(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
23. März 2017 (23.03.2017)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/045995 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 67/00 (2017.01) *H01L 33/20* (2010.01)
B33Y 10/00 (2015.01) *H01L 33/32* (2010.01)
B33Y 30/00 (2015.01) *H01L 33/38* (2010.01)
B33Y 70/00 (2015.01) *H01L 33/46* (2010.01)
H01L 27/15 (2006.01) *H01S 5/026* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/071202

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. September 2016 (08.09.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 115 810.8
18. September 2015 (18.09.2015) DE

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

(72) Erfinder: **GMEINWIESER, Nikolaus**; Dürerstr. 6, 93093 Donaustauf (DE). **VON MALM, Norwin**; Stockloher Str. 8, 93152 Nittendorf (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Schloßschmidstr. 5, 80639 München (DE).

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

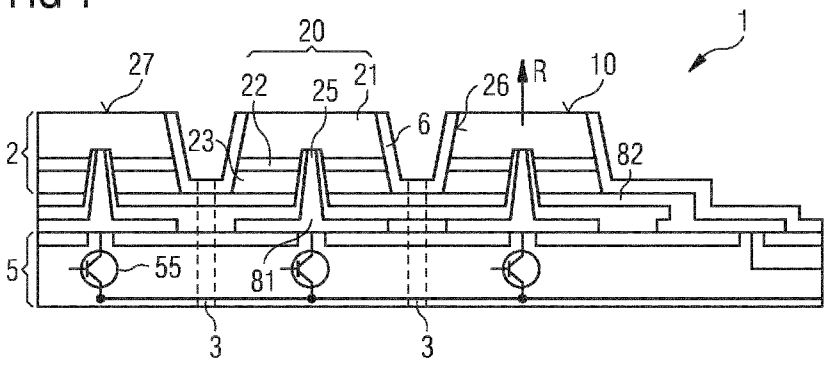
Veröffentlicht:

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

(54) **Title**: OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT AND 3D PRINTER COMPRISING SAID SEMICONDUCTOR COMPONENT

(54) **Bezeichnung** : OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUTEIL UND 3D-DRUCKER DAMIT

FIG 1



(57) **Abstract**: The optoelectronic semiconductor component (1) comprises a support (5) and a plurality of pixels (20) which can be actuated individually and which emit radiation (R) during the operation of the optoelectronic semiconductor component (1). The pixels (20) are made of a semiconductor material and are applied onto the support (5). The optoelectronic semiconductor component (1) contains a plurality of transport channels (3) which are designed to transport a gas and/or a liquid through the optoelectronic semiconductor component (1) in a direction transversely to and, within the optoelectronic semiconductor component (1), towards a radiation outlet side (10). Furthermore, the pixels (20) are designed to emit radiation (R) with a wavelength of a maximum intensity of 470 nm or less.

(57) **Zusammenfassung**: Es umfasst das optoelektronische Halbleiterbauteil (1) einen Träger (5) sowie eine Vielzahl von einzeln ansteuerbaren, im Betrieb des optoelektronischen Halbleiterbauteils (1) Strahlung (R) emittierenden Bildpunkten (20). Dabei sind die Bildpunkte (20) aus einem Halbleitermaterial gebildet

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/045995 A1

und auf dem Träger (5) angebracht. Das optoelektronische Halbleiterbauteil (1) enthält eine Vielzahl von Transportkanälen (3), die zu einem Transport eines Gases und/oder einer Flüssigkeit durch das optoelektronische Halbleiterbauteil (1) hindurch in Richtung quer zu und, innerhalb des optoelektronischen Halbleiterbauteils (1), hin zu einer Strahlungsaustrittsseite (10) eingerichtet sind. Ferner sind die Bildpunkte (20) dazu bestimmt, Strahlung (R) mit einer Wellenlänge maximaler Intensität von 470 nm oder weniger zu emittieren.

OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUTEIL UND 3D-DRUCKER DAMIT

Es wird ein optoelektronisches Halbleiterbauteil angegeben. Darüber hinaus wird ein 3D-Drucker angegeben.

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein optoelektronisches Halbleiterbauteil anzugeben, mit dem effizient ein schnelles 3D-Drucken realisierbar ist.

Diese Aufgabe wird unter anderem durch ein optoelektronisches Halbleiterbauteil und durch einen 3D-Drucker mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das optoelektronische Halbleiterbauteil einen Träger. Bei dem Träger handelt es sich bevorzugt um diejenige Komponente des Halbleiterbauteils, die dieses mechanisch trägt und stützt. Bevorzugt ist der Träger mechanisch starr, sodass im bestimmungsgemäßen Gebrauch des Halbleiterbauteils keine oder keine signifikante Durchbiegung des Trägers erfolgt. Zusätzlich zu einer mechanischen Funktion kann der Träger elektronisch funktionalisiert sein. Beispielsweise beinhaltet der Träger dann elektronische Komponenten zu einer Ansteuerung des Halbleiterbauteils.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Halbleiterbauteil eine Vielzahl von einzeln ansteuerbaren, im Betrieb Strahlung emittierenden Bildpunkten. Die Bildpunkte sind dabei jeweils aus oder mit zumindest einem Halbleitermaterial gebildet. Beispielsweise sind die

Bildpunkte durch einzelne Leuchtdioden, kurz LEDs, gebildet. Ebenso ist es möglich, dass die Bildpunkte durch Pixel innerhalb eines Leuchtdiodenchips realisiert sind. Auch Mischformen hieraus sind möglich.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Bildpunkte an dem Träger angebracht. Beispielsweise sind die Bildpunkte auf den Träger aufgelötet oder aufgeklebt. Ebenso ist es möglich, dass es sich bei dem Träger selbst um ein Aufwachssubstrat eines Halbleitermaterials für die Bildpunkte handelt oder dass der Träger von einem Aufwachssubstrat verschieden ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Halbleiterbauteil eine Vielzahl von Transportkanälen auf. Die Transportkanäle sind im bestimmungsgemäßen Gebrauch des Halbleiterbauteils zum Transport eines Gases und/oder einer Flüssigkeit durch das Halbleiterbauteil hindurch eingerichtet. Ein Transport des Gases und/oder der Flüssigkeit erfolgt dabei überwiegend oder ausschließlich in Richtung quer zu einer Strahlungsaustrittsseite des Halbleiterbauteils. Quer bedeutet insbesondere in einem Winkel ungleich 0° und somit nicht parallel zur Strahlungsaustrittsseite, beispielsweise in einem Winkel von mindestens 45 ° oder 60 ° und/oder von höchstens 90 ° oder 85 °. Die Strahlungsaustrittsseite ist dabei insbesondere eine ebene, reale oder fiktive Fläche, an der die im Betrieb im Halbleiterbauteil erzeugte Strahlung aus diesem heraustritt. Bevorzugt umfasst die Strahlungsaustrittsseite teilweise oder vollständig Strahlung emittierende Begrenzungsflächen und/oder Oberseiten der Bildpunkte.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Transportkanäle zu einem Transport des Gases oder der

Flüssigkeit hin zur Strahlungsaustrittsseite eingerichtet, insbesondere ausschließlich hin zur Strahlungsaustrittsseite. Das heißt, im bestimmungsgemäßen Gebrauch des Halbleiterbauteils erfolgt kein oder kein signifikanter Transport eines Gases oder einer Flüssigkeit von der Strahlungsaustrittsseite aus ausgehend durch das Halbleiterbauteil hindurch. Mit anderen Worten bilden die Transportkanäle dann eine Art Einbahnstraße für das Gas und/oder die Flüssigkeit. Über das gesamte Halbleiterbauteil hinweg liegt bevorzugt dieselbe Transportrichtung oder Haupttransportrichtung vor.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Bildpunkte dazu eingerichtet, Strahlung mit einer Wellenlänge maximaler Intensität, auch als peak wavelength bezeichnet, von höchstens 470 nm oder 420 nm oder 380 nm zu emittieren. Alternativ oder zusätzlich liegt die Wellenlänge maximaler Intensität bei mindestens 200 nm oder 300 nm oder 330 nm. Mit anderen Worten wird von den Bildpunkten ultraviolette Strahlung oder blaues Licht emittiert.

In mindestens einer Ausführungsform umfasst das optoelektronische Halbleiterbauteil einen Träger sowie eine Vielzahl von einzeln ansteuerbaren, im Betrieb Strahlung emittierenden Bildpunkten. Dabei sind die Bildpunkte aus zumindest einem Halbleitermaterial gebildet und auf dem Träger angebracht. Das Halbleiterbauteil enthält eine Vielzahl von Transportkanälen, die zu einem Transport eines Gases und/oder einer Flüssigkeit durch das Halbleiterbauteil hindurch in Richtung quer zu und, innerhalb des Halbleiterbauteils, hin zu einer Strahlungsaustrittsseite des Halbleiterbauteils eingerichtet sind. Ferner sind die

Bildpunkte dazu bestimmt, Strahlung mit einer Wellenlänge maximaler Intensität von 470 nm oder weniger zu emittieren.

Mit dem hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterbauteil ist es möglich, ein 3D-Druckverfahren zu realisieren. Dabei wird eine mit Licht aushärtbare Druckflüssigkeit verwendet, aus der ein herzustellendes Objekt aufgebaut wird. Durch die einzelnen Bildpunkte wird bevorzugt optisch unmittelbar schichtweise die Flüssigkeit strukturiert beleuchtet, sodass sich das herzustellende Objekt aus den beleuchteten und damit ausgehärteten Bereichen der Druckflüssigkeit zusammensetzt. Dies ist insbesondere dadurch ermöglicht, dass das Halbleiterbauteil Transportkanäle für eine Flüssigkeit und/oder für ein Gas aufweist, durch das hindurch entweder die Druckflüssigkeit selbst oder ein Inhibitorgas einem Druckraum des 3D-Drucksrs zuführbar ist. Mit einem solchen Halbleiterbauteil ist eine hohe räumliche Auflösung und gleichzeitig eine hohe 3D-Druckgeschwindigkeit erzielbar.

Bei herkömmlichen 3D-Druckverfahren wird ein 3D-Objekt etwa aus einem Pulverbad heraus durch selektives Aufheizen oder Beleuchten von Teilgebieten des Pulvers sequenziell aufgebaut. Solche 3D-Druckverfahren sind vergleichsweise langsam und daher für eine großindustrielle Herstellung von 3D-Objekten, etwa von Gehäusen für Leuchtdiodenbauteile, unwirtschaftlich. Aus der Druckschrift John R. Tumblestone, „Continuous Liquid Interface Production of 3D Objects“ in der Zeitschrift Science, Nummer 347, Ausgabe 6228 vom 20. März 2015, Seiten 1349 bis 1352, ist ein 3D-Druckverfahren bekannt. Dabei wird über einen Spiegel durch eine sauerstoffdurchlässige Membran hindurch ein zweidimensionales Bild in eine Druckflüssigkeit projiziert. Nahe der

sauerstoffdurchlässigen Membran befindet sich eine Zone, in der ein vergleichsweise hoher Sauerstoffanteil vorliegt und in der somit keine Aushärtung der Druckflüssigkeit erfolgt. Das herzustellende 3D-Objekt wird in Richtung weg von der sauerstoffdurchlässigen Membran gezogen, wodurch von Seiten her ständig Druckflüssigkeit nachfließt. Der Offenbarungsgehalt dieser Druckschrift hinsichtlich verwendeter Materialien für die Druckflüssigkeit und die Membran, einer Bestimmung der Dicke der sauerstoffhaltigen Schicht an der Membran und vorteilhafter Beleuchtungsstärken wird durch Rückbezug mit aufgenommen.

Mit dem hier beschriebenen Halbleiterbauteil ist es möglich, auf Zwischenoptiken und auf Abbildungseinheiten zu verzichten und den 3D-Druckprozess zu beschleunigen. Ebenso können gleichzeitig hohe räumliche Auflösungen erzielt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind alle Bildpunkte des Halbleiterbauteils aus derselben Halbleiterschichtenfolge hergestellt. Beispielsweise wird eine Halbleiterschichtenfolge zusammenhängend auf einem Aufwachssubstrat aufgewachsen und nachfolgend durch ein Ätzen zu den Bildpunkten strukturiert. Damit ist insbesondere die Halbleiterschichtenfolge über alle Bildpunkte hinweg gleich aufgebaut. Eine Position der Bildpunkte relativ zueinander ist gegenüber der gewachsenen Halbleiterschichtenfolge durch das Ätzen und durch das Positionieren auf dem Träger bevorzugt nicht verändert. Ferner emittieren alle Bildpunkte dann Strahlung derselben Wellenlänge, im Rahmen der Herstellungstoleranzen für die Halbleiterschichtenfolge. Entsprechende Bildpunkte und Halbleiterschichtenfolgen sind aus der Druckschrift US 2015/0014716 A1 bekannt, deren Offenbarungsgehalt hinsichtlich des Trägers und der

Halbleiterschichtenfolge durch Rückbezug mit aufgenommen wird.

Es ist dabei möglich, dass mehrere solcher Halbleiterschichtenfolgen, die jeweils eine Vielzahl von Bildpunkten enthalten, wiederum matrixartig an dem Träger angebracht sind und so das Halbleiterbauteil bilden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform befindet sich auf dem Träger eine Vielzahl von Leuchtdiodenchips oder auch von Laserdiodenchips. Dabei ist es möglich, dass jeder der Bildpunkte durch genau einen solchen Chip gebildet ist. Insbesondere bei den Leuchtdiodenchips handelt es sich beispielsweise um sogenannte Flip-Chips. Die Transportkanäle sind in diesem Fall zum Beispiel durch Bohrungen durch die Chips hindurch gebildet. Alternativ sind die Transportkanäle in Zwischenräumen zwischen den Chips angeordnet, wobei sich zwischen benachbarten Chips ein Vergusskörper befinden kann, der Löcher für die Transportkanäle aufweisen kann.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist einem oder einigen oder den meisten oder jedem der Bildpunkte je einer oder mehrerer der Transportkanäle zugeordnet. Insbesondere ist jedem der Bildpunkte genau einer der Transportkanäle zugeordnet. Den meisten Bildpunkten bedeutet zum Beispiel mindestens 50 % oder 80 % oder 95 % der Bildpunkte. Es ist möglich, dass in dem Halbleiterbauteil eine Ansteuerung der Bildpunkte auf eine Ansteuerung der Transportkanäle synchronisiert ist. In diesem Fall wird aus einem bestimmten Transportkanal beispielsweise nur dann ein Gas und/oder eine Flüssigkeit an die Strahlungsaustrittsseite transportiert, wenn der zugeordnete Bildpunkt aktiviert ist oder eine

Aktivierung des entsprechenden Bildpunkts unmittelbar bevorsteht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform befinden sich alle Transportkanäle oder zumindest ein Teil der Transportkanäle, in Draufsicht gesehen, zwischen benachbarten Bildpunkten. Alternativ ist es möglich, dass sich die Transportkanäle oder zumindest ein Teil der Transportkanäle, in Draufsicht gesehen, innerhalb der Bildpunkte befinden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind benachbarte Bildpunkte durch einen Graben voneinander getrennt. Das heißt, die Bildpunkte können dann verbleibende Bereiche des Trägers überragen und als Erhebungen ausgebildet sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform befinden sich zwischen benachbarten Bildpunkten für die Strahlung undurchlässige Wälle. Über diese Wälle ist eine optische Isolation der Bildpunkte voneinander erzielt. Bevorzugt umlaufen die Wälle die Bildpunkte jeweils in einer geschlossenen Bahn ringsum. Dabei können die Wälle die Bildpunkte überragen. Das heißt, ein Material der Wälle erhebt sich dann weiter über den Träger als das Halbleitermaterial der Bildpunkte. Alternativ ist es auch möglich, dass die Wälle bündig mit den Bildpunkten abschließen oder dass die Wälle von den Bildpunkten überragt werden. Die Wälle können aus demselben Material wie der Träger geformt sein, also etwa aus einem Halbleitermaterial, oder aus einem vom Träger verschiedenen Material, beispielsweise einem Metall, einem Kunststoff oder einer Keramik.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform befinden sich die Transportkanäle, in Draufsicht gesehen, an oder in den Wällen

oder auch an oder in den Gräben zwischen den Bildpunkten. Ein Anordnungsraster der Bildpunkte kann dabei gleich einem Anordnungsraster der Transportkanäle sein, in Draufsicht gesehen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen die Bildpunkte an Seitenwänden eine für die Strahlung undurchlässige Beschichtung auf. Die Beschichtung kann für die in den Bildpunkten erzeugte Strahlung reflektierend oder auch absorbierend wirken. Eine reflektierende Beschichtung ist beispielsweise aus einem Metall oder einem reflektierenden, etwa weiß erscheinenden Verguss gebildet. Eine absorbierende Beschichtung ist beispielsweise aus einem dunklen oder schwarzen Kunststoff oder Fotolack gebildet oder aus einem Halbleitermaterial, das im Vergleich zur der in den Bildpunkten erzeugten Strahlung eine kleinere Bandlücke aufweist. Die Beschichtung befindet sich insbesondere unmittelbar an den Seitenwänden oder ist durch eine elektrisch isolierende, lichtdurchlässige und bevorzugt dünne Zwischenschicht von den Seitenwänden separiert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform bildet die reflektierende Beschichtung mindestens zum Teil Begrenzungswände der Transportkanäle. Mit anderen Worten ist durch die reflektierende Beschichtung dann eine optische Isolation sowohl zwischen den einzelnen Bildpunkten als auch eine optische Isolation zwischen den Bildpunkten und den zugehörigen Transportkanälen erreichbar. Die reflektierende Beschichtung kann dabei eine konstante Dicke aufweisen oder auch einen Dickenverlauf aufzeigen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform verjüngen sich die Bildpunkte in Richtung weg von dem gemeinsamen Träger. Mit

anderen Worten wird eine Querschnittsfläche der Bildpunkte in Richtung weg von dem Träger dann kleiner. Seitenwände der Bildpunkte können dann zu dem Träger hin geneigt sein. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, dass die Transportkanäle in Richtung senkrecht zur Strahlungsaustrittsseite einen gleichbleibenden Querschnitt aufweisen und somit nicht dünner oder dicker werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind dem Träger abgewandte Oberseiten der Bildpunkte als Linse, insbesondere als Sammellinse, ausgebildet. Mit anderen Worten sind die Oberseiten oder ist zumindest ein Teil der Oberseiten dann konvex gekrümmt. Hierdurch ist eine Abstrahlcharakteristik der Bildpunkte einstellbar. Alternativ können die Oberseiten mit Mikrolinsen oder mit einer Aufrauung zur Verbesserung einer Lichtauskopplung versehen sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Bildpunkte jeweils frei von einem Leuchtstoff. Von den Bildpunkten und somit von dem Halbleiterbauteil wird damit lediglich Strahlung emittiert, wie in einer aktiven Zone eines Halbleitermaterials für die Bildpunkte erzeugt. Eine Umwandlung dieser Strahlung in eine Strahlung mit anderen Wellenlängen unterbleibt in diesem Fall.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Träger aus einem Halbleitermaterial, bevorzugt aus Silizium, gebildet. Mit anderen Worten handelt es sich insbesondere um einen Siliziumträger. Der Träger ist dann bevorzugt aus einem Siliziumwafer heraus hergestellt und kann weitere Bestandteile etwa für Leiterbahnen aufweisen. Weiterhin umfasst der Träger Ansteuertransistoren für die Bildpunkte. Über die Ansteuertransistoren sind die Bildpunkte einzeln und

unabhängig voneinander ansteuerbar. Die Ansteuertransistoren sind insbesondere in CMOS-Technologie oder als TFT-Schaltung in oder an dem Träger ausgebildet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform befinden sich die Bildpunkte oberhalb der Ansteuertransistoren, insbesondere in Draufsicht gesehen. Mit anderen Worten sind dann die Bildpunkte auf die zugehörigen Ansteuertransistoren aufgebracht, bevorzugt in einer 1:1-Zuordnung. Ebenfalls bevorzugt in einer 1:1-Zuordnung umfasst der Träger Stromtreiber für die einzelnen Bildpunkte. Es befinden sich die Bildpunkte somit näher an der Strahlungsaustrittsseite als die jeweils zugehörigen Ansteuertransistoren. Die Bildpunkte liegen dabei bevorzugt in einer gemeinsamen Ebene, ebenso wie dies für die Ansteuertransistoren gelten kann.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform bedecken die Bildpunkte und/oder Strahlung abstrahlende Flächen der Bildpunkte zusammengenommen in Draufsicht einen Flächenanteil von mindestens 15 % oder 25 % oder 40 % der Strahlungsaustrittsseite. Alternativ oder zusätzlich liegt dieser Flächenanteil bei höchstens 75 % oder 50 % oder 40 %. Zur Ermittlung des Flächenanteils werden alle Bildpunkte bevorzugt von einer kleinsten Umfanglinie umschrieben und als Gesamtfläche der Strahlungsaustrittsseite gilt die Fläche innerhalb dieser Umfanglinie, in Draufsicht gesehen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen die Transportkanäle zusammengenommen einen Flächenanteil von mindestens 10 % oder 15 % oder 25 % an der Strahlungsaustrittsseite auf. Alternativ oder zusätzlich liegt dieser Flächenanteil bei höchstens 60 % oder 45 % oder 30 %. Mit anderen Worten nehmen die Transportkanäle einen

vergleichsweise großen Anteil an der Strahlungsaustrittsseite ein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen die Bildpunkte eine mittlere Kantenlänge von mindestens 2 µm oder 10 µm oder 25 µm auf. Alternativ oder zusätzlich liegt die mittlere Kantenlänge der Bildpunkte bei höchstens 500 µm oder 200 µm oder 100 µm. Es ist möglich, dass ein mittlerer Abstand zwischen benachbarten Bildpunkten bei mindestens 1 µm oder 5 µm oder 10 µm und/oder bei höchstens 100 µm oder 50 µm oder 25 µm liegt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen die Transportkanäle, insbesondere an der Strahlungsaustrittsseite, einen mittleren Durchmesser von mindestens 2,5 µm oder 5 µm oder 20 µm und/oder von höchstens 200 µm oder 100 µm oder 50 µm auf. Insbesondere sind die Transportkanäle zum Transport von Flüssigkeiten mit einer Viskosität von mindestens 5 Pa·s oder 10 Pa·s oder 20 Pa·s und/oder von höchstens 100 Pa·s oder 50 Pa·s oder 40 Pa·s eingerichtet. Im Falle des Transports einer Flüssigkeit durch die Kanäle hindurch sind die Transportkanäle bevorzugt für einen Volumenfluss von mindestens 0,4 $ml/cm^2 \cdot min$ oder 2 $ml/cm^2 \cdot min$ oder 10 $ml/cm^2 \cdot min$ und/oder von höchstens 20 $ml/cm^2 \cdot min$ oder 30 $ml/cm^2 \cdot min$ oder 100 $ml/cm^2 \cdot min$ ausgelegt. Dies gilt insbesondere bei den genannten Viskositäten.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen die Bildpunkte jeweils eine aktive Zone auf. Die aktive Zone befindet sich bevorzugt zwischen einem n-leitenden und einem p-leitenden Halbleiterbereich der Bildpunkte. Die aktive Zone ist dabei von elektrischen Durchkontaktierungen durchdrungen.

Insbesondere sind die einzelnen Bildpunkte aufgebaut, wie in der Druckschrift US 2015/0014716 A1 beschrieben. Auf diese Weise ist es möglich, dass die dem Träger abgewandten Oberseiten der Bildpunkte frei von Elektroden oder Stromzuführungen zur Bestromung der Bildpunkte sind.

Darüber hinaus wird ein 3D-Drucker angegeben. Der 3D-Drucker umfasst bevorzugt mindestens ein optoelektronisches Halbleiterbauteil, wie in Verbindung mit einer oder mehrerer der oben genannten Ausführungsformen angegeben. Merkmale des Halbleiterbauteils sind daher auch für den 3D-Drucker offenbart und umgekehrt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Bildpunkte dazu eingerichtet, eine strahlungshärtbare Druckflüssigkeit mit zweidimensionalen Schnittbildern eines zu druckenden 3D-Objekts zu bestrahlen. Dabei wird das 3D-Objekt aus einer Sequenz der zweidimensionalen Schnittbilder zusammengesetzt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Strahlungsaustrittsseite des Halbleiterbauteils im Mittel eben geformt. Ferner ist die Strahlungsaustrittsseite bevorzugt parallel zu den zweidimensionalen Schnittbildern ausgerichtet. Alternativ ist es möglich, dass die Strahlungsaustrittsseite gekrümmt, beispielsweise in Form eines Kegelmantels oder eines Zylindermantels, gestaltet ist. Durch letztgenannte Gestaltungen können insbesondere rotationssymmetrische 3D-Objekte hergestellt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt ein Aushärten der Druckflüssigkeit optisch unmittelbar durch die von den Bildpunkten emittierte Strahlung. Dies bedeutet etwa, dass kein optisch aktives Element wie ein Spiegel oder eine Linse

zwischen den Bildpunkten und der Druckflüssigkeit angebracht ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform befindet sich im bestimmungsgemäßen Gebrauch des Druckers zwischen den Bildpunkten und einer Aushärtzone der Druckflüssigkeit eine inhibierte Zone. Die Aushärtzone ist dabei ein solches Gebiet, in dem aufgrund der Strahlung durch die Bildpunkte ein Aushärten und Verfestigen der Druckflüssigkeit zu dem 3D-Objekt erfolgt. In der inhibierten Zone hingegen erfolgt kein oder kein signifikantes Aushärten der Druckflüssigkeit.

In mindestens einer Ausführungsform umfasst der 3D-Drucker ein oder mehrere optoelektronische Halbleiterbauteile, bei denen auf einem Träger eine Vielzahl von einzeln ansteuerbaren, im Betrieb ultraviolette Strahlung emittierenden Bildpunkten angebracht ist. Die Bildpunkte sind dazu eingerichtet, im Betrieb des 3D-Drucker zweidimensionale Schnittbilder eines zu druckenden 3D-Objekts zu emittieren und eine Druckflüssigkeit mit entsprechenden Schnittbildern zu bestrahlen, um das 3D-Objekt durch Aushärten der Druckflüssigkeit zusammenzusetzen. Dabei ist eine Strahlungsaustrittsseite des Halbleiterbauteils im Mittel bevorzugt eben geformt und eine Bestrahlung der Druckflüssigkeit erfolgt optisch unmittelbar. Zwischen den Bildpunkten und einer Aushärtzone der Druckflüssigkeit befindet sich im Betrieb des Druckers eine inhibierte Zone, in der kein Aushärten der Druckflüssigkeit erfolgt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der 3D-Drucker mindestens ein optoelektronisches Halbleiterbauteil, wie in Verbindung mit einer oder mehreren der oben genannten Ausführungsformen angegeben. Insbesondere sind das eine oder

alle Halbleiterbauteile des Druckers derart gestaltet, sodass der Drucker dann keine weiteren optoelektronischen, zum Aushärten der Druckflüssigkeit eingerichteten Halbleiterbauteile umfasst.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die inhibierte Zone im bestimmungsgemäßen Betrieb des 3D-Drucksrs eine Dicke auf, die bei mindestens 5 % oder 10 % oder 25 % einer mittleren Kantenlänge der Bildpunkte liegt, wobei die mittlere Kantenlänge der Bildpunkte in Draufsicht bestimmt wird. Alternativ oder zusätzlich liegt die Dicke der inhibierten Zone bei höchstens 300 % oder 200 % oder 100 % der mittleren Kantenlänge der Bildpunkte.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt eine Inhibition in der inhibierten Zone durch die Zugabe des Gases, bevorzugt durch die Zugabe von Sauerstoff in die Druckflüssigkeit. Das heißt, durch die Zugabe von Gas, insbesondere von Sauerstoff, wird lokal in der inhibierten Zone erreicht, dass kein Aushärten der Druckflüssigkeit erfolgen kann.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt die Zugabe von Sauerstoff durch ein Gastransportelement hindurch. Da das Gastransportelement insbesondere Sauerstoff transportiert, wird das Gastransportelement nachfolgend als Sauerstofftransportelement bezeichnet. Besonders bevorzugt ist das Sauerstofftransportelement flächig gestaltet und weist eine ebene Form auf. Weiterhin ist das Sauerstofftransportelement bevorzugt parallel zu den zweidimensionalen Schnittbildern orientiert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform steht das Sauerstofftransportelement in direktem Kontakt mit der

Druckflüssigkeit. Insbesondere grenzt die inhibierte Zone flächig und unmittelbar an das Sauerstofftransportelement an.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Sauerstofftransportelement um eine Membran, durch die das Gas, insbesondere Sauerstoff, hindurchtransportiert wird. Ferner ist das Sauerstofftransportelement in diesem Fall durchlässig für die von dem zumindest einen Halbleiterbauteil im Betrieb emittierte Strahlung. Außerdem erfolgt bevorzugt durch das Sauerstofftransportelement dann keine Strahlformung. Mit anderen Worten ist, hinsichtlich der optischen Funktion, das Sauerstofftransportelement dann als planparallele, klarsichtige Platte anzusehen, innerhalb der oder durch die eine Strahlumlenkung, Strahlablenkung oder Strahlstreuung vernachlässigbar ist. Handelt es sich bei dem Sauerstofftransportelement um eine derartige Membran, grenzt das Halbleiterbauteil ferner bevorzugt unmittelbar an eine der Druckflüssigkeit abgewandte Seite des Sauerstofftransportelements.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Sauerstofftransportelement durch das zumindest eine Halbleiterbauteil selbst gebildet. In diesem Fall erfolgt durch die Transportkanäle des Halbleiterbauteils hindurch der Transport des Gases, insbesondere des Sauerstoffs, in die Druckflüssigkeit hinein. Es können die Transportkanäle als Mikroporen gebildet sein, die ausschließlich zum Transport des Gases eingerichtet sind. Durch die Transportkanäle erfolgt dann insbesondere kein Transport der Druckflüssigkeit oder von weiteren Materialien.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die Druckflüssigkeit im Betrieb des 3D-Druckers durch die

Transportkanäle des zumindest einen Halbleiterbauteils hindurch in einen Druckraum des 3D-Druckers transportiert. Mit anderen Worten bildet dann das Halbleiterbauteil selbst einen Teil eines Transportmechanismus für die Druckflüssigkeit. Die Druckflüssigkeit in den Transportkanälen ist bevorzugt mit Gas, speziell mit Sauerstoff versetzt, sodass direkt nach Austritt der Druckflüssigkeit aus den Transportkanälen eine Aushärtung der Druckflüssigkeit aufgrund des Gases, insbesondere des Sauerstoffs, inhibiert ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der 3D-Drucker und/oder umfasst das Halbleiterbauteil eine Heizung. Die Heizung ist dazu eingerichtet, eine Viskosität der Druckflüssigkeit beim Transport durch die Transportkanäle hindurch herabzusetzen. Die Heizung kann hierbei in den Träger des zumindest einen Halbleiterbauteils integriert sein oder unmittelbar an dem Träger angebracht sein. Alternativ liegt die Heizung von dem Träger beabstandet innerhalb des 3D-Druckers vor.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Heizung dazu eingerichtet, dass eine Temperatur der Druckflüssigkeit beim Hindurchtreten durch die Transportkanäle bei mindestens 40 °C oder 50 °C oder 60 °C liegt. Alternativ oder zusätzlich wird durch die Heizung eine Temperatur der Druckflüssigkeit von höchstens 100 °C oder 80 °C oder 60 °C in den Transportkanälen ermöglicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform handelt es sich bei dem 3D-Drucker um ein feststehendes Gerät. Alternativ ist es möglich, dass der 3D-Drucker als Handgerät gestaltet ist.

Dabei kann der 3D-Drucker jeweils als Extruder ausgebildet sein.

Darüber hinaus wird ein 3D-Druckverfahren angegeben. Das Verfahren wird mit einem 3D-Drucker durchgeführt, wie in Verbindung mit einer oder mehreren der oben genannten Ausführungsformen angegeben. Merkmale des Verfahrens sind daher auch für den 3D-Drucker sowie für das optoelektronische Halbleiterbauteil offenbart und umgekehrt.

Nachfolgend werden ein hier beschriebenes optoelektronisches Halbleiterbauteil und ein hier beschriebener 3D-Drucker unter Bezugnahme auf die Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

Es zeigen:

Figuren 1 bis 6 und 14 schematische Schnittdarstellungen von Ausführungsbeispielen von hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterbauteilen für hier beschriebene 3D-Drucker, und

Figuren 7 bis 13 schematische Schnittdarstellungen von Ausführungsbeispielen von hier beschriebenen 3D-Druckern.

In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterbauteils 1 für einen 3D-Drucker 9 dargestellt. Das Halbleiterbauteil 1 umfasst einen Träger

5, in dem in Siliziumtechnologie Ansteuertransistoren 55 integriert sind. Über die Ansteuertransistoren 55 sowie über Elektroden 81, 82 sind Bildpunkte 20 elektrisch ansteuerbar.

Gemäß Figur 1 sind die Bildpunkte 20 aus einer einzigen, zusammenhängenden Halbleiterschichtenfolge 2 hergestellt. Damit weisen die Bildpunkte 20 je einen n-Halbleiterbereich 21 und einen p-Halbleiterbereich 23 auf, zwischen denen sich eine aktive Zone 22 befindet. Der n-Halbleiterbereich 21 ist über die n-Elektrode 81 und über Durchkontaktierungen 25 elektrisch kontaktiert. An dem p-Halbleiterbereich 23 befindet sich die flächige p-Elektrode 82.

Zu einer optischen Isolierung der Bildpunkte 20 voneinander ist an Seitenwänden 26 der Bildpunkte 20 eine reflektierende Beschichtung 6 aufgebracht. Die reflektierende Beschichtung 6 ist undurchlässig für eine Strahlung R, die in den Bildpunkten 20 erzeugt wird. Eine Strahlungsaustrittsseite 10 des Halbleiterbauteils 1 umfasst Oberseiten 27 der Bildpunkte. Alle Oberseiten 27 sind flach gestaltet und liegen in der Strahlungsaustrittsseite 10. In Richtung weg von dem Träger 5 verschmälern sich die einzelnen Bildpunkte 20 kontinuierlich. Die reflektierende Beschichtung 6 bedeckt die Seitenwände 26 vollständig.

Ferner beinhaltet das Halbleiterbauteil 1 Transportkanäle 3, die zum Transport von Gasen und/oder Flüssigkeiten durch das Halbleiterbauteil 1 hindurch eingerichtet sind. Die Transportkanäle 3 reichen von einer Unterseite des Trägers 5, die der Halbleiterschichtenfolge 2 abgewandt ist, bis in Gräben zwischen den Bildpunkten 20. Die Transportkanäle 3 durchdringen auch die reflektierende Beschichtung 6. Es ist möglich, dass jedem der Bildpunkte 20 einer oder mehrere der

Transportkanäle 3 zugeordnet ist. Die Transportkanäle 3 verlaufen in Richtung senkrecht zur Strahlungsaustrittsseite 10 durch das Halbleiterbauteil 1 hindurch.

Abweichend von der Darstellung in Figur 1 ist es optional möglich, dass den Transportkanälen 3 jeweils eine Steuereinheit zugeordnet ist, über die ein Fluss des Gases und/oder der Flüssigkeit durch den jeweiligen Transportkanal 3 hindurch steuerbar ist.

Beim Ausführungsbeispiel der Figur 1 verfügen die Bildpunkte 20 über einen gemeinsamen p-Kontakt und über einzeln ansteuerbare n-Kontakte. Alternativ hierzu ist es ebenso möglich, dass ein gemeinsamer n-Kontakt und einzeln ansteuerbare p-Kontakte vorliegen.

Optional, wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen, können die Oberseiten 27 der Bildpunkte 20 ganzflächig oder nur in Teilbereichen mit einer Aufrauung versehen sein, um stellenweise eine Auskopplung von Strahlung aus den Bildpunkten 20 heraus zu verbessern.

Gemäß Figur 6 sind die aktive Zone 22 und der n-Halbleiterbereich 21 zwischen benachbarten Bildpunkten 20 in Gräben entfernt. Abweichend von der Darstellung der Figur 1 können solche Gräben zwischen den Bildpunkten 20 und damit auch die reflektierende Beschichtung 6 gänzlich fehlen. In diesem Fall können der n-Halbleiterbereich 21, der p-Halbleiterbereich 23 und die aktive Zone 22 zusammenhängend vorhanden sein.

Zur Steuerung der lokalen Lichtauskopplung wird dann bevorzugt eine nur in Teilbereichen an der Oberseite 27 vorhandene Aufrauung verwendet.

Wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen können sich die Transportkanäle 3 in Kreuzungspunkten eines durch die Bildpunkte 20 gebildeten Gitters oder an Seitenkanten der Bildpunkte 20 befinden.

Beim Ausführungsbeispiel des Halbleiterbauteils 1, wie in Verbindung mit Figur 2 gezeigt, befinden sich zwischen den Bildpunkten 20 für die Strahlung undurchlässige Wälle 4. Die Wälle 4 überragen dabei die Bildpunkte 20, in Richtung weg von dem Träger 5. Die Transportkanäle 3 liegen innerhalb der Wälle 4. An einer dem Träger 5 abgewandten Seite können die Wälle 4 im Querschnitt gesehen konkav geformt sein oder, abweichend von der Darstellung in Figur 2, auch ebene, schräge Seitenflächen aufweisen. Ebenso alternativ zur Darstellung in Figur 2 können die Wälle 4 bündig mit den Bildpunkten 20 abschließen, in Richtung weg von dem Träger 5.

Wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen kann eine Form der Bildpunkte 20, in Draufsicht gesehen, quadratisch, rechteckig, kreisförmig, dreieckig oder sechseckig sein. Auch eine Anordnung der Bildpunkte 20 kann, in Draufsicht gesehen, in einem quadratischen, rechteckigen oder hexagonalen Raster erfolgen. In Draufsicht auf die Strahlungsaustrittsseite 10 gesehen können die Transportkanäle 3, wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen, eine kreisförmige Grundfläche aufweisen. Ebenso ist es möglich, dass die Transportkanäle 3, in Draufsicht gesehen, als Langloch gebildet sind. Die Transportkanäle 3 können sich an Seitenkanten der Bildpunkte

oder an Kreuzungspunkten von Gräben oder Wällen befinden, in Draufsicht gesehen.

Durch die Wälle 4 ist eine optische Trennung der Bildpunkte 20 voneinander erreicht. Aufgrund dieser optischen Isolierung der Bildpunkte 20 voneinander ist eine höhere Druckauflösung erreichbar. Bei solchen Wällen, wie in Verbindung mit Figur 2 gezeigt, ist es möglich, dass eine Öffnung der Transportkanäle 3 möglichst weit von den Licht abstrahlenden Oberseiten 27 der Bildpunkte 2 entfernt ist. Hierdurch ist es möglich, dass ein unerwünschtes Verfestigen einer Druckflüssigkeit nahe an den Bildpunkten 20 verhindert ist.

Beim Ausführungsbeispiel des Halbleiterbauteils 1 der Figur 3 sind die Transportkanäle 3 im Querschnitt gesehen und an einer dem Träger 5 abgewandten Seite Y-förmig gestaltet. Somit weisen die Transportkanäle 3 mehrere Austrittsöffnungen an den Wällen 4 auf. Die Austrittsöffnungen weisen hin zu einem Bereich direkt über den Oberseiten 27. Solche Transportkanäle 3 sind beispielsweise durch anisotropes Ätzen entlang mehrerer Richtungen herstellbar. Liegen die Transportkanäle 3 etwa an einem Eckbereich der Bildpunkte 20, so ist eine Anzahl der Austrittsöffnungen pro Transportkanal 3 bevorzugt gleich einer Anzahl der aneinanderstoßenden Bildpunkte 20, sodass dann jedem dieser Bildpunkte 20 eine der Austrittsöffnungen zugeordnet sein kann.

Im Ausführungsbeispiel der Figur 4 sind an den Seitenwänden 26 der Bildpunkte 20 die reflektierenden Beschichtungen 6 aufgebracht. Die reflektierenden Beschichtungen 6 bilden gleichzeitig Begrenzungswände 36 der Transportkanäle 3, zumindest im Bereich der Halbleiterschichtenfolge 2. Dabei können die reflektierenden Beschichtungen 6 sowie die

Transportkanäle 3 die Halbleiterschichtenfolge 2 überragen, in Richtung weg von dem Träger 5.

In Figur 5 ist zu sehen, dass die Bildpunkte 20 und die Halbleiterschichtenfolge 2 im Querschnitt gesehen als konvexe Linsen 7 geformt sind. Die Strahlungsaustrittsseite 10 stellt dabei eine mittlere Ebene der Oberseiten der Linsen 7 dar. Die reflektierenden Beschichtungen 6 bedecken die Seitenwände 26 der Linsen 7 zum Teil, Öffnungen der Transportkanäle 3 sind, relativ zur Strahlungsaustrittsseite 10, in Richtung hin zum Träger 5 versetzt. Die Linsen 7 sind bevorzugt je spiegelsymmetrisch zu Achsen senkrecht zur Strahlungsaustrittsseite 10 geformt. Alternativ können die Linsen 7 asymmetrisch geformt sein oder auch je durch eine Vielzahl von Mikrolinsen ersetzt sein.

Beim Ausführungsbeispiel des Halbleiterbauteils 1, wie in Verbindung mit Figur 6 illustriert, liegen die Transportkanäle 3, in Draufsicht gesehen, innerhalb der Bildpunkte 20 und nicht zwischen den Bildpunkten 20. Das heißt, in Draufsicht gesehen ist jeder der Transportkanäle 3 dann ringsum von einer geschlossenen Bahn des zugehörigen Bildpunkts 20 umgeben. Benachbarte Bildpunkte 20 sind durch die reflektierenden Beschichtungen 6 voneinander separiert. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel kann eine Ansteuerung der Transportkanäle 3 und der zugehörigen Bildpunkte 20 synchronisiert sein, sodass aus den Bildpunkten 3 beispielsweise nur dann eine Flüssigkeit austritt, wenn der zugehörige Bildpunkt 20 aktiviert ist. Die Begrenzungswände 36 der Transportkanäle 3 sind undurchlässig für die Strahlung R ausgebildet.

Optional befindet sich, wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen möglich, an dem Träger 5 eine Heizung 97. Über die Heizung 97 ist eine Temperatur einer durch die Transportkanäle 3 hindurch zu führenden Flüssigkeit einstellbar, etwa um eine Viskosität dieser Flüssigkeit zu regeln.

In Figur 7 ist ein Ausführungsbeispiel eines 3D-Druckers 9 gezeigt. Ein Druckraum 92 ist zumindest teilweise von einer strahlungshärtbaren Druckflüssigkeit 91 ausgefüllt. Aus dieser Druckflüssigkeit 91 heraus wird ein herzustellendes 3D-Objekt 99 geformt. An einer Bodenfläche des Druckraums 92 befindet sich ein Sauerstofftransportelement 95. Das Sauerstofftransportelement 95 ist als strahlungsdurchlässige und sauerstoffdurchlässige Membran ausgeführt. Durch das Sauerstofftransportelement 95 hindurch tritt Sauerstoff in die Druckflüssigkeit 91, sodass zwischen dem Objekt 99 und dem Element 95 eine inhibierte Zone 96 resultiert, in der keine Strahlungshärtung durch die Strahlung R erfolgt. Eine Aushärtzone 93 befindet sich an dem Objekt 99. In der Aushärtzone 93 ist ein Anteil an freiem Sauerstoff soweit reduziert, sodass eine Aushärtung durch die Strahlung R erfolgen kann.

Als Quelle für die Strahlung R dient ein optoelektronisches Halbleiterbauteil 1, wie in Verbindung mit den Figuren 1 bis 6 erläutert. Abweichend von der Darstellung gemäß Figur 7 befindet sich das Halbleiterbauteil 1 bevorzugt unmittelbar an dem Sauerstofftransportelement 95 und durch die Transportkanäle 3 des Halbleiterbauteils 1 wird dann Sauerstoff hin zu dem Sauerstofftransportelement 95 geführt.

Das 3D-Objekt 99 wird aus zweidimensionalen Schnittbildern zusammengesetzt. Die Schnittbilder werden als Leuchtflächen über die Bildpunkte 20 unmittelbar realisiert. Hierdurch ist keine bildgebende Projektionsoptik zwischen dem Objekt 99 und dem Halbleiterbauteil 1 erforderlich. Insbesondere kann eine Flüssigkristallmaske, kurz LCD, oder ein digitaler Projektionsspiegel, kurz Digital Mirror Device oder DMD, entfallen. Besonders bevorzugt deckt das Halbleiterbauteil mit den Bildpunkten 20 die gesamte Grundfläche des zu erstellenden 3D-Objekts 99 ab. Dabei kann ein einziges Halbleiterbauteil 1 verwendet werden, wie in Figur 7 dargestellt, oder auch mehrere direkt nebeneinander angeordnete Halbleiterbauteile.

Beim Ausführungsbeispiel der Figur 8 ist das Sauerstofftransportelement 95 direkt durch das Halbleiterbauteil 1 mit den Bildpunkten 20 gebildet. Durch die Transportkanäle hindurch tritt Sauerstoff 98 direkt in die Druckflüssigkeit 91. Das zu druckende 3D-Objekt 99 wird entlang einer Bewegungsrichtung M aus dem Druckraum 92 und somit aus der strahlungshärtbaren Flüssigkeit 91 herausgezogen. Durch dieses Herausziehen entlang der Bewegungsrichtung M fließt immer wieder Druckflüssigkeit 91 in den Bereich zwischen dem Halbleiterbauteil 1 und dem herzustellenden Objekt 99. Gemäß Figur 8 wird also die Druckflüssigkeit 91 seitlich innerhalb des Druckraums 92 zugeführt und durch die Transportkanäle tritt nur der Sauerstoff 98.

Wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen ist die Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterbauteils 1 bevorzugt aus einem III-V-Halbleitermaterial gebildet, insbesondere aus dem Materialsystem AlInGaN. Eine Wellenlänge maximaler

Intensität der Strahlung R von den Bildpunkten 20 liegt bevorzugt bei mindestens 200 nm oder 360 nm und/oder bei höchstens 410 nm oder 470 nm.

Die Druckflüssigkeit 91 kann flüssig oder alternativ in Partikelform vorliegen, gegebenenfalls in einem Lösungsmittel. Sind Partikel vorhanden, so liegen Partikelgrößen bevorzugt im Bereich von mindestens 10 nm bis höchstens 10 µm. Bevorzugt handelt es sich bei der Druckflüssigkeit 91 um ein Ormocer, etwa wie in der Druckschrift WO 2013/156325 A1 beschrieben. Der Offenbarungsgehalt dieser Druckschrift hinsichtlich der Ormocere wird durch Rückbezug mit aufgenommen.

Bei den Bildpunkten 20 kann es sich auch um einzelne Leuchtdiodenchips handeln. Bevorzugt sind diese Leuchtdiodenchips dann sogenannte Flip Chips, deren elektrische Kontaktflächen sich auf einer der Druckflüssigkeit 91 abgewandten Seite befinden und/oder die über fotolithografisch strukturierte Leiterbahnen elektrisch kontaktiert sind. Bevorzugt werden Bauteilformen verwendet, wie in Verbindung mit Figur 1 illustriert, die an den Oberseiten 27 frei von elektrischen Zuführungen sind. Sind alternativ hierzu Bonddrähte vorhanden, so sind diese zum Schutz vor der Druckflüssigkeit 91 bevorzugt in einen Schutzverguss, etwa aus einem Titandioxid-haltigen Silikon, eingebettet. Ebenso kann als eine oberste Schutzschicht des Halbleiterbauteils 1 eine Keramikschicht oder eine Glasschicht, etwa in Form einer dünnen Glasplatte oder einer Keramikplatte, dienen. Die Transportkanäle 3 sind in diesem Fall nicht von einer solchen Schutzschicht überdeckt.

Beim Ausführungsbeispiel des 3D-Druckers 9, wie in Figur 9 illustriert, wird sowohl die Druckflüssigkeit 91 als auch der Sauerstoff 98 durch das Halbleiterbauteil 1 hindurch transportiert. Die inhibierte Zone 96 kann dann vergleichsweise dünn gestaltet sein. In dem Druckraum 92 befindet sich dann insbesondere lediglich das Objekt 99 sowie überschüssige Druckflüssigkeit 91. Bei einer präzisen Steuerung der Menge der Druckflüssigkeit 91 durch das Halbleiterbauteil 1 hindurch ist es möglich, dass der Druckraum 92 im Wesentlichen frei von überschüssiger Druckflüssigkeit 91 ist.

Es wird also gemäß Figur 9 die mit Sauerstoff versetzte Druckflüssigkeit durch die Transportkanäle des hochpixelierten Halbleiterbauteils 1 zugeführt. Aufgrund des Sauerstoffs 98 bildet sich direkt über dem Halbleiterbauteil 1 eine dünne Schicht in Form der inhibierten Zone 96 aus, die nicht strahlungshärtbar ist. Das gewünschte Muster in der jeweiligen Schnittebene des herzustellenden Objekts 99 ist durch die mikropixelierten, die UV-Strahlung R emittierenden Bildpunkte 20 zusammengesetzt.

Es ist nicht zwingend erforderlich, dass das bereits ausgehärtete Objekt 99 in Richtung senkrecht zu dem Halbleiterbauteil 1 aus der Druckflüssigkeit 91 herausgezogen werden muss, da die Materialzufuhr durch das Halbleiterbauteil 1 hindurch selbst erfolgen kann. Ein Herausziehen des Objekts 99 oder ein Wegziehen des Objekts 99 kann somit bei dem 3D-Drucker 9 der Figur 9 prinzipiell in jeder beliebigen Bewegungsrichtung M erfolgen.

Durch den Ersatz von Bild gebenden Projektionssystemen durch hier beschriebene optoelektronische Halbleiterbauteile 1 mit

der großen Anzahl an Bildpunkten 20 ist ein kompakter und schneller 3D-Drucker 9 realisierbar. Die individuelle Ansteuerbarkeit der Bildpunkte und gegebenenfalls der Transportkanäle 3 ermöglicht eine Herstellung von vielfältig geformten 3D-Objekten 99. Dabei kann eine Strukturauflösung aufgrund der Bildpunkte 20 sehr hoch sein und im Wesentlichen durch eine Größe der Bildpunkte des Halbleiterbauteils 1 bestimmt sein.

Beim Ausführungsbeispiel der Figur 10 wird der Transport der Druckflüssigkeit 91 durch die Transportkanäle 3 hindurch gesteuert oder verläuft durch Kapillarkräfte selbstreguliert. Hierdurch ist ein makroskopischer Flüssigkeitsfilm von überschüssiger Druckflüssigkeit 91 an dem Halbleiterbauteil 1 vermeidbar. Auf ein Auffanggefäß für überzählige Druckflüssigkeit 91 kann somit verzichtet werden.

In Figur 11 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt. Das Halbleiterbauteil 1 umfasst eine Vielzahl von einzelnen Leuchtdiodenchips oder Laserdiodenchips, die je einen der Bildpunkte 20 bilden und die gemeinsam auf dem Träger 5 angebracht sind. Bei den Leuchtdiodenchips oder Laserdiodenchips handelt es sich bevorzugt um Flip-Chips, bei denen alle elektrischen Kontaktflächen dem Träger 5 zugewandt sind. Ein Transport der Druckflüssigkeit 91 und von Sauerstoff 98 erfolgt bevorzugt durch eine Bohrung durch die Leuchtdiodenchips oder Laserdiodenchips hindurch. Alternativ zur Darstellung der Figur 11 ist es auch möglich, dass die Chips frei von Löchern sind und dass sich die Transportkanäle in Draufsicht gesehen zwischen benachbarten Chips befinden, wobei sich zwischen benachbarten Chips eine nicht dargestellte Planarisierung befinden kann, analog zu den Wällen, die die Transportkanäle beherbergt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist es möglich, dass die einzelnen Bildpunkte 20 vergleichsweise große geometrische Abmessungen aufweisen, die gleich den Abmessungen der einzelnen Leuchtdiodenchips oder Laserdiodenchips sein können. Mit den größeren Bildpunkten 20 geht eine geringere Auflösung für das 3D-Objekt 99 einher. Jedoch lassen sich vergleichsweise große 3D-Objekte 99 effizient und schnell herstellen.

Gemäß Figur 12 befindet sich das Halbleiterbauteil 1 an einem Trägerarm 59, der bevorzugt über mehrere Gelenke verfügt und dadurch beliebig gekippt und durch den für das 3D-Objekt 99 vorgesehenen Raum bewegt werden kann. An dem Trägerarm 59 und an dem Halbleiterbauteil 1 befindet sich optional ein Reservoir 94 für die benötigte Druckflüssigkeit 91, die bereits in dem Reservoir 94 mit ausreichend Sauerstoff angereichert sein kann. Alternativ kann die Druckflüssigkeit 91 durch nicht gezeichnete Zuleitungen etwa entlang des Trägerarms 59 zu dem Halbleiterbauteil 1 hin geführt werden. Durch die Pixelierung des Halbleiterbauteils 1 ist es auch bei moderaten Fahrwegen über den Trägerarm 59 möglich, eine Form des 3D-Objekts 99 präzise zu fertigen.

Beim Ausführungsbeispiel der Figur 13 sind mehrere Druckköpfe vorhanden, wobei jeder der Druckköpfe über ein pixeliertes Halbleiterbauteil 1 verfügt. Die Druckköpfe können bevorzugt unabhängig voneinander bewegt werden, zum Beispiel je entlang einer vertikalen Richtung. Das 3D-Objekt 99 ist dadurch von einer Grundfläche her aufbaubar. Durch die verschiedenen Druckköpfe ist ein großes 3-Objekt 99 mit einer hohen räumlichen Auflösung erzielbar.

Alternativ zu den Darstellungen der Figuren 7 bis 13 ist es möglich, dass das Halbleiterbauteil als eine Art Stift in einer Freiform durch den mit der Druckflüssigkeit 91 gefüllten Druckraum 92 geführt wird, um das Objekt 99 herzustellen. Dies gilt insbesondere, wenn aus den Transportkanälen 3 heraus Sauerstoff austritt, sodass in einer dünnen Zone unmittelbar vor dem als 3D-Schreibstift geformten Halbleiterbauteil 1 eine inhibierte Zone vorliegt.

In Figur 14 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Halbleiterbauteils 1 illustriert. Abweichend von den Figuren 2 und 3 werden die Wälle 4 von den Bildpunkten 2 überragt, in Richtung weg von dem Träger 5. Die Wälle 4 können aus einem von dem Träger 5 verschiedenen Material hergestellt sein, beispielsweise aus einem Kunststoff.

Optional sind die Transportkanäle 3 in den Wällen 4 als Düsen geformt. Hierdurch ist es möglich, dass die Druckflüssigkeit 91 gezielt und selektiv bevorzugt in einen Bereich oberhalb des jeweils zugehörigen Bildpunkts 20 eingebracht wird. Düsenförmige Transportkanäle 3 können auch in allen anderen Ausführungsbeispielen Verwendung finden.

Mit solchen großtechnisch verwendbaren 3D-Druckern 9 sind beispielsweise Linsenbauformen oder Gehäusebauformen möglich, die beispielsweise für Leuchtdiodenchips verwendet werden können. Ebenso können, aus der Druckflüssigkeit 91 heraus, gezielt optische Elemente wie Linsen auf einzelne Gegenstände wie LED-Chips aufgedruckt werden oder gezielt Gehäuse um einzelne LED-Chips herum gedruckt werden, beispielsweise als Freiform gestaltete Seitenwände. Insbesondere bei der Herstellung von Leuchtdiodenbauteilen ist auch ein Bedrucken im Waferverbund oder in einem Gehäusenutzen realisierbar,

wobei eine Vielzahl von Druckköpfen so angeordnet werden können, dass mehrere gleich aufgebaute oder auch voneinander verschiedene optische Elemente über LED-Einheiten eines Wafers erzeugt werden können.

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

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2015 115 810.8, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bezugszeichenliste

1	optoelektronisches Halbleiterbauteil
10	Strahlungsaustrittsseite
2	Halbleiterschichtenfolge
20	Bildpunkt
21	n-Halbleiterbereich
22	aktive Zone
23	p-Halbleiterbereich
25	Durchkontaktierung
26	Seitenwand der Bildpunkte
27	Oberseite der Bildpunkte
3	Transportkanal
36	Begrenzungswand des Transportkanals
4	für die Strahlung undurchlässiger Wall
5	Träger
55	Ansteuertransistor
59	Trägerarm
6	reflektierende Beschichtung
7	Linse
81	n-Elektrode
82	p-Elektrode
9	3D-Drucker
91	strahlungshärtbare Druckflüssigkeit
92	Druckraum
93	Aushärtzone
94	Reservoir
95	Sauerstofftransportelement
96	inhibierte Zone
97	Heizung
98	Sauerstoff
99	zu druckendes 3D-Objekt
M	Bewegungsrichtung
R	Strahlung

Patentansprüche

1. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (1) mit
- einem Träger (5),
- einer Vielzahl von einzeln ansteuerbaren, im Betrieb Strahlung (R) emittierenden Bildpunkten (20), die aus zumindest einem Halbleitermaterial gebildet und die auf dem Träger (5) angebracht sind, und
- einer Vielzahl von Transportkanälen (3), die zu einem Transport eines Gases (98) oder einer Flüssigkeit (91) durch das Halbleiterbauteil (1) hindurch in Richtung quer zu und, innerhalb des Halbleiterbauteils (1), hin zu einer Strahlungsaustrittsseite (10) des Halbleiterbauteils (1) eingerichtet sind,
wobei die Bildpunkte (20) dazu eingerichtet sind, Strahlung (R) mit einer Wellenlänge maximaler Intensität von 470 nm oder weniger zu emittieren,
- alle Bildpunkte (20) aus derselben Halbleiterschichtenfolge (2) durch Ätzen hergestellt sind und Strahlung (R) derselben Wellenlänge emittieren.

2. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (1) nach dem vorhergehenden Anspruch,
bei dem die Halbleiterschichtenfolge (2) aus dem Materialsystem AlInGaN ist und eine Wellenlänge maximaler Intensität der Strahlung (R) im Bereich von 365 nm bis 470 nm liegt,
wobei die Transportkanäle (3) für eine Druckflüssigkeit (91) mit einer Viskosität zwischen einschließlich 10 Pa·s und 50 Pa·s und für einen Volumenfluss zwischen einschließlich 2 ml/cm^2·min und 30 ml/cm^2·min ausgelegt sind, und

wobei den meisten oder jedem der Bildpunkte (20) einer oder mehrere der Transportkanäle (3) zugeordnet sind und sich die Transportkanäle (3), in Draufsicht gesehen, zwischen benachbarten Bildpunkten (20) befinden.

3. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem sich zwischen benachbarten Bildpunkten (20) für die Strahlung (R) undurchlässige Wälle (4) zu einer optischen Isolation der Bildpunkte (20) voneinander befinden, wobei die Wälle (4) die Bildpunkte (20) jeweils überragen und die Transportkanäle (3) in den Wällen untergebracht sind.

4. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem an Seitenwänden (26) der Bildpunkte (20) eine für die Strahlung (R) undurchlässige Beschichtung (6) aufgebracht ist.

5. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (1) nach dem vorhergehenden Anspruch,
bei dem die Beschichtung (6) reflektierend ist und mindestens zum Teil Begrenzungswände (36) der Transportkanäle (3) bildet.

6. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem sich die Bildpunkte (20) in Richtung weg von dem gemeinsamen Träger (5) verjüngen,
wobei eine dem Träger (5) abgewandte Oberseite (27) der Bildpunkte (20) als Sammellinse (7) ausgebildet ist.

7. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem der Träger (5) ein Siliziumträger ist und Ansteuertransistoren (55) für die Bildpunkte (20) umfasst, wobei sich die Bildpunkte (20) in einer sich näher an der Strahlungsaustrittsseite (10) liegenden Ebene befinden als die Ansteuertransistoren (55).

8. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem die Bildpunkte (20) zusammengenommen in Draufsicht einen Flächenanteil zwischen einschließlich 25 % und 50 % der Strahlungsaustrittsseite (10) einnehmen und die Transportkanäle (3) einen Flächenanteil zwischen einschließlich 15 % und 45 %.

9. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem die Bildpunkte (20) eine mittlere Kantenlänge zwischen einschließlich 2 µm und 200 µm aufweisen, wobei ein mittlerer Durchmesser der Transportkanäle (3) an der Strahlungsaustrittsseite (10) zwischen einschließlich 5 µm und 100 µm beträgt.

10. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem die Bildpunkte (20) eine aktive Zone (22) aufweisen, die von Durchkontaktierungen (25) durchdrungen wird, sodass dem Träger (5) abgewandte Oberseiten (27) der Bildpunkte (20) frei von Elektroden (81, 82) zur Bestromung der Bildpunkte (20) sind.

11. 3D-Drucker (9) mit mindestens einem optoelektronischen Halbleiterbauteil (1), wobei

- das Halbleiterbauteil (1) einen Träger (5) umfasst,
- das Halbleiterbauteil (1) eine Vielzahl von einzeln ansteuerbaren, im Betrieb Strahlung (R) emittierenden Bildpunkten (20) umfasst, die aus zumindest einem Halbleitermaterial gebildet und die auf dem Träger (5) angebracht sind,
- die Bildpunkte (20) dazu eingerichtet sind, Strahlung (R) mit einer Wellenlänge maximaler Intensität von 470 nm oder weniger zu emittieren,
- die Bildpunkte (20) dazu eingerichtet sind, eine strahlungshärtbare Druckflüssigkeit (91) mit zweidimensionalen Schnittbildern eines zu druckenden 3D-Objekts (99) zu bestrahlen, sodass das 3D-Objekt (99) aus einer Sequenz der zweidimensionalen Schnittbilder zusammengesetzt ist,
- eine Strahlungsaustrittsseite (10) des Halbleiterbauteils (1) im Mittel eben geformt und parallel zu den zweidimensionalen Schnittbildern ausgerichtet ist,
- ein Aushärten der Druckflüssigkeit (91) optisch unmittelbar durch die von den Bildpunkten (20) emittierte Strahlung (R) erfolgt, und
- sich zwischen den Bildpunkten (20) und einer Aushärtzone (93) der Druckflüssigkeit (91) im Betrieb des 3D-Druckers (9) eine inhibierte Zone (96) befindet, in der kein Aushärten der Druckflüssigkeit (91) erfolgt,
- alle Bildpunkte (20) aus derselben Halbleiterschichtenfolge (2) durch Ätzen hergestellt sind und Strahlung (R) derselben Wellenlänge emittieren, und
- jedem der Bildpunkte (20) zumindest einer der Transportkanäle (3) zugeordnet ist und sich die

Transportkanäle (3), in Draufsicht gesehen, zwischen benachbarten Bildpunkten (20) befinden.

12. 3D-Drucker (9) nach dem vorhergehenden Anspruch mit mindestens einem optoelektronischen Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 10, bei dem die inhibierte Zone (96) eine Dicke zwischen einschließlich 10 % und 200 % einer mittleren Kantenlänge der Bildpunkte (20) aufweist, wobei die Inhibition in der inhibierten Zone (96) durch Zugabe von Sauerstoff in die Druckflüssigkeit (91) durch ein Sauerstofftransportelement (95) hindurch erfolgt, wobei das Sauerstofftransportelement (95) in direktem Kontakt mit der Druckflüssigkeit (91) steht und ein Zwischenraum zwischen den Bildpunkten (20) und der Aushärtzone (93) frei ist von einem strahlbestimmenden optischen Element.

13. 3D-Drucker (9) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem das Halbleiterbauteil (1) selbst das Sauerstofftransportelement (95) ist und im Betrieb der Sauerstoff durch die Transportkanäle (3) des Halbleiterbauteils (1) hindurch der Druckflüssigkeit (91) zugegeben wird.

14. 3D-Drucker (9) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 12 oder 13, bei dem die Druckflüssigkeit (91) im Betrieb durch die Transportkanäle (3) des Halbleiterbauteils (1) hindurch in einen Druckraum (92) des 3D-Druckers (9) transportiert wird.

15. 3D-Drucker (9) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem das Halbleiterbauteil (1) eine Heizung (97)

umfasst oder bei dem an dem Halbleiterbauteil (1) eine Heizung (97) angebracht ist,
wobei die Heizung (97) dazu eingerichtet ist, eine Viskosität der Druckflüssigkeit (91) beim Transport durch die Transportkanäle (3) herabzusetzen.

16. 3D-Drucker (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, der zusätzlich eine Heizung (97) umfasst, wobei die Heizung (97) beabstandet von dem Halbleiterbauteil (1) angeordnet ist und dazu eingerichtet ist, eine Viskosität der Druckflüssigkeit (91) beim Transport durch die Transportkanäle (3) herabzusetzen.

FIG 1

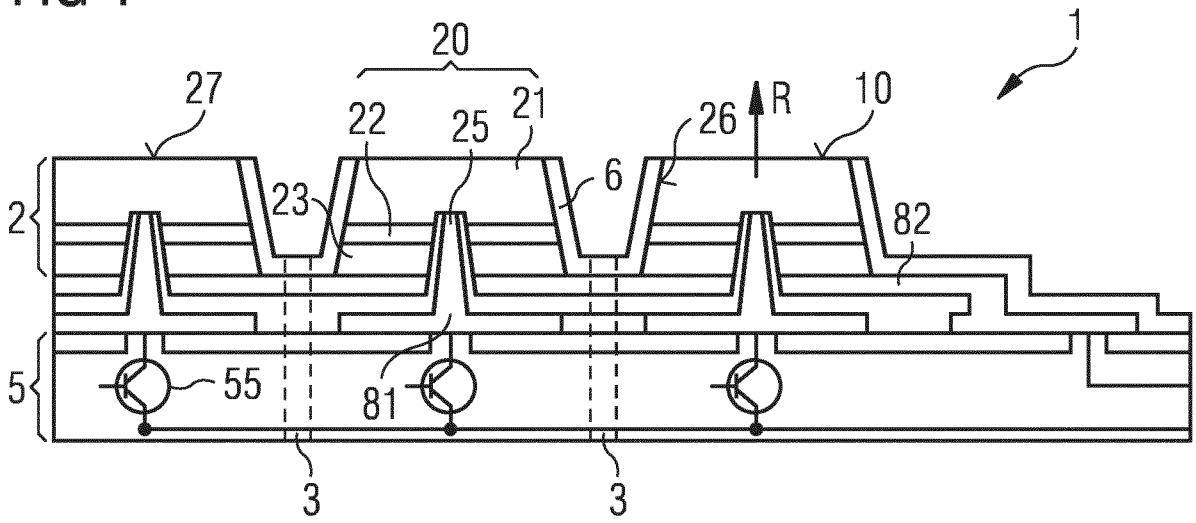


FIG 2

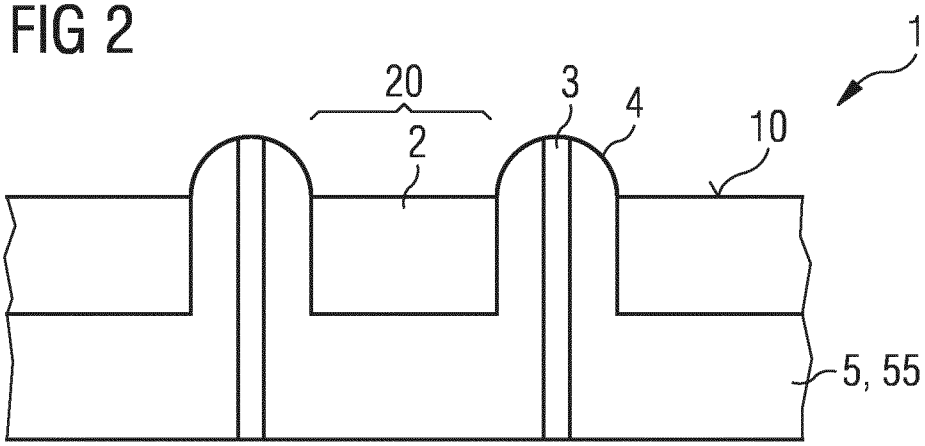


FIG 3

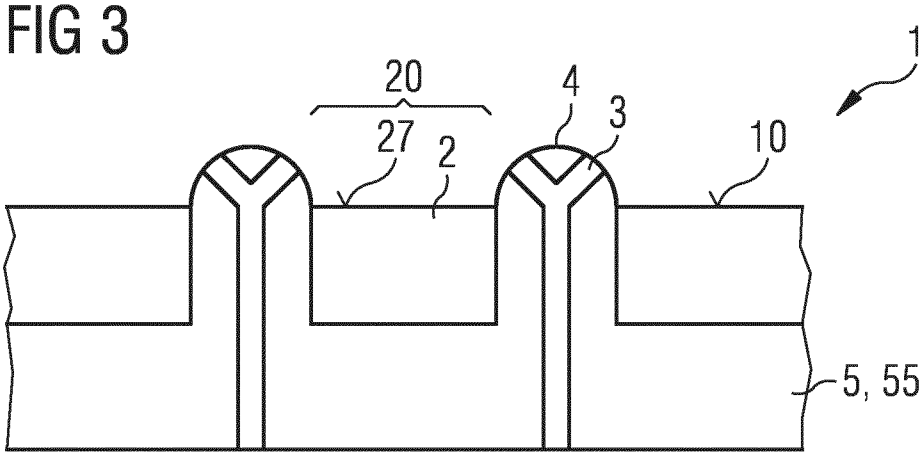


FIG 4

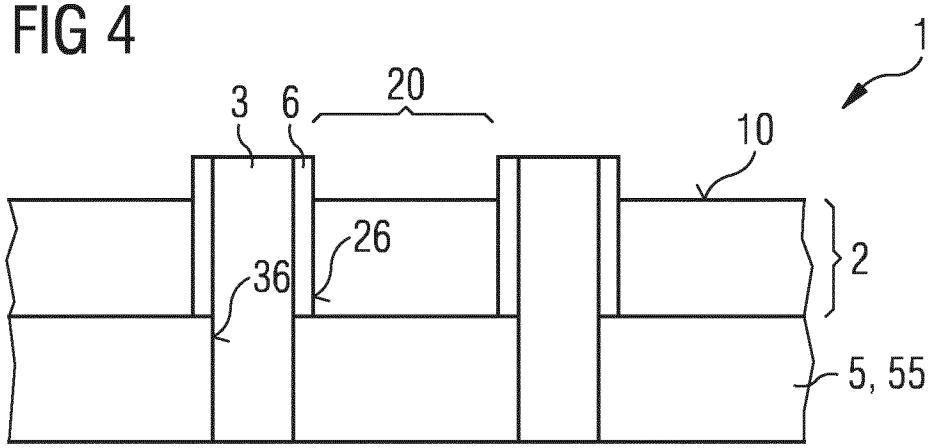


FIG 5

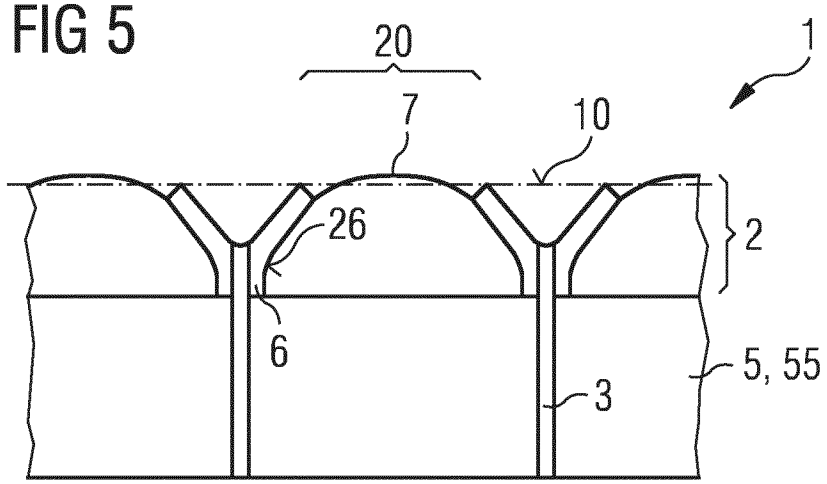


FIG 6

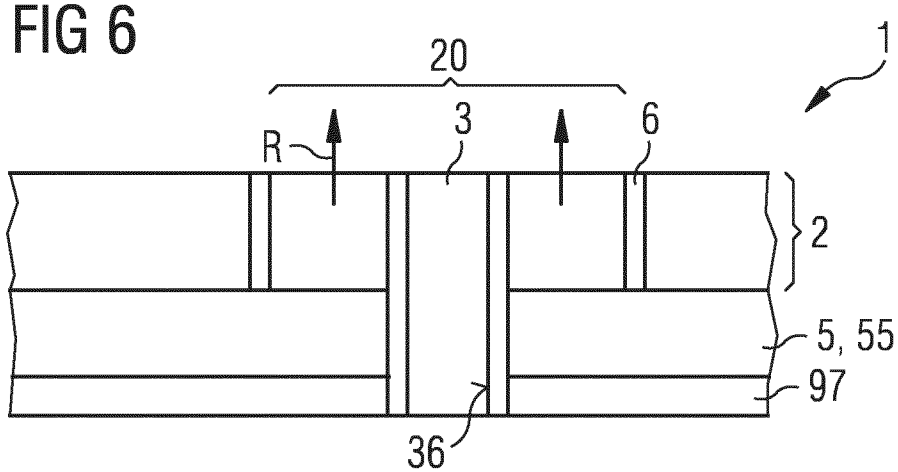


FIG 7

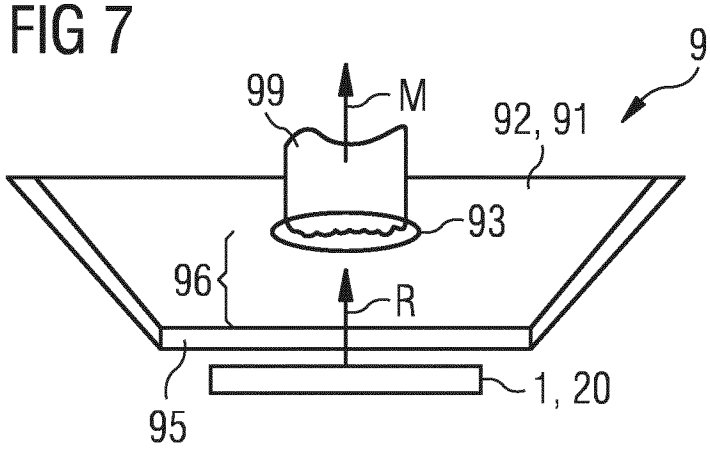


FIG 8

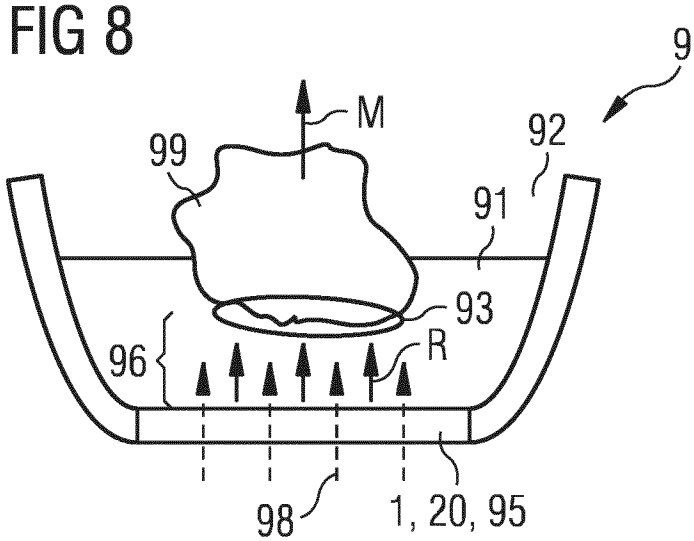


FIG 9

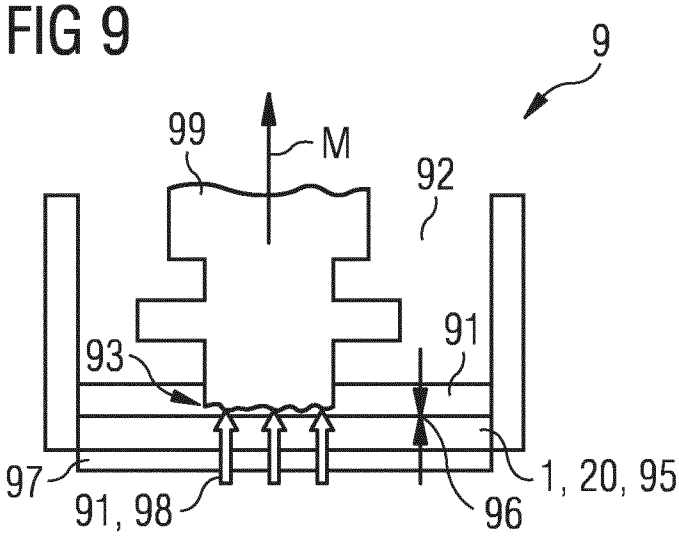


FIG 10

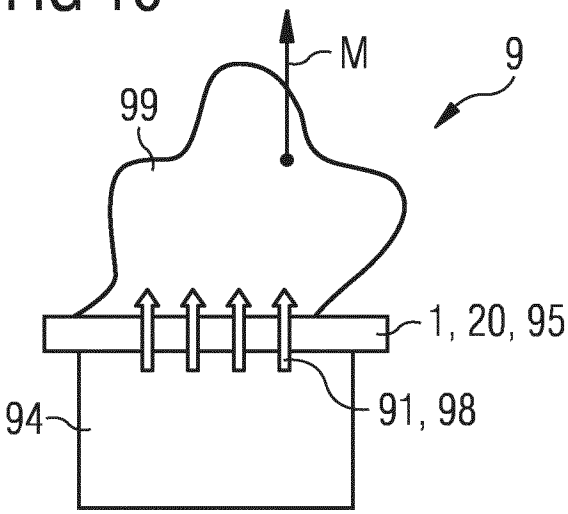


FIG 11

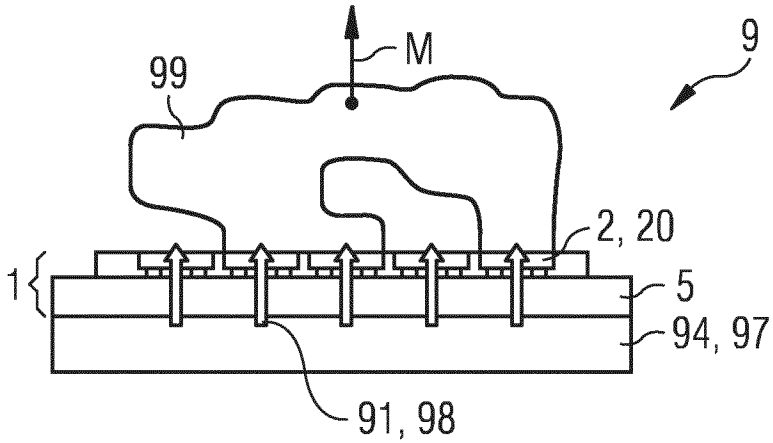


FIG 12

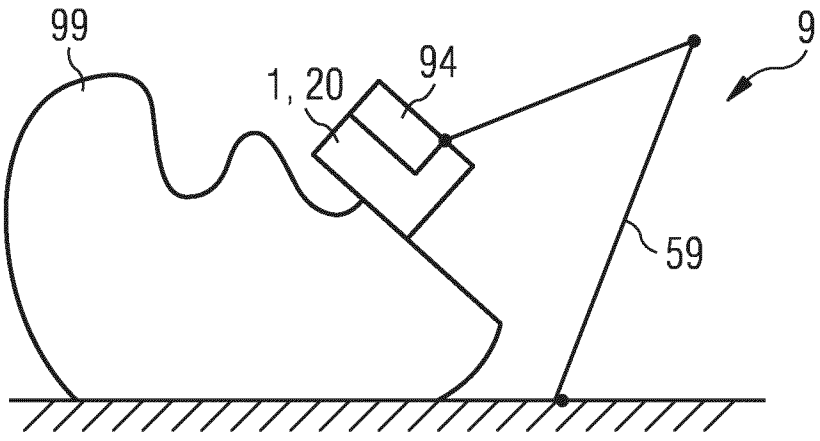


FIG 13

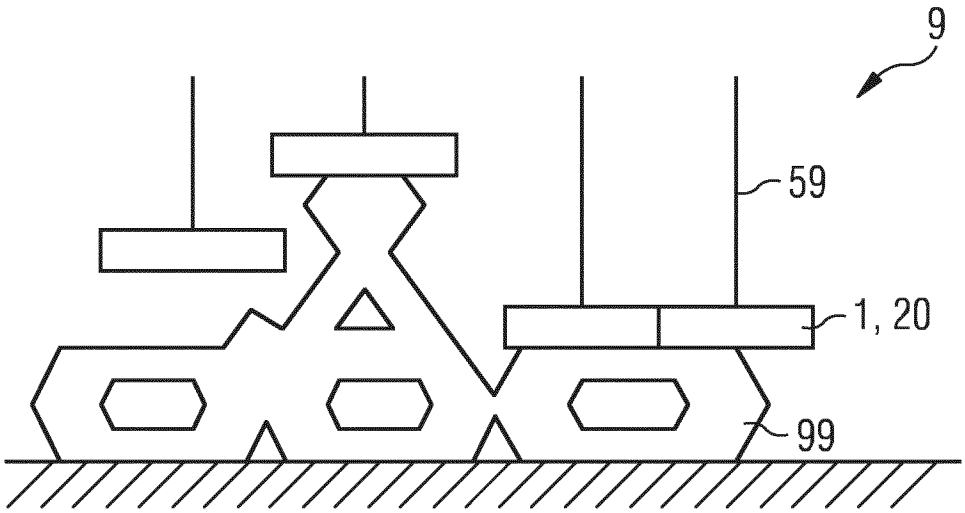
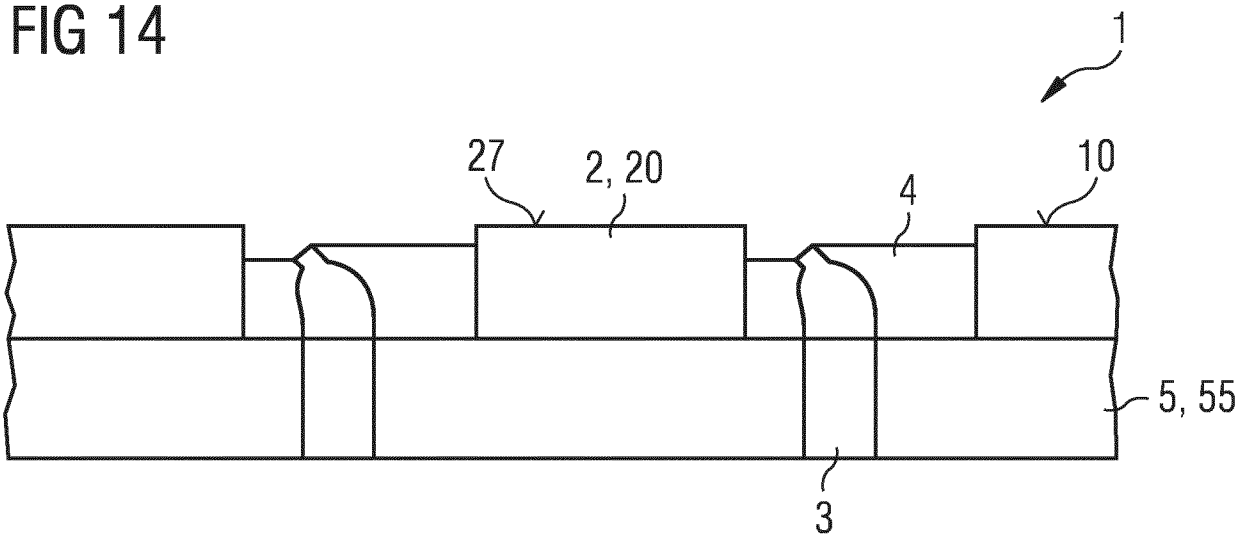


FIG 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/071202

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C67/00 B33Y10/00 B33Y30/00
ADD. B33Y70/00 H01L27/15 H01L33/20 H01L33/32 H01L33/38
H01L33/46 H01S5/026
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)
B29C B33Y H01L H01S

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 226 683 A1 (TNO [NL]) 8 September 2010 (2010-09-08) abstract figure 1 paragraph [0006] - paragraph [0014] paragraph [0017] - paragraph [0025] -----	1,11
A	WO 2015/091459 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 25 June 2015 (2015-06-25) abstract figures 1,2,9 page 1, line 20 - page 10, line 6 page 11, line 17 - page 12, line 27 page 14, line 17 - page 15, line 7 page 18, line 6 - line 25 -----	1,11
A	US 2015/072293 A1 (DESIMONE JOSEPH M [US] ET AL) 12 March 2015 (2015-03-12) the whole document -----	1-16

☐ 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	Date of mailing of the international search report
7 December 2016	19/12/2016

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

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/071202

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2226683 A1	08-09-2010	CA 2754334 A1	10-09-2010
		CA 2754337 A1	10-09-2010
		CN 102414620 A	11-04-2012
		CN 102414624 A	11-04-2012
		EP 2226683 A1	08-09-2010
		EP 2404220 A1	11-01-2012
		EP 2404221 A1	11-01-2012
		JP 5894439 B2	30-03-2016
		JP 2012519874 A	30-08-2012
		JP 2012519875 A	30-08-2012
		JP 2015171820 A	01-10-2015
		US 2012057143 A1	08-03-2012
		US 2012063131 A1	15-03-2012
		WO 2010101465 A1	10-09-2010
		WO 2010101466 A1	10-09-2010
WO 2015091459 A1	25-06-2015	CN 105829113 A	03-08-2016
		CN 105980159 A	28-09-2016
		EP 3079912 A1	19-10-2016
		EP 3083254 A1	26-10-2016
		KR 20160099568 A	22-08-2016
		US 2016279707 A1	29-09-2016
		US 2016311230 A1	27-10-2016
		WO 2015091459 A1	25-06-2015
		WO 2015091485 A1	25-06-2015
US 2015072293 A1	12-03-2015	US 2015072293 A1	12-03-2015
		US 2016311158 A1	27-10-2016

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/071202

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B29C67/00 B33Y10/00 B33Y30/00
ADD. B33Y70/00 H01L27/15 H01L33/20 H01L33/32 H01L33/38
H01L33/46 H01S5/026
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B29C B33Y H01L H01S

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 226 683 A1 (TNO [NL]) 8. September 2010 (2010-09-08) Zusammenfassung Abbildung 1 Absatz [0006] - Absatz [0014] Absatz [0017] - Absatz [0025] -----	1,11
A	WO 2015/091459 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 25. Juni 2015 (2015-06-25) Zusammenfassung Abbildungen 1,2,9 Seite 1, Zeile 20 - Seite 10, Zeile 6 Seite 11, Zeile 17 - Seite 12, Zeile 27 Seite 14, Zeile 17 - Seite 15, Zeile 7 Seite 18, Zeile 6 - Zeile 25 -----	1,11
A	US 2015/072293 A1 (DESIMONE JOSEPH M [US] ET AL) 12. März 2015 (2015-03-12) das ganze Dokument -----	1-16

☐ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. Dezember 2016	19/12/2016

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

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/071202

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2226683 A1	08-09-2010	CA 2754334 A1	10-09-2010
		CA 2754337 A1	10-09-2010
		CN 102414620 A	11-04-2012
		CN 102414624 A	11-04-2012
		EP 2226683 A1	08-09-2010
		EP 2404220 A1	11-01-2012
		EP 2404221 A1	11-01-2012
		JP 5894439 B2	30-03-2016
		JP 2012519874 A	30-08-2012
		JP 2012519875 A	30-08-2012
		JP 2015171820 A	01-10-2015
		US 2012057143 A1	08-03-2012
		US 2012063131 A1	15-03-2012
		WO 2010101465 A1	10-09-2010
		WO 2010101466 A1	10-09-2010
WO 2015091459 A1	25-06-2015	CN 105829113 A	03-08-2016
		CN 105980159 A	28-09-2016
		EP 3079912 A1	19-10-2016
		EP 3083254 A1	26-10-2016
		KR 20160099568 A	22-08-2016
		US 2016279707 A1	29-09-2016
		US 2016311230 A1	27-10-2016
		WO 2015091459 A1	25-06-2015
		WO 2015091485 A1	25-06-2015
US 2015072293 A1	12-03-2015	US 2015072293 A1	12-03-2015
		US 2016311158 A1	27-10-2016