungsverfahren wird zunächst flüssiges
20 Harz, das bei der Herstellung der reflektierenden Schicht mit den reflektierenden Partikeln versehen ist, durch Sprühen auf die zu beschichtende Oberfläche aufgebracht und anschließend ausgehärtet.

25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens trennt das mechanische Brechen auch die reflektierende Schicht sowie alle weiteren Schichten, die sich auf dem Substratwafer befinden. Hierbei findet bevorzugt vor dem Brechen keine Vorbehandlung der reflektierenden Schicht, wie beispielsweise
30 Ritzen oder Abtragen entlang der Trennlinien statt. Bevorzugt entsteht bei dem mechanischen Brechen eine scharfe Kante der reflektierenden Schicht oder auch der weiteren Schichten, die sich auf dem Substratwafer befinden.

- 11 -

Weiterhin ist es auch möglich, dass zumindest die reflektierende Schicht vor dem Brechen entlang der Trennlinien angeritzt, abgetragen oder entfernt wird. Das Anritzen, Abtragen oder Entfernen kann beispielsweise mittels einer Laserbehandlung, etwa mit einem Pikosekundenlaser oder einem wasserstrahlgeführten Laser, mit einem Sägeblatt oder mit einer Klinge erfolgen.

Beispielsweise ist der strahlungsemittierende Halbleiterchip dazu geeignet, in einem strahlungsemittierenden Bauelement verwendet zu werden. Beispielsweise ist der strahlungsemittierende Halbleiterchip in die Ausnehmung eines Bauelementgehäuses eingebracht. Die Ausnehmung ist mit Vorteil mit einem Verguss versehen.

Eine Bodenfläche der Ausnehmung des Bauelementgehäuses wird besonders bevorzugt teilweise durch die Oberfläche eines in einen Gehäusekörper eingebetteten Leiterrahmens gebildet. Die Oberfläche des Leiterrahmens besteht besonders bevorzugt aus Silber. Bevorzugt ist der Halbleiterchip mit einer Rückseite, die einer Strahlungsaustrittsfläche gegenüberliegt, auf der Oberfläche des Leiterrahmens aufgebracht. Der hier beschriebene Halbleiterchip weist den Vorteil auf, dass die Reflexion von Strahlung, die zur Rückseite des Halbleiterchips ausgesandt wird, nicht nur durch die Oberfläche des Leiterrahmens zur Strahlungsaustrittsfläche des Halbleiterchips reflektiert wird, sondern auch zumindest durch die reflektierende Schicht.

Zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Bauelements kann beispielsweise ein hier beschriebener Halbleiterchip in die Ausnehmung eines Bauelementgehäuses geklebt werden.

- 12 -

Besonders bevorzugt sind hierbei die Seitenflächen des Halbleiterchips frei von Klebstoff. Dies weist den Vorteil auf, dass der Brechungsindex des verwendeten Klebstoffs im Wesentlichen frei gewählt werden kann.

5

Alternativ ist es auch möglich, dass der Klebstoff einen hohen Brechungsindex aufweist, bevorzugt von mindestens 1,5. Dies bietet den Vorteil, dass es nicht zwingend erforderlich ist, die Seitenflächen des Halbleiterchips frei von Klebstoff zu halten.

10

Besonders bevorzugt sind in das Vergussmaterial Leuchtstoffpartikel eingebracht, die auf einer Strahlungsausstrittsfläche des Halbleiterchips und auf einer Bodenfläche der Ausnehmung durch Sedimentation eine Konversionsschicht ausbilden.

15

Besonders bevorzugt sind die Leuchtstoffpartikel dazu geeignet, elektromagnetische Strahlung des Halbleiterchips aus einem ersten Wellenlängenbereich zumindest teilweise in einen zweiten Wellenlängenbereich zu konvertieren. Beispielsweise sendet der Halbleiterchip blaues Licht aus, das von den Leuchtstoffpartikeln zumindest teilweise in gelbes Licht umgewandelt wird.

20

25

Für die Leuchtstoffpartikel ist beispielsweise eines der folgenden Materialien geeignet: mit seltenen Erden dotierte Granate, mit seltenen Erden dotierte Erdalkalisulfide, mit seltenen Erden dotierte Thiogallate, mit seltenen Erden dotierte Aluminate, mit seltenen Erden dotierte Silikate, mit seltenen Erden dotierte Orthosilikate, mit seltenen Erden dotierte Chlorosilikate, mit seltenen Erden dotierte Erdalkalisiliziumnitride, mit seltenen Erden dotierte

30

- 13 -

Oxynitride, mit seltenen Erden dotierte Aluminiumoxinitride, mit seltenen Erden dotierte Siliziumnitride, mit seltenen Erden dotierte Sialone.

5 Eine Idee der vorliegenden Anmeldung ist es, auf die rückseitige Hauptfläche eines transparenten Substrats eines Halbleiterchips eine sehr dünne hoch reflektierende Schicht aufzubringen. Die reflektierende Schicht ist besonders bevorzugt aus einem Harz wie Silikon gebildet, in das
10 reflektierende Partikel, beispielsweise Titanoxidpartikel, mit einem hohen Füllgrad eingebracht sind. Eine solche reflektierende Schicht weist beispielsweise gegenüber einem Braggspiegel den Vorteil auf, eine hohe Wärmeleitfähigkeit zu haben und gleichzeitig eine sehr hohe Reflektivität für
15 sichtbares, insbesondere blaues Licht, der aktiven Schicht. So kann eine partikelgefüllte Harzschicht eine Reflektivität größer als 97 % für blaues Licht aufweisen. Dieser Wert liegt über dem Wert konventioneller Metallspiegel.

20 Die eine partikelgefüllte Harzschicht als reflektierende Schicht kann weiterhin mit Vorteil durch Sprühbeschichten aufgebracht werden. Diese Aufbringungsmethode erlaubt in der Regel eine sehr gute Kontrolle der Dicke der aufgetragenen Schicht. Weiterhin kann die reflektierende Schicht aufgrund
25 ihrer geringen Dicke bei einem mechanischen Brechen eines Chipwaferverbunds in eine Vielzahl einzelner Halbleiterchips unter Bildung einer scharfen Kante durchtrennt werden.

30 Merkmale und Ausgestaltungen, die vorliegend nur mit dem Halbleiterchip beschrieben sind, können ebenfalls bei dem Verfahren zur Herstellung des Halbleiterchips, dem Bauelement und dem Verfahren zur Herstellung des Bauelements ausgebildet sein und umgekehrt.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen.

5

Anhand der schematischen Schnittdarstellungen der Figuren 1 bis 8 wird ein Verfahren zur Herstellung einer Vielzahl strahlungsemittierender Halbleiterchips gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Figur 8 zeigt hierbei eine
10 Vielzahl fertiger Halbleiterchips gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel.

Anhand der schematischen Schnittdarstellungen der Figuren 9 bis 12 wird ein Verfahren zur Herstellung eines
15 strahlungsemittierenden Bauelements gemäß einem Ausführungsbeispiel näher beschrieben. Die schematische Schnittdarstellung der Figur 12 zeigt hierbei ein fertiges strahlungsemittierendes Bauelement gemäß einem Ausführungsbeispiel.

20

Anhand der schematischen Schnittdarstellung der Figur 13 wird die Funktionsweise eines strahlungsemittierenden Bauelementes, wie es beispielsweise in Figur 12 dargestellt ist, näher beschrieben.

25

Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu
30 betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente, insbesondere Schichtdicken, zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

- 15 -

Bei dem Verfahren gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figuren 1 bis 8 wird ein Substratwafer 1 bereitgestellt (Figur 1). Der Substratwafer 1 ist vorliegend aus Saphir gebildet. Dann wird, wie anhand von Figur 2 schematisch dargestellt, eine epitaktische Halbleiterschichtenfolge 2 epitaktisch auf dem Substratwafer 1 aufgewachsen und auf einer Hauptfläche der Halbleiterschichtenfolge 2, die von dem Substrat 1 abgewandt ist, eine Vielzahl elektrischer Kontakte 3 aufgebracht.

- Die Halbleiterschichtenfolge 2 umfasst hierbei eine aktive Schicht 4, die dazu geeignet ist, im Betrieb der fertigen Halbleiterchips blaues Licht zu erzeugen. Der Substratwafer 1 aus Saphir ist hierbei transparent für das blaue Licht der aktiven Schicht 4 ausgebildet. Die epitaktische Halbleiterschichtenfolge 2 basiert vorliegend bevorzugt auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial.

- In einem nächsten Schritt werden entlang von Trennlinien 5 Bruchkeime 6 mit Hilfe eines Lasers in den Substratwafer 1 eingebracht (Figur 3). Zwischen zwei direkt benachbarten Trennlinien 6 sind hierbei jeweils genau zwei elektrische Kontakte 3 angeordnet.

- Nach dem Einbringen der Bruchkeime 6 wird nun bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figuren 1 bis 8 ein Braggspiegel 7 vollflächig in direktem Kontakt auf eine Hauptfläche des Substratwafers 1 aufgebracht, die von der Halbleiterschichtenfolge 2 abgewandt ist (Figur 4).

- In einem weiteren Schritt wird auf den Braggspiegel 7 in direktem Kontakt eine transparente Harzschicht 8 angeordnet, beispielsweise durch Sprühbeschichten (Figur 5). Die

- 16 -

transparente Harzschicht 8 ist beispielsweise aus einem Silikon gebildet.

Schließlich wird in direktem Kontakt auf die transparente
5 Harzschicht 8 eine reflektierende Schicht 9 vollflächig
aufgebracht, bevorzugt ebenfalls durch Sprühbeschichten. Die
reflektierende Schicht 9 ist hierbei aus einem Harz gebildet
wie etwa Silikon, in das reflektierende Partikel eingebracht
sind. Die reflektierenden Partikel sind hierbei bevorzugt aus
10 Titanoxid gebildet (Figur 6).

Besonders bevorzugt wird die transparente Harzschicht 8 vor
dem Aufbringen der reflektierenden Schicht 9 ausgehärtet.
Ebenfalls wird die reflektierende Schicht 9 nach dem
15 Aufbringen bevorzugt ausgehärtet.

Schließlich wird der Chipverbund durch mechanisches Brechen
entlang der Trennlinien 5 in eine Vielzahl
strahlungsemitierender Halbleiterchips 10 vereinzelt (Figur
20 7).

Figur 8 zeigt schließlich die fertigen Halbleiterchips 10,
wie sie bei dem Verfahren gemäß dem Ausführungsbeispiel der
Figuren 1 bis 8 entstehen.

25 Jeder Halbleiterchip 10 weist hierbei ein Substrat 11 auf,
auf das eine epitaktische Halbleiterschichtenfolge 2 mit
einer aktiven Schicht 4 angeordnet ist. Die aktive Schicht 4
ist hierbei dazu geeignet, blaues Licht auszusenden. Auf
30 einer Hauptfläche der Halbleiterschichtenfolge 2, die von dem
Substrat 11 abgewandt ist, sind jeweils zwei elektrische
Kontakte 3 angeordnet, die zur elektrischen Kontaktierung der
aktiven Schicht 4 dienen.

- 17 -

Auf einer Hauptfläche des Substrats 1, die von der Halbleiterschichtenfolge 2 abgewandt ist, ist in direktem Kontakt ein Braggspiegel 7 aufgebracht. In direktem Kontakt auf den Braggspiegel 7 ist weiterhin eine transparente Harzschicht 8, vorliegend aus Silikon, angeordnet. Auf der transparenten Harzschicht 8 ist schließlich eine reflektierende Schicht 9 in direktem Kontakt angeordnet. Die reflektierende Schicht 9 ist aus einem Silikon gebildet, in das Titandioxidpartikel eingebracht sind.

Bei dem Verfahren gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figuren 9 bis 12 wird auf der Bodenfläche einer Ausnehmung 12 eines Bauelementgehäuses 13 ein Halbleiterchip 10 angeordnet. Der Halbleiterchip weist im Unterschied zu dem Halbleiterchip gemäß Figur 8 keinen Braggspiegel 7 auf, sondern nur eine transparente Harzschicht 8 und eine reflektierende Schicht 9 (Figur 9). Das Bauelementgehäuse 13 weist hierbei einen Leiterraahmen 14 auf, der in einen Gehäusekörper eingebettet ist. Der Gehäusekörper ist beispielsweise durch ein Epoxidharz gebildet. Der Leiterraahmen 14 ist beispielsweise aus Metall, etwa Silber, gebildet. Der Halbleiterchip 10 ist mit einer Hauptfläche der reflektierenden Schicht 9 auf einen Teil der Bodenfläche der Ausnehmung 12 montiert, der durch den Leiterraahmen 14 gebildet wird. Besonders bevorzugt wird der Halbleiterchip 10 durch Kleben an der Bodenfläche der Ausnehmung 12 befestigt.

Der Klebstoff weist entweder einen vergleichsweise niedrigen Brechungsindex oder einen vergleichsweise hohen Brechungsindex auf. Wird ein vergleichsweise niedriger Brechungsindex verwendet, so sind die Seiten des Halbleiterchips 10 hierbei besonders bevorzugt frei von einem

- 18 -

Klebstoff. Dies ist bei der Verwendung eines Klebstoffs mit einem höheren Brechungsindex nicht notwendig.

In einem weiteren Schritt, der schematisch in Figur 10 dargestellt ist, werden die vorderseitigen elektrischen Kontakte 3 des Halbleiterchips 10 jeweils mit einem Bonddraht 15 elektrisch leitend mit zwei verschiedenen Bereichen des Leiterrahmens 14 elektrisch leitend verbunden. Die beiden Bereiche des Leiterrahmens 14, die jeweils mit einem Bonddraht 15 versehen sind, sind hierbei durch einen Bereich des Gehäusekörpers elektrisch gegeneinander isoliert.

In einem nächsten Schritt, der schematisch in Figur 11 dargestellt ist, wird die Ausnehmung 12 des Bauelementgehäuses 13, in der der Halbleiterchip 10 angeordnet ist, mit einem Verguss 16 versehen. Der Verguss 16 ist vorliegend aus einem Silikon gebildet, in das Leuchtstoffpartikel eingebracht sind.

In einem nächsten Schritt, der schematisch in Figur 12 dargestellt ist, sedimentieren die Leuchtstoffpartikel und bilden eine dichte Konversionsschicht 17 auf einer Hauptfläche des Halbleiterchips 10 sowie auf den Teilen der Bodenfläche der Ausnehmung 12 aus, die frei zugänglich sind.

Figur 13 zeigt schematisch den markierten Ausschnitt des strahlungsemittierenden Bauelements der Figur 12. Anhand der Figur 13 sollen einige Details des Halbleiterchips 10 näher erläutert werden.

Aufgrund des vergleichsweise hohen Brechungsindex des Saphirsubstrates 11 ist es möglich, dass Licht, das in der aktiven Schicht 4 erzeugt und zu einer rückseitigen

- 19 -

Hauptfläche des Substrats 11 ausgesandt wird, innerhalb des Halbleiterchips 10 totalreflektiert wird. Je größer der Brechungsindexunterschied zwischen dem Substrat 11 und dem umgebenden Material ist, umso höher ist die

5 Wahrscheinlichkeit von Totalreflexion an den Grenzflächen des Saphirsubstrats. Indem auf der rückseitigen Hauptfläche des Substrats 11 eine dünne transparente Harzschicht 8, beispielsweise aus einem klaren Silikon mit einem möglichst geringen Brechungsindex, aufgebracht ist, kann die
10 Totalreflexion an der rückseitigen Hauptfläche des Substrats 11 maximiert werden, so dass Strahlung der aktiven Schicht 4, die zu der rückseitigen Hauptfläche des Substrats 11 ausgesandt wird, zu einer Strahlungsaustrittsfläche 18 des Halbleiterchips 10 umgelenkt wird. Die Dicke der
15 transparenten Harzschicht 8 weist hierbei bevorzugt einen Wert zwischen einschließlich 0,5 Mikrometer und einschließlich 1 Mikrometer auf.

In direktem Kontakt auf die transparente Harzschicht 8 ist
20 eine reflektierende Schicht 9 aus Silikon mit Titanoxidpartikeln aufgebracht. Die transparente Harzschicht 8 weist besonders bevorzugt eine Dicke von zirka 10 Mikrometer auf. Sollte Strahlung der aktiven Schicht 4 durch die transparente Harzschicht 8 hindurchdringen, so kann sie
25 durch die diffus reflektierende Schicht 9 zurückreflektiert werden. Die Dicke der reflektierenden Schicht 9 ist hierbei ein Kompromiss zwischen thermischer Leitfähigkeit und Reflektivität.

30 Aufgrund der reflektierenden Schicht 9 wird der Anteil an Strahlung des Halbleiterchips 10 verringert, der auf den Leiterrahmen 14 auftrifft. Da der Leiterrahmen 14 in der

- 20 -

Regel eine vergleichsweise niedrige Reflektivität aufweist, kann so der Verlust an Strahlung reduziert werden.

5 Weiterhin ist es möglich, dass zwischen dem Substrat 11 und der transparenten Harzschicht 9 ein Braggspiegel 7 angeordnet ist. Ist ein Braggspiegel 7 vorhanden, so definiert dieser in der Regel im Wesentlichen die interne Reflexion innerhalb des Halbleiterchips 10.

10 Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Anmeldung DE 102016113969.6, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

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

Bezugszeichenliste

	1	Substratwafer
	2	Halbleiterschichtenfolge
5	3	elektrische Kontakte
	4	aktive Schicht
	5	Trennlinie
	6	Bruchkeim
	7	Braggspiegel
10	8	transparente Harzschicht
	9	reflektierende Schicht
	10	Halbleiterchip
	11	Substrat
	12	Ausnehmung
15	13	Bauelementgehäuse
	14	Leiterrahmen
	15	Bonddraht
	16	Verguss
	17	Konversionsschicht
20	18	Strahlungsausstrittsfläche

- 22 -

Patentansprüche

1. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (10) mit:

- einer Halbleiterschichtenfolge (2) mit einer aktiven
5 Schicht (4), die dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung zu erzeugen, und
- einem Substrat (11), auf dem die Halbleiterschichtenfolge (2) angeordnet ist und das transparent für die in der aktiven Schicht (4) erzeugte elektromagnetische Strahlung ist,
- 10 - eine reflektierende Schicht (9), die auf einer Hauptfläche des Substrats (11) angeordnet ist, die von der Halbleiterschichtenfolge (2) abgewandt ist, wobei die reflektierende Schicht (9) aus einem Harz gebildet ist, in das reflektierende Partikeln eingebettet sind, wobei
- 15 - zwischen der Hauptfläche des Substrats (11) und der reflektierenden Schicht (9) eine weitere transparente Harzschicht (8) angeordnet ist.

2. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (10) nach dem
20 vorherigen Anspruch,
bei dem Seitenflächen des Halbleiterchips (10) frei sind von der reflektierenden Schicht (9).

3. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (10) nach einem der
25 obigen Ansprüche,
bei dem die reflektierenden Partikel in der reflektierenden Schicht (9) einen Volumenanteil zwischen einschließlich 50 Vol% und einschließlich 75 Vol% aufweisen.

30 4. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (10) nach einem der obigen Ansprüche,
bei dem die reflektierenden Partikel einen Brechungsindex von mindestens 2,2 aufweisen.

- 23 -

5. Strahlungsemittierenden Halbleiterchip (10) nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem die reflektierenden Partikel aus Titanoxid gebildet sind und das Harz Silikon ist.

6. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (10) nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem die reflektierende Schicht (9) eine Dicke zwischen einschließlich 5 Mikrometer und einschließlich 15 Mikrometer aufweist.

7. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (10) nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem die reflektierende Schicht (9) eine Wärmeleitfähigkeit zwischen einschließlich 1 W/mK und einschließlich 2 W/mK aufweist.

8. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (10) nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem die transparente Harzschicht (8) eine Dicke zwischen einschließlich 150 Nanometer und einschließlich 1 Mikrometer aufweist.

9. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (10) nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem die transparente Harzschicht (8) in direktem Kontakt auf die Hauptfläche des Substrats (11) aufgebracht ist und die reflektierende Schicht (9) in direktem Kontakt auf die transparente Harzschicht (8).

10. Strahlungsemittierender Halbleiterchip (10) nach einem der obigen Ansprüche,

- 24 -

bei dem zwischen der Hauptfläche des Substrats (11) und der reflektierenden Schicht (9) oder zwischen der Hauptfläche des Substrats (11) und der transparenten Harzschicht (8) ein Braggspiegel (7) angeordnet ist.

5

11. Verfahren zur Herstellung einer Vielzahl

strahlungsemitterender Halbleiterchips (10) mit den folgenden Schritten:

- 10 - Bereitstellen eines Substratwafers (1), auf dem eine Halbleiterschichtenfolge (2) mit einer aktiven Schicht (4), die dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung zu erzeugen, angeordnet ist, wobei der Substratwafer (1) transparent für die Strahlung der aktiven Schicht (4) ist,
- Einbringen von Bruchkeimen (6) im Substratwafer (1) entlang
15 von Trennlinien (5),
- vollflächiges Aufbringen einer reflektierenden Schicht (9) auf eine Hauptfläche des Substratwafers (1), und
- mechanisches Brechen entlang der Trennlinien (5), so dass eine Vielzahl an strahlungsemitterenden Halbleiterchips (10)
20 entsteht, wobei
- zwischen der Hauptfläche des Substrats (11) und der reflektierenden Schicht (9) eine weitere transparente Harzschicht (8) angeordnet wird.

25 12. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, bei dem nach dem Einbringen der Bruchkeime (6) und vor dem Aufbringen der reflektierenden Schicht (9) die transparente Harzschicht (8) vollflächig auf der Hauptfläche des Substratwafers (1) angeordnet wird.

30

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 12,

- 25 -

bei dem die reflektierende Schicht (9) und/oder die transparente Harzschicht (8) durch Sprühbeschichten aufgebracht werden.

- 5 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei dem während des Brechens eine scharfe Kante der reflektierenden Schicht (9) und/oder der transparenten Harzschicht (8) entsteht.
- 10 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei dem zumindest die reflektierende Schicht (9) vor dem Brechen entlang der Trennlinien (5) angeritzt, abgetragen oder entfernt wird.
- 15 16. Strahlungsemittierendes Bauelement mit einem strahlungsemittierenden Halbleiterchip (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10.
- 20 17. Strahlungsemittierendes Bauelement nach dem vorherigen Anspruch, bei dem der Halbleiterchip (10) in die Ausnehmung (12) eines Bauelementgehäuses (13) eingebracht ist, die mit einem Verguss (16) versehen ist.
- 25 18. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Bauelements nach einem der Ansprüche 16 oder 17, mit den Schritten:
- Kleben eines Halbleiterchips (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in die Ausnehmung (12) eines Bauelementgehäuses (13),
 - 30 - Vergießen des Halbleiterchips (10).
19. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch,

- 26 -

bei dem in das Vergussmaterial Leuchtstoffpartikel
eingebracht sind, die auf einer Strahlungsausstrittsfläche
(18) des Halbleiterchips (10) und auf einer Bodenfläche der
Ausnehmung (12) durch Sedimentation eine Konversionsschicht
5 (17) ausbilden.

FIG 1



FIG 2

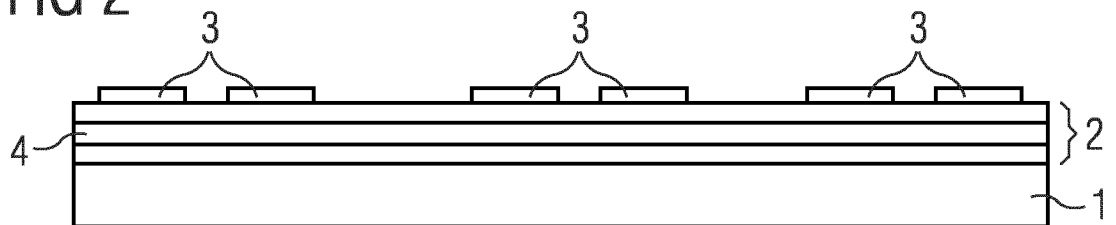


FIG 3

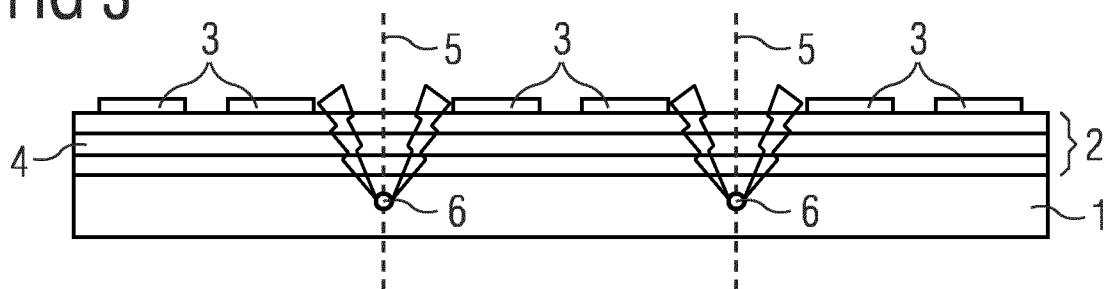


FIG 4

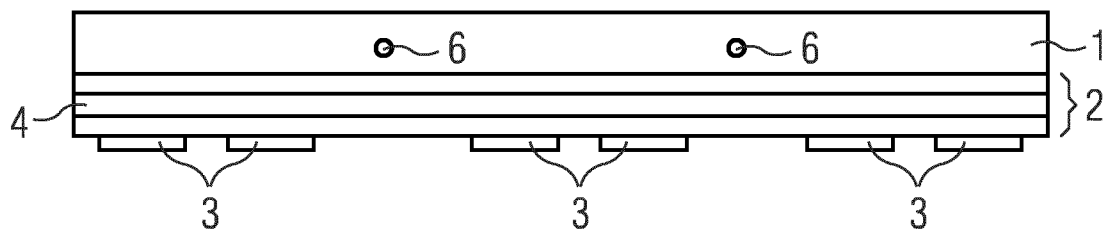


FIG 5

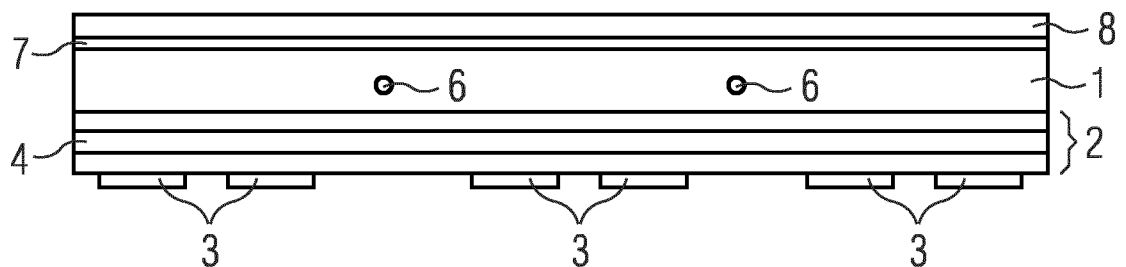


FIG 6

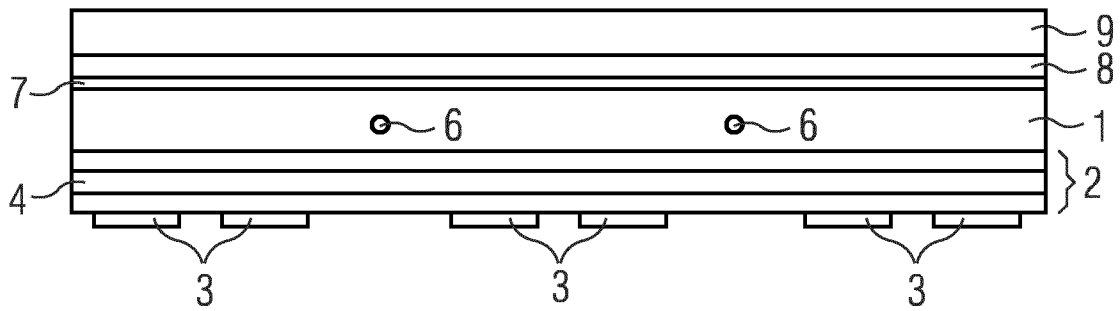


FIG 7

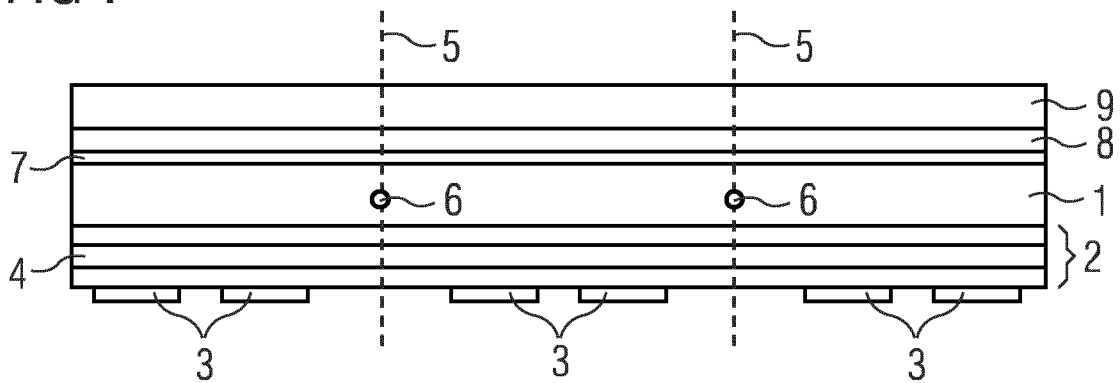


FIG 8

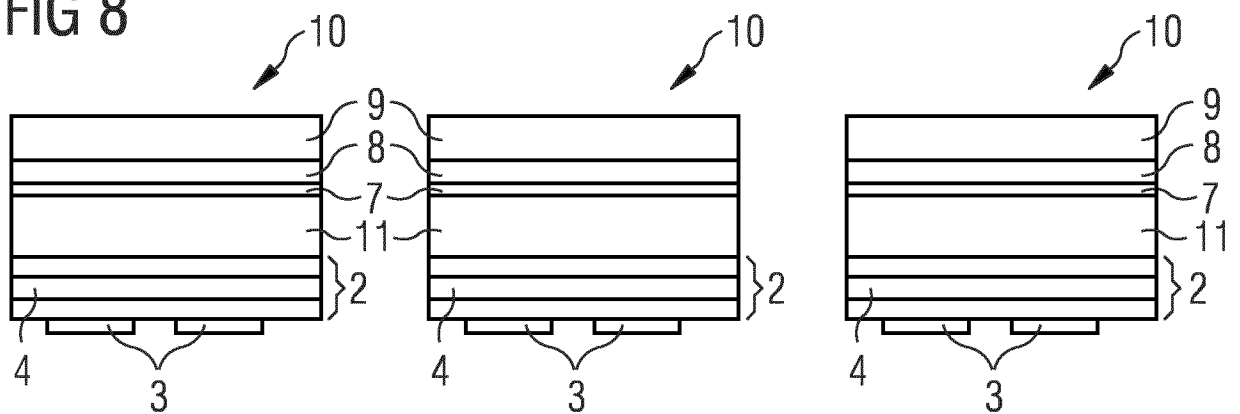


FIG 9

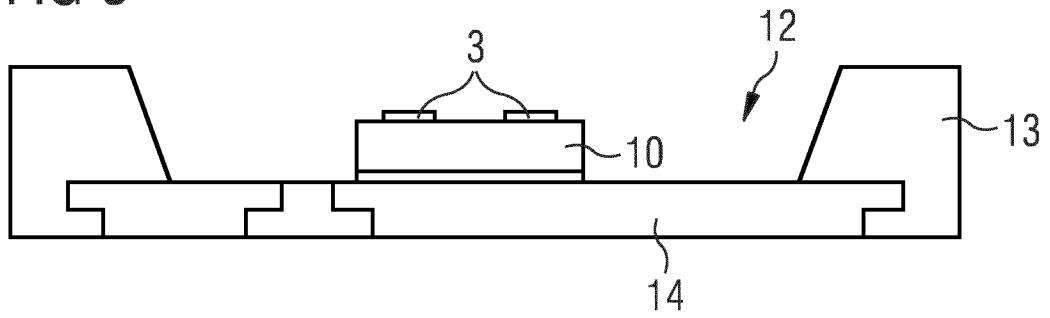


FIG 10

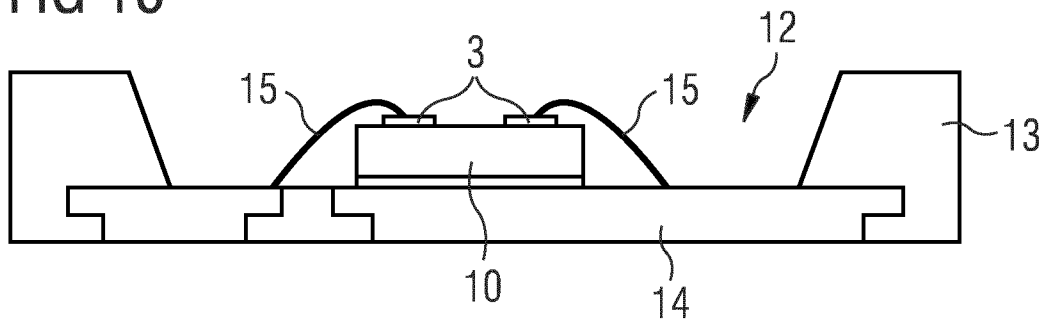


FIG 11

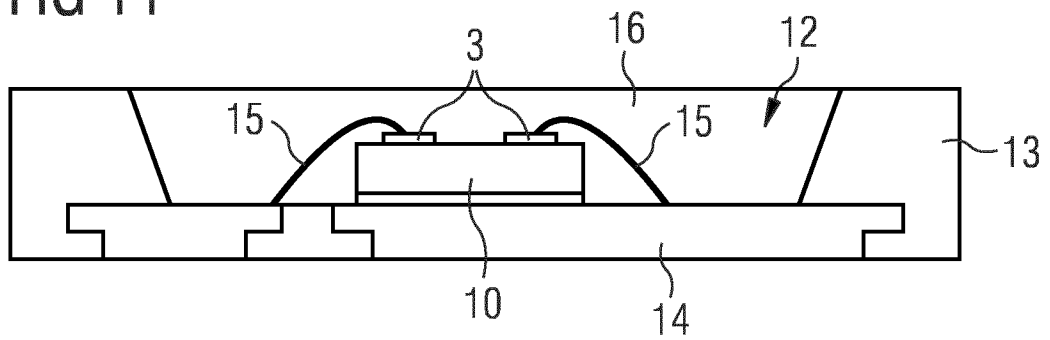


FIG 12

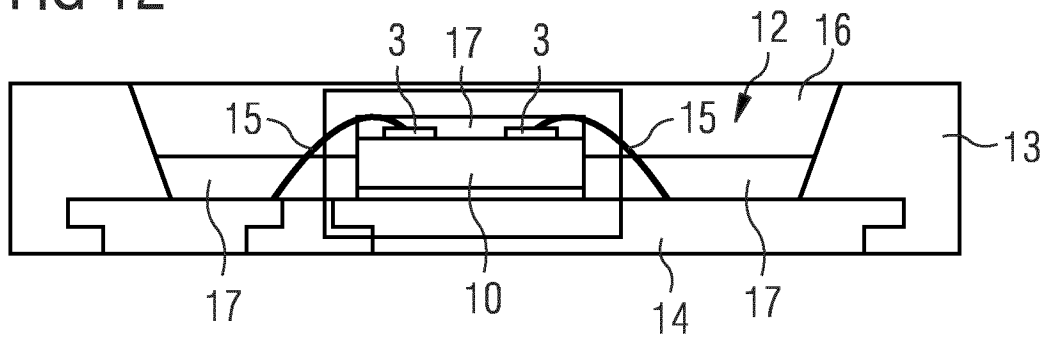
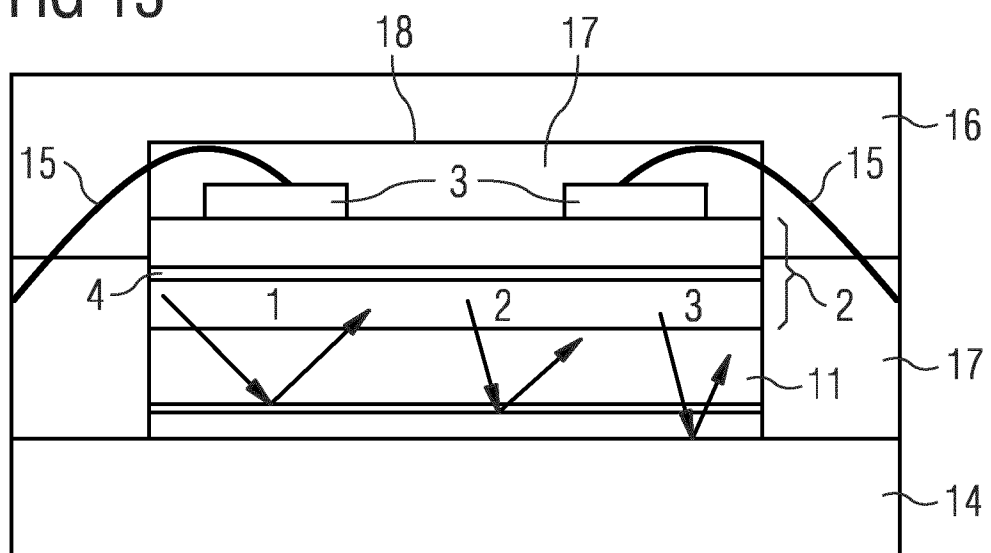


FIG 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/068791

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L33/46 H01L33/00
ADD. H01L33/60 H01L33/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L

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

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

EPO-Internal, 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	EP 2 819 185 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 31 December 2014 (2014-12-31)	1-10,16
Y	paragraph [0029] - paragraph [0225];	17-19
A	figures 1-34	11-15

X	DE 10 2014 117591 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 2 June 2016 (2016-06-02)	11-15
A	paragraphs [0038] - [0040], [0063] - [0079]; figures 1-11	1-10, 16-19

Y	EP 1 221 724 A2 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 10 July 2002 (2002-07-10)	17-19
A	paragraphs [0018] - [0021], [0045] - [0055]; figures 1-5	1-10,16

	-/-	



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

6 September 2017

Date of mailing of the international search report

14/09/2017

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

Albrecht, Claus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/068791

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2015/214439 A1 (HERNER SCOTT BRAD [US]) 30 July 2015 (2015-07-30) paragraphs [0017] - [0040]; figures 1A-10 -----	1,11-16
A	EP 2 945 197 A1 (KONICA MINOLTA INC [JP]) 18 November 2015 (2015-11-18) paragraphs [0015] - [0128]; figures 1-7 -----	1-11, 16-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/068791

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2819185	A1	31-12-2014	
		CN 104205371 A	10-12-2014
		CN 104205372 A	10-12-2014
		EP 2819185 A1	31-12-2014
		EP 2822045 A1	07-01-2015
		JP 5861115 B2	16-02-2016
		JP W02013179624 A1	18-01-2016
		JP W02013179625 A1	18-01-2016
		US 2015077982 A1	19-03-2015
		US 2015137149 A1	21-05-2015
		WO 2013179624 A1	05-12-2013
		WO 2013179625 A1	05-12-2013
DE 102014117591	A1	02-06-2016	
		DE 102014117591 A1	02-06-2016
		WO 2016087374 A1	09-06-2016
EP 1221724	A2	10-07-2002	
		BR 9706787 A	13-04-1999
		CN 1207206 A	03-02-1999
		CN 1515623 A	28-07-2004
		CN 1558454 A	29-12-2004
		CN 1558455 A	29-12-2004
		CN 1560931 A	05-01-2005
		CN 1567608 A	19-01-2005
		CN 101081909 A	05-12-2007
		CN 101081910 A	05-12-2007
		DE 19638667 A1	02-04-1998
		DE 29724284 U1	21-09-2000
		DE 29724382 U1	21-12-2000
		DE 29724849 U1	30-09-2004
		DE 59708820 D1	09-01-2003
		EP 0862794 A1	09-09-1998
		EP 1221724 A2	10-07-2002
		JP 3364229 B2	08-01-2003
		JP 3824917 B2	20-09-2006
		JP 3866091 B2	10-01-2007
		JP 3866092 B2	10-01-2007
		JP 4001703 B2	31-10-2007
		JP 4233252 B2	04-03-2009
		JP H11500584 A	12-01-1999
		JP 2000236112 A	29-08-2000
		JP 2002208733 A	26-07-2002
		JP 2002232002 A	16-08-2002
		JP 2002249769 A	06-09-2002
		JP 2002317177 A	31-10-2002
		JP 2002317178 A	31-10-2002
		JP 2008103756 A	01-05-2008
		JP 2009071336 A	02-04-2009
		JP 2012238909 A	06-12-2012
		KR 19990071493 A	27-09-1999
		KR 20050084534 A	26-08-2005
		KR 20050084535 A	26-08-2005
		KR 20060097745 A	14-09-2006
		KR 20070068489 A	29-06-2007
		KR 20070070262 A	03-07-2007
		KR 20080085097 A	22-09-2008
		KR 20080086557 A	25-09-2008
		US 6066861 A	23-05-2000
		US 6245259 B1	12-06-2001
		US 6277301 B1	21-08-2001

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/068791

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
		US 2001028053 A1	11-10-2001	
		US 2001045647 A1	29-11-2001	
		US 2004016908 A1	29-01-2004	
		US 2004084687 A1	06-05-2004	
		US 2007216281 A1	20-09-2007	
		US 2010176344 A1	15-07-2010	
		WO 9812757 A1	26-03-1998	

US 2015214439	A1	30-07-2015	TW 201541660 A	01-11-2015
			US 2015214439 A1	30-07-2015
			WO 2015112943 A1	30-07-2015

EP 2945197	A1	18-11-2015	EP 2945197 A1	18-11-2015
			JP W02014109293 A1	19-01-2017
			US 2015353740 A1	10-12-2015
			WO 2014109293 A1	17-07-2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L33/46 H01L33/00
ADD. H01L33/60 H01L33/50

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L

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	EP 2 819 185 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 31. Dezember 2014 (2014-12-31)	1-10, 16
Y	Absatz [0029] - Absatz [0225]; Abbildungen	17-19
A	1-34	11-15

X	DE 10 2014 117591 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 2. Juni 2016 (2016-06-02)	11-15
A	Absätze [0038] - [0040], [0063] - [0079]; Abbildungen 1-11	1-10, 16-19

Y	EP 1 221 724 A2 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 10. Juli 2002 (2002-07-10)	17-19
A	Absätze [0018] - [0021], [0045] - [0055]; Abbildungen 1-5	1-10, 16

	-/-	

☒ 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

6. September 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/09/2017

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

Albrecht, Claus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2015/214439 A1 (HERNER SCOTT BRAD [US]) 30. Juli 2015 (2015-07-30) Absätze [0017] - [0040]; Abbildungen 1A-10 -----	1,11-16
A	EP 2 945 197 A1 (KONICA MINOLTA INC [JP]) 18. November 2015 (2015-11-18) Absätze [0015] - [0128]; Abbildungen 1-7 -----	1-11, 16-19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/068791

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2819185	A1	31-12-2014	CN 104205371 A 10-12-2014
			CN 104205372 A 10-12-2014
			EP 2819185 A1 31-12-2014
			EP 2822045 A1 07-01-2015
			JP 5861115 B2 16-02-2016
			JP W02013179624 A1 18-01-2016
			JP W02013179625 A1 18-01-2016
			US 2015077982 A1 19-03-2015
			US 2015137149 A1 21-05-2015
			WO 2013179624 A1 05-12-2013
			WO 2013179625 A1 05-12-2013
DE 102014117591	A1	02-06-2016	DE 102014117591 A1 02-06-2016
			WO 2016087374 A1 09-06-2016
EP 1221724	A2	10-07-2002	BR 9706787 A 13-04-1999
			CN 1207206 A 03-02-1999
			CN 1515623 A 28-07-2004
			CN 1558454 A 29-12-2004
			CN 1558455 A 29-12-2004
			CN 1560931 A 05-01-2005
			CN 1567608 A 19-01-2005
			CN 101081909 A 05-12-2007
			CN 101081910 A 05-12-2007
			DE 19638667 A1 02-04-1998
			DE 29724284 U1 21-09-2000
			DE 29724382 U1 21-12-2000
			DE 29724849 U1 30-09-2004
			DE 59708820 D1 09-01-2003
			EP 0862794 A1 09-09-1998
			EP 1221724 A2 10-07-2002
			JP 3364229 B2 08-01-2003
			JP 3824917 B2 20-09-2006
			JP 3866091 B2 10-01-2007
			JP 3866092 B2 10-01-2007
			JP 4001703 B2 31-10-2007
			JP 4233252 B2 04-03-2009
			JP H11500584 A 12-01-1999
			JP 2000236112 A 29-08-2000
			JP 2002208733 A 26-07-2002
			JP 2002232002 A 16-08-2002
			JP 2002249769 A 06-09-2002
			JP 2002317177 A 31-10-2002
			JP 2002317178 A 31-10-2002
			JP 2008103756 A 01-05-2008
			JP 2009071336 A 02-04-2009
			JP 2012238909 A 06-12-2012
			KR 19990071493 A 27-09-1999
			KR 20050084534 A 26-08-2005
			KR 20050084535 A 26-08-2005
			KR 20060097745 A 14-09-2006
			KR 20070068489 A 29-06-2007
			KR 20070070262 A 03-07-2007
			KR 20080085097 A 22-09-2008
			KR 20080086557 A 25-09-2008
			US 6066861 A 23-05-2000
			US 6245259 B1 12-06-2001
			US 6277301 B1 21-08-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/068791

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
		US 2001028053 A1	11-10-2001
		US 2001045647 A1	29-11-2001
		US 2004016908 A1	29-01-2004
		US 2004084687 A1	06-05-2004
		US 2007216281 A1	20-09-2007
		US 2010176344 A1	15-07-2010
		WO 9812757 A1	26-03-1998

US 2015214439 A1	30-07-2015	TW 201541660 A	01-11-2015
		US 2015214439 A1	30-07-2015
		WO 2015112943 A1	30-07-2015

EP 2945197 A1	18-11-2015	EP 2945197 A1	18-11-2015
		JP WO2014109293 A1	19-01-2017
		US 2015353740 A1	10-12-2015
		WO 2014109293 A1	17-07-2014
