

DOCUMENT MADE AVAILABLE UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

International application number:	PCT/EP2019/085647
International filing date:	17 December 2019 (17.12.2019)
Document type:	Certified copy of priority document
Document details:	Country/Office: DE
	Number: 10 2018 132 824.9
	Filing date: 19 December 2018 (19.12.2018)
Date of receipt at the International Bureau:	28 January 2020 (28.01.2020)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a),(b) or (b-bis)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung DE 10 2018 132 824.9 über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 10 2018 132 824.9

Anmeldetag: 19. Dezember 2018

Anmelder/Inhaber: OSRAM Opto Semiconductors GmbH,
93055 Regensburg, DE

Bezeichnung: Verfahren zur Herstellung einer optoelektronischen
Leuchtvorrichtung

IPC: H01L 21/58; H01L 33/00; H01L 27/15; H01L 21/67;
H01L 21/301; H01L 21/302; H01L 25/075

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der Teile der am 19. Dezember 2018 eingereichten elektronischen Dokumente dieser Patentanmeldung unabhängig von gegebenenfalls durch das Druckverfahren bedingten Farbabweichungen.

München, den 23. Dezember 2019
Deutsches Patent- und Markenamt
Die Präsidentin
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'VLL'.

Köllner

2018P00563 DE

- 1 -

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

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

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

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

20 Eine Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch ein Verfahren zur
Herstellung einer optoelektronischen Leuchtvorrichtung mit den
Merkmale des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausführungsformen und
Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen
angegeben.

25 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
30 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 ge-

2018P00563 DE

- 2 -

wachsen sind. Der erste Halbleiterwafer enthält Halbleitermaterial, muss aber nicht ausschließlich aus Halbleitermaterial bestehen, sondern kann zum Beispiel auch Metall enthalten.

5 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
10 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
15 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
20 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
25 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.
30

Die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente können beispielsweise als Licht emittierende Dioden (englisch: light emitting diodes, LEDs), als organische Licht emittierende Dioden
35

2018P00563 DE

- 3 -

(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.

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 μ LED, d. h. eine Mikro-LED, sein. Eine μ 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 μ LED in einem Bereich von 5 μ m bis 60 μ m liegen. Die Dicke einer μ LED kann beispielsweise in einem Bereich von 2 μ m bis 10 μ 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.

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

2018P00563 DE

- 4 -

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.

10

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.

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

2018P00563 DE

- 5 -

Richtung des Trägers. Der Unterdruck kann beispielsweise mit einer Pumpe, insbesondere einer Vakuumpumpe, erzeugt werden. Der Unterdruck ermöglicht es, den ersten Halbleiterwafer in einem nur sehr geringen Abstand oberhalb des Trägers anzuordnen.

5 Weiterhin können die von dem fokussierten Laserstrahl „abgeschossenen“ ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente aufgrund des Vakuums ohne Luftwiderstand auf den Träger fallen, wodurch ein möglicherweise durch den Luftwiderstand bewirktes Verkippen der optoelektronischen Halbleiterbauelemente unter-

10 bunden wird.

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

15 können sich von einer ersten Hauptoberfläche des Trägers bis zu einer der ersten Hauptoberfläche gegenüberliegenden zweiten 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. Die Stützpfeiler bzw. -wände bieten den Vorteil, dass sie einen definierten Abstand des ersten Halbleiterwafers von dem Träger

25 schaffen. Beispielsweise kann der Abstand im Bereich von 10 μm bis 50 μm liegen. Der Abstand kann in Abhängigkeit von der Größe der optoelektronischen Halbleiterbauelemente und/oder der Größe der Kontaktflächen gewählt werden und kann entsprechend optimiert werden.

30 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 opto-

2018P00563 DE

- 6 -

elektronischen 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,

2018P00563 DE

- 7 -

Grün und Blau können ein Pixel bilden. Mehrere Pixel können beispielsweise in einer Matrix aus Zeilen und Spalten angeordnet sein.

5 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. Bei-
10 spielsweise 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.
15

Der Träger muss nicht wie typische Halbleiterwafer kreisrund sein, sondern kann beispielsweise rechteckig sein oder eine andere geeignete Grundform aufweisen.
20

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

25 Weiterhin kann die optoelektronische Leuchtvorrichtung beispielsweise in Videowänden, RGB-Displays oder Anzeigetafeln verwendet werden. Ferner kann die optoelektronische Leuchtvorrichtung in Fahrzeuganwendungen eingesetzt werden. Beispielsweise kann die optoelektronische Leuchtvorrichtung in Displays,
30 insbesondere im Armaturenbrett, von Fahrzeugen integriert werden.

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

2018P00563 DE

- 8 -

- Fig. 1 einen Halbleiterwafer mit mehreren optoelektronischen Halbleiterbauelementen;
- Fig. 2A bis 2C Verfahrensschritte zur Herstellung eines Trägers für eine optoelektronische Leucht-
5 vorrichtung; und
- Fig. 3A und 3B Verfahrensschritte zur Herstellung einer optoelektronischen Leuchtvorrichtung mit
10 Hilfe des Halbleiterwafers aus Fig. 1 und des Trägers aus Fig. 2C.

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

30

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 μ LEDs, ausgebildet sind. In Fig. 1 sind beispielhaft zwei LEDs 11 dargestellt. Die LEDs 11 befinden

35

2018P00563 DE

- 9 -

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 Al_2O_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.

25

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

30

In die Rückseite des Siliziumwafers 20 werden zunächst als Sacklöcher ausgebildete Löcher 21 geätzt, wobei die Löcher 21 nur

2018P00563 DE

- 10 -

einen geringen Anteil der Rückseite des Siliziumwafers 20 beanspruchen.

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.

10

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 µm, 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.

In dem nächsten, in Fig. 2C dargestellten Verfahrensschritt werden eine Passivierungsschicht 24 aus SiO₂ sowie Lotdepots 25 auf die Vorderseite des Siliziumwafers 20 aufgebracht. Die Lotdepots 25 werden auf Kontaktflächen des Siliziumwafers 20 platziert.

25

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.

30

Der Halbleiterwafer 10 bzw. die Saphirschicht 13 des Halbleiterwafers 10 wird derart auf den Randbereich 22 und/oder die Stützpfeiler 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 Stützpfeiler

35

2018P00563 DE

- 11 -

23 kann der Abstand zwischen den in den Halbleiterwafer 10 integrierten LEDs 11 und dem Siliziumwafer 20 genau vorgegeben werden.

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

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

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.
35

2018P00563 DE

- 12 -

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.

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.

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.

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

Das beschriebene Verfahren ermöglicht es, LEDs, welche die 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, sobald verfügbar, für rotes Licht emittierende LEDs verwendet werden.

2018P00563 DE

- 13 -

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

2018P00563 DE

- 14 -

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.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente μ LEDs (11) sind.
20
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Bereiche des ersten Halbleiterwafers (10) zwischen benachbarten ersten optoelektronischen Halbleiterbauelementen (11) gedünnt werden, bevor die ersten optoelektronischen
25 Halbleiterbauelemente (11) mittels der Laserstrahlung (30) von dem ersten Halbleiterwafer (10) getrennt werden.
4. 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

35

2018P00563 DE

- 15 -

5. Verfahren nach Anspruch 4, 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.
6. 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.
7. 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.
8. Verfahren nach Anspruch 7, 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.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Träger (20) Stützpfeiler (23) und/oder Stützwände aufweist, auf die der erste Halbleiterwafer (10) gelegt wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein zweiter Halbleiterwafer (32) bereitgestellt wird, der eine Vielzahl von zweiten optoelektronischen Halbleiterbauelementen (31) aufweist,

2018P00563 DE

- 16 -

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

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

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

11. Verfahren nach Anspruch 10, 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.

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

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

2018P00563 DE

- 17 -

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

5 Ein Verfahren zur Herstellung einer optoelektronischen Leucht-
vorrichtung umfasst, dass ein erster Halbleiterwafer (10) be-
reitgestellt wird, der eine Vielzahl von ersten optoelektroni-
schen Halbleiterbauelementen (11) aufweist, der erste Halb-
leiterwafer (10) über einem Träger (20) angeordnet wird, mehrere
10 der ersten optoelektronischen Halbleiterbauelemente (11) mit-
tels 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 opto-
elektronischen Halbleiterbauelemente (11) an dem Träger (20)
15 befestigt werden.

(Fig. 3A)

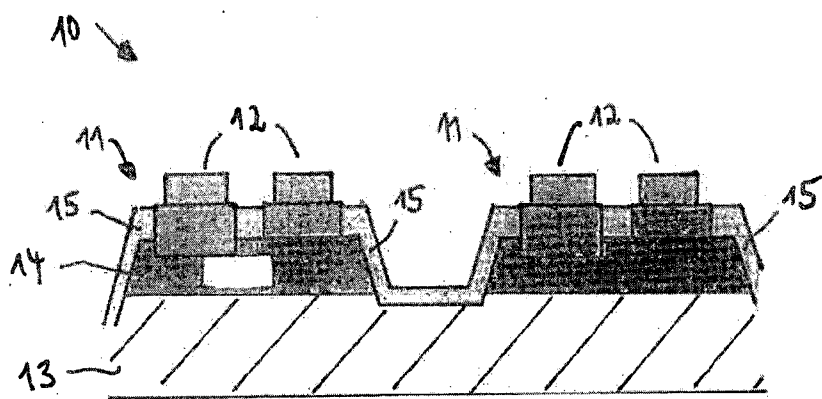


Fig. 1

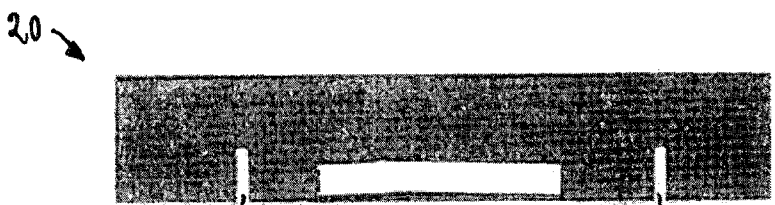


Fig. 2A

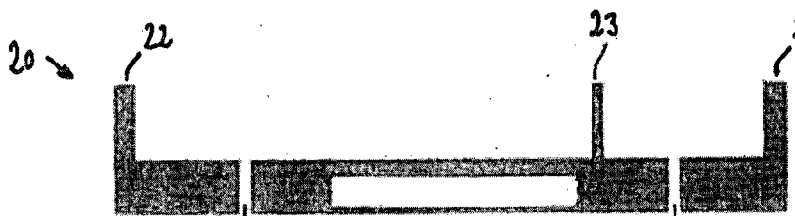


Fig. 2B

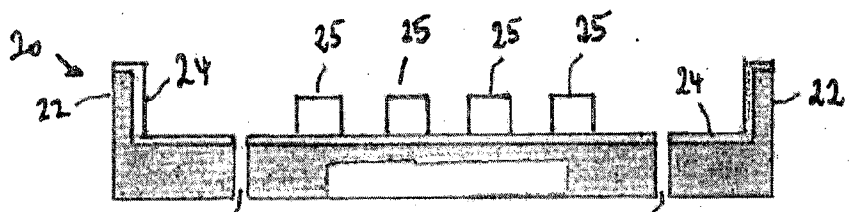


Fig. 2C

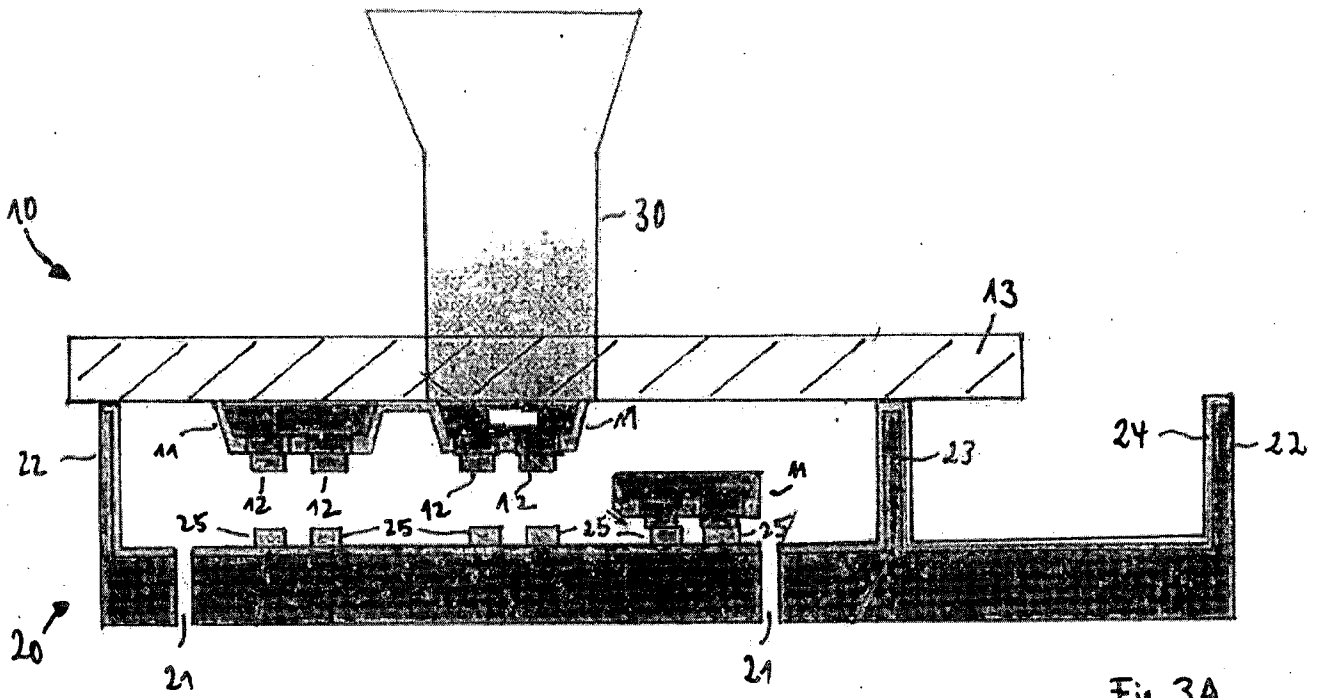


Fig. 3A

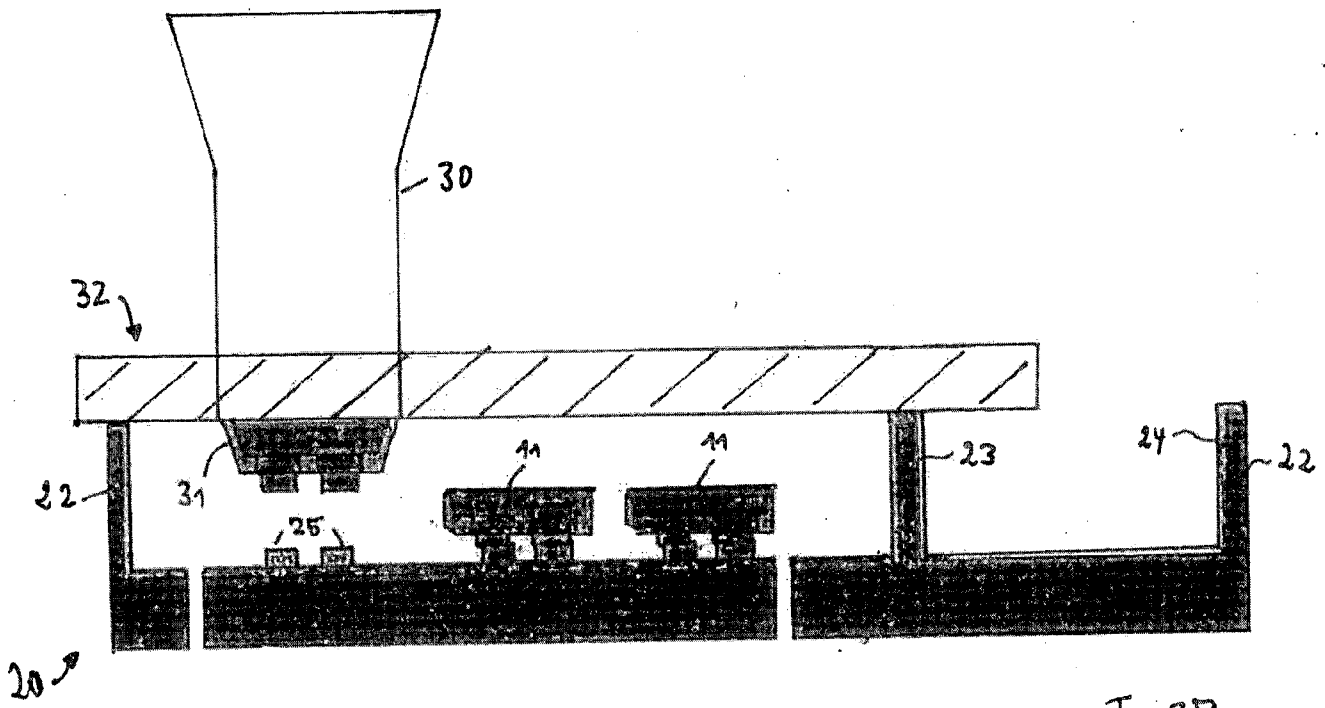


Fig. 3B