

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
25. Juni 2020 (25.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/127264 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01L 33/00* (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/085647

(22) Internationales Anmeldedatum:  
17. Dezember 2019 (17.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 132 824.9  
19. Dezember 2018 (19.12.2018) DE

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

(72) Erfinder: **KATZ, Simeon**; Sarmanna-Str. 34, 93049 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **ZACCO PATENT- & RECHTSANWÄLTE**; Bayerstrasse 83, 80335 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, 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.

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING AN OPTOELECTRONIC LIGHTING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER OPTOELEKTRONISCHEN LEUCHTVORRICHTUNG

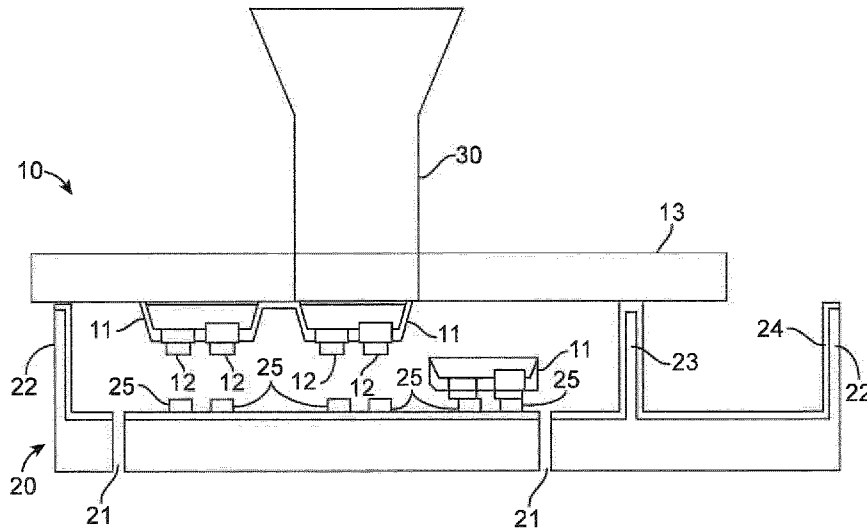


FIG. 3A

(57) Abstract: A method for producing an optoelectronic lighting device comprises steps in which a first semiconductor wafer (10) is provided, which has a multiplicity of first optoelectronic semiconductor components (11), the first semiconductor wafer (10) is arranged above a carrier (20), a plurality of the first optoelectronic semiconductor components (11) are separated from the first semiconductor wafer (10) by means of laser radiation (30) and fall onto the carrier (20), and the first optoelectronic semiconductor components (11) separated from the first semiconductor wafer (10) are secured to the carrier (20).

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Herstellung einer optoelektronischen Leuchtvorrichtung umfasst, dass ein erster Halbleiterwafer (10) bereitgestellt wird, der eine Vielzahl von ersten optoelektronischen Halbleiterbauelementen (11) aufweist, der erste Halbleiterwafer (10) über einem Träger (20) angeordnet wird, mehrere der ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) mittels



WO 2020/127264 A1

**(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)

---

einer Laserstrahlung (30) von dem ersten Halbleiterwafer (10) getrennt werden und auf den Träger (20) fallen, und die von dem ersten Halbleiterwafer (10) getrennten ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) an dem Träger (20) befestigt werden.

- 1 -

**VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER OPTOELEKTRONISCHEN LEUCHTVOR-  
RICHTUNG**

Die vorliegende Anmeldung nimmt die Priorität der deutschen  
5 Patentanmeldung Nr. 10 2018 132 824.9 in Anspruch, die am 19.  
Dezember 2018 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht  
wurde. Der Offenbarungsgehalt der deutschen Patentanmeldung Nr.  
10 2018 132 824.9 wird hiermit in den Offenbarungsgehalt der  
vorliegenden Anmeldung aufgenommen.

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstel-  
lung einer optoelektronischen Leuchtvorrichtung.

Bei zukünftigen LEDs (englisch: light emitting diodes), insbe-  
15 sondere bei  $\mu$ LEDs, wird das Setzen der Bauelemente immer an-  
spruchsvoller. Die Gründe hierfür sind die benötigte Platzier-  
genauigkeit, die aufgrund der zunehmenden Miniaturisierung er-  
schwert wird, der Ausschluss von Defektbauteilen und die benö-  
tigten Reparaturmechanismen.

20

Der vorliegenden Erfindung liegt unter anderem die Aufgabe zu-  
grunde, ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung einer opto-  
elektronischen Leuchtvorrichtung anzugeben, mit welcher sich  
optoelektronische Halbleiterbauelemente in zuverlässiger und  
25 kostengünstiger Weise auf einem Träger platzieren lassen.

Eine Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch ein Verfahren zur  
Herstellung einer optoelektronischen Leuchtvorrichtung mit den  
Merkmale des Anspruchs 1. Ferner wird eine Aufgabe der Erfin-  
30 dung gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer opto-  
elektronischen Leuchtvorrichtung mit den Merkmalen des unabhän-  
gigen Anspruchs 13. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiter-  
bildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen an-  
gegeben.

35

- 2 -

Ein Verfahren gemäß einer Ausgestaltung dient zur Herstellung einer optoelektronischen Leuchtvorrichtung. Zunächst wird ein erster Halbleiterwafer bereitgestellt, der eine Vielzahl von ersten optoelektronischen Halbleiterbauelementen aufweist. Die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente sind zu diesem Zeitpunkt folglich nicht vereinzelt, sondern befinden sich noch im Waferverbund. Der erste Halbleiterwafer ist derjenige Wafer, auf dem die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente gewachsen sind. Der erste Halbleiterwafer enthält Halbleitermaterial, muss aber nicht ausschließlich aus Halbleitermaterial bestehen, sondern kann zum Beispiel auch Metall enthalten.

Der erste Halbleiterwafer wird über einem Träger angeordnet und in einem nächsten Schritt werden mehrere der ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente mittels einer Laserstrahlung von dem ersten Halbleiterwafer getrennt. Bei der Laserstrahlung kann es sich um einen von einem Laser erzeugten fokussierten Laserpuls handeln, der genug Energie aufweist, so dass mittels des Laserpulses ein einziges optoelektronisches Halbleiterbauelement aus dem Waferverbund gelöst werden kann. Bedingt durch die Schwerkraft fallen die aus dem Waferverbund gelösten optoelektronischen Halbleiterbauelemente nach unten auf den unter dem ersten Halbleiterwafer angeordneten Träger.

Die von dem ersten Halbleiterwafer getrennten und auf den Träger gefallenen ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente werden an dem Träger befestigt. Der Träger mit den daran befestigten ersten optoelektronischen Halbleiterbauelementen bildet die optoelektronische Leuchtvorrichtung.

Aufgrund des vorgeschlagenen Transferprozesses entfällt die Notwendigkeit, die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente einzeln von dem ersten Halbleiterwafer auf den Träger umzusetzen. Ferner ist kein Umbonden erforderlich. Dennoch ist es möglich, die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente

selektiv an einer gewünschten Stelle auf dem Träger zu platzieren. Folglich lassen sich die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente mit dem beschriebenen Verfahren in zuverlässiger und kostengünstiger Weise auf dem Träger platzieren.

5

Die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente können beispielsweise als Licht emittierende Dioden (englisch: light emitting diodes, LEDs), als organische Licht emittierende Dioden (englisch: organic light emitting diodes, OLEDs), als Licht emittierende Transistoren oder als organische Licht emittierende Transistoren ausgebildet sein. Die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente können in verschiedenen Ausführungsformen Teil einer integrierten Schaltung sein.

15 Nach dem Lösen der ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente aus dem Waferverbund können diese insbesondere als optoelektronische Halbleiterchips ausgebildet sein.

Insbesondere können die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente jeweils eine  $\mu$ LED, d. h. eine Mikro-LED, sein. Eine  $\mu$ LED verfügt über ein nur sehr dünnes Substrat oder gar kein Substrat, was es ermöglicht, sie mit kleinen lateralen Ausdehnungen herzustellen. Beispielsweise kann die Kantenlänge, d. h. die laterale Ausdehnung, einer  $\mu$ LED in einem Bereich von 5  $\mu$ m bis 20 bis 60  $\mu$ m liegen. Die Dicke einer  $\mu$ LED kann beispielsweise in einem Bereich von 2  $\mu$ m bis 10  $\mu$ m liegen.

Um das Abtrennen der ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente mit Hilfe der Laserstrahlung zu erleichtern und außerdem Sollbruchstellen vorzugeben, können Bereiche des ersten Halbleiterwafers zwischen benachbarten ersten optoelektronischen Halbleiterbauelementen zuvor gedünnt werden, beispielsweise durch Anwendung geeigneter Ätzverfahren. Alternativ oder zusätzlich kann die Rückseite des ersten Halbleiterwafers geätzt werden.

35

Auf dem Träger können Lotdepots (englisch: solder bumps) platziert werden, welche vor dem Trennen der ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente von dem ersten Halbleiterwafer erhitzt werden, beispielsweise auf eine Temperatur, die der Schmelztemperatur des Lotmaterial entspricht oder größer als die Schmelztemperatur ist. Die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente werden dann in das flüssige Lotmaterial der Lotdepots „geschossen“. Nach dem Erstarren des Lotmaterials sind die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente durch das Lotmaterial mechanisch an dem Träger befestigt. Die Lotdepots können ein geeignetes Lotmaterial enthalten, zum Beispiel Sn, In, AuIn oder NiSn.

Aufgrund der Oberflächenspannung können die Lotdepots die optoelektronischen Halbleiterbauelemente nach deren Landung selbstjustierend verschieben.

Die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente können jeweils Kontaktflächen aufweisen, beispielsweise Anoden- und Kathoden-Kontaktflächen, die zum elektrischen Kontaktieren der optoelektronischen Halbleiterbauelemente von außerhalb der optoelektronischen Halbleiterbauelemente ausgebildet sind. Der erste Halbleiterwafer kann derart über dem Träger angeordnet werden, dass die Kontaktflächen zu dem Träger weisen. Nach dem Vereinzeln fallen die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente mit ihren Kontaktflächen auf die Lotdepots. Die Lotdepots verbinden die Kontaktflächen mechanisch mit dem Träger und koppeln die optoelektronischen Halbleiterbauelemente außerdem elektrisch an den Träger bzw. an in dem Träger enthaltene Bauelemente.

Der Träger kann eine Verdrahtungsschicht aufweisen, an welche die auf den Träger gefallen ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente beispielsweise über die Lotdepots elektrisch

gekoppelt werden. Die Verdrahtungsschicht kann die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente an in den Träger integrierte aktive und/oder passive Bauelemente koppeln.

5 Nach dem Anordnen des ersten Halbleiterwafers über dem Träger kann ein Unterdruck bzw. Vakuum in einem Raum zwischen dem ersten Halbleiterwafer und dem Träger erzeugt werden. Der Unterdruck bewirkt eine Kraft auf den ersten Halbleiterwafers in Richtung des Trägers. Der Unterdruck kann beispielsweise mit  
10 einer Pumpe, insbesondere einer Vakuumpumpe, erzeugt werden. Der Unterdruck ermöglicht es, den ersten Halbleiterwafer in einem nur sehr geringen Abstand oberhalb des Trägers anzuordnen. Weiterhin können die von dem fokussierten Laserstrahl „abgeschossenen“ ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente  
15 aufgrund des Vakuums ohne Luftwiderstand auf den Träger fallen, wodurch ein möglicherweise durch den Luftwiderstand bewirktes Verkippen der optoelektronischen Halbleiterbauelemente unterbunden wird.

20 Der Träger kann Durchgangslöcher aufweisen, durch die Luft aus dem Raum zwischen dem ersten Halbleiterwafer und dem Träger zum Erzeugen des Unterdrucks gepumpt wird. Die Durchgangslöcher können sich von einer ersten Hauptoberfläche des Trägers bis zu einer der ersten Hauptoberfläche gegenüberliegenden zweiten  
25 Hauptoberfläche des Trägers erstrecken.

Der Träger kann Stützpfeiler und/oder Stützwände aufweisen, auf die der erste Halbleiterwafer gelegt wird, bevor die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente mittels des fokussierten Laserstrahls von dem ersten Halbleiterwafer gelöst werden.  
30 Die Stützpfeiler bzw. -wände bieten den Vorteil, dass sie einen definierten Abstand des ersten Halbleiterwafers von dem Träger schaffen. Beispielsweise kann der Abstand im Bereich von 10  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$  liegen. Der Abstand kann in Abhängigkeit von der Größe  
35 der optoelektronischen Halbleiterbauelemente und/oder der Größe

der Kontaktflächen gewählt werden und kann entsprechend optimiert werden.

Gemäß einer Ausgestaltung wird ein zweiter Halbleiterwafer bereitgestellt, der eine Vielzahl von zweiten optoelektronischen Halbleiterbauelementen aufweist. Der zweite Halbleiterwafer wird über dem Träger angeordnet und mehrere der zweiten optoelektronischen Halbleiterbauelemente werden mittels eines fokussierten Laserstrahls, insbesondere eines Laserpulses, von dem zweiten Halbleiterwafer getrennt. Die aus dem Waferverbund gelösten zweiten optoelektronischen Halbleiterbauelemente fallen auf den Träger und werden an dem Träger befestigt.

Der zweite Halbleiterwafer sowie die in dem zweiten Halbleiterwafer enthaltenen zweiten optoelektronischen Halbleiterbauelemente können die oben beschriebenen Ausgestaltungen des ersten Halbleiterwafers bzw. der ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente aufweisen.

Ferner können weitere Halbleiterwafer bereitgestellt werden, die weitere optoelektronische oder anders ausgestaltete Halbleiterbauelemente enthalten, die mit Hilfe des beschriebenen Verfahrens vereinzelt und an dem Träger befestigt werden. Die verschiedenen Halbleiterwafer können nacheinander über dem Träger angeordnet werden und ihre Halbleiterbauelemente können an den jeweils gewünschten Stellen an dem Träger angebracht werden.

Die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente können dazu ausgebildet sein, Licht einer ersten Farbe zu emittieren und die zweiten optoelektronischen Halbleiterbauelemente können dazu ausgebildet sein, Licht einer zweiten Farbe zu emittieren, wobei die erste und die zweite Farbe unterschiedliche Farben sind. Falls dritte optoelektronische Halbleiterbauelemente vorgesehen sind, die einem dritten Halbleiterwafer entnommen werden, können diese dazu ausgebildet sein, Licht einer dritten



Farbe zu emittieren. Beispielsweise können die drei Farben die Grundfarben Rot, Grün und Blau sein.

Optoelektronische Halbleiterbauelemente, welche Licht der Farben Rot, Grün und Blau emittieren, können jeweils nebeneinander auf dem Träger platziert werden. Drei nebeneinander platzierte optoelektronische Halbleiterbauelemente mit den Farben Rot, Grün und Blau können ein Pixel bilden. Mehrere Pixel können beispielsweise in einer Matrix aus Zeilen und Spalten angeordnet sein.

Der Träger, an dem die optoelektronischen Halbleiterbauelemente befestigt werden, kann ein weiterer Halbleiterwafer sein. Wie vorstehend beschrieben kann der als Träger genutzte Halbleiterwafer eine Verdrahtungsschicht sowie in den Halbleiterwafer integrierte aktive und/oder passive Bauelemente enthalten. Beispielsweise kann der Halbleiterwafer Dünnschichttransistoren (englisch: thin-film transistor, TFT) umfassen, die zur Ansteuerung der optoelektronischen Halbleiterbauelemente dienen.

Anstelle eines Halbleiterwafers kann auch ein anders ausgestaltetes Substrat als Träger verwendet werden.

Der Träger muss nicht wie typische Halbleiterwafer kreisrund sein, sondern kann beispielsweise rechteckig sein oder eine andere geeignete Grundform aufweisen.

Die mit dem hier beschriebenen Verfahren hergestellte optoelektronische Leuchtvorrichtung kann ein Display, d. h. ein optisches Anzeigegerät, sein.

Weiterhin kann die optoelektronische Leuchtvorrichtung beispielsweise in Videowänden, RGB-Displays oder Anzeigetafeln verwendet werden. Ferner kann die optoelektronische Leuchtvor-

richtung in Fahrzeuganwendungen eingesetzt werden. Beispielsweise kann die optoelektronische Leuchtvorrichtung in Displays, insbesondere im Armaturenbrett, von Fahrzeugen integriert werden.

5

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen schematisch:

Fig. 1 einen Halbleiterwafer mit mehreren optoelektronischen Halbleiterbauelementen;

10

Fig. 2A bis 2C Verfahrensschritte zur Herstellung eines Trägers für eine optoelektronische Leuchtvorrichtung; und

15

Fig. 3A und 3B Verfahrensschritte zur Herstellung einer optoelektronischen Leuchtvorrichtung mit Hilfe des Halbleiterwafers aus Fig. 1 und des Trägers aus Fig. 2C.

20

In der folgenden ausführlichen Beschreibung wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die einen Teil dieser Beschreibung bilden und in denen zur Veranschaulichung spezifische Ausführungsbeispiele gezeigt sind, in denen die Erfindung ausgeübt werden kann. Da Komponenten von Ausführungsbeispielen in einer Anzahl verschiedener Orientierungen positioniert werden können, dient die Richtungsterminologie zur Veranschaulichung und ist auf keinerlei Weise einschränkend. Es versteht sich, dass andere Ausführungsbeispiele benutzt und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzzumfang abzuweichen. Es versteht sich, dass die Merkmale der hierin beschriebenen verschiedenen Ausführungsbeispiele miteinander kombiniert werden können, sofern nicht spezifisch anders angegeben. Die folgende ausführliche Beschreibung ist deshalb nicht in einschränkendem Sinne aufzufassen. In

35

den Figuren sind identische oder ähnliche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen, soweit dies zweckmäßig ist.

Fig. 1 zeigt einen Abschnitt eines Halbleiterwafers 10 im Querschnitt mit einer Vielzahl von optoelektronischen Halbleiterbauelementen, die in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als LEDs 11, insbesondere als  $\mu$ LEDs, ausgebildet sind. In Fig. 1 sind beispielhaft zwei LEDs 11 dargestellt. Die LEDs 11 befinden sich in Fig. 1 im Waferverbund des Halbleiterwafers 10, auf dem die LEDs 11 gewachsen sind.

Der Halbleiterwafer 10 ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Saphirwafer, auf dem die LEDs 11 in einer Flip-Chip-Konfiguration hergestellt werden, d. h., die LEDs 11 können in einem späteren Verfahrensschritt direkt mit ihren Kontaktflächen bzw. Kontaktpads 12 auf einen Träger montiert werden, ohne dass weitere Anschlussdrähte, insbesondere Bonddrähte, zur Kontaktierung erforderlich wären.

Der Halbleiterwafer 11 umfasst u. a. eine Saphirschicht 13, d. h. eine Schicht aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , und eine Schicht 14 aus GaN. Die GaN-Schicht 14 wird zwischen benachbarten LEDs 11 bis auf die Saphirschicht 13 heruntergeätzt. Anschließend wird die GaN-Schicht 14 mit einer Passivierungsschicht 15 überzogen, wobei die Kontaktpads 12 der LEDs 11 ausgespart bleiben. Die Kontaktpads 12 sind in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel aus Gold gefertigt und dienen zur elektrischen Kontaktierung der p- bzw. n-Anschlüsse der jeweiligen LED 11.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird die Rückseite des Halbleiterwafers 11, d. h. die Saphirschicht 13, ausreichend gedünnt und poliert.

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt eines Siliziumwafers 20, der als Träger für die LEDs 11 dienen soll. In dem Siliziumwafer 20

können aktive und/oder passive Bauelemente integriert sein, die in Fig. 2A nicht dargestellt sind. Ferner kann der Siliziumwafer 20 über eine oder mehrere ebenfalls in Fig. 2A nicht dargestellte Verdrahtungsschicht(en) verfügen.

5

In die Rückseite des Siliziumwafers 20 werden zunächst als Sacklöcher ausgebildete Löcher 21 geätzt, wobei die Löcher 21 nur einen geringen Anteil der Rückseite des Siliziumwafers 20 beanspruchen.

10

In dem nächsten Verfahrensschritt, der in Fig. 2B dargestellt ist, wird die Vorderseite des Siliziumwafers 20 geätzt. Dabei bleiben jedoch der Randbereich 22 und Stützpfeiler 23 oder Stützwände stehen. Beispielfhaft ist in Fig. 2B einer der Stützpfeiler 23 dargestellt. Die Funktion der Stützpfeiler 23 wird weiter unten erläutert.

15

Die Vorderseite des Siliziumwafers 20 wird so weit geätzt, dass die Löcher 20 an der Vorderseite freigelegt werden und außerdem der Randbereich 22 sowie die Stützpfeiler 20 eine definierte Höhe, beispielsweise 20  $\mu\text{m}$ , aufweisen. Die Löcher 20 werden folglich in dem in Fig. 2B dargestellten Verfahrensschritt zu Durchgangslöchern ausgebildet. Die Stützpfeiler 20 beanspruchen nur einen geringen Anteil der Vorderseite des Siliziumwafers 20.

25

In dem nächsten, in Fig. 2C dargestellten Verfahrensschritt werden eine Passivierungsschicht 24 aus  $\text{SiO}_2$  sowie Lotdepots 25 auf die Vorderseite des Siliziumwafers 20 aufgebracht. Die Lotdepots 25 werden auf Kontaktflächen des Siliziumwafers 20 platziert.

30

Fig. 3A und 3B zeigen schematisch die Herstellung einer optoelektronischen Leuchtvorrichtung in der Form zumindest eines

Teils eines Displays aus dem in Fig. 1 dargestellten Halbleiterwafer 10 und dem in Fig. 2C dargestellten Siliziumwafer 20.

Der Halbleiterwafer 10 bzw. die Saphirschicht 13 des Halbleiterwafer 5 wafers 10 wird derart auf den Randbereich 22 und/oder die Stützpfiler 23 des Siliziumwafers 20 gelegt, dass die Kontaktpads 12 der LEDs 11 in Richtung des Siliziumwafers 20 weisen. Durch die vorgegebene Höhe des Randbereichs 22 und der Stützpfiler 23 kann der Abstand zwischen den in den Halbleiterwafer 10 integrierten LEDs 11 und dem Siliziumwafer 20 genau vorgegeben werden. 10

Nach dem Auflegen des Halbleiterwafers 10 auf den Randbereich 22 und/oder die Stützpfiler 23 des Siliziumwafers 20 wird entweder die gesamte Kammer, in der sich der Halbleiterwafer 10 und der Siliziumwafer 20 befinden, evakuiert oder es wird lediglich ein Unterdruck in dem Raum zwischen dem Halbleiterwafer 10 und dem Siliziumwafer 20 erzeugt, indem Luft durch die Löcher 21 in dem Siliziumwafer 20 mittels einer Pumpe abgesaugt wird. 15 Der Unterdruck bewirkt eine Kraft auf den Halbleiterwafer 10 in Richtung des Siliziumwafers 20. Die Stützpfiler 23 verhindern ein Durchbiegen der Halbleiterwafers 10. Ferner werden die Kontaktpads 12 der LEDs 11 während der späteren Erhitzung nicht oxidiert und es werden Verkippungen der separierten LEDs 11 aufgrund von Turbulenzen während des Flugs vermieden. Falls die 20 gesamte Kammer evakuiert wird, beispielsweise aufgrund einer mangelnden Steifigkeit des Halbleiterwafers 10, können der Halbleiterwafer 10 und der Siliziumwafer 20 mittels einer Klemmung arretiert werden. 25

Zumindest der Siliziumwafer 20 wird anschließend auf die Schmelztemperatur des Lotmaterials erhitzt, so dass die Lotdepots 25 sich in einem flüssigen Zustand befinden. 30

Der Halbleiterwafer 10 ist derart über dem Siliziumwafer 20 in lateraler Richtung positioniert, dass sich bestimmte LEDs 11 direkt oberhalb einer gewünschten Positionierung auf dem Siliziumwafer 20 befinden. Mittels eines fokussierten Laserpulses 30 werden diese LEDs 11 nacheinander selektiv „abgeschossen“ und fallen bedingt durch die Schwerkraft auf den Siliziumwafer 20. Durch den Laserpuls 30 wird insbesondere die Epitaxieschicht der jeweiligen LEDs 11 erhitzt, wodurch die LEDs 11 bzw. LED-Chips aus dem Waferverbund gelöst werden.

10

Die „abgeschossenen“ LEDs 11 landen mit ihren Kontaktpads 12 auf den jeweiligen Lotdepots 25. Die Oberflächenspannung der flüssigen Lotdepots 25 bewirkt, falls erforderlich, eine Verschiebung der LEDs 11 nach der Landung in eine gewünschte Position.

15

Aufgrund der kurzen Flugstrecke, des Vakuums und des flüssigen Lotmaterials bleiben die vereinzelt LEDs 11 auf dem Siliziumwafer 20 kleben bzw. werden mittels ihrer kinetischen Energie gleich in das flüssige Lotmaterial verpresst.

20

Anschließend erstarrt das Lotmaterial. Durch das erstarrte Lotmaterial sind die LEDs 11 mechanisch an dem als Träger dienenden Siliziumwafer 20 befestigt. Außerdem bewirkt das Lotmaterial eine elektrische Kopplung der LEDs 11 an die in den Siliziumwafer 20 integrierten aktiven und/oder passiven Bauelemente.

25

Nach dem selektiven Setzen der LEDs 11 können in gleicher Weise LEDs 31 auf dem Siliziumwafer 20 platziert werden. Die LEDs 11 und 31 können Licht mit unterschiedlichen Farben emittieren. Wie in Fig. 3B gezeigt ist, können die LEDs 31 in einen zweiten Halbleiterwafer 32 integriert sein, der genauso wie zuvor der erste Halbleiterwafer 10 oberhalb des Siliziumwafers 20 angeordnet wird, um die LEDs 31 an den gewünschten Stellen mittels

30

eines fokussierten Laserpulses 30 separieren und auf dem Siliziumwafer 20 platzieren zu können.

Das beschriebene Verfahren ermöglicht es, LEDs, welche die  
5 Grundfarben Rot, Grün und Blau emittieren, nacheinander an dem  
als Träger dienenden Siliziumwafer 20 zu befestigen. Rotes Licht  
emittierende LEDs könnten aus dem Waferverbund beispielsweise  
mittels eines Infrarot (IR)-Lasers und einer absorbierenden  
GaInNAs-Schicht gelöst werden. Andererseits könnte auch GaN,  
10 sobald verfügbar, für rotes Licht emittierende LEDs verwendet  
werden.

**BEZUGSZEICHENLISTE**

	10	Halbleiterwafer
	11	LED
5	12	Kontaktpad
	13	Saphirschicht
	14	GaN-Schicht
	15	Passivierungsschicht
	20	Siliziumwafer
10	21	Loch
	22	Randbereich
	23	Stützfeiler
	24	Passivierungsschicht
	25	Lotdepot
15	30	Laserpuls
	31	LED
	32	Halbleiterwafer



**ANSPRÜCHE**

1. Verfahren zur Herstellung einer optoelektronischen Leuchtvorrichtung, wobei  
5 ein erster Halbleiterwafer (10) bereitgestellt wird, der eine Vielzahl von ersten optoelektronischen Halbleiterbauelementen (11) aufweist,  
der erste Halbleiterwafer (10) über einem Träger (20) angeordnet wird,  
10 mehrere der ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) mittels einer Laserstrahlung (30) von dem ersten Halbleiterwafer (10) getrennt werden und auf den Träger (20) fallen, und  
die von dem ersten Halbleiterwafer (10) getrennten  
15 ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) an dem Träger (20) befestigt werden,  
wobei Bereiche des ersten Halbleiterwafers (10) zwischen benachbarten ersten optoelektronischen Halbleiterbauelementen (11) gedünnt werden, bevor die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) mittels der Laserstrahlung (30) von dem ersten Halbleiterwafer (10) getrennt werden.  
20
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente  $\mu$ LEDs (11) sind.  
25
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei auf dem Träger (20) Lotdepots (25) platziert werden, welche vor dem Trennen der ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) von dem ersten Halbleiterwafer (10) erhitzt werden und welche die auf den Träger (20) gefallenen ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) an dem Träger (20) befestigen.  
30

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) jeweils Kontaktflächen (12) aufweisen und der erste Halbleiterwafer (10) derart über dem Träger (20) angeordnet wird, dass die Kontaktflächen (12) zu dem Träger (20) weisen, und wobei die Lotdepots (25) die Kontaktflächen (12) der auf den Träger (20) gefallen ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) mit dem Träger (20) verbinden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Träger (20) eine Verdrahtungsschicht aufweist, an welche die auf den Träger (20) gefallen ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) elektrisch gekoppelt werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei nach dem Anordnen des ersten Halbleiterwafers (10) über dem Träger (20) ein Unterdruck in einem Raum zwischen dem ersten Halbleiterwafer (10) und dem Träger (20) erzeugt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Träger (20) Durchgangslöcher (21) aufweist, durch die Luft aus dem Raum zwischen dem ersten Halbleiterwafer (10) und dem Träger (20) zum Erzeugen des Unterdrucks gepumpt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Träger (20) Stützpfeiler (23) und/oder Stützwände aufweist, auf die der erste Halbleiterwafer (10) gelegt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein zweiter Halbleiterwafer (32) bereitgestellt wird, der eine Vielzahl von zweiten optoelektronischen Halbleiterbauelementen (31) aufweist,

- 17 -

der zweite Halbleiterwafer (32) über dem Träger (20) angeordnet wird,

mehrere der zweiten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (31) mittels einer Laserstrahlung (30) von dem zweiten Halbleiterwafer (32) getrennt werden und auf den Träger (20) fallen, und

die von dem zweiten Halbleiterwafer (32) getrennten zweiten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (31) an dem Träger (20) befestigt werden.

10

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) dazu ausgebildet sind, Licht einer ersten Farbe zu emittieren, und die zweiten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (31) dazu ausgebildet sind, Licht einer zweiten Farbe zu emittieren.

15

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Träger ein weiterer Halbleiterwafer (20) ist.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die optoelektronische Leuchtvorrichtung ein Display ist.

20

13. Verfahren zur Herstellung einer optoelektronischen Leuchtvorrichtung, wobei

ein erster Halbleiterwafer (10) bereitgestellt wird, der eine Vielzahl von ersten optoelektronischen Halbleiterbauelementen (11) aufweist,

25

der erste Halbleiterwafer (10) über einem Träger (20) angeordnet wird,

mehrere der ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) mittels einer Laserstrahlung (30) von dem ersten Halbleiterwafer (10) getrennt werden und auf den Träger (20) fallen, und

30

die von dem ersten Halbleiterwafer (10) getrennten ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) an dem Träger (20) befestigt werden,

5 wobei nach dem Anordnen des ersten Halbleiterwafers (10) über dem Träger (20) ein Unterdruck in einem Raum zwischen dem ersten Halbleiterwafer (10) und dem Träger (20) erzeugt wird, und

10 wobei der Träger (20) Durchgangslöcher (21) aufweist, durch die Luft aus dem Raum zwischen dem ersten Halbleiterwafer (10) und dem Träger (20) zum Erzeugen des Unterdrucks gepumpt wird.

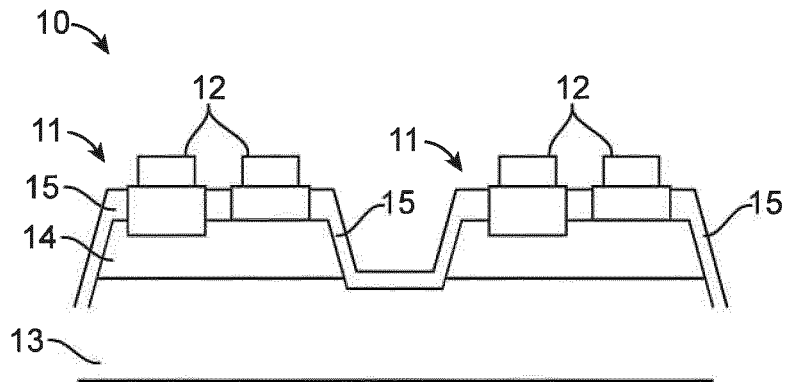


FIG. 1

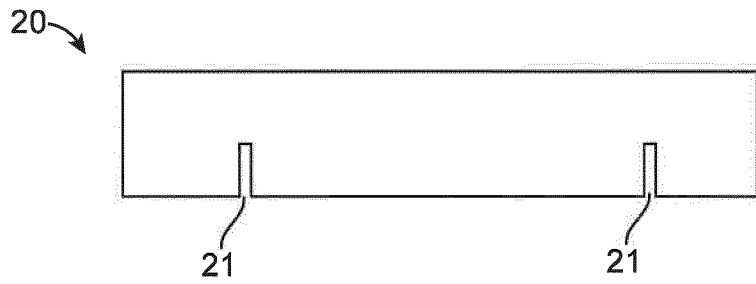


FIG. 2A

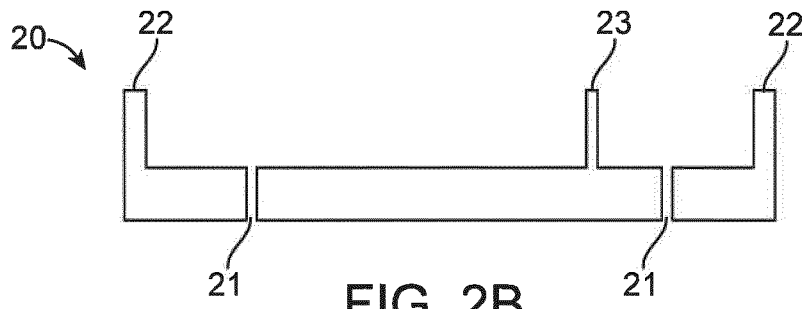


FIG. 2B

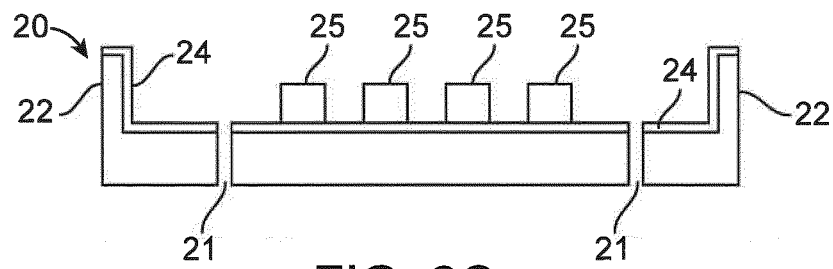


FIG. 2C

2 / 2

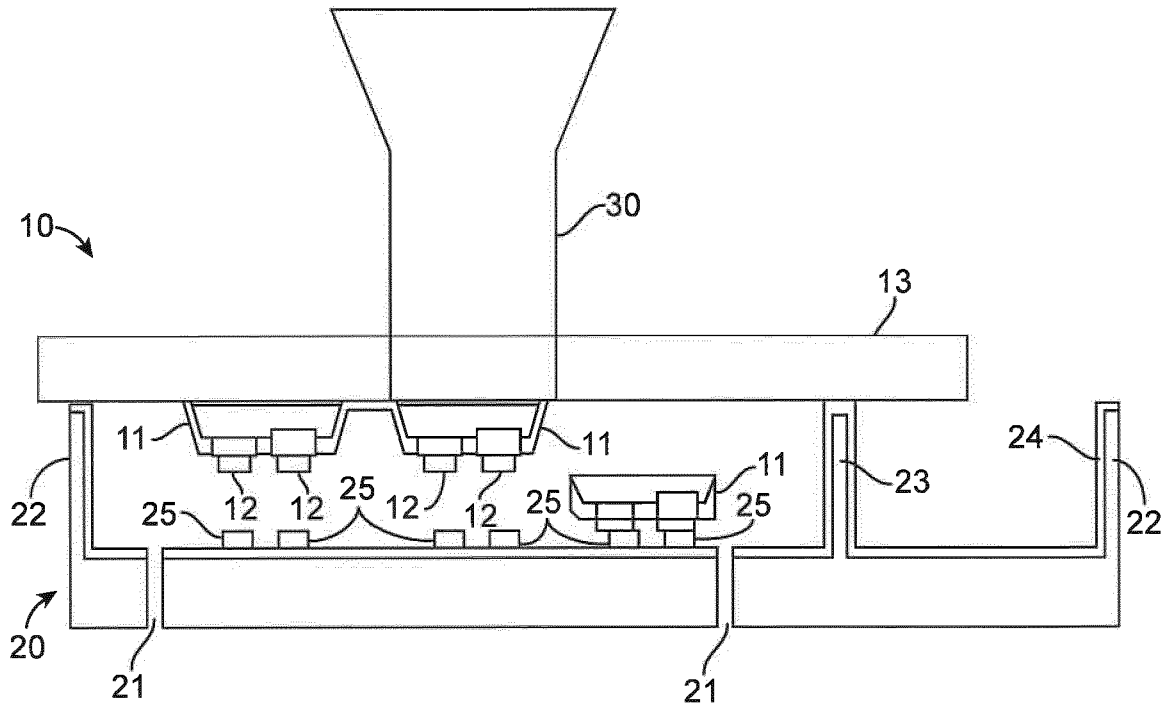


FIG. 3A

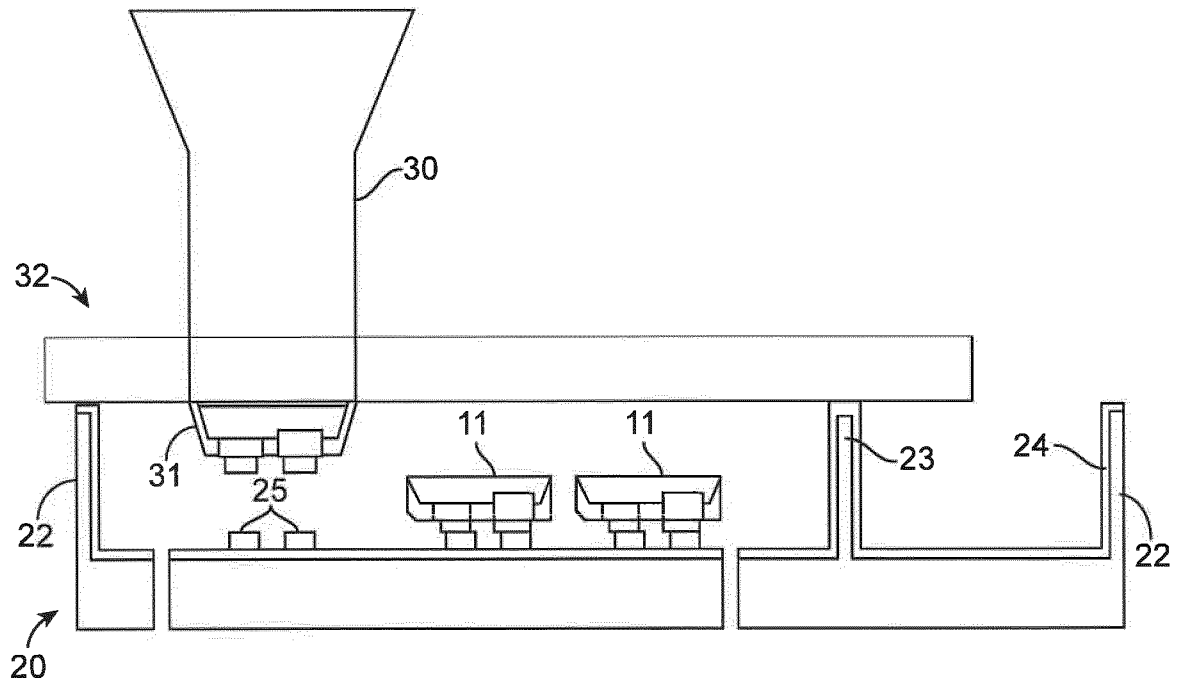


FIG. 3B

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/085647**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>H01L 33/00</b> (2010.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2018219123 A1 (WANG LONG [CN] ET AL) 02 August 2018 (2018-08-02) paragraphs [0049], [0052] - [0055], [0057], [0059], [0067], [0079]; figures 1-3	1-5,11,12
X	WO 2018061896 A1 (TORAY ENG CO LTD [JP]) 05 April 2018 (2018-04-05) paragraphs [0024] - [0026], [0045]; figure 1	1,2,5,6,8,12
X	US 2010258543 A1 (MIZUNO TAKESHI [JP] ET AL) 14 October 2010 (2010-10-14) paragraphs [0028] - [0037], [0042], [0047]; figure 1	1,2,5,9,10,12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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
04 February 2020		19 February 2020
Name and mailing address of the ISA/EP		Authorized officer
European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Pérennès, Frédéric  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/EP2019/085647</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2018219123	A1	02 August 2018	CN	105870265	A	17 August 2016
				US	2018219123	A1	02 August 2018
				US	2019334057	A1	31 October 2019
				WO	2017181743	A1	26 October 2017
-----							
WO	2018061896	A1	05 April 2018	NONE			
-----							
US	2010258543	A1	14 October 2010	CN	101859728	A	13 October 2010
				JP	5444798	B2	19 March 2014
				JP	2010251359	A	04 November 2010
				US	2010258543	A1	14 October 2010
-----							



A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L33/00 ADD.		
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	US 2018/219123 A1 (WANG LONG [CN] ET AL) 2. August 2018 (2018-08-02) Absätze [0049], [0052] - [0055], [0057], [0059], [0067], [0079]; Abbildungen 1-3 -----	1-5,11, 12
X	WO 2018/061896 A1 (TORAY ENG CO LTD [JP]) 5. April 2018 (2018-04-05) Absätze [0024] - [0026], [0045]; Abbildung 1 -----	1,2,5,6, 8,12
X	US 2010/258543 A1 (MIZUNO TAKESHI [JP] ET AL) 14. Oktober 2010 (2010-10-14) Absätze [0028] - [0037], [0042], [0047]; Abbildung 1 -----	1,2,5,9, 10,12
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
4. Februar 2020		19/02/2020
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  Pérennès, Frédéric

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/085647

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2018219123 A1	02-08-2018	CN 105870265 A	17-08-2016
		US 2018219123 A1	02-08-2018
		US 2019334057 A1	31-10-2019
		WO 2017181743 A1	26-10-2017
-----			
WO 2018061896 A1	05-04-2018	KEINE	
-----			
US 2010258543 A1	14-10-2010	CN 101859728 A	13-10-2010
		JP 5444798 B2	19-03-2014
		JP 2010251359 A	04-11-2010
		US 2010258543 A1	14-10-2010
-----			