

(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
12. Januar 2017 (12.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/005492 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C04B 37/00 (2006.01) **H01L 33/00** (2010.01)
C04B 37/02 (2006.01) **H01L 25/075** (2006.01)
C04B 37/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/064454

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Juni 2016 (22.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 111 040.7 8. Juli 2015 (08.07.2015) DE

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

(72) Erfinder: **WENDT, Mathias**; Oswaldstr. 18, 93345
Hausen (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).

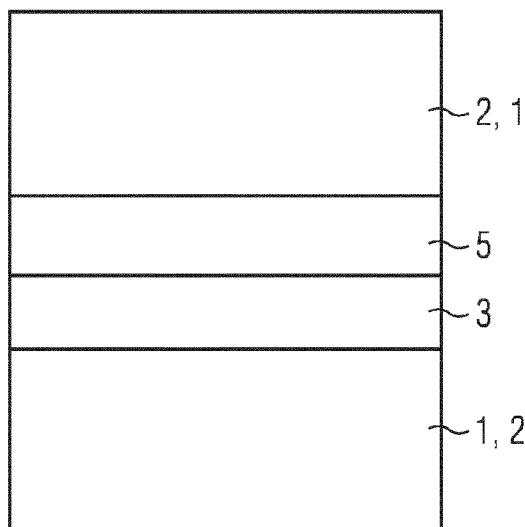
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR JOINING AT LEAST TWO COMPONENTS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM VERBINDEN VON ZUMINDEST ZWEI KOMPONENTEN

FIG 1B



(57) Abstract: The invention relates to a method for joining
at least two components (1, 2), comprising the following
steps: A) providing at least one first component (1) and one
second component (2); B) applying at least one donor layer
(3) onto the first and/or second component (1, 2), wherein
the donor layer (3) is enriched with oxygen (31); C) applying a
metal layer (4) onto the donor layer (3), the first or the second
component (1, 2); D) heating at least the metal layer (4) to a
first temperature (T1), such that the metal layer (4) is melted
and the first component (1) and the second component (2) are
joined together; and E) heating the assembly to a second
temperature (T2), such that the oxygen (31) moves from the
donor layer (3) into the metal layer (4) and the metal layer (4)
converts to a stable metal oxide layer (5), wherein the metal
oxide layer (5) has a higher melting temperature than the
metal layer (4), wherein at least the donor layer (3) and the
metal oxide layer (5) joins together the first component (1)
and the second component (2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein
Verfahren zum Verbinden von zumindest zwei Komponenten
(1, 2)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



mit den Schritten: A) Bereitstellen zumindest einer ersten Komponente (1) und einer zweiten Komponente (2), B) Aufbringen zumindest einer Spenderschicht (3) auf die erste und/oder die zweite Komponente (1, 2), wobei die Spenderschicht (3) mit Sauerstoff (31) angereichert ist, C) Aufbringen einer Metallschicht (4) auf die Spenderschicht (3), die erste oder die zweite Komponente (1, 2), D) Aufheizen zumindest der Metallschicht (4) auf eine erste Temperatur (T1), so dass die Metallschicht (4) aufgeschmolzen wird und die erste Komponente (1) und die zweite Komponente (2) miteinander verbunden werden, und E) Aufheizen der Anordnung auf eine zweite Temperatur (T2), so dass der Sauerstoff (31) aus der Spenderschicht (3) in die Metallschicht (4) übergeht und die Metallschicht (4) sich zu einer stabilen Metalloxidschicht (5) umwandelt, wobei die Metalloxidschicht (5) eine höhere Schmelztemperatur als die Metallschicht (4) aufweist, wobei zumindest die Spenderschicht (3) und die Metalloxidschicht (5) die erste Komponente (1) mit der zweiten Komponente (2) miteinander verbindet.

Beschreibung

Verfahren zum Verbinden von zumindest zwei Komponenten

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden von zumindest zwei Komponenten.

Bisher werden Komponenten mit Verbindungstechniken, wie beispielsweise dem Siliziumdioxid-Siliziumdioxid-Direktbonden, dem Kleben und metallischem Bonden, miteinander verbunden.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Verbinden von zumindest zwei Komponenten bereitzustellen, das eine stabile Verbindung zwischen den zwei Komponenten erzeugt.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Verbinden von zumindest zwei Komponenten gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

In zumindest einer Ausführungsform umfasst das Verfahren zum Verbinden von zumindest zwei Komponenten die Schritte:

- A) Bereitstellen zumindest einer ersten Komponente und einer zweiten Komponente,
- 30 B) Aufbringen zumindest einer Spenderschicht auf die erste und/oder die zweite Komponente, wobei die Spenderschicht mit Sauerstoff angereichert ist,

- 2 -

C) Aufbringen einer Metallschicht auf die Spenderschicht, die erste und/oder die zweite Komponente,

5 D) Aufheizen zumindest der Metallschicht auf eine erste Temperatur, sodass die Metallschicht aufgeschmolzen wird und die erste Komponente und die zweite Komponente miteinander verbunden werden, und

10 E) Aufheizen der Anordnung auf eine zweite Temperatur, sodass der Sauerstoff aus der Spenderschicht in die Metallschicht übergeht und die Metallschicht zu einer stabilen Metalloxidschicht umwandelt, wobei die Metalloxidschicht eine höhere Schmelztemperatur als die Metallschicht aufweist, wobei zumindest die Spenderschicht und die Metalloxidschicht
15 die erste Komponente mit der zweiten Komponente miteinander verbindet.

Insbesondere erfolgt das Verfahren nach der alphabetischen Reihenfolge A) bis E). Alternativ oder zusätzlich können
20 weitere Schritte vorhanden sein, beispielsweise kann vor dem Schritt B) der Sauerstoff in die Spenderschicht mittels eines Implantationsverfahrens zur Anreicherung des Sauerstoffs in der Spenderschicht erfolgen.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform stellt das Verfahren im Schritt A) eine erste und eine zweite Komponente bereit.

Die erste Komponente und/oder die zweite Komponente können aus einer verschiedenen Anzahl von Materialien und Elementen
30 ausgewählt sein. Die erste und/oder zweite Komponente können beispielsweise jeweils aus einer Gruppe ausgewählt sein, die Saphir, Siliziumnitrid, ein Halbleitermaterial, ein keramisches Material, ein Metall und Glas umfasst.

Alternativ oder zusätzlich können die erste und/oder die zweite Komponente auch ein Rohr und/oder ein Schlauch sein. Insbesondere ist das Rohr ein Vakuumrohr.

5

Zum Beispiel kann eine der beiden Komponenten ein Halbleiter oder Keramikwafer, zum Beispiel ein geformtes Material aus Saphir, Silikon, Germanium, Siliziumnitrid, Aluminiumoxid, einer lumineszierenden Keramik, wie zum Beispiel YAG, sein.

10 Ferner ist es möglich, dass zumindest eine Komponente als Printed Circuit Board (PCB), als metallischer Leiterraum oder als eine andere Art von Verbindungsträger ausgeformt ist. Ferner kann zumindest eine der Komponenten beispielsweise einen elektronischen Chip, einen
15 optoelektronischen Chip, eine lichtemittierende Leuchtdiode, einen Laserchip, einen Fotodetektorchip oder einen Wafer umfassen oder eine Mehrzahl von solchen Chips aufweisen. Insbesondere umfasst die zweite Komponente und/oder die erste Komponente eine lichtemittierende Leuchtdiode, kurz LED.
20 Insbesondere umfasst die zweite Komponente die lichtemittierende Leuchtdiode und die erste Komponente zumindest eines der oben genannten Materialien.

Die eine lichtemittierende Leuchtdiode umfassende Komponente
25 ist bevorzugt dazu eingerichtet, blaues Licht, rotes Licht, grünes Licht oder weißes Licht zu emittieren.

Die lichtemittierende Leuchtdiode umfasst zumindest einen optoelektronischen Halbleiterchip. Der optoelektronische
30 Halbleiterchip kann eine Halbleiterschichtenfolge aufweisen. Die Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterchips basiert bevorzugt auf einem III-V-Verbindungshalbleitermaterial. Bei dem Halbleitermaterial handelt es sich bevorzugt um ein

Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial, wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$,
oder auch um ein Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial, wie
 $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{P}$, wobei jeweils $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und
 $n + m \leq 1$ ist. Ebenso kann es sich bei dem Halbleitermaterial
5 um $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ handeln mit $0 \leq x \leq 1$. Dabei kann die
Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe sowie zusätzliche
Bestandteile aufweisen. Der Einfachheit halber sind jedoch
nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters der
Halbleiterschichtenfolge, also Al, As, Ga, In, N oder P,
10 angegeben, auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen
weiterer Stoffe ersetzt und/oder ergänzt sein können.

Die Halbleiterschichtenfolge beinhaltet eine aktive Schicht
mit mindestens einem pn-Übergang und/oder mit einer oder mit
15 mehreren Quantentopfstrukturen. Im Betrieb der LED oder des
Halbleiterchips wird in der aktiven Schicht eine
elektromagnetische Strahlung erzeugt. Eine Wellenlänge oder
ein Wellenlängenmaximum der Strahlung liegt bevorzugt im
ultravioletten und/oder sichtbaren und/oder infraroten
20 Spektralbereich, insbesondere bei Wellenlängen zwischen
einschließlich 420 und 800 nm, zum Beispiel zwischen
einschließlich 440 und 480 nm.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren den
25 Schritt B) auf, Aufbringen zumindest einer Spenderschicht auf
die erste und/oder die zweite Komponente. Insbesondere ist
die Spenderschicht eine mit Sauerstoff angereicherte Schicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die
30 Spenderschicht ein Oxid zumindest eines Metalls auf oder
besteht daraus. Insbesondere weist die Spenderschicht Indium-
Zinnoxid, Indiumoxid, Zinkoxid und/oder Zinnoxid auf oder
besteht daraus. Insbesondere ist das Indium-Zinnoxid,

Indiumoxid, Zinkoxid oder Zinnoxid mit Sauerstoff angereichert.

Dass die Spenderschicht mit Sauerstoff angereichert ist, 5 meint hier und im Folgenden, dass die Spenderschicht einen überstöchiometrischen Anteil an Sauerstoff aufweist. Der Sauerstoff kann in der Spenderschicht mit dem Material der Spenderschicht kovalent gebunden sein. Alternativ oder 10 zusätzlich kann der Sauerstoff sich in der Spenderschicht, insbesondere in die Zwischenräume des Wirtsgitters der Spenderschicht, einlagern. Mit anderen Worten bindet damit der Sauerstoff nicht kovalent an die Spenderschicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren den 15 Schritt C) auf, Aufbringen einer Metallschicht auf die Spenderschicht. Alternativ oder zusätzlich wird die Metallschicht auf die erste und/oder die zweite Komponente aufgebracht.

20 Insbesondere weist die Spenderschicht Metalloxide, wie beispielsweise Zinkoxid, Zinnoxid, Kadmiumoxid, Titanoxid, Indiumoxid oder gemischte Metalloxide, wie Indium-Zinnoxid (ITO), auf. Der Begriff „Metalloxide“ umfasst sowohl binäre Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise ZnO , SnO_2 25 oder In_2O_3 als auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise Zn_2SnO_4 , CdSnO_3 , ZnSnO_3 , MgIn_2O_4 , GaInO_3 , $\text{Zn}_2\text{In}_2\text{O}_5$ oder $\text{In}_4\text{Sn}_3\text{O}_{12}$ oder Mischungen unterschiedlicher Oxide. Dabei können die Metalloxide nicht zwingend eine stöchiometrische Zusammensetzung aufweisen. Insbesondere ist 30 die Spenderschicht aus Indium-Zinnoxid (ITO) geformt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Metallschicht Indium, Zinn, Zink oder eine Kombination aus Indium und Zinn auf.

5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren einen Schritt D) auf, Aufheizen zumindest einer Metallschicht auf eine erste Temperatur T_1 , sodass die Metallschicht aufgeschmolzen wird und die erste Komponente und die zweite Komponente miteinander verbunden werden. Mit anderen Worten
10 wird die erste Temperatur so weit erhöht, dass die Schmelztemperatur des Metalls oder des Gemisches der Metalle der Metallschicht überschritten wird, sodass die Metalle der Metallschicht aufschmelzen. Beispielsweise weist Indium eine Schmelztemperatur von $156,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ auf. Zinn weist eine
15 Schmelztemperatur von $231,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ auf. Die Metallschicht kann auch mehrere Metalle aufweisen oder daraus bestehen. Insbesondere weist die Metallschicht eine Kombination aus Indium und Zinn auf. Insbesondere bilden Indium und Zinn ein eutektisches Gemisch. Ein Gemisch aus Indium mit 52 Gew% und
20 Zinn mit 48 Gew% weist eine Schmelztemperatur von $117\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $118\text{ }^{\circ}\text{C}$ auf. Durch das Aufschmelzen der Metallschicht verhält sich die Metallschicht wie ein metallisches Lotmaterial.

Insbesondere weist die Metallschicht ein duktilives Verhalten
25 auf. Die Metallschicht verbindet die erste und die zweite Komponente miteinander. Beispielsweise kann die Verbindung eine mechanische Verbindung der ersten Komponente und der zweiten Komponente sein. Ferner kann auch eine elektrische Verbindung der ersten Komponente mit der zweiten Komponente
30 über die Metallschicht erfolgen. Insbesondere bilden die Metallschicht und die Spenderschicht oder die Metalloxidschicht und die Spenderschicht ein Verbindungselement, das die erste Komponente mit der zweiten

Komponente verbindet. Insbesondere ist das Verbindungselement in direktem mechanischem und/oder elektrischem Kontakt zur ersten Komponente als auch zur zweiten Komponente angeordnet.

- 5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verfahren einen Schritt E) auf, Aufheizen der Anordnung auf eine zweite Temperatur, sodass der Sauerstoff aus der Spenderschicht in die Metallschicht übergeht und die Metallschicht sich zu einer stabilen Metalloxidschicht umwandelt. Insbesondere
- 10 weist die Metalloxidschicht eine höhere Schmelztemperatur als die Metallschicht auf. Dabei verbindet zumindest die Spenderschicht und die Metalloxidschicht die erste Komponente mit der zweiten Komponente oder umgekehrt.
- 15 Mit anderen Worten wird durch die Verbindung der beiden Komponenten über die Spenderschicht und die Metalloxidschicht eine stabile mechanische und gegebenenfalls zusätzlich eine elektrische Verbindung erzeugt.
- 20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die zweite Temperatur im Schritt E) größer als die erste Temperatur im Schritt D). Insbesondere unterscheiden sich die erste und die zweite Temperatur um mindestens den Faktor 1,5; 1,8; 1,9; 2; 2,5 oder 3 voneinander. Durch das Aufheizen der Anordnung,
- 25 die insbesondere die Metallschicht, die erste Komponente, die zweite Komponente und die Spenderschicht umfasst, auf eine zweite Temperatur, geht der überschüssige Sauerstoff aus der Spenderschicht in die Metallschicht über. Es erfolgt eine Oxidation oder Autooxidation der Metallschicht unter Bildung
- 30 der Metalloxidschicht. Die Metallschicht wandelt sich in eine feste Metalloxidschicht um. Insbesondere ist die Metalloxidschicht mechanisch stabil. Die Metalloxidschicht weist eine höhere Schmelztemperatur auf oder eine höhere

Wiederaufschmelztemperatur als die Metallschicht. Die Metalloxidschicht wird aus der Metallschicht und dem in der Spenderschicht vorhandenem Sauerstoff erzeugt. Damit ist die Zuführung anderer externer Reaktionspartner zur Erzeugung
5 einer stabilen Verbindung nicht erforderlich.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Metallschicht Indium, Zink, Zinn oder eine Kombination aus Indium und Zinn auf. Im Falle des Indiums als Metallschicht wird Indiumoxid
10 als Metalloxidschicht gebildet. Im Falle des Zinns als Metallschicht wird Zinnoxid als Metalloxidschicht gebildet. Im Falle des Zinks als Metallschicht wird Zinkoxid als Metalloxidschicht gebildet. Im Fall einer Mischung aus Indium und Zinn als Metallschicht wird Indium-Zinnoxid als
15 Metalloxidschicht gebildet.

Alternativ oder zusätzlich kann die Spenderschicht aus Indiumoxid, Zinnoxid oder Indium-Zinnoxid sein. Insbesondere ist die Spenderschicht aus Indium-Zinnoxid geformt. Indium-
20 Zinnoxid weist den Vorteil auf, dass es transparent und elektrisch leitfähig ist. Dadurch kommt es zu einer geringen Absorption von Licht im sichtbaren Wellenlängenbereich. Außerdem ist eine ausreichende thermische und mechanische Stabilität zur Herstellung der Komponenten, insbesondere von
25 optoelektronischen Halbleiterbauteilen, gegeben.

Die Metalloxidschicht weist im Vergleich zur Metallschicht einen höheren Schmelzpunkt auf und ist gegebenenfalls transparent. Beispielsweise weist die Metallschicht aus
30 Indium einen Schmelzpunkt von 156,9 °C und die Metalloxidschicht aus Indiumoxid (In_2O_3) einen höheren Schmelzpunkt von 1910 °C auf. Beispielsweise weist die Metallschicht aus Zinn einen Schmelzpunkt von 231,9 °C und

die Metalloxidschicht aus Zinnoxid einen höheren Schmelzpunkt von 1630 °C auf. Beispielsweise weist die Metallschicht aus Indium und Zinn einen Schmelzpunkt von 118 °C und die Metalloxidschicht aus Indium-Zinnoxid (ITO) einen höheren
5 Schmelzpunkt von zirka 1900 °C auf.

Das Verfahren kommt dem häufig in der Halbleiterindustrie verwendeten Bondprozess nahe, bei der sich die Verbindung durch eine isothermische Erstarrungsreaktion ausbildet. Der
10 wesentliche Unterschied ist jedoch, dass sich die Metalloxidschicht nicht durch Mischung und Reaktion von mehreren Legierungselementen bildet, sondern durch Oxidation der Metallschicht mit dem Sauerstoff aus der Spenderschicht. Somit wird ein Verbindungselement mit ausreichend hohem
15 Schmelzpunkt erzeugt, welche sich beispielsweise für die Fertigung von optoelektronischen Halbleiterbauteilen eignet.

Der Erfinder hat erkannt, dass mit dem hier vorgeschlagenen Fügeverfahren insbesondere metallische nichttransparente
20 Verbindungselemente durch Oxidation in eine keramische und gegebenenfalls auch leitfähige und transparente Schicht umgewandelt werden kann. Dieses Verbindungselement, das insbesondere die Spenderschicht und die Metalloxidschicht umfasst, weist eine hohe Verbindungskraft oder Adhäsionskraft
25 zur ersten und zweiten Komponente auf. Das Verbindungselement kann gute optische Eigenschaften, wie eine hohe Transparenz von > 80% oder 90% für sichtbares Licht, aufweisen. Ferner kann das Verbindungselement zusätzlich elektrische Eigenschaften, wie eine hohe elektrische Leitfähigkeit,
30 aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Spenderschicht und die Metalloxidschicht nach Schritt D) die

gleichen Metalloxide auf. Zusätzlich können sich Spenderschicht und Metalloxidschicht lediglich durch ihren Anteil an Sauerstoff unterscheiden.

- 5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden die Spenderschicht und die Metallschicht durch Sputtern aufgebracht. Alternativ oder zusätzlich kann die Metalloxidschicht durch Oxidation der Metallschicht erzeugt werden. Alternativ kann statt Sputtern thermisches Verdampfen
10 verwendet werden.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die Spenderschicht mittels Sputtern im Schritt B) zumindest eines Metalls und Sauerstoff unter Bildung eines Metalloxids erzeugt. Die
15 Metallschicht wird durch Sputtern beispielsweise in derselben Anlage zumindest eines Metalls erzeugt. Insbesondere entspricht das Metall der Metallschicht dem Metall des Metalloxids der Spenderschicht.

- 20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt das Einbringen des Sauerstoffs im Schritt B). Insbesondere erfolgt ein kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Sauerstoffstrom mit einer Geschwindigkeit k_1 und/oder einem Anteil n_1 zur Einbringung des Sauerstoffs in die Spenderschicht.
- 25 Insbesondere weist der Sauerstoff im Schritt C) eine Geschwindigkeitsrate $k_2 < k_1$ und/oder einen Anteil $n_2 < n_1$ auf, sodass die Metallschicht erzeugt wird. Mit anderen Worten wird beispielsweise ein Metall, wie Zinn, und Sauerstoff als Zinnoxid zur Erzeugung der Spenderschicht
30 aufgebracht. Es kann ein ständiger Sauerstoffstromfluss erfolgen, sodass sich das Zinnoxid bildet. Mit fortschreitendem Verfahren kann der Anteil des Sauerstoffs reduziert werden, sodass Zinn metallisch abgeschieden wird

und sich kein Zinnoxid bildet. Es bildet sich somit die Metallschicht. Anschließend kann im Verfahrensschritt D) die Metallschicht aufschmelzen und die beiden Komponenten verbunden werden. In einem anschließenden Aufheizschritt mit
5 einer zweiten Temperatur kann dann der Sauerstoff aus der sauerstoffreichen Spenderschicht in die Metallschicht übergehen und somit beispielsweise aus dem Metall der Metallschicht, wie Zinn, ein Metalloxid, wie Zinnoxid, als Metalloxidschicht bilden. Mit anderen Worten sind hier keine
10 weiteren Reaktionspartner außer Sauerstoff zur Bildung eines stabilen Verbindungselements erforderlich.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen die Metallschicht und die Spenderschicht jeweils eine
15 Schichtdicke auf von 10 nm bis 200 nm, insbesondere zwischen 40 nm und 120 nm, beispielsweise 60 nm. Die Metalloxidschicht kann eine Schichtdicke von 10 nm bis 200 nm, insbesondere zwischen 40 nm und 120 nm, beispielsweise 60 nm aufweisen.

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste Temperatur aus einem Temperaturbereich von 25 °C bis 250 °C, insbesondere zwischen 120 °C bis 240 °C, beispielsweise 170 °C, ausgewählt. Die zweite Temperatur weist insbesondere eine höhere Temperatur als die erste Temperatur auf. Insbesondere
25 ist die zweite Temperatur größer als 200 °C, beispielsweise 230 °C.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird der Sauerstoff der Spenderschicht mittels eines Ionenimplantationsverfahrens in
30 die Spenderschicht nach Schritt B) eingebracht. Das Ionenimplantationsverfahren ist dem Fachmann bekannt und wird daher hier nicht näher erläutert.

Alternativ kann der Sauerstoff der Spenderschicht mittels eines Sauerstoffstroms während des Schritts B) in die Spenderschicht eingebracht werden.

- 5 Der Sauerstoff kann sich in beiden Verfahren in einem überstöchiometrischen Verhältnis in der Spenderschicht einlagern. Insbesondere ist Spenderschicht aus Indium-Zinnoxid gebildet, so dass nach Einbringen von Sauerstoff Indium-Zinnoxid mit einem überstöchiometrischen Anteil an
10 Sauerstoff vorliegt. Der Sauerstoff lagert sich insbesondere in die Zwischenräume oder Poren des Wirtskristalls ein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erfolgt das Verbinden der ersten und der zweiten Komponente unter Druck.

- 15 Insbesondere ist der Druck mindestens 1,8 bar, beispielsweise 2 bar.

- Bei dem hier vorgeschlagenen Verfahren können beispielsweise optoelektronische Halbleiterbauelemente direkt miteinander
20 verbunden werden. Das Verfahren kann beispielsweise das Direktbonds ersetzen. Die wesentliche Herausforderung beim Direktbonds sind die hohen Anforderungen an die Oberflächen. Diese müssen weitgehend frei von Partikeln und sehr glatt sein. Außerdem dürfen die Komponenten nur eine sehr geringe
25 Durchbiegung und geringere Schwankung in der Gesamtdicke (total thickness variation, TTV) aufweisen. So führt zum Beispiel ein Partikel mit einer Größe von 10 nm zu einem Hohlraum (Lunker) mit einer Größe von zirka 100 µm. Bei dem hier vorgeschlagenen Verfahren können Partikel mit einer
30 Größe von 10 nm, in die beim Verbinden flüssige Metallschicht hineingedrückt und eingebettet werden, ohne dass Hohlräume erzeugt werden. Dies bietet große Vorteile in Bezug auf die geringen Anforderungen an die Oberflächenqualität der

Komponenten, was zu höheren Ausbeuten führen und die Anzahl an Prozessschritten verringern kann.

Es wird weiterhin ein Bauelement angegeben. Das Bauelement
5 umfasst insbesondere zumindest die zwei Komponenten, die Spenderschicht und die Metalloxidschicht. Insbesondere wird das Bauelement aus dem oben beschriebenen Verfahren zum Verbinden von zumindest zwei Komponenten hergestellt. Das heißt, sämtliche für das Verfahren offenbarten Merkmale sind
10 auch für das Bauelement offenbart und umgekehrt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Bauelement zumindest zwei Komponenten, die erste und zweite Komponente, auf. Zwischen den zwei Komponenten sind eine Spenderschicht
15 und eine Metalloxidschicht angeordnet. Die Metalloxidschicht ist durch Oxidation einer Metallschicht erzeugt. Die Spenderschicht ist sauerstoffangereichert. Der Sauerstoff ist zur Oxidation der Metallschicht zur Erzeugung der Metalloxidschicht in der Spenderschicht eingebracht.
20 Insbesondere weisen die Spenderschicht und die Metalloxidschicht die gleichen Materialien auf. Vorzugsweise sind die Spenderschicht und die Metallschicht aus Indium-Zinnoxid, Zinnoxid oder Indiumoxid geformt.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Bauelement ein optoelektronisches Halbleiterbauteil als erste und/oder zweite Komponente auf. Insbesondere ist das optoelektronische Halbleiterbauteil zumindest ein III-V-Verbindungshalbleitermaterial und weist einen pn-Übergang
30 auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Bauelement zumindest zwei oder genau zwei Halbleiterschichtenfolgen auf,

die jeweils zur Emission von Strahlung im gleichen oder unterschiedlichen Wellenlängenbereich eingerichtet sind.

Insbesondere emittieren die zumindest zwei

Halbleiterschichtenfolgen unterschiedliche Strahlung in

5 Betrieb des Bauelements, die aus dem blauen, roten und grünen Wellenlängenbereich ausgewählt ist. Die

Halbleiterschichtfolge umfasst zumindest eine p-dotierte

Halbleiterschicht, zumindest eine n-dotierte

Halbleiterschicht und eine aktive Schicht mit einem pn-

10 Übergang. Zwischen den zumindest zwei

Halbleiterschichtenfolgen sind zumindest eine Spenderschicht,

insbesondere eine oder zwei Spenderschichten, und eine

Metalloxidschicht angeordnet. Im Fall von 2 Spenderschichten

ist die eine Spenderschicht an der einen

15 Halbleiterschichtenfolge und die andere Spenderschicht an

der anderen Halbleiterschichtenfolge direkt, also in direktem mechanischem Kontakt, angeordnet. Zwischen den zwei

Spenderschichten ist die Metalloxidschicht angeordnet, die sowohl direkt an die eine und als auch an die andere

20 Spenderschicht angrenzt. Mit anderen Worten weist das

Bauelement den Aufbau auf: Halbleiterschichtenfolge -

Spenderschicht - Metalloxidschicht - Spenderschicht -

Halbleiterschichtenfolge. Das Bauelement kann damit Strahlung

jeder möglichen Farbe erzeugen.

25

Zusätzlich können auch mehr als zwei

Halbleiterschichtenfolgen, beispielsweise drei, vier oder

fünf, in dem Bauelement vorhanden sein. Benachbarte

Halbleiterschichtenfolgen sind dann durch zwei

30 Spenderschichten und eine Metalloxidschicht voneinander

getrennt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die zwei Spenderschichten und die Metalloxidschicht jeweils aus dem gleichen Material, insbesondere aus einem transparenten und/oder leitfähigen Material, wie Indium-Zinnoxid, geformt.

5

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

10

Die Figuren zeigen:

Die Figuren 1A bis 5C jeweils eine schematische Seitenansicht eines Verfahrens zum Verbinden von zumindest zwei Komponenten gemäß einer Ausführungsform.

15

In den Ausführungsbeispielen und Figuren können gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen. Vielmehr können einzelne Elemente wie zum Beispiel Schichten, Bauteile, Bauelemente und Bereiche zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt werden.

20

Die Figuren 1A und 1B zeigen ein Verfahren zum Verbinden oder Fügen von zumindest zwei Komponenten gemäß einer Ausführungsform. Die Figur 1A zeigt das Bereitstellen zumindest der ersten Komponente 1 und der zweiten Komponente 2 (Schritt A)). Auf die erste Komponente 1 und/oder zweite Komponente 2 wird die Spenderschicht 3 insbesondere in direktem mechanischem und/oder elektrischem Kontakt aufgebracht. Die Spenderschicht 3 ist insbesondere mit

25

30

Sauerstoff 31 angereichert. Beispielsweise ist die Spenderschicht aus Indium-Zinnoxid geformt. Der Sauerstoff 31 in dem Indium-Zinnoxid lagert sich insbesondere in die Zwischenräume des Kristallgitters des Mischoxids Indium-Zinnoxid (ITO) an. Der Spenderschicht 3 ist insbesondere eine Metallschicht 4 direkt nachgeordnet. Die Spenderschicht 3 und die Metallschicht 4 werden insbesondere durch Sputtern aus derselben Anlage aufgebracht. Insbesondere weist die Metallschicht das gleiche Metall auf, wie das Metall des Metalloxids oder Metallmischoxids der Spenderschicht 3 (Schritte B) und C)). Anschließend erfolgt das Aufheizen zumindest der Metallschicht 4 oder der gesamten Anordnung aufweisend die erste und/oder zweite Komponente, die Spenderschicht 3 und die Metallschicht 4 auf eine erste Temperatur T1. Insbesondere ist die erste Temperatur T1 so groß, dass die Metallschicht 4 aufgeschmolzen wird und die erste Komponente 1 und die zweite Komponente 2 miteinander verbindet. Insbesondere ist dies eine mechanische und/oder elektrische Verbindung (Schritt D)). Anschließend kann die Anordnung auf eine zweite Temperatur T2 aufgeheizt werden, sodass der Sauerstoff 31 aus der Spenderschicht 3 in die Metallschicht 4 übergeht. Aus der Metallschicht 4, die ein Metall aufweist, wird eine Metalloxidschicht 5 durch Oxidation gebildet. Die Metalloxidschicht 5 ist insbesondere mechanisch stabil und/oder transparent. Dabei weist die Metalloxidschicht 5 eine höhere Wiederaufschmelztemperatur als die Metallschicht 4 auf. Dadurch wird eine hervorragende Verbindung zwischen erster und zweiter Komponente 1, 2 erzeugt.

Die Figur 1B zeigt eine schematische Seitenansicht, wenn beide Komponenten miteinander verbunden sind. Dabei weist die Anordnung eine erste Komponente 1, nachfolgend eine

Spenderschicht 3, nachfolgend eine Metalloxidschicht 5 und nachfolgend eine zweite Komponente 2 auf. Alternativ kann auch der zweiten Komponente 2 die Spenderschicht 3 nachgeordnet sein. Der Spenderschicht 3 ist dann die
5 Metalloxidschicht 5 und der wiederum die erste Komponente 1 nachgeordnet.

Die Figuren 2A und 2B zeigen ein Verbinden von zumindest zwei Komponenten 1, 2 gemäß einer Ausführungsform. Auf die erste
10 Komponente 1 kann die Spenderschicht 3 aufgebracht werden. Die Spenderschicht 3 ist insbesondere mit Sauerstoff 31 angereichert (hier nicht gezeigt). Auf der zweiten Komponente 2 kann die Metallschicht 4 aufgebracht werden. Anschließend können die Verfahrensschritte D) und E) durchgeführt werden.
15 Dabei bildet sich ein Bauelement 100, das eine erste Komponente 1, nachfolgend eine Spenderschicht 3, nachfolgend eine Metalloxidschicht 5 und nachfolgend eine zweite Komponente 2 aufweist. Mit anderen Worten wird die Metallschicht 4 durch Oxidation mit dem in der Spenderschicht
20 vorhandenen Sauerstoff 31 zur Metalloxidschicht 5 umgewandelt.

Die Figuren 3A bis 3B zeigen ein Verfahren zum Verbinden von zumindest zwei Komponenten 1, 2. Die Figur 3A zeigt eine
25 Komponente 1. Alternativ zeigt die Figur 3A eine zweite Komponente 2. Die Komponenten 1, 2 sind insbesondere röhrenförmig ausgeformt. Insbesondere handelt es sich bei den beiden Komponenten 1, 2 jeweils um ein Rohr. Auf den Querschnittsflächen der jeweiligen Komponente 1, 2 wird eine
30 Spenderschicht 3 aufgebracht. Anschließend kann eine Metallschicht 4 aufgebracht werden (Figur 3B). Es erfolgt das Verbinden oder das Fügen von zumindest zwei Rohren, um eine

festen Verbindung zwischen den zwei Rohren zu erzeugen (Figur 3C).

Die Figuren 4A und 4B zeigen ein Verfahren zum Verbinden von
5 zumindest zwei Komponenten 1, 2 gemäß einer Ausführungsform. Insbesondere weist die zweite Komponente 2 ein optoelektronisches Halbleiterbauteil oder eine LED auf. Die Figuren 4A und 4B unterscheiden sich von den Figuren 1A und 2B dadurch, dass zwei zweite Komponenten 2 auf eine erste
10 Komponente 1 aufgebracht werden. Alternativ oder zusätzlich können auch mehr als zwei zweite Komponenten 2 auf eine erste Komponente 1 aufgebracht werden oder umgekehrt. Auf eine erste Komponente 1 kann eine Spenderschicht 3, die mit Sauerstoff 31 angereichert ist, aufgebracht werden.
15 Anschließend erfolgt das Aufbringen einer Metallschicht 4 und das Aufbringen der zweiten Komponenten 2. Die erste und zweiten Komponenten 1, 2 verbinden sich miteinander im Schritt D), wobei dort die Metallschicht 4 auf eine erste Temperatur T_1 aufgeheizt wird, sodass die Schmelztemperatur
20 überschritten ist. Dadurch liegt die Metallschicht 4 aufgeschmolzen vor und kann eine Verbindung zwischen erster und jeweiliger zweiter Komponente 2 erzeugen. Bei einem weiteren Aufheizenschritt mit einer zweiten Temperatur T_2 kann die Metallschicht in eine Metalloxidschicht 5 mit dem
25 Sauerstoff 31 der Spenderschicht 3 umgewandelt werden. Es resultiert ein Verbindungselement aufweisend eine Spenderschicht 3 und eine Metalloxidschicht 5, die eine feste mechanische und/oder elektrische Verbindung zwischen den beiden Komponenten 1, 2 erzeugt. Anschließend können die
30 zweiten Komponenten 2, die sich auf einer gemeinsamen ersten Komponente 1 befinden, vereinzelt 7 werden. Dies kann beispielsweise mittels Sägen oder eines Lasertrennverfahrens erfolgen.

Es können insbesondere auch III-V-Halbleiterschichten auf einer ersten und/oder zweiten Komponente 1, 2 angeordnet sein. Insbesondere ist dann die erste und/oder zweite

5 Komponente 1, 2 als Wachstumssubstrat ausgeformt. Zunächst kann auf die freiliegende Oberfläche der III-V-Halbleiterschichten eine Spenderschicht 3 aus einem Metalloxid, beispielsweise Indium-Zinnoxid, aufgebracht werden.

10

Die Spenderschicht 3 aus Indium-Zinnoxid weist insbesondere einen überstöchiometrischen Anteil an Sauerstoff auf. Insbesondere wird die Spenderschicht 3 mit einer Dicke von 60 nm abgeschieden. Die Spenderschicht 3 ist reaktiv, es

15 reagieren also beispielsweise die Metallteilchen, zum Beispiel Indium und Zinn, mit dem Sauerstoff zu einem Metalloxid, wie Indium-Zinnoxid.

20

Das Aufbringen der Spenderschicht 3 erfolgt durch Sputtern, wobei Sauerstoff zum Prozessgas hinzugefügt wird.

Insbesondere ist die Zusammensetzung des zum Sputtern genutzten Targets 90 Gew% Indium und 10 Gew% Zinn. In einem weiteren Prozess wird die Beimengung von Sauerstoff zum Prozessgas unterbrochen, sodass sich zumindest mit

25

zunehmender Dicke der aufgetragenen Spenderschicht 3, insbesondere der Indium-Zinnschicht, immer weniger Sauerstoff in ihr befindet. Es wird insbesondere weiter gesputtert, bis eine Metallschicht 4, insbesondere aus Indium und Zinn, auf der Oberfläche vorliegt.

30

Die Metallschicht 4 hat insbesondere eine Dicke von 4 bis 8 nm, beispielsweise 5 nm. Anschließend können die erste und die zweite Komponente 1, 2 miteinander verbunden,

insbesondere verbunden werden. Das Verbinden kann insbesondere bei einer ersten Temperatur T1 von < 200 °C, beispielsweise bei 180 °C, durchgeführt werden. Die Komponenten 1, 2 werden ausgehend von Raumtemperatur, also ausgehend von 25 °C, auf die zum Verbinden verwendete erste Temperatur T1 geheizt. Bei Erreichen der ersten Temperatur T1 werden die Schichten insbesondere mit einem Druck von > 1,8 bar, beispielsweise 2 bar, aufeinandergepresst. Die Komponenten 1, 2 können in diesem Zustand für etwa fünf Minuten gehalten werden.

Anschließend kann die Temperatur weiter auf eine zweite Temperatur T2 gesteigert werden, beispielsweise auf bis zu 350 °C. Bei dieser Temperatur können die beiden Komponenten 1, 2 für eine Stunde ausgeheizt werden. Dabei diffundiert insbesondere der Sauerstoff 31 aus der Spenderschicht 3 in die Metallschicht 4, die insbesondere aus Indium-Zinn besteht, und wandelt das Metall der Metallschicht 4 in eine Metalloxidschicht 5 um.

Insbesondere ist die Metalloxidschicht 5 keramisch. Alternativ oder zusätzlich ist die Metalloxidschicht 5 optisch transparent. Alternativ oder zusätzlich ist die Metalloxidschicht 5 elektrisch leitfähig. Vorzugsweise besteht die Metalloxidschicht aus Indium-Zinnoxid. Die Verbindung zwischen der ersten und der zweiten Komponente 1, 2 über die Spenderschicht 3 und die Metalloxidschicht 5 weist nun einen drastisch höheren Schmelzpunkt als zuvor die Metallschicht 4 auf. Zudem kann die Metalloxidschicht 5 im Vergleich zur Metallschicht 4 transparent ausgeformt sein.

Die Figuren 5A bis 5C zeigen ein Verfahren zum Verbinden oder Fügen von zumindest zwei Halbleiterschichtenfolgen H1, H2

gemäß einer Ausführungsform. Die Figur 1A zeigt das Bereitstellen zumindest der ersten Komponente 1, die eine Halbleiterschichtenfolge H1 und ein Wachstumssubstrat W1, beispielsweise aus Saphir, aufweist. Die Figur 1A zeigt
5 ferner das Bereitstellen zumindest der zweiten Komponente 2, die eine Halbleiterschichtenfolge H2 und ein Wachstumssubstrat W2, beispielsweise aus Saphir, aufweist. Auf die erste Komponente 1 und zweite Komponente 2 wird jeweils die Spenderschicht 3 insbesondere in direktem
10 mechanischem und/oder elektrischem Kontakt und anschließend jeweils die Metallschicht 4 aufgebracht.

Anschließend erfolgt das Verbinden der beiden Komponenten 1, 2, wobei sich die Metallschicht 4 in eine Metalloxidschicht 5
15 umwandelt (Figur 5B). Damit resultiert ein Schichtaufbau: Wachstumssubstrat W2 - Halbleiterschichtenfolge H2 - Spenderschicht 3 - Metalloxidschicht 5 - Spenderschicht 3 - Halbleiterschichtenfolge H1 - Wachstumssubstrat W1.

20 Die Halbleiterschichtenfolgen H1, H2 grenzen insbesondere direkt an die jeweiligen Spenderschichten 3 an.

Anschließend kann , wie in Figur 5C gezeigt, das Wachstumssubstrat W1 der ersten Komponente 1 entfernt werden
25 und auf die Halbleiterschichtenfolge H1 eine Spenderschicht 3 und Metallschicht 4 aufgebracht werden. Die Schritte der Figur 5A können dann beliebig mit weiteren Komponenten, beispielsweise der ersten, zweiten oder einer dritten Komponente 3 wiederholt werden, wobei ein Bauelement
30 resultiert, das beispielsweise drei Halbleiterschichtenfolgen H1, H2, H3 aufweist, wobei benachbarte Halbleiterschichtenfolgen jeweils durch mindestens eine Spenderschicht 3, insbesondere zwei Spenderschichten 3, und

eine Metalloxidschicht 5 voneinander getrennt sind.

Insbesondere emittieren die Halbleiterschichtenfolgen H1, H2, H3 Strahlung unterschiedlicher Wellenlänge, beispielsweise Strahlung aus dem roten, gelben und blauen

5 Wellenlängenbereich, so dass die Gesamtemission des Bauelements 100 jede Wellenlänge des sichtbaren Bereichs, beispielsweise weißes Mischlicht, aufweisen kann. Insbesondere sind die jeweiligen Spenderschichten 3 und die Metalloxidschichten 5 aus Indium-Zinnoxid geformt. Damit
10 können Absorptionsverluste der emittierten Strahlung reduziert werden.

Die in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele und deren Merkmale können gemäß weiterer
15 Ausführungsbeispiele auch miteinander kombiniert werden, auch wenn solche Kombinationen nicht explizit in den Figuren gezeigt sind. Weiterhin können die in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele zusätzliche oder alternative Merkmale gemäß der Beschreibung im allgemeinen
20 Teil aufweisen.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von
25 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.

30 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2015 111 040.7, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bezugszeichenliste

	1	erste Komponente
	2	zweite Komponente
5	3	Spenderschicht
	31	Sauerstoffangereicherte Spenderschicht
	4	Metallschicht
	5	Metalloxidschicht
	6	Sauerstoffstrom
10	7	Vereinzeln
	T1	erste Temperatur
	T2	zweite Temperatur

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden von zumindest zwei Komponenten (1, 2) mit den Schritten:

- 5 A) Bereitstellen zumindest einer ersten Komponente (1) und einer zweiten Komponente (2),
B) Aufbringen zumindest einer Spenderschicht (3) auf die erste und/oder die zweite Komponente (1, 2), wobei die Spenderschicht (3) mit Sauerstoff (31) angereichert ist,
10 C) Aufbringen einer Metallschicht (4) auf die Spenderschicht (3), die erste oder die zweite Komponente (1, 2),
D) Aufheizen zumindest der Metallschicht (4) auf eine erste Temperatur (T1), so dass die Metallschicht (4) aufgeschmolzen wird und die erste Komponente (1) und die zweite Komponente
15 (2) miteinander verbunden werden, und
E) Aufheizen der Anordnung auf eine zweite Temperatur (T2), so dass der Sauerstoff (31) aus der Spenderschicht (3) in die Metallschicht (4) übergeht und die Metallschicht (4) sich zu einer stabilen Metalloxidschicht (5) umwandelt, wobei die
20 Metalloxidschicht (5) eine höhere Schmelztemperatur als die Metallschicht (4) aufweist, wobei zumindest die Spenderschicht (3) und die Metalloxidschicht (5) die erste Komponente (1) mit der zweiten Komponente (2) miteinander verbindet.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1,
wobei die Spenderschicht (3) aus Indium-Zinnoxid, Indiumoxid, Zinkoxid oder Zinnoxid ist, wobei das Indium-Zinnoxid, Indiumoxid oder Zinnoxid mit Sauerstoff (31) angereichert
30 ist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Metallschicht (4) Indium, Zinn, Zink oder eine Kombination aus Indium und Zinn aufweist, wobei im Fall des Indiums als Metallschicht (4) Indiumoxid als Metalloxidschicht (5) gebildet wird,

5 wobei im Fall des Zinns als Metallschicht (4) Zinnoxid als Metalloxidschicht (5) gebildet wird, wobei im Fall des Zinks als Metallschicht (4) Zinkoxid als Metalloxidschicht (5) gebildet wird und wobei im Fall einer Mischung aus Indium und Zinn als Metallschicht (4) Indium-Zinnoxid als
10 Metalloxidschicht (5) gebildet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Spenderschicht (3) ein Oxid zumindest eines Metalls aufweist.

15

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Spenderschicht (3) und die Metalloxidschicht (5) nach Schritt D) die gleichen Metalloxide aufweisen.

20 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Spenderschicht (3) und die Metallschicht (4) durch Sputtern und die Metalloxidschicht (5) durch Oxidation der Metallschicht (4) erzeugt werden.

25 7. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Spenderschicht (3) mittels Sputtern im Schritt B) zumindest eines Metalls und von Sauerstoff unter Bildung eines Metalloxids erzeugt wird, wobei die Metallschicht (4) durch Sputtern in derselben Anlage zumindest eines Metalls
30 erzeugt wird, wobei das Metall der Metallschicht (4) dem Metall des Metalloxids der Spenderschicht (3) entspricht.

8. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,

wobei im Schritt B) ein kontinuierlicher Sauerstoffstrom (6) mit einer Geschwindigkeitsrate k_1 und einem Anteil n_1 zur Einbringung des Sauerstoffs (31) in die Spenderschicht (3) eingebracht wird, wobei der Sauerstoffstrom (6) im Schritt C) eine Geschwindigkeitsrate $k_2 < k_1$ und einen Anteil $n_2 < n_1$ aufweist, so dass die Metallschicht (4) erzeugt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Komponente (2) eine lichtemittierende Leuchtdiode umfasst, und wobei zumindest die erste Komponente (1) aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Saphir, Siliziumnitrid, ein Halbleitermaterial, ein keramisches Material, ein Metall und Glas umfasst.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Komponente (1) und/oder die zweite Komponente (2) ein Rohr und/oder Schlauch ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Temperatur (T_2) im Schritt E) größer als die erste Temperatur (T_1) im Schritt D) ist und sich die erste und die zweite Temperatur (T_1 , T_2) um mindestens den Faktor 1,5 voneinander unterscheiden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Sauerstoff (31) der Spenderschicht (3) mittels eines Ionenimplantationsverfahrens in die Spenderschicht (3) nach Schritt B) eingebracht wird, oder wobei der Sauerstoff (31) der Spenderschicht (3) mittels eines Sauerstoffstroms (6) während des Schritts B) in die Spenderschicht (3) eingebracht wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das Verbinden der ersten und der zweiten Komponente (1, 2) unter Druck von mindestens 1,8 bar erfolgt.

14. Bauelement, das zumindest zwei Halbleiterschichtenfolgen
5 (H1, H2) aufweist, die jeweils zur Emission von Strahlung im gleichen oder unterschiedlichem Wellenlängenbereich eingerichtet sind, wobei zwischen den zumindest zwei Halbleiterschichtenfolgen (H1, H2) zumindest eine oder zwei Spenderschichten (3) und eine Metalloxidschicht (5)
10 angeordnet sind, wobei im Fall von zwei Spenderschichten die eine Spenderschicht (3) an der einen Halbleiterschichtenfolge (H1) und die andere Spenderschicht (3) an der anderen Halbleiterschichtenfolge (H2) direkt angeordnet sind und wobei zwischen den zwei Spenderschichten (3) die
15 Metalloxidschicht (5) direkt angeordnet ist.

15. Bauelement nach Anspruch 14, wobei die zwei Spenderschichten (3) und die Metalloxidschicht (5) jeweils aus einem gleichen transparenten leitfähigen Material geformt
20 sind.

FIG 1A

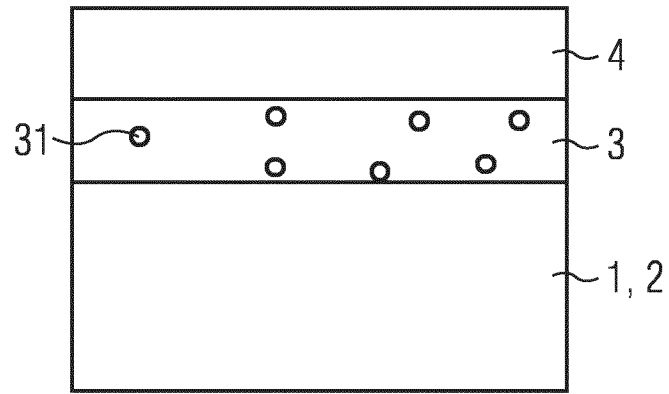


FIG 1B

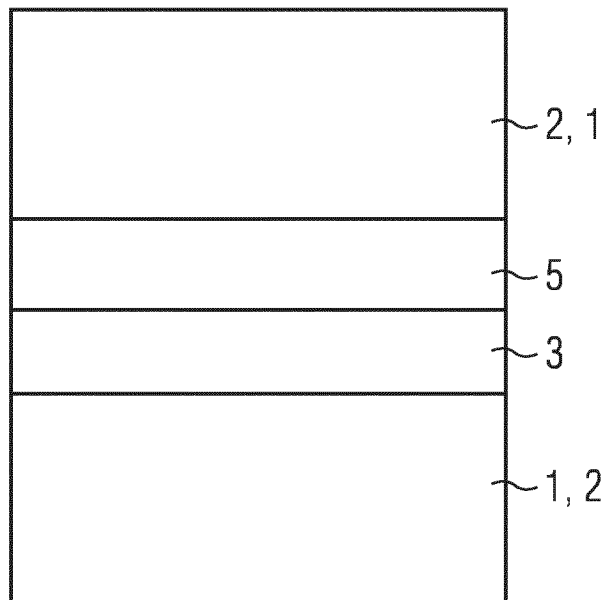


FIG 2A

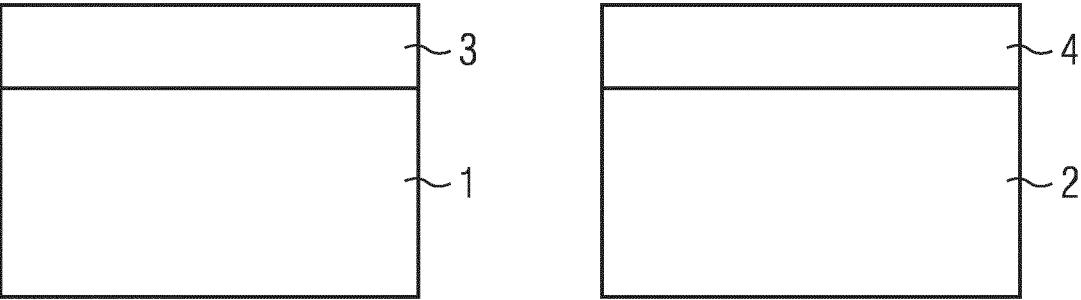


FIG 2B

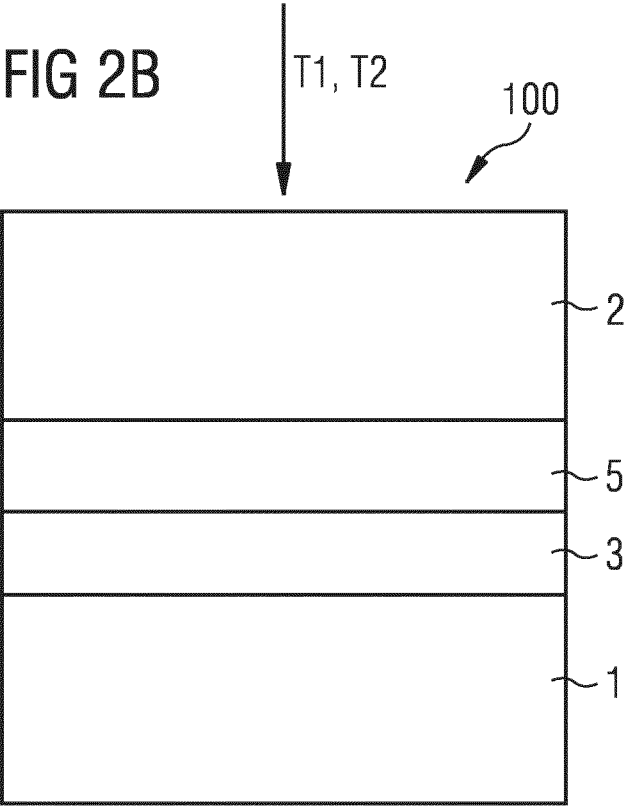


FIG 3A

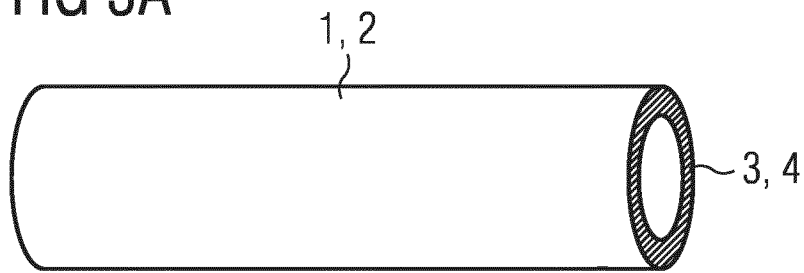


FIG 3B

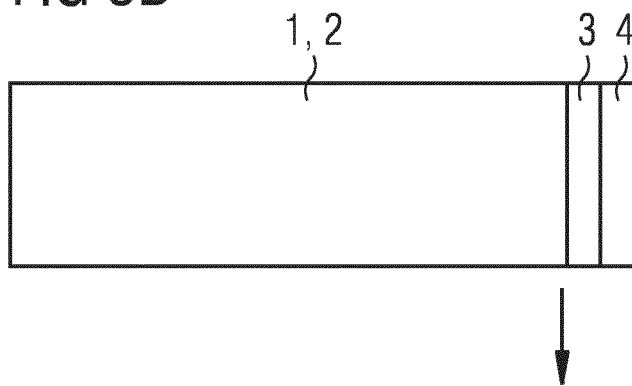


FIG 3C

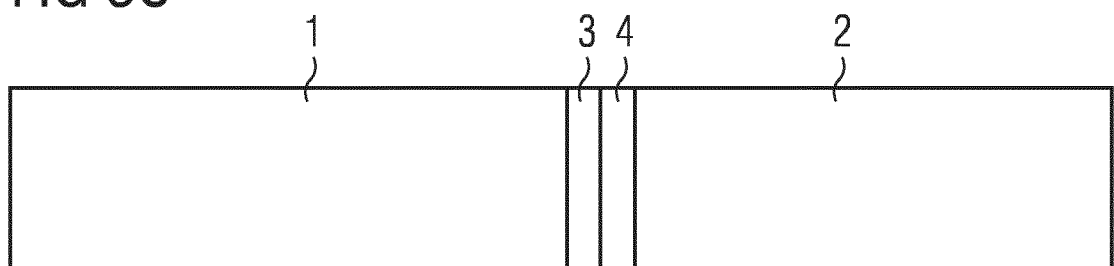


FIG 4A

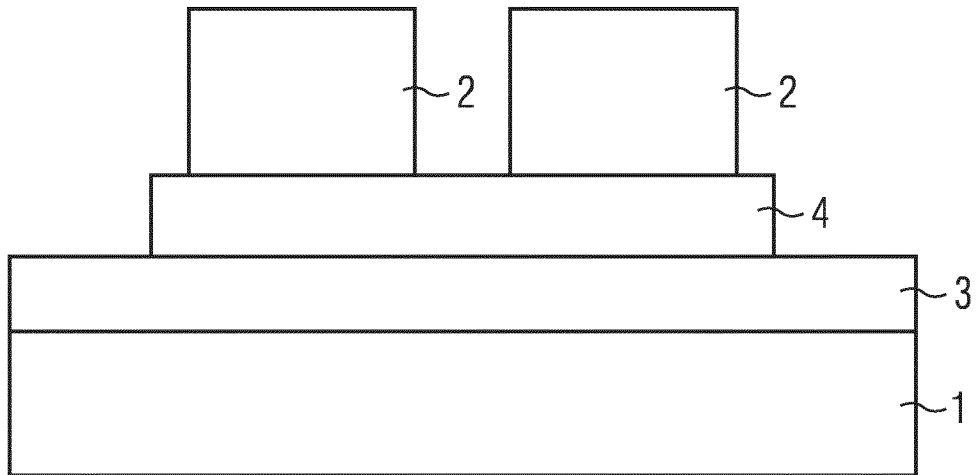


FIG 4B

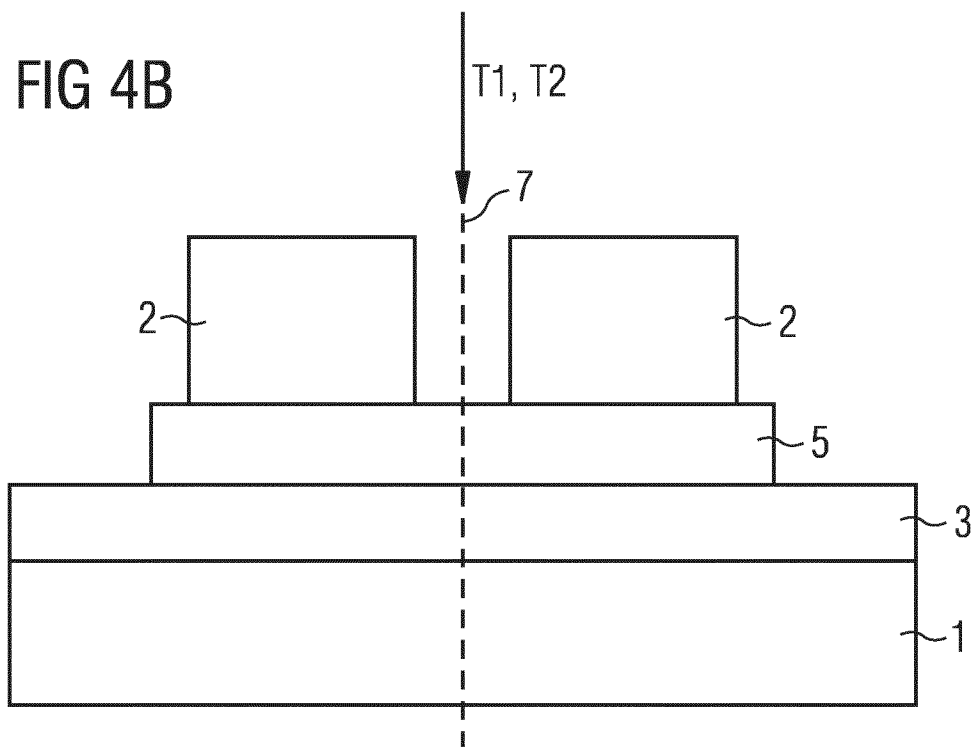


FIG 5A

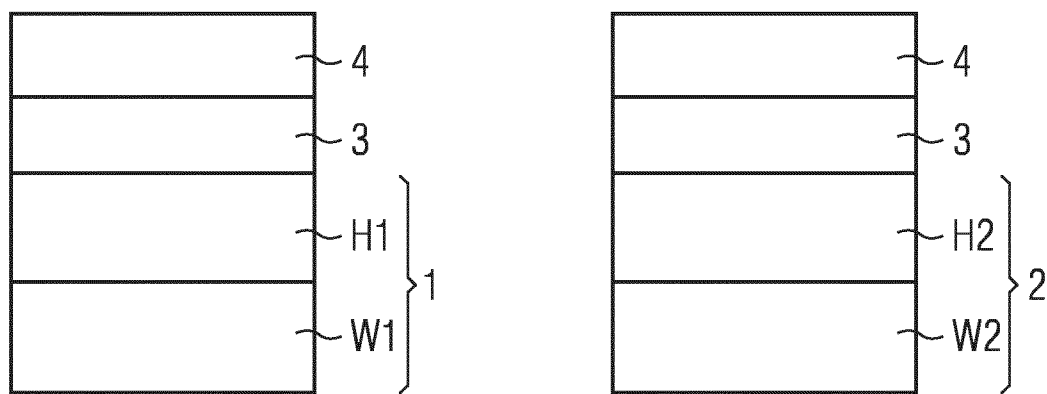


FIG 5B

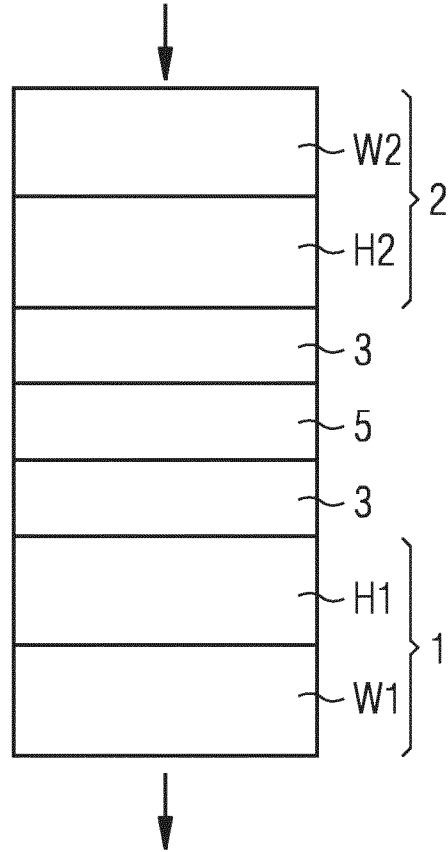
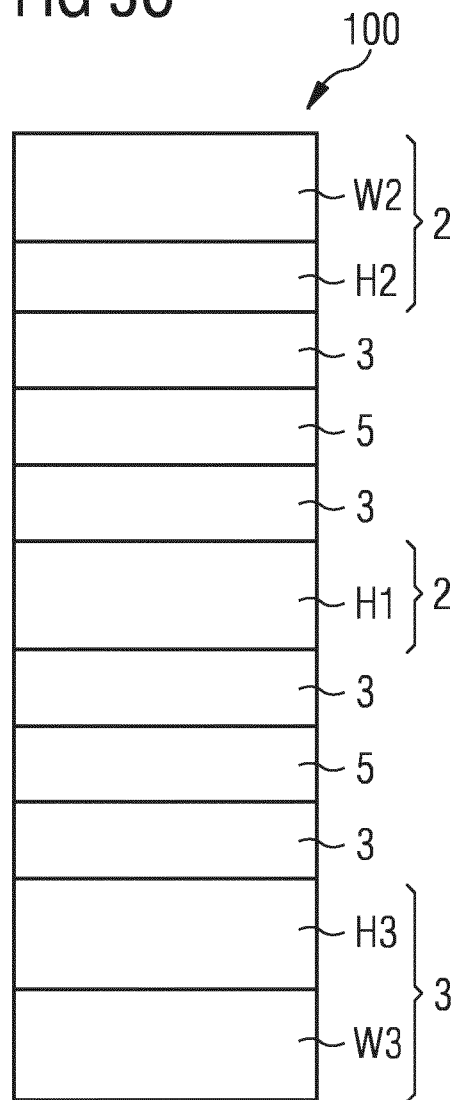


FIG 5C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/064454

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C04B37/00 C04B37/02 C04B37/04 H01L33/00 H01L25/075 ADD.		
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) C04B 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, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2015/137150 A1 (LI TING [US] ET AL) 21 May 2015 (2015-05-21) claims 1, 5-6 paragraphs [0028] - [0033] figures 6-8	14,15 2-6,9
X A	----- US 2010/252103 A1 (YAO CHIU-LIN [TW] ET AL) 7 October 2010 (2010-10-07) claims 1-2 figure 2 paragraphs [0026] - [0027]	14,15 2-6,9
X	----- WO 2014/129625 A1 (KYOCERA CORP [JP]) 28 August 2014 (2014-08-28) claim 1 figures 1A-1C paragraphs [0014] - [0019], [0049] -/--	1-13
☒ 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 12 September 2016	Date of mailing of the international search report 19/09/2016	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Buffet, Noemie	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/064454

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	-& EP 2 960 933 A1 (KYOCERA CORP [JP]) 30 December 2015 (2015-12-30) Familiemitglied (auf Englisch) von W0 2014/129625 A1 claim 1 figures 1A-1C paragraphs [0014] - [0019], [0049] -----	1-13
X	GB 2 231 524 A (ENGLISH ELECTRIC CO LTD [GB]; GEC ALSTHOM LTD [GB]) 21 November 1990 (1990-11-21) claims 1-4 page 1, lines 12-13 -----	1,4,5,11
A	WO 2015/085991 A1 (ROGERS GERMANY GMBH [DE]) 18 June 2015 (2015-06-18) page 1, lines 6-14 page 18, line 28 - page 19, line 3 -----	1,9,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/064454

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2015137150	A1	21-05-2015	NONE
US 2010252103	A1	07-10-2010	NONE
WO 2014129625	A1	28-08-2014	EP 2960933 A1 30-12-2015 KR 20150106429 A 21-09-2015 US 2016005639 A1 07-01-2016 WO 2014129625 A1 28-08-2014
EP 2960933	A1	30-12-2015	EP 2960933 A1 30-12-2015 KR 20150106429 A 21-09-2015 US 2016005639 A1 07-01-2016 WO 2014129625 A1 28-08-2014
GB 2231524	A	21-11-1990	NONE
WO 2015085991	A1	18-06-2015	DE 102013113734 A1 11-06-2015 WO 2015085991 A1 18-06-2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C04B37/00 C04B37/02 C04B37/04 H01L33/00 H01L25/075
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C04B 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, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2015/137150 A1 (LI TING [US] ET AL) 21. Mai 2015 (2015-05-21)	14,15
A	Ansprüche 1, 5-6 Absätze [0028] - [0033] Abbildungen 6-8	2-6,9
X	US 2010/252103 A1 (YAO CHIU-LIN [TW] ET AL) 7. Oktober 2010 (2010-10-07)	14,15
A	Ansprüche 1-2 Abbildung 2 Absätze [0026] - [0027]	2-6,9
X	WO 2014/129625 A1 (KYOCERA CORP [JP]) 28. August 2014 (2014-08-28)	1-13
	Anspruch 1 Abbildungen 1A-1C Absätze [0014] - [0019], [0049] -/--	



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

12. September 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/09/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Buffet, Noemie

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	-& EP 2 960 933 A1 (KYOCERA CORP [JP]) 30. Dezember 2015 (2015-12-30) Familiemitglied (auf Englisch) von WO 2014/129625 A1 Anspruch 1 Abbildungen 1A-1C Absätze [0014] - [0019], [0049] -----	1-13
X	GB 2 231 524 A (ENGLISH ELECTRIC CO LTD [GB]; GEC ALSTHOM LTD [GB]) 21. November 1990 (1990-11-21) Ansprüche 1-4 Seite 1, Zeilen 12-13 -----	1,4,5,11
A	WO 2015/085991 A1 (ROGERS GERMANY GMBH [DE]) 18. Juni 2015 (2015-06-18) Seite 1, Zeilen 6-14 Seite 18, Zeile 28 - Seite 19, Zeile 3 -----	1,9,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/064454

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015137150	A1	21-05-2015	KEINE	
US 2010252103	A1	07-10-2010	KEINE	
WO 2014129625	A1	28-08-2014	EP 2960933 A1	30-12-2015
			KR 20150106429 A	21-09-2015
			US 2016005639 A1	07-01-2016
			WO 2014129625 A1	28-08-2014
EP 2960933	A1	30-12-2015	EP 2960933 A1	30-12-2015
			KR 20150106429 A	21-09-2015
			US 2016005639 A1	07-01-2016
			WO 2014129625 A1	28-08-2014
GB 2231524	A	21-11-1990	KEINE	
WO 2015085991	A1	18-06-2015	DE 102013113734 A1	11-06-2015
			WO 2015085991 A1	18-06-2015