

(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
14. September 2017 (14.09.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/153123 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/00 (2010.01) H01L 25/075 (2006.01)
H01L 33/38 (2010.01) H01L 33/62 (2010.01)
H01L 33/42 (2010.01)

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/053015

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Februar 2017 (10.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 104 280.3 9. März 2016 (09.03.2016) DE

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

(72) Erfinder: HUPPMANN, Sophia; Dorfsheeg 3, 97505
Geldersheim (DE). KATZ, Simeon; Am Dietlmeierhof 3,
93083 Obertraubling (DE). ZENGER, Marcus; Kreuther
Str. 12 a, 93345 Hausen (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, 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.

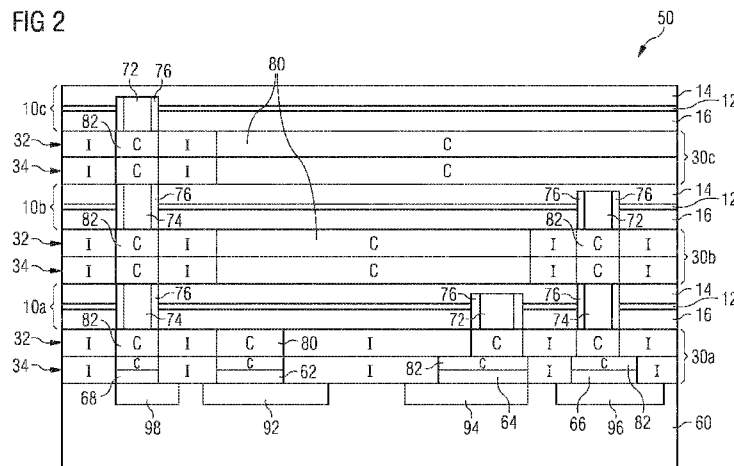
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTOELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING AN OPTOELECTRONIC COMPONENT

(54) Bezeichnung : OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES
OPTOELEKTRONISCHE BAUELEMENTS

FIG 2



(57) Abstract: An optoelectronic component (50) is disclosed, comprising a semiconductor body (10a-c) having an optically active region (12), further comprising a carrier (60) and a connection layer pair (30a-c) having a first connection layer (32) and a second connection layer (34), wherein: the semiconductor body is arranged on the carrier, the first connection layer is arranged between the semiconductor body and the carrier and is connected to the semiconductor body, the second connection layer is arranged between the first connection layer and the carrier, at least one layer selected from the first connection layer and the second connection layer contains a radiation-transmissive and electrically conductive oxide, and the first connection layer and the second connection layer are directly connected to one another at least regionally in one or a plurality of connection regions, such that the connection layer pair is involved in the mechanical linking of the semiconductor body to the carrier. The first and/or second connection layer have/a has a plurality of electrically conductive portions (80, 82) that are electrically insulated from one another within the respective layer, wherein at least two of said portions are electrically conductively connected to the semiconductor body on different sides of the optically active region.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/153123 A1



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)

Es wird ein optoelektronisches Bauelement (50) mit einem Halbleiterkörper (10a-c), der einen optisch aktiven Bereich (12) aufweist, weiter mit einem Träger (60) und einem Verbindungsschichtenpaar (30a-c), das eine erste Verbindungsschicht (32) und eine zweite Verbindungsschicht (34) aufweist, angegeben, wobei: der Halbleiterkörper auf dem Träger angeordnet ist, die erste Verbindungsschicht zwischen dem Halbleiterkörper und dem Träger angeordnet und mit dem Halbleiterkörper verbunden ist, die zweite Verbindungsschicht zwischen der ersten Verbindungsschicht und dem Träger angeordnet ist, zumindest eine Schicht ausgewählt aus der ersten Verbindungsschicht und der zweiten Verbindungsschicht ein strahlungsdurchlässiges und elektrisch leitfähiges Oxid enthält, und die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht zumindest bereichsweise in einem oder mehreren Verbindungsbereichen direkt miteinander verbunden sind, so dass das Verbindungsschichtenpaar an der mechanischen Anbindung des Halbleiterkörpers an den Träger beteiligt ist. Die erste und/oder zweite Verbindungsschicht aufweist eine Mehrzahl von innerhalb der jeweiligen Schicht elektrisch voneinander isolierten, elektrisch leitfähigen Teilbereichen (80, 82), wobei zumindest zwei dieser Teilbereiche mit dem Halbleiterkörper auf verschiedenen Seiten des optisch aktiven Bereichs elektrisch leitfähig verbunden sind.

Beschreibung

OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES
OPTOELEKTRONISCHE BAUELEMENTS

5 Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Bauelement,
insbesondere ein optoelektronisches Bauelement. Weiterhin
betrifft die vorliegende Offenbarung ein Verfahren zur
Herstellung eines Bauelements, insbesondere eines
optoelektronischen Bauelements.

10

Bei der Herstellung optoelektronischer Bauelemente ist es
oftmals nötig, einzeln vorgefertigte Teilelemente des
Bauelements über eine gesonderte Fügenschicht, wie eine
Klebeschicht oder eine Lotschicht, zusammenzufügen.

15

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein neues Bauelement,
vorzugsweise ein verbessertes Bauelement, oder ein neues
Verfahren, vorzugsweise ein verbessertes Verfahren, zur
Herstellung eines Bauelements anzugeben.

20

Diese Aufgabe wird unter anderem durch die Gegenstände der
unabhängigen Patentansprüche gelöst kann aber auch durch
weitere, hierin offenbarte Gegenstände gelöst werden. Weitere
vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind

25

Gegenstand der abhängigen Patentansprüche und ergeben sich
aus der folgenden Beschreibung.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das
optoelektronische Bauelement ein Halbleiterchip,

30

beispielsweise ein Diodenchip.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das
optoelektronische Bauelement einen Halbleiterkörper auf. Der

Halbleiterkörper weist einen optisch aktiven Bereich auf. Der optisch aktive Bereich kann zur Strahlungserzeugung oder zum Strahlungsempfang eingerichtet sein. Das Bauelement kann insbesondere ein Lumineszenzdiodenbauelement sein.

5

Gemäß zumindest einer weiteren Ausgestaltung weist das Bauelement einen Träger auf. Der Halbleiterkörper ist vorzugsweise auf dem Träger angeordnet. Der Träger ist zweckmäßigerweise Teil des Halbleiterchips.

10

Gemäß zumindest einer weiteren Ausführungsform weist das Bauelement ein Verbindungsschichtenpaar auf. Das Verbindungsschichtenpaar umfasst eine erste

Verbindungsschicht und eine zweite Verbindungsschicht. Die

15

erste Verbindungsschicht kann zwischen dem Halbleiterkörper und dem Träger angeordnet und insbesondere mit dem

Halbleiterkörper verbunden sein. Die zweite

Verbindungsschicht kann zwischen der ersten

Verbindungsschicht und dem Träger angeordnet sein. Die zweite

20

Verbindungsschicht kann mit einem weiteren Halbleiterkörper mit einem optisch aktiven Bereich und/oder einem Träger, der bevorzugt optisch nicht aktiv ist, also nicht zur

Strahlungserzeugung oder zum Strahlungsempfang ausgelegt ist,

verbunden sein. Die zweite Verbindungsschicht kann mit dem

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die erste und die zweite Verbindungsschicht zumindest bereichsweise in einem oder mehreren Verbindungsbereichen, insbesondere direkt,

30

miteinander verbunden. Auf diese Weise kann das Verbindungsschichtenpaar an der mechanischen Anbindung des Halbleiterkörpers an den Träger beteiligt sein. Dabei kann ein einziger, zweckmäßigerweise zusammenhängender

Verbindungsbereich, oder es können mehrere, insbesondere voneinander getrennte, zum Beispiel nicht zusammenhängende, Verbindungsbereiche vorliegen. Die Verbindungsschichten sind im jeweiligen Verbindungsbereich zweckmäßigerweise direkt, also unmittelbar, miteinander verbunden. Die Verbindungsschichten können bereichsweise, großflächig oder vollflächig miteinander verbunden sein. Die Verbindung zwischen den Verbindungsschichten ist zweckmäßigerweise mechanisch stabil, sodass ein Delaminieren des Halbleiterkörpers vom Träger vermieden wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Verbindungsschichten, insbesondere im jeweiligen Verbindungsbereich, durch direktes Bonden (direct Bonding, oft auch Ansprengen genannt) miteinander verbunden. Bei direktem Bonden kann auf eine separate Fügeschicht zwischen den zu verbindenden Schichten verzichtet werden. Beim direkten Bonden kann die mechanische Verbindung zwischen den zwei Verbindungsschichten nur durch mechanischen Kontakt zwischen den Verbindungsschichten erfolgen. Die Verbindungskraft kann durch Van-der-Waals-Wechselwirkung und/oder Wasserstoffbrückenbindungen erzeugt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die erste Verbindungsschicht eine erste Grenzfläche auf, die der zweiten Verbindungsschicht zugewandt ist. Die zweite Verbindungsschicht kann eine zweite Grenzfläche aufweisen, die der ersten Verbindungsschicht zugewandt ist. Die erste und die zweite Grenzfläche grenzen vorzugsweise wenigstens in dem jeweiligen Verbindungsbereich oder aber vollflächig aneinander. Die erste Grenzfläche und/oder die zweite Grenzfläche weist, bevorzugt zumindest in dem jeweiligen Verbindungsbereich oder großflächiger, beispielsweise

vollflächig, eine Rauigkeit auf, die kleiner oder gleich 1 nm (RMS, RMS: Root Mean Square), vorzugsweise kleiner oder gleich 0,5 nm ist. Derartig geringe Rauigkeiten sind für das direkte Verbinden zweier Schichten durch direktes Bonden

5 besonders vorteilhaft.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform enthält eine oder es enthalten beide der folgenden Schichten zumindest ein elektrisch leitfähiges und/oder ein elektrisch isolierendes
10 Oxid, beispielsweise ein Metalloxid, ein Halbleiteroxid oder ein Halbleitermetalloxid: erste Verbindungsschicht, zweite Verbindungsschicht. Oxidschichten sind für das direkte Bonden besonders geeignet.

15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform enthält eine oder es enthalten beide der folgenden Schichten ein strahlungsdurchlässiges und elektrisch leitfähiges Oxid (TCO: Transparent Conducting Oxide): erste Verbindungsschicht, zweite Verbindungsschicht. Als strahlungsdurchlässige und
20 elektrisch leitfähige Oxide kommen beispielsweise in Frage: InSnO (Indiumzinnoxid, oft auch ITO: Indium Tin Oxide), AlZnO (Aluminiumzinkoxid), ZnO (Zinkoxid), GaInO (Galliumindiumoxid). Auch andere TCO-Materialien kommen in Frage.

25 Wird die TCO-haltige Verbindungsschicht mit der anderen Verbindungsschicht durch direktes Bonden verbunden, so kann fügeschichtlos das im hohen Grade transparente TCO-Material in dem optoelektronischen Bauelement nicht nur für das Fügen,
30 sondern auch zur elektrischen Kontaktierung des optisch aktiven Bereichs eingesetzt werden. Durch das direkte Zusammenfügen mittels direkten Bondens reduzieren sich auch die in dem Bauelement auftretenden Grenzflächen, was wiederum

für die Auskoppelleffizienz oder die Abstrahlcharakteristik vorteilhaft sein kann, da jede Grenzfläche potentiell zu Reflexionen führt. Auch kann auf absorbierende Metallschichten im Fügebereich verzichtet werden.

5

Eine TCO-haltige Verbindungsschicht des Verbindungsschichtenpaares kann mit dem Halbleiterkörper elektrisch leitend verbunden sein. Gleiches gilt alternativ oder ergänzend auch für den Träger, mit dem diese Schicht elektrisch leitfähig verbunden sein kann. Bevorzugt enthält
10 Verbindungsschicht ein TCO-Material.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform enthält die erste
15 Verbindungsschicht und/oder die zweite Verbindungsschicht des Verbindungsschichtenpaares ein elektrisch isolierendes Material, zum Beispiel ein Oxid. Das elektrisch isolierende Material kann ein Siliziumoxid, wie Siliziumdioxid, oder ein Aluminiumoxid, wie Al_2O_3 , sein.

20

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ändert die erste Verbindungsschicht und/oder die zweite Verbindungsschicht ihre Zusammensetzung nicht oder nicht maßgeblich über ihre Erstreckung, also ihre Ausdehnung in lateraler Richtung,
25 Alternativ oder ergänzend ändert die jeweilige Verbindungsschicht ihre Zusammensetzung nicht in Dickenrichtung. Demnach kann eine in einem einzigen Prozess abgeschiedene Schicht als erste und/oder zweite Verbindungsschicht verwendet werden. Die erste und/oder
30 zweite Verbindungsschicht kann als flächige Schicht ausgeführt sein, die gleichförmig zusammengesetzt ist (im Folgenden auch: gleichförmige Schicht).

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste Verbindungsschicht und/oder die zweite Verbindungsschicht strukturiert und weist eine oder eine Mehrzahl von Ausnehmungen auf. Die jeweilige Ausnehmung kann sich, 5 vorzugsweise in Dickenrichtung, durch die jeweilige Verbindungsschicht erstrecken. Insbesondere kann sich die jeweilige Ausnehmung durch das gesamte Verbindungsschichtenpaar erstrecken. Die jeweilige Ausnehmung kann gasgefüllt, z. B. mit Luft gefüllt, sein oder ein Vakuum 10 aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste Verbindungsschicht und/oder die zweite Verbindungsschicht als Hybridschicht ausgeführt. Eine Hybridschicht kann einen oder 15 eine Mehrzahl von elektrisch leitfähigen Teilbereichen und einen oder eine Mehrzahl von elektrisch isolierenden Teilbereichen aufweisen. Insbesondere kann eine Hybridschicht also eine sich über die laterale Erstreckungsrichtung der Schicht ändernde Zusammensetzung aufweisen. Der jeweilige 20 elektrisch leitfähige oder elektrisch isolierende Teilbereich kann sich in Dickenrichtung durch die gesamte Hybridschicht bzw. das Verbindungsschichtenpaar erstrecken. Bevorzugt enthält der jeweilige elektrisch isolierende Teilbereich eines der oben genannten elektrisch isolierenden Materialien 25 oder besteht daraus. Bevorzugt enthält der jeweilige elektrisch leitfähige Teilbereich eines der oben genannten elektrisch leitfähigen Materialien oder besteht daraus.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die erste 30 Verbindungsschicht und/oder die zweite Verbindungsschicht eine Mehrzahl von innerhalb der jeweiligen Schicht elektrisch voneinander isolierten, selbst aber elektrisch leitfähigen Teilbereichen auf. Diese Teilbereiche können ein TCO-Material

enthalten oder daraus bestehen. Die elektrisch leitfähigen Teilbereiche können separate, also nicht zusammenhängende, Teilbereiche der Schicht sein. Analoges gilt für das Verbindungsschichtenpaar. Die elektrisch leitfähigen

5 Teilbereiche können durch, zum Beispiel gasgefüllte oder ein Vakuum aufweisende, Ausnehmungen in der jeweiligen Schicht oder aber über elektrisch isolierende Teilbereiche der Schicht selbst, die dann zweckmäßigerweise als Hybridschicht ausgeführt ist, voneinander elektrisch isoliert sein.

10

Die getrennten elektrisch leitfähigen Teilbereiche der jeweiligen Verbindungsschicht bzw. des Verbindungsschichtpaares können zur elektrischen

Kontaktierung des Bauelements eingesetzt werden. Sie können
15 auf verschiedene elektrische Potentiale gelegt werden, mit Halbleitermaterialien verschiedener Leitungstypen (n-leitend, p-leitend), mit einem Halbleiterkörper auf verschiedenen Seiten des optisch aktiven Bereichs dieses Halbleiterkörpers und/oder verschiedenen Halbleiterkörpern des Bauelements

20 elektrisch leitend verbunden sein. Beispielsweise kann ein erster Teilbereich dieser elektrisch leitfähigen, aber voneinander isolierten Teilbereiche mit dem Halbleiterkörper des Bauelements auf einer Seite des optisch aktiven Bereichs elektrisch leitfähig verbunden sein und der andere kann

25 elektrisch leitfähig mit dem Halbleiterkörper auf der anderen Seite des optisch aktiven Bereichs verbunden sein. Aufgrund der elektrischen Trennung der verschiedenen Teilbereiche innerhalb der jeweiligen Schicht wird ein Kurzschluss vermieden. Der jeweilige elektrisch leitfähige Teilbereich

30 kann sich in Dickenrichtung durch die gesamte Verbindungsschicht und insbesondere durch das gesamte Verbindungsschichtenpaar erstrecken.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Bauelement einen Verbindungsleiter auf. Dieser erstreckt sich bevorzugt innerhalb des Halbleiterkörpers, beispielsweise in einer Ausnehmung des Halbleiterkörpers, von einer Seite des aktiven Bereichs dieses Halbleiterkörpers bis zur anderen Seite dieses aktiven Bereichs. Der Verbindungsleiter kann sich nur teilweise oder vollständig durch den Halbleiterkörper erstrecken. Innerhalb des Halbleiterkörpers ist der Verbindungsleiter von dem aktiven Bereich und auf zumindest einer Seite des aktiven Bereichs bevorzugt elektrisch von dem Halbleiterkörper isoliert. Auf der anderen Seite des aktiven Bereichs kann der Verbindungsleiter mittelbar, beispielsweise über einen elektrisch leitfähigen Teilbereich eines Verbindungsschichtenpaares, das auf dieser Seite des Halbleiterkörpers angeordnet ist, oder unmittelbar mit dem Halbleiterkörper elektrisch leitfähig verbunden sein. Alternativ dazu kann der Verbindungsleiter von dem gesamten Halbleiterkörper, also insbesondere auf beiden Seiten des aktiven Bereichs, elektrisch isoliert sein. In diesem Fall erstreckt er sich bevorzugt durch den gesamten Halbleiterkörper und ist auf der vom optisch aktiven Bereich abgewandten Seite elektrisch leitfähig mit einem weiteren Halbleiterkörper verbunden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist ein erster Teilbereich von zumindest zwei elektrisch leitfähigen Teilbereichen einer der Verbindungsschichten oder des Verbindungsschichtenpaares mit dem Halbleiterkörper auf der dem Verbindungsschichtenpaar zugewandten Seite des aktiven Bereichs, insbesondere unmittelbar, elektrisch leitfähig verbunden. Bevorzugt ist ein zweiter Teilbereich der zumindest zwei Teilbereiche mit dem Halbleiterkörper über den Verbindungsleiter auf der von dem Verbindungsschichtenpaar

abgewandten Seite des optisch aktiven Bereichs elektrisch leitfähig verbunden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der

- 5 Verbindungsleiter auf der dem Halbleiterkörper zugewandten Seite des Verbindungsschichtenpaares mit einem elektrisch leitfähigen Teilbereich der ersten Verbindungsschicht elektrisch leitfähig verbunden. Dieser Teilbereich kann der Teilbereich sein, der auf der dem Verbindungsschichtenpaar
10 abgewandten Seite des optisch aktiven Bereichs elektrisch leitfähig mit dem Halbleiterkörper oder einem weiteren Halbleiterkörper verbunden ist. Bevorzugt ist der Flächeninhalt einer Kontaktfläche zwischen diesem elektrisch leitfähigen Teilbereich und dem Verbindungsleiter kleiner als
15 der Flächeninhalt der dem Halbleiterkörper zugewandten Oberfläche dieses elektrisch leitfähigen Teilbereichs. Mit anderen Worten kann der Verbindungsleiter kleinflächiger ausgeführt sein als der elektrisch leitfähige Teilbereich der Verbindungsschicht, der mit diesem verbunden ist. Der
20 elektrisch leitfähige Teilbereich der Verbindungsschicht ist ja, wie oben erläutert, zweckmäßigerweise strahlungsdurchlässig. Der Verbindungsleiter dagegen kann aus einem Metall bestehen oder zumindest metallische Eigenschaften aufweisen. Dementsprechend kann mit Vorteil die
25 laterale Ausdehnung des Verbindungsleiters gering gehalten werden und trotzdem wegen der großflächigeren Ausführung des elektrisch leitfähigen Teilbereichs der Verbindungsleiter vereinfacht mittels des Verbindungsschichtenpaares kontaktiert werden. Der Flächeninhalt der Kontaktfläche zwischen
30 Verbindungsleiter und leitfähigem Teilbereich kann kleiner oder gleich $0,25 \times A$, bevorzugt kleiner oder gleich $0,2 \times A$ sein, wobei A der Flächeninhalt des elektrisch leitfähigen Teilbereichs ist, der mit dem Verbindungsleiter in der

Kontaktfläche elektrisch leitend verbunden ist. Alternativ oder ergänzend kann der Flächeninhalt der Kontaktfläche größer oder gleich $0,05 \times A$, bevorzugt größer oder gleich $0,1 \times A$ sein.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erstreckt sich der Verbindungsleiter durch das Verbindungsschichtenpaar und ist elektrisch von dem Verbindungsschichtenpaar isoliert. In diesem Fall muss kein gesonderter leitfähiger Teilbereich zur Kontaktierung des Verbindungsleiters vorgesehen sein. Die jeweilige Verbindungsschicht kann vereinfacht als gleichförmig zusammengesetzte Schicht, also nicht als Hybridschicht, ausgeführt sein. Ist die Schicht als Hybridschicht ausgeführt, so kann sich der Verbindungsleiter durch einen elektrisch isolierenden Teilbereich dieser Schicht erstrecken und so elektrisch vom Rest der Schicht getrennt sein. Alternativ kann der Verbindungsleiter über nicht der jeweiligen Verbindungsschicht angehörendes Isolationsmaterial elektrisch von der Verbindungsschicht und/oder dem Halbleiterkörper isoliert sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste Verbindungsschicht gemäß der zweiten Verbindungsschicht strukturiert. Dementsprechend können elektrisch leitfähige Teilbereiche der ersten und der zweiten Verbindungsschicht aneinandergrenzen und miteinander verbunden sein. Entsprechendes gilt für elektrisch isolierende Teilbereiche beziehungsweise Ausnehmungen der ersten beziehungsweise zweiten Verbindungsschicht.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Verbindungsschichtenpaar einen oder eine Mehrzahl von elektrisch leitfähigen Teilbereichen auf, die sich in

Dickenrichtung durch das gesamte Verbindungsschichtenpaar erstrecken. Bevorzugt weist das Verbindungsschichtenpaar auch einen oder eine Mehrzahl von elektrisch isolierenden Teilbereichen auf, die sich in Dickenrichtung durch das gesamte Verbindungsschichtenpaar erstrecken. Der jeweilige Teilbereich kann durch eine Kombination von elektrisch leitfähigen Teilbereichen der ersten und zweiten Verbindungsschicht beziehungsweise elektrisch isolierenden Teilbereichen der zweiten und ersten Verbindungsschicht gebildet sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist ein elektrisch isolierender Teilbereich der ersten Verbindungsschicht mit einem elektrisch isolierenden Teilbereich der zweiten Verbindungsschicht, insbesondere direkt, verbunden. Alternativ oder ergänzend ist ein elektrisch leitfähiger Teilbereich der ersten Verbindungsschicht mit einem elektrisch leitfähigen Teilbereich der zweiten Verbindungsschicht verbunden. Wiederum alternativ oder ergänzend ist ein elektrisch isolierender Teilbereich einer der Verbindungsschichten des -paares - die erste oder zweite Verbindungsschicht - mit einem elektrisch leitfähigen Teilbereich der anderen Verbindungsschicht des Paares verbunden. Die jeweilige Verbindung kann direkt sein. Insbesondere kann die jeweilige Verbindung durch direktes Bonden erzeugt sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt in einem Verbindungsbereich zumindest eines, eine beliebig ausgewählte Mehrzahl von oder es liegen alle der folgenden aneinandergrenzende Materialpaare vor, wobei links von dem Schrägstrich das Material der ersten Verbindungsschicht und

rechts von dem Schrägstrich das der zweiten Verbindungsschicht angegeben ist:

Leiter / Isolator,

Isolator / Leiter,

- 5 Isolator / Isolator, und/oder
Leiter / Leiter.

Weist die jeweilige Schicht elektrisch leitfähige und/oder isolierende Teilbereiche auf, so gilt obiges natürlich
10 entsprechend für die Teilbereiche.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Verbindungsschichtenpaar gebildet aus folgenden Schichttypen, wobei links von dem Schrägstrich der Typ der ersten
15 Verbindungsschicht und rechts von dem Schrägstrich der der zweiten Verbindungsschicht angegeben ist:

- Hybridschicht / Hybridschicht
- Hybridschicht / gleichförmige Schicht
- gleichförmige Schicht / Hybridschicht
- 20 - gleichförmige Schicht / gleichförmige Schicht.

Die jeweilige gleichförmige Schicht kann mit oder ohne Ausnahmen zur Ausbildung getrennter leitfähiger Teilbereiche ausgebildet sein. Die jeweilige gleichförmige
25 Schicht kann aus elektrisch leitfähigem oder elektrisch isolierendem Material sein. Im Falle zweier gleichförmiger Schichten ist bevorzugt zumindest eine davon elektrisch leitfähig und insbesondere eine TCO-Schicht.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Bauelement nur einen oder eine Mehrzahl von gesonderten Verbindungsbereichen auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste und/oder zweite Verbindungsschicht durchgehend oder zusammenhängend ausgeführt. Die jeweilige Schicht kann nur zur Durchführung des Verbindungsleiters unterbrochen sein.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste Verbindungsschicht und/oder die zweite Verbindungsschicht strahlungsdurchlässig. Unter "strahlungsdurchlässig" kann im Rahmen der vorliegenden Offenbarung verstanden werden, dass
10 die jeweilige Schicht oder das Verbindungsschichtenpaar mit diesen Schichten für eine vom Bauelement zu empfangende oder zu erzeugende Strahlung einen Transmissionsgrad von X oder mehr aufweist oder einen Transmissionskoeffizienten von größer oder gleich X aufweist, wobei X einen der folgenden
15 Werte annimmt: 0,7, 0,8, 0,85, 0,9, 0,95.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Halbleiterkörper ein erster Halbleiterkörper und das Bauelement weist einen oder mehrere weitere Halbleiterkörper
20 auf. Beispielsweise weist das Bauelement einen zweiten und dritten Halbleiterkörper auf mit jeweils einem optisch aktiven Bereich. Das Bauelement kann auch noch weitere Halbleiterkörper aufweisen. Zwischen den jeweiligen benachbarten Halbleiterkörpern, die übereinander angeordnet
25 sein können, ist vorzugsweise je ein Verbindungsschichtenpaar angeordnet. Das Verbindungsschichtenpaar kann wie oben ausgestaltet ausgebildet sein. Vorzugsweise ist das jeweilige Verbindungsschichtenpaar mittels zweier als Hybridschichten ausgebildeter Verbindungsschichten gebildet.

30

Der erste und der zweite Halbleiterkörper können über das Verbindungsschichtenpaar elektrisch leitfähig miteinander verbunden sein. Hierzu kann ein elektrisch leitfähiger

Teilbereich des Verbindungsschichtenpaars die beiden Halbleiterkörper elektrisch leitfähig, beispielsweise seriell, miteinander verbinden. Alternativ kann das gesamte Verbindungsschichtenpaar über seine Erstreckungsrichtung elektrisch leitfähig ausgebildet sein, ohne dass ein gesonderter elektrisch leitfähiger Teilbereich vorgesehen sein muss. In diesem Fall ist zweckmäßigerweise eine Aussparung oder Ausnehmung in dem Verbindungsschichtenpaar vorgesehen, durch das sich ein Verbindungsleiter erstrecken kann (vergleiche auch weiter unten). Die Anzahl an sich innerhalb eines Halbleiterkörpers erstreckenden Verbindungsleitern kann gleich der Anzahl an verschiedenen Halbleiterkörpern oder größer sein. Die Anzahl der Verbindungsleiter innerhalb der Halbleiterkörper des Bauelements kann sich mit wachsendem Abstand des jeweiligen Halbleiterkörpers vom Träger verringern. In einem trägerferneren Halbleiterkörper können also weniger Verbindungsleiter verlaufen als in einem trägernäheren Halbleiterkörper.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform erstreckt sich ein Verbindungsleiter in dem ersten Halbleiterkörper und ist innerhalb dieses Halbleiterkörpers elektrisch von diesem isoliert. Dieser Verbindungsleiter kann sich durch den gesamten ersten Halbleiterkörper erstrecken und ist bevorzugt mit einem weiteren Halbleiterkörper, beispielsweise dem zweiten Halbleiterkörper, elektrisch leitfähig verbunden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist ein Teilstück der elektrisch leitenden Verbindung zwischen Verbindungsleiter und weiterem Halbleiterkörper durch das zwischen den Halbleiterkörpern angeordnete Verbindungsschichtenpaar gebildet. Das Teilstück ist zweckmäßigerweise ein elektrisch

leitfähiger Teilbereich des Verbindungsschichtenpaares. Der elektrisch leitfähige Teilbereich kann von einem oder allen verbleibenden elektrisch leitfähigen Teilbereichen des Verbindungsschichtenpaares durch einen, beispielsweise
5 umlaufenden, elektrisch isolierenden Teilbereich elektrisch isoliert sein.

Alternativ oder ergänzend dazu kann sich ein Verbindungsleiter auch durch das Verbindungsschichtenpaar
10 hindurch erstrecken. In diesem Fall ist der Verbindungsleiter zweckmäßigerweise von einem elektrisch leitfähigen Teilbereich des Verbindungsschichtenpaares elektrisch isoliert. Hierzu kann beispielsweise eine Innenwand einer Aussparung in dem Verbindungsschichtenpaar mit einem
15 Isolationsmaterial ausgekleidet sein, das erst nach dem Ausbilden der Aussparung im Verbindungsschichtenpaar vorgesehen wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist in dem Träger eines
20 oder eine Mehrzahl von elektronischen Elementen integriert. Das jeweilige elektronische Element kann zur Ansteuerung eines oder einer Mehrzahl von Halbleiterkörpern des Bauelements dienen. Die Integration elektronischer Elemente in dem Träger ist besonders zweckmäßig, wenn eine Mehrzahl
25 von Halbleiterkörpern mit je einem optisch aktiven Bereich vorgesehen ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Träger einen oder eine Mehrzahl von Anschlüssen, beispielsweise
30 Anschlussmetallisierungen, auf. Bevorzugt ist die Zahl der Anschlüsse größer oder gleich der Anzahl an Halbleiterkörpern, beispielsweise größer oder gleich der Anzahl an Halbleiterkörpern + 1.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die optisch aktiven Bereiche zweier Halbleiterkörper zur Erzeugung von Strahlung in verschiedenfarbigen Spektralbereichen ausgebildet. Hierdurch kann die Erzeugung mischfarbigen

5 Lichts, beispielsweise weißen Lichts, durch das Bauelement erleichtert werden. Alternativ kann gleichfarbiges Licht erzeugt werden, wodurch die erzeugte Strahlungsleistung erhöht werden kann.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform koppelt das Verbindungsschichtenpaar wie oben beschrieben den Halbleiterkörper oder bei einer Mehrzahl von Halbleiterkörpern den dem Träger nächstliegenden Halbleiterkörper an den Träger an. Alternativ kann für die

15 Verbindung zum Träger auch eine gesonderte Fügenschicht, wie eine Klebe- oder Lotschicht, eingesetzt werden, sodass die Anbindung an den Träger nicht unbedingt mittels direkten Bondens oder Waferbondens erfolgen muss.

20 Gemäß zumindest einer Ausgestaltung ist der jeweilige Halbleiterkörper epitaktisch gewachsen. Insbesondere kann der Halbleiterkörper epitaktisch auf einem Aufwachssubstrat gewachsen sein. Der Träger ist zweckmäßigerweise verschieden von dem Aufwachssubstrat. Das Aufwachssubstrat kann von dem

25 jeweiligen Halbleiterkörper entfernt worden sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist eine Dicke der ersten Verbindungsschicht und/oder der zweiten Verbindungsschicht kleiner oder gleich 20 nm, beispielsweise

30 kleiner oder gleich 15 nm oder kleiner oder gleich 10 nm. Mit derartigen Schichten können Rauigkeiten für das direkte Bonden vereinfacht bereits beim Abscheiden der Schichten,

ohne, zum Beispiel mechanische, Nachbehandlung verwirklicht werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zur
5 Herstellung eines optoelektronischen Bauelements wird eine
Halbleiterschichtenfolge mit einem optisch aktiven Bereich
bereitgestellt. Das vorgeschlagene Verfahren eignet sich
besonders zur Herstellung der oben oder im Folgenden
beschriebenen Bauelemente, sodass sich im Zusammenhang mit
10 dem Verfahren beschriebenen Merkmale auch auf das Bauelement
beziehen können und umgekehrt. Die bereitgestellte
Halbleiterschichtenfolge stellt vorzugsweise
Halbleitermaterial für eine Mehrzahl von Halbleiterkörpern
bereit. Beispielsweise kann es sich um einen Halbleiterwafer
15 handeln. Die Halbleiterschichtenfolge kann auf dem
Aufwachssubstrat bereitgestellt werden, auf dem sie
epitaktisch gewachsen wurde, oder aber auf einem
Zwischenträger, der bereits verschieden vom Aufwachssubstrat
ist.

20 Auf die Halbleiterschichtenfolge wird eine erste
Verbindungsschicht aufgebracht, sodass die
Halbleiterschichtenfolge und die erste Verbindungsschicht
einen ersten Verbund bilden.

25 Weiterhin wird ein Verbundelement bereitgestellt. Auf dieses
Verbundelement wird eine zweite Verbindungsschicht
aufgebracht, sodass das Verbundelement und die zweite
Verbindungsschicht einen zweiten Verbund bilden.

30 Nachfolgend können der erste und der zweite Verbund über die
erste und zweite Verbindungsschicht mittels direkten Bondens,
insbesondere mechanisch, verbunden werden.

Wie oben schon dargelegt enthält bevorzugt mindestens eine Schicht ausgewählt aus der ersten Verbindungsschicht und der zweiten Verbindungsschicht ein strahlungsdurchlässiges und elektrisch leitfähiges Oxid.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die erste Verbindungsschicht und/oder die zweite Verbindungsschicht so abgeschieden, dass ihre Oberfläche direkt nach dem Abscheiden eine Rauigkeit von kleiner oder gleich 1 nm oder kleiner oder
10 gleich 0,5 nm (jeweils RMS) aufweist. Wird eine Hybridschicht vorgesehen, so können das elektrisch leitfähige Material und das elektrisch isolierende Material getrennt voneinander abgeschieden und mit Hilfe entsprechender Masken und/oder Strukturierungsschritte für die getrennt abgeschiedenen
15 Materialien so angeordnet werden, dass sich direkt nach dem Abscheiden der beiden Materialien - Leiter und Isolator - eine Oberfläche ausbildet, die zumindest bereichsweise, insbesondere in für die Ausbildung von Verbindungsbereichen vorgesehenen Teilbereichen, oder vollflächig eine Rauigkeit
20 von kleiner oder gleich 1 nm, vorzugsweise kleiner oder gleich 0,5 nm, aufweist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die erste Verbindungsschicht und/oder die zweite Verbindungsschicht
25 nach dem Aufbringen und vor dem Verbinden des ersten und zweiten Verbundes planarisiert, sodass ihre Oberfläche nach dem Planarisieren eine Rauigkeit von kleiner oder gleich 1 nm, vorzugsweise kleiner oder gleich 0,5 nm, aufweist. Dementsprechend kann die Rauigkeit vor dem Planarisieren
30 größer als 1 nm oder größer als 0,5 nm und insbesondere größer als die für das direkte Bonden erforderliche geringe Rauigkeit sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die erste und/oder die zweite Verbindungsschicht noch vor dem Verbinden des ersten und zweiten Verbunds einer Temperaturbehandlung bei einer ersten Temperatur unterzogen. die erste Temperatur kann
5 zwischen je einschließlich 200°C und 900°C liegen. Durch die erste Temperaturbehandlung können die Kristalleigenschaften der jeweiligen Verbindungsschicht, insbesondere einer TCO-haltigen Verbindungsschicht, optimiert werden.

- 10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird die erste Verbindungsschicht und/oder die zweite Verbindungsschicht, vorzugsweise nach der Temperaturbehandlung bei der ersten Temperatur, durch eine Aktivierungsbehandlung, beispielsweise mittels eines Plasmaprozesses, für das direkte Bonden des
15 ersten und des zweiten Verbunds vorbereitet.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht nach dem direkten Bonden einer Temperaturbehandlung bei einer zweiten
20 Temperatur unterzogen. Die zweite Temperatur ist zweckmäßigerweise kleiner als die erste Temperatur. Durch diese Temperaturbehandlung kann die Bondverbindung gestärkt werden.

- 25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Verbundelement eine weitere Halbleiterschichtenfolge mit einem optisch aktiven Bereich, oder ein Trägerelement, wie beispielsweise ein Trägerwafer, der beispielsweise Material für Träger von einer Mehrzahl von Bauelementen aufweist. In dem Träger
30 (wafer) können bereits Strukturen für elektronische Elemente definiert sein.

Der in dem Verfahren hergestellte fertige Verbund kann einen Trägerwafer und eine Mehrzahl von Halbleiterschichtenfolgen aufweisen, die jeweils über eine oder eine Mehrzahl von Verbindungsschichten, beispielsweise eingangs beschriebene
5 Verbindungsschichtenpaare, verbunden sind. Anschließend kann der Verbund in einzelne Chips vereinzelt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird nach dem Verbinden der Halbleiterschichtenfolgen beziehungsweise der
10 Halbleiterschichtenfolge mit dem Trägerelement eine sich nur teilweise oder vollständig durch die Halbleiterschichtenfolge erstreckende Ausnehmung ausgebildet. In diese kann Isolationsmaterial eingebracht werden und Verbindungsleitermaterial angeordnet werden, sodass ein
15 Verbindungsleiter, der sich nur teilweise oder vollständig durch die Halbleiterschichtenfolge erstreckt, ausgebildet wird. Der Verbindungsleiter wird vorzugsweise vorgesehen, bevor der Verbund mit der Halbleiterschichtenfolge mit dem Trägerelement verbunden wird. Die Ausnehmung kann vollständig
20 durch die Halbleiterschichtenfolge und vollständig oder nur teilweise durch eine ggf. mit dieser verbundene weitere Halbleiterschichtenfolge sowie vollständig durch ein zwischen den Halbleiterschichtenfolgen angeordnetes Verbindungsschichtenpaar verlaufen.

25

In dieser Variante wird also nach dem Verbinden von Halbleiterschichtenfolgen über ein Verbindungsschichtenpaar der Verbindungsleiter vorgesehen.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen die Halbleiterschichtenfolgen, die miteinander verbunden werden sollen, bereits in den Halbleiterschichtenfolgen angeordnete und zumindest bereichsweise von dem Halbleitermaterial

elektrisch isolierte Verbindungsleiter auf. Diese Verbindungsleiter können mit einem elektrisch leitfähigen Teilbereich in der jeweils zugehörigen Verbindungsschicht elektrisch leitfähig verbunden sein, sodass nach dem

5 Ausbilden eines Verbundes mit einer ersten Halbleiterschichtenfolge und einer zweiten Halbleiterschichtenfolge die beiden in diesen Halbleiterschichtenfolgen angeordnete Verbindungsleiter miteinander über einen Teilbereich des zwischen diesen

10 Halbleiterschichtenfolgen angeordneten Verbindungsschichtenpaares elektrisch leitfähig verbunden sind. Dementsprechend kann das Verbindungsschichtenpaar auch an der elektrisch leitfähigen Anbindung verschiedener Halbleiterkörper beteiligt sein.

15

In dieser Variante wird der Verbindungsleiter bereits vor dem Verbinden des ersten und des zweiten Verbundes und vorzugsweise auch schon vor dem Aufbringen der ersten Verbindungsschicht in der Halbleiterschichtenfolge

20 ausgebildet.

25

Merkmale, die im Zusammenhang mit verschiedenen Ausführungsformen beschrieben werden, können selbstverständlich miteinander kombiniert werden, insofern sie einander nicht widersprechen.

30

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird ein optoelektronisches Bauelement angegeben mit einem Halbleiterkörper, der einen optisch aktiven Bereich aufweist, weiter mit einem Träger, und einem Verbindungsschichtenpaar, das eine erste Verbindungsschicht und eine zweite Verbindungsschicht aufweist, wobei:

- der Halbleiterkörper auf dem Träger angeordnet ist,

- die erste Verbindungsschicht zwischen dem Halbleiterkörper und dem Träger angeordnet und mit dem Halbleiterkörper verbunden ist,
- die zweite Verbindungsschicht zwischen der ersten
- 5 Verbindungsschicht und dem Träger angeordnet ist,
- zumindest eine Schicht ausgewählt aus der ersten Verbindungsschicht und der zweiten Verbindungsschicht ein strahlungsdurchlässiges und elektrisch leitfähiges Oxid enthält, und
- 10 - die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht zumindest bereichsweise in einem oder mehreren Verbindungsbereichen direkt miteinander verbunden sind, so dass das Verbindungsschichtenpaar an der mechanischen Anbindung des Halbleiterkörpers an den Träger
- 15 beteiligt ist.

Weitere Vorteile, Merkmale und vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Figuren.

20

Figur 1 illustriert ein Ausführungsbeispiel für ein vorgeschlagenes Verfahren anhand einer schematischen Schnittansicht.

- 25 Figur 2 illustriert ein Ausführungsbeispiel für ein vorgeschlagenes Bauelement anhand einer schematischen Schnittansicht.

- Figur 3 illustriert ein Ausführungsbeispiel für ein
- 30 vorgeschlagenes Bauelement anhand einer schematischen Schnittansicht.

Gleiche, gleichartige und gleich wirkende Elemente können mit gleichen Bezugszeichen versehen sein. Weiterhin können zum besseren Verständnis der vorliegend beschriebenen Gegenstände einzelne Elemente übertrieben groß dargestellt sein, sodass
5 die Darstellungen nicht notwendigerweise maßstabsgetreu sind.

Figur 1 illustriert ein Ausführungsbeispiel für ein vorgeschlagenes Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements anhand einer schematischen
10 Schnittansicht. In dem vorgeschlagenen Verfahren werden ein erster Verbund 100, vorzugsweise ein Waferverbund, und ein zweiter Verbund 200, vorzugsweise ein Waferverbund, mechanisch stabil miteinander verbunden. Der Verbund 100 wird in dem Verfahren mit dem Verbund 200 durch direktes Bonden
15 (direct bonding) mechanisch stabil verbunden.

Der erste Verbund 100 weist eine Halbleiterschichtenfolge 10 auf. Die Halbleiterschichtenfolge 10 weist einen zur Strahlungserzeugung oder zum Strahlungsempfang vorgesehenen
20 aktiven Bereich 12 auf. Der aktive Bereich 12 kann zwischen einer ersten Halbleiterschicht 14 und einer zweiten Halbleiterschicht 16 angeordnet oder gebildet sein. Die erste und die zweite Halbleiterschicht weisen vorzugsweise unterschiedliche Leitungstypen auf (n- beziehungsweise
25 p-leitend). Der aktive Bereich kann eine Heterostruktur oder eine Ein- oder Mehrfachquantentopfstruktur umfassen. Der aktive Bereich kann intrinsisch, also undotiert, ausgeführt sein. Die Halbleiterschicht 14 und/oder 16 kann für den jeweiligen Leitungstypen dotiert sein. Vorzugsweise ist der
30 aktive Bereich 12 zur Strahlungserzeugung, besonders bevorzugt von Strahlung im sichtbaren Spektralbereich, ausgebildet. Die Halbleiterschichtenfolge basiert vorzugsweise auf III-V-Halbleitermaterialien, zum Beispiel

auf Nitrid-Verbindungshalbleitern, wie GaN, InGaN, AlGaInN, oder AlGaN. Selbstverständlich kommen auch andere Materialien in Betracht.

5 Die Halbleiterschichtenfolge 10 ist auf einem Substrat angeordnet. Das Substrat 20 kann durch das Aufwachssubstrat, auf dem die Halbleiterschichtenfolge 10 epitaktisch gewachsen worden ist, gebildet sein oder von dem Aufwachssubstrat verschieden sein. Im letzteren Fall kann das Aufwachssubstrat
10 entfernt worden sein und das Substrat 20 ist ein Zwischenträger. Für Nitrid-Verbindungshalbleitermaterialien eignet sich zum Beispiel Saphir als Aufwachssubstrat. Das Substrat 20 stabilisiert die Halbleiterschichtenfolge zweckmäßigerweise mechanisch.

15

Der erste Verbund umfasst weiterhin eine erste Verbindungsschicht 32. Diese ist auf der von dem Substrat 20 abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge 10 angeordnet.

20 Der zweite Verbund 200 umfasst ein Verbundelement 40. Auf dem Verbundelement 40 ist eine zweite Verbindungsschicht 34 angeordnet. Das Verbundelement 40 kann beispielsweise eine weitere Halbleiterschichtenfolge aufweisen mit einem weiteren optisch aktiven Bereich oder ein Trägerelement, das für einen
25 Träger, der optisch vorzugsweise nicht aktiv ist, eines mittels des Verfahrens hergestellten Bauelements, zum Beispiel eines Halbleiterchips, vorgesehen ist. Die jeweilige Halbleiterschichtenfolge stellt bevorzugt Halbleitermaterial bereit, das für eine Ausbildung von Halbleiterkörpern für
30 eine Mehrzahl von herzustellenden Halbleiterchips geeignet ist.

Die erste Verbindungsschicht 32 und die zweite Verbindungsschicht 34 sind vorzugsweise zur Verbindung miteinander über direktes Bonden, also ohne separate Fugeschicht, vorgesehen und ausgebildet. Hierzu weisen die

5 Schichten für die Verbindung mittels direkten Bondens geeignete Grenzflächen auf. Die erste Verbindungsschicht weist eine erste Grenzfläche 321 auf. Die zweite Verbindungsschicht 34 weist eine zweite Grenzfläche 341 auf. Die jeweilige Grenzfläche ist bevorzugt von dem Rest des

10 zugehörigen Verbundes abgewandt. Die erste Grenzfläche 321 und/oder die zweite Grenzfläche 341 ist vorzugsweise eben. Die Grenzfläche 321 ist von der Halbleiterschichtenfolge 10 abgewandt und die Grenzfläche 341 ist von dem Verbundelement 40 abgewandt. Der erste Verbund und der zweite Verbund sind

15 vorzugsweise für die Verbindung mittels direkten Bondens derart angeordnet, dass die erste Grenzfläche 321 der zweiten Grenzfläche 341 zugewandt ist.

Die erste Grenzfläche 321 und die zweite Grenzfläche 341 sind

20 derart ausgebildet, dass sie bereichsweise, zweckmäßigerweise zumindest in den Bereichen, die für die Verbindung mittels direkten Bondens vorgesehen sind, oder vollflächig, eine Rauigkeit aufweist, die kleiner oder gleich 1 nm RMS (RMS: Root Mean Square) ist. Vorzugsweise ist die Rauigkeit kleiner

25 oder gleich 0,5 nm RMS. Derartige Rauigkeiten sind für eine direkte Bondverbindung besonders vorteilhaft.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die jeweilige Verbindungsschicht 32 beziehungsweise 34 als Hybridschicht

30 ausgebildet. Eine Hybridschicht weist, insbesondere in Aufsicht auf die von dem Rest des Verbundes abgewandte Oberfläche gesehen, vorzugsweise einen oder eine Mehrzahl von elektrisch leitfähigen Teilbereichen (C) auf. Diese

elektrisch leitfähigen Teilbereiche sind zweckmäßigerweise innerhalb der Schicht elektrisch voneinander getrennt. Die jeweilige Verbindungsschicht 32, 34 kann insbesondere eine Mehrzahl von in Aufsicht betrachtet leitfähigen Sektoren aufweisen. Die elektrische Isolierung der Sektoren voneinander wird durch einen oder eine Mehrzahl von elektrisch isolierende Teilbereichen (I) bewerkstelligt. Die isolierenden Teilbereiche sind aus einem Isolator, in einer festen, nicht gasförmigen Phase gebildet. Entlang ihrer lateralen Erstreckungsrichtung kann die jeweilige Verbindungsschicht in Schnittansicht betrachtet also eine sich ändernde Zusammensetzung aufweisen. Insbesondere kann ein leitfähiger Bereich C zwischen zwei isolierenden Bereichen I angeordnet sein. Die elektrisch isolierenden und die elektrisch leitfähigen Teilbereiche können dabei gleiche Dicke aufweisen und/oder verschiedene Dicken aufweisen. Weisen sie verschiedene Dicken auf, so sind die Dicken bevorzugt trotzdem so gewählt, dass die für die direkte Bondverbindung vorgesehene Grenzfläche 321 bzw. 341 der jeweiligen Verbindungsschicht 32, 34 eben ist oder zumindest die oben angeführten Rauigkeitsmaßgaben erfüllt.

Die Verbindungsschichten 32 und 34 sind vorzugsweise entsprechend strukturiert, sodass leitfähige und isolierende Bereiche zur Verbindung miteinander vorgesehen sind.

"Entsprechend strukturiert" kann bedeuten, dass elektrisch leitfähige und/oder elektrisch isolierende Teilbereiche der jeweiligen Verbindungsschicht 32 bzw. 34 im jeweiligen Verbund 100 beziehungsweise 200 entsprechende Positionen, Größen und/oder Formen aufweisen. Dementsprechend können sich im direkten Bondprozess einander zugeordnete leitfähige Bereiche C und einander zugeordnete elektrisch isolierende Bereiche I direkt miteinander verbinden. Alternativ oder

ergänzend können sich aber auch isolierende Bereiche mit leitfähigen Bereichen verbinden. Dies kann beispielsweise in kleinflächigeren Bereichen der Fall sein, etwa wenn ein isolierender Bereich einer der Schichten lateral eine leicht größere Ausdehnung aufweist als der isolierende Bereich einer anderen Schicht, so dass sich ein isolierender Bereich einer der Verbindungsschichten mit einem leitfähigen und einem isolierenden Bereich der anderen Verbindungsschicht direkt verbindet. In jedem Fall ist es vorteilhaft, wenn nach dem Verbinden leitfähige Teilbereiche C beider Schichten miteinander verbunden sind, um eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der der Halbleiterschichtenfolge zugewandten Seite und der der Halbleiterschichtenfolge abgewandten Seite des mittels der Schichten 32 und 34 gebildeten Verbindungsschichtenpaares durch das Verbindungsschichtenpaar hindurch bereitzustellen.

Die elektrisch leitfähigen Teilbereiche C sind beispielsweise mittels eines strahlungsdurchlässigen und elektrisch leitfähigen Oxides, insbesondere eines Metalloxides gebildet. Beispielsweise sind folgende Materialien geeignet: ITO, AlZnO, ZnO, GaInO. Der jeweilige elektrisch isolierende Teilbereich I ist zum Beispiel mittels eines elektrisch isolierenden Materials, beispielsweise eines Oxides, gebildet. Beispielsweise sind folgende Materialien geeignet: SiO₂, Al₂O₃. Die Materialien der isolierenden bzw. leitfähigen Bereiche können dabei bei den verschiedenen Verbindungsschichten gleich oder verschieden sein. Auch innerhalb einer Schicht können die isolierenden und leitfähigen Materialien, insbesondere zwischen verschiedenen Teilbereichen, variieren. Vorzugsweise sind in einer Schicht jedoch die isolierenden bzw. leitfähigen Teilbereiche jeweils durch das gleiche Material gebildet. Werden verschiedene

TCO-Materialien in verschiedenen Verbindungsschichten eingesetzt, so weisen diese vorzugsweise für Halbleitermaterialien verschiedenen Leitungstyps verschiedene Kontakteigenschaften auf. Beispielsweise können die leitfähigen Teilbereiche der ersten Verbindungsschicht 32 ein ZnO enthalten und die elektrisch leitfähigen Teilbereiche der zweiten Verbindungsschicht 34 können ITO enthalten oder umgekehrt. Diese Materialien können sich durch unterschiedliche Kontakteigenschaften zu p- beziehungsweise n-leitenden Halbleitermaterialien auszeichnen. Alternativ können die leitfähigen Teilbereiche verschiedener Schichten auch gleiche TCO-Materialien enthalten oder daraus bestehen.

Alternativ zur in Figur 1 dargestellten Variante von direkt zu verbindenden Hybridschichten als Verbindungsschichten, bei denen eine elektrische Isolierung mittels eines Isolationsmaterials I erfolgt, können verschiedene elektrisch voneinander getrennte leitfähige Teilbereiche der jeweiligen Verbindungsschicht 32 bzw. 34 auch durch gasgefüllte oder ein Vakuum aufweisende Zwischenräume zwischen zwei leitfähigen Teilbereichen gebildet werden. In diesem Falle sind die isolierenden Teilbereiche I aus einem isolierenden Material, die in Figur 1 dargestellt sind, nicht vorhanden.

Weiterhin kann alternativ zu den in Figur 1 dargestellten Hybridschichten auch eine gleichförmige Schicht als erste und/oder zweite Verbindungsschicht eingesetzt für das direkte Bonden eingesetzt werden. Beispielsweise enthält zumindest eine der gleichförmigen Verbindungsschichten 32 und 34 oder besteht daraus oder es enthalten beide Verbindungsschichten ein TCO-Material oder bestehen daraus. Alternativ kann zumindest eine der gleichförmigen Schichten ein Isolationsmaterial enthalten oder daraus bestehen.

Gleichförmige Schichten können im Gegensatz zu strukturierten Schichten vollflächig aufgebracht werden. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel für ein solches Bauelement ist in Figur 3 gezeigt.

5

Für das Herstellen der jeweiligen Verbindungsschicht 32 beziehungsweise 34 kann ein transparentes und elektrisch leitfähiges Oxid, beispielsweise ein Metalloxid, auf die Halbleiterschichtenfolge 10 aufgebracht werden. Für das Ausbilden einer gleichförmigen Schicht für das direkte Bonden kann die Schicht vollflächig aufgebracht werden. Ist eine Strukturierung in eine oder mehrere elektrisch leitfähige Teilbereiche gewünscht, so kann das elektrisch leitfähige und transparente Material vollflächig abgeschieden und nachfolgend strukturiert werden oder aber bereits strukturiert aufgebracht werden. Für den jeweiligen Strukturierungsschritt kann eine entsprechende Maske eingesetzt werden. Für das Aufbringen des jeweiligen strahlungsdurchlässigen und elektrisch leitfähigen Oxids eignet sich beispielsweise Sputtern, Bedampfen oder ein ALD-Prozess (ALD: Atomic Layer Deposition). Auch andere Abscheideprozesse kommen in Frage. Der Isolator bzw. das Isolationsmaterial, vorzugsweise ebenfalls Oxid, für den jeweiligen isolierenden Teilbereich kann auf entsprechende Weise abgeschieden werden. Für das Abscheiden des Isolationsmaterials eignet sich alternativ oder ergänzend auch chemische Gasphasenabscheidung. Das Isolationsmaterial kann vor oder nach dem leitfähigen Material abgeschieden werden.

30

Die Rauigkeit der für die Bondverbindung vorgesehenen Oberfläche der Verbindungsschicht im Bereich mit dem jeweiligen Material - Leiter oder Isolator - kann direkt nach

dem Abscheiden des Materials bereits den oben genannten Rauigkeitsmaßgaben oder -anforderungen für das direkte Bonden entsprechen, beispielsweise wegen einer entsprechenden geringen Schichtdicke. Alternativ wird die für das Bonden
5 geeignete Rauigkeit nach dem Aufbringen des Materials hergestellt. Dieser Prozess kann für elektrisch isolierende und elektrisch leitfähige Materialien nacheinander getrennt oder für elektrisch isolierende und elektrisch leitfähige Materialien gemeinsam durchgeführt werden. Die Rauigkeit kann
10 durch Planarisieren verringert werden, bis sie die erforderlichen Maßgaben erfüllt. Das Planarisieren kann mittels Polierens, beispielsweise chemisch mechanischen Polierens (kurz: CMP), erfolgen. Soll die jeweilige Verbindungsschicht beziehungsweise das jeweilige Material
15 bereits mit einer Rauigkeit abgeschieden werden, die kleiner oder gleich 1,0 nm oder gar kleiner oder gleich 0,5 nm ist, so weist die jeweils abgeschiedene Materialschicht vorzugsweise eine Dicke von kleiner oder gleich 20 nm, beispielsweise kleiner oder gleich 15 nm oder kleiner oder
20 gleich 10 nm auf. Mittels derartig geringer Dicken können vereinfacht Schichten mit der erforderlichen geringen Rauigkeit abgeschieden werden. Wird die Rauigkeit durch Planarisieren erreicht oder ist ein entsprechendes direktes Abscheiden möglich, kann die jeweilige Verbindungsschicht
25 selbstverständlich dicker sein.

Nach dem Ausbilden der jeweiligen Verbindungsschicht kann ein Temperaturprozess durchgeführt werden, dem die jeweilige Verbindungsschicht ausgesetzt wird. Dadurch können die
30 Kristalleigenschaften, insbesondere des TCO-Materials, der jeweiligen Verbindungsschicht optimiert werden. Der Temperaturprozess kann bei einer ersten Temperatur von größer oder gleich 200 °C und oder kleiner oder gleich 900 °C,

beispielsweise unter Gasatmosphäre wie etwa unter Sauerstoff- oder Stickstoffgasatmosphäre, durchgeführt werden. Nach diesem Temperaturprozess kann das Material der jeweiligen Schicht, insbesondere das TCO-Material, und/oder das Isolationsmaterial mittels eines Plasmaprozesses, beispielsweise einer Plasmavorbehandlung, aktiviert werden. Hierzu eignet sich beispielsweise reaktives Ionenätzen (RIE: Reactive Ion Etching, reaktives Ionenätzen), ein ICP-Prozess (ICP: Inductively Coupled Plasma, induktiv gekoppeltes Plasma) oder ein Prozess mit Mikrowellenplasma (microwave plasma), jeweils beispielsweise mit Stickstoffgas, Sauerstoffgas und/oder Ar-Plasma. Daraufhin kann die Oberfläche der jeweiligen Verbindungsschicht gereinigt werden, beispielsweise mittels deionisierten Wassers oder einem als Standard Clean 1 (SC1) oder Regular Clean 1 (RC1) bekannten Reinigungsmaterials. Auf die oben beschriebene Weise kann die Oberfläche der jeweiligen Verbindungsschicht beziehungsweise optimal für den Bondprozess vorbereitet werden.

Daraufhin werden der erste Verbund 100 und der zweite Verbund 200 derart relativ zueinander bewegt, dass die Grenzflächen 341 und 321 mechanisch miteinander in Kontakt stehen und, wegen des mechanischen Kontakts, über direktes Bonden mechanisch stabil miteinander verbunden werden. Nach dem mechanischen Inkontaktbringen kann eine weitere Temperaturbehandlung zur Stärkung der Bondverbindung durchgeführt werden. Diese wird bevorzugt bei einer Temperatur kleiner der ersten Temperatur durchgeführt, zum Beispiel bei einer Temperatur von kleiner 200 °C. Danach sind der erste und der zweite Verbund mechanisch stabil verbunden. Das Substrat 20 kann nachfolgend entfernt werden, beispielsweise durch ein Lasertrennverfahren. Auf der Seite

mit dem entfernten Substrat kann, soweit gewünscht, ein weiterer Verbund, mit dem zuvor hergestellten Verbund verbunden werden, insbesondere durch direktes Bonden.

- 5 Wie bereits oben erwähnt, können die Verbindungsschichten 32 und 34 entsprechend zueinander ausgebildet sein oder voneinander verschieden sein. Beispielsweise kann die Schicht 34 gleichförmig ausgeführt sein und einen Isolator, beispielsweise Siliziumdioxid, enthalten und die Schicht 32
- 10 kann als Hybridschicht mit elektrisch isolierenden Bereichen, beispielsweise aus Siliziumdioxid, und elektrischen leitfähigen Bereichen, beispielsweise aus TCO-Material, ausgeführt sein.
- 15 Ist das Verbundelement 40 als Trägerelement ausgebildet, kann es rein tragende Funktion haben oder beispielsweise integrierte Elektronikkomponenten aufweisen (vergleiche weiter unten. Das Trägerelement kann ein Halbleitermaterial, beispielsweise Silizium, enthalten oder daraus bestehen.
- 20 Elektronikelemente können mittels CMOS-Prozessen in dem Trägerelement ausgebildet sein. Elektronikelemente können in dem Trägerelement durch dotierte Bereiche, die durch Implantation oder Diffusion ausgebildet sind, definiert sein.
- 25 Das vorgeschlagene Verfahren bietet erhebliche Vorteile. So können wegen des Einsatzes von TCO-Materialien Elemente des gefertigten Halbleiterbauelements mittels der Verbindungsschicht elektrisch kontaktiert werden. Ist eine justierte Ausrichtung des ersten und des zweiten Verbunds
- 30 zueinander erforderlich, beispielsweise zur Verbindung spezieller elektrisch leitfähiger Teilbereiche oder elektrisch leitender Elemente, der zu verbindenden Verbunde, so reduziert der Einsatz der Hybridschichten mit TCO-Material

die Justageanforderungen, da wegen der geringen Absorption in TCO-Materialien die zu verbindenden leitfähigen Teilbereiche vergrößert werden können und somit vereinfacht eine leitfähige Verbindung zweier leitfähiger Teilbereiche erzielt während des Bondens erzielt werden. Außerdem gibt es bei der Verwendung von TCO-Materialien, insbesondere für elektrisch voneinander getrennte, elektrisch leitfähige Teilbereiche der Verbindungsschichten, keine absorbierenden Materialien im Verbindungsbereich. Würde statt des TCO-Materials ein Metall eingesetzt, so wäre die Absorption von Strahlung im Verbindungsbereich im Vergleich zu TCO-Materialien stark erhöht.

Mittels des vorgeschlagenen Verfahrens können verschiedene Halbleiterschichtenfolgen 10 miteinander und/oder eine oder eine Mehrzahl von bereits übereinander gestapelten Halbleiterschichtenfolgen kann mit einem Trägerelement mechanisch stabil verbunden werden. Mittels des vorgeschlagenen Verfahrens herstellbare und insbesondere hergestellte Bauelemente, insbesondere Halbleiterchips, sind im Folgenden anhand der Figuren 2 und 3 erläutert. Im Zusammenhang mit den Figuren 2 und 3 erläuterte Merkmale können selbstverständlich auch für das Verfahren herangezogen werden und umgekehrt.

25

Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements, insbesondere eines Halbleiterchips, anhand einer schematischen Schnittansicht. Das Bauelement 50 weist eine Mehrzahl von Halbleiterkörpern 10a, 10b und 10c auf. Da diese Halbleiterkörper, beispielsweise durch Vereinzeln, aus Halbleiterschichtenfolgen 10 gemäß Figur 1 erhalten sein können, werden analoge Bezugszeichen für die Bestandteile der

Halbleiterschichtenfolge verwendet, wie für den aktiven Bereich 12 und die erste und die zweite Halbleiterschicht 14 beziehungsweise 16. Die Halbleiterkörper 10a bis 10c sind übereinander angeordnet, wobei zwischen zwei benachbarten Halbleiterkörpern jeweils ein Verbindungsschichtenpaar 30b beziehungsweise 30c angeordnet ist. Die Halbleiterkörper 10a bis 10c sind übereinander auf einem Träger 60 angeordnet. Dementsprechend sind sie übereinander auf dem Träger gestapelt. Der Träger 60 kann aus dem Verbundelement 40 aus Figur 1 durch Vereinzeln hervorgegangen sein, das dann als Trägerelement ausgeführt war. Zwischen dem trägernächsten Halbleiterkörper 10a und dem Träger 60 ist ein Verbindungsschichtenpaar 30a angeordnet. Die Verbindungsschichtenpaare 30a bis 30c enthalten jeweils eine erste Verbindungsschicht und eine zweite Verbindungsschicht, die, da sie, zum Beispiel durch Vereinzeln, aus den Verbindungsschichten 32 und 34 gemäß Figur 1 erhalten sein können, mit entsprechenden Bezugszeichen versehen sind.

Die optisch aktiven Bereiche verschiedener Halbleiterkörper können zur Erzeugung verschiedenfarbigen Lichts, beispielsweise im roten, grünen und blauen Spektralbereich, ausgebildet sein. Insbesondere kann das Bauelement zur Erzeugung mischfarbigen, insbesondere weißen, Lichts ausgebildet sein. Alternativ dazu sind zwei oder drei der optisch aktiven Bereiche zur Erzeugung gleichfarbiger Strahlung ausgebildet. Die mittels des Bauelements erzeugte Strahlungsleistung im jeweiligen Spektralbereich kann so erhöht werden.

Die Verbindungsschichten 32 und 34 des jeweiligen Verbindungsschichtenpaares können mittels direkten Bondens wie oben beschrieben mechanisch stabil miteinander verbunden

sein. Die Verbindungsschichten 32 und 34 des jeweiligen Schichtenpaares sind im dargestellten Beispiel als Hybridschichten mit elektrisch isolierenden Teilbereichen I und elektrisch leitfähigen Teilbereichen C ausgebildet.

5

Die Halbleiterschichten 14 und 16 der jeweiligen Halbleiterkörper 10a bis 10c sind so angeordnet, dass jeweils eine erste Halbleiterschicht 14 und eine zweite Halbleiterschicht 16 benachbarter Halbleiterkörper einander zugewandt sind. Entsprechend sind Halbleiterschichten verschiedenen Leitungstyps einander zugewandt, sodass die Halbleiterkörper an sich seriell miteinander verschaltet sind. Die elektrisch leitende Verbindung erfolgt über das leitfähige TCO-Material in elektrisch leitfähigen Teilbereichen C der Verbindungsschichten 32 und 34.

Das jeweilige Verbindungsschichtenpaar 30a, 30b und/oder 30c weist bevorzugt zumindest einen oder genau einen leitfähigen Teilbereich 80 auf, der Schichten verschiedenen Leitungstyps 14 und 16 benachbarter Halbleiterkörper elektrisch leitfähig miteinander verbinden. Dieser Teilbereich 80 erstreckt sich durch das gesamte jeweilige Verbindungsschichtenpaar.

Das jeweilige Verbindungsschichtenpaar 30a, 30b und/oder 30c weist mindestens einen oder eine Mehrzahl von, zum Beispiel in der Schnittdarstellung zwischen zwei isolierenden Teilbereichen I des Verbindungsschichtenpaares, angeordnete leitfähige Teilbereiche 82 auf. Das Isolationsmaterial I kann den Teilbereich 82 in Aufsicht gesehen umlaufen. Der leitfähige Teilbereich 82 kann verglichen mit dem Teilbereich 80, der zwei benachbarte Halbleiterkörper elektrisch leitend miteinander verbindet, in Aufsicht gesehen kleinflächiger ausgeführt sein. Der Teilbereich 82 dient der elektrischen

Durchkontaktierung durch das jeweilige Verbindungsschichtenpaar und ist innerhalb des Schichtenpaars elektrisch von dem Teilbereich 80 getrennt. Ein Kurzschluss wird so vermieden. Die Teilbereiche 80 und 82 eines

5 Schichtenpaars können mit dem gleichen Halbleiterkörper auf verschiedenen Seiten des aktiven Bereichs elektrisch leitend verbunden sein. Das Verbindungsschichtenpaar 30a weist drei Teilbereiche 82 auf. Das Verbindungsschichtenpaar 30b weist zwei Teilbereiche 82 auf. Das Verbindungsschichtenpaar 30c

10 weist einen Teilbereich 82 auf. Trägerfernere Schichtenpaare weisen also weniger leitfähige Teilbereiche 82 auf als trägernähere Schichtenpaare.

In dem jeweiligen Halbleiterkörper 10a, 10b und 10c ist

15 mindestens ein Verbindungsleiter ausgebildet. Das Bauelement 50 weist Verbindungsleiter erster Art 72 und Verbindungsleiter zweiter Art 74 auf. Die Verbindungsleiter erster und/oder zweiter Art 72, 74 können bereits in der jeweiligen Halbleiterschichtenfolge ausgebildet sein, wenn

20 diese für die Verbindung mittels direkten Bondens bereitgestellt wird.

Jeder Halbleiterkörper 10a bis 10c weist zumindest einen Verbindungsleiter erster Art 72 auf. Dieser erstreckt sich

25 ausgehend von einer Seite des Halbleiterkörpers, bevorzugt der dem Träger 60 zugewandten Seite, in elektrisch isolierter Weise durch den Halbleiterkörper und durch den optisch aktiven Bereich 12 und ist auf der von der Eintrittsseite des Verbindungsleiters in den Halbleiterkörper abgewandten Seite

30 des optisch aktiven Bereichs elektrisch leitend mit dem Halbleiterkörper verbunden. Beispielsweise ist der jeweilige Verbindungsleiter 72 mit der Halbleiterschicht 14 des jeweiligen Halbleiterkörpers 10a bis 10c elektrisch leitend

verbunden. Der Verbindungsleiter erster Art 72 dient der elektrischen Kontaktierung dieses speziellen Halbleiterkörpers. Die elektrische Isolierung kann durch elektrisches Isolationsmaterial 76 hergestellt sein, das eine
5 im jeweiligen Halbleiterkörper für den Verbindungsleiter gebildete Ausnehmung, die sich vorzugsweise nicht vollständig durch den jeweiligen Halbleiterkörper erstreckt, auskleidet. Der Verbindungsleiter erster Art 72 erstreckt sich nur teilweise durch den Halbleiterkörper. Alternativ kann sich
10 der Verbindungsleiter erster Art 72 durch den gesamten Halbleiterkörper erstrecken (nicht dargestellt). Auf der trägerfernen Seite des Halbleiterkörpers kann der Verbindungsleiter erster Art dann leitfähig mit diesem Halbleiterkörper verbunden sein. In diesem Fall kann das
15 jeweilige Verbindungsschichtenpaar einen weiteren elektrisch von den anderen Teilbereichen isolierten leitfähigen Teilbereich aufweisen, der nicht wie der Teilbereich 82 von dem Halbleiterkörper isoliert, sondern elektrisch leitend sowohl mit dem Verbindungsleiter erster Art 72 als auch dem
20 Halbleiterkörper, durch den sich dieser Verbindungsleiter erstreckt, elektrisch leitend verbunden ist.

Manche Halbleiterkörper - im Ausführungsbeispiel alle bis auf den trägerfernsten Halbleiterkörper 10c - weisen zumindest
25 einen Verbindungsleiter zweiter Art 74 auf. Der jeweilige Verbindungsleiter 74 erstreckt sich vorzugsweise durch den gesamten Halbleiterkörper und ist, zum Beispiel wiederum mittels Isolationsmaterials 76, elektrisch von diesem Halbleiterkörper isoliert. Der Verbindungsleiter zweiter Art
30 74 kann zur elektrischen Kontaktierung eines anderen Halbleiterkörpers des Bauelements vorgesehen sein als desjenigen, durch den er sich erstreckt. Über den Verbindungsleiter erster Art 72 im jeweiligen

Halbleiterkörper ist ein elektrischer Anschluss des jeweiligen Halbleiterkörpers von der Trägerseite her ermöglicht, wobei die Verbindungsleiter zweiter Art 74 die elektrische Durchführung des Anschlusses für einen

5 Halbleiterkörper durch andere, dem Träger näher liegende Halbleiterkörper bereitstellen. Weist das optoelektronische Bauelement nur einen Halbleiterkörper auf, kann daher auf Verbindungsleiter zweiter Art verzichtet werden. Die Summe an Verbindungsleitern erster und zweiter Art im trägernächsten

10 Halbleiterkörper 10a ist zweckmäßigerweise durch die Anzahl an Halbleiterkörpern im Bauelement bestimmt und vorzugsweise gleich der Anzahl an Halbleiterkörpern des Bauelements.

Der jeweilige Verbindungsleiter zweiter Art 74 ist bevorzugt

15 zumindest auf einer Seite oder aber auf beiden Seiten des Halbleiterkörpers, durch den er sich erstreckt mit einem leitfähigen Teilbereich 82 des auf der jeweiligen Seite des Halbleiterkörpers angeordneten Verbindungsschichtenpaares elektrisch leitend verbunden. Der jeweilige Verbindungsleiter

20 zweiter Art ist schließlich, vorzugsweise auf seiner trägerfernen Seite, zum Beispiel über einen oder eine Mehrzahl von Teilbereichen 82 und/oder einen weiteren Verbindungsleiter zweiter Art 74, mit einem Verbindungsleiter erster Art 72 elektrisch leitfähig verbunden. Auf diese Weise

25 kann auch ein trägerferner Halbleiterkörper - wie der Halbleiterkörper 10b oder 10c - auf der Seite des Halbleiterkörperstapels, die dem Träger 60 zugewandt ist, elektrisch kontaktiert werden. Dabei können die Teilbereiche 82 eine großflächigere Ausführung aufweisen als der jeweilige

30 Verbindungsleiter 72 und/oder 74. Der Flächeninhalt der Kontaktfläche zwischen dem jeweiligen Verbindungsleiter und dem zugehörigen leitfähigen Teilbereich kann kleiner oder gleich $0,25 \times A$, bevorzugt kleiner oder gleich $0,2 \times A$ sein,

wobei A der Flächeninhalt des elektrisch leitfähigen Teilbereichs ist, der mit dem Verbindungsleiter in der Kontaktfläche elektrisch leitend verbunden ist. Alternativ oder ergänzend kann der Flächeninhalt der Kontaktfläche größer oder gleich $0,05 \times A$, bevorzugt größer oder gleich $0,1 \times A$ sein. Der jeweilige Verbindungsleiter 72 oder 74 kann metallisch ausgeführt sein. Da der jeweilige leitfähige Teilbereich 82 TCO-Material enthält, ist eine großflächigere Ausführung vereinfacht möglich, ohne die Absorptionsverluste im Bauelement signifikant zu vergrößern. Mit anderen Worten ausgedrückt kann der leitfähige Teilbereich 82 in Aufsicht einen größeren Flächeninhalt aufweisen als die im jeweiligen Halbleiterkörper für den Verbindungsleiter, mit dem der Teilbereich 82 elektrisch leitend verbunden ist, ausgebildete Ausnehmung und diese Ausnehmung insbesondere lateral überragen. Zwischen dem leitfähigen Teilbereich 82 und dem Halbleiterkörper ist dann zweckmäßigerweise noch Isolationsmaterial angeordnet, um einen Kurzschluss zu vermeiden.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die dem Träger abgewandte erste Halbleiterschicht 14 des jeweiligen Halbleiterkörpers jeweils über einen oder mehrere Verbindungsleiter 72 und/oder 74 elektrisch angeschlossen.

Die dem Träger zugewandte zweite Halbleiterschicht 16 des jeweiligen Halbleiterkörpers ist vorzugsweise über einen elektrisch leitfähigen Teilbereich 80 des jeweiligen Verbindungsschichtenpaares elektrisch angeschlossen. Die Teilbereiche 80 des jeweiligen Verbindungsschichtenpaares 30b, 30c verschalten die Halbleiterkörper 10a, 10b und 10c seriell miteinander.

Der Träger 60 weist eine Mehrzahl von Anschlussbereichen 62, 64, 66, und 68, insbesondere Anschlussmetallisierungen, auf. Ein erster Anschlussbereich 62 ist, insbesondere über die Teilbereiche 80, mit den zweiten Halbleiterschichten 16 der verschiedenen Halbleiterkörper elektrisch leitend verbunden. Ein zweiter Anschlussbereich 64 des Trägers 60 ist über den Verbindungsleiter erster Art und einen elektrisch leitfähigen Teilbereich 82 des Verbindungsschichtenpaares 30a mit der ersten Halbleiterschicht 14 des Halbleiterkörpers 10a elektrisch leitend verbunden. Über die Anschlussbereiche 62 und 64 kann somit der Halbleiterkörper 10a angesteuert werden. Ein dritter Anschlussbereich 66 des Trägers 60 ist, insbesondere über den Verbindungsleiter zweiter Art 74 im ersten Halbleiterkörper 10a, einen leitfähigen Teilbereich 82 des Schichtenpaares 30b und den Verbindungsleiter erster Art 72 im Halbleiterkörper 10b, mit der ersten Halbleiterschicht 14 des Halbleiterkörpers 10b elektrisch leitend verbunden. Über die Anschlussbereiche 62 und 66 kann somit der Halbleiterkörper 10b angesteuert werden. Ein vierter Anschlussbereich 68 des Trägers 60 ist - insbesondere über die Verbindungsleiter zweiter Art 74 in den Halbleiterkörpern 10a und 10b und den dazwischen liegenden leitfähigen Teilbereich 82 des Verbindungsschichtenpaares 30b sowie den Verbindungsleiter erster Art 72 im Halbleiterkörper 10c und den zwischen den Verbindungsleitern 72 und 74 angeordneten leitfähigen Teilbereich 82 des Verbindungsschichtenpaares 30c - mit der Halbleiterschicht 14 des Halbleiterkörpers 10c elektrisch leitend verbunden. Über die Anschlussbereiche 62 und 68 kann somit der Halbleiterkörper 10c angesteuert werden. Die Halbleiterkörper 10a bis 10c sind zweckmäßigerweise getrennt und/oder voneinander unabhängig ansteuerbar. Die Zahl einzelner Anschlussbereiche des Trägers kann größer oder gleich der Anzahl an Halbleiterkörpern sein,

insbesondere größer oder gleich der Anzahl an Halbleiterkörpern plus 1.

Der Träger 60 kann eines oder eine Mehrzahl von elektronischen Elementen 92, 94, 96 und 98, insbesondere zur Steuerung des jeweiligen Halbleiterkörpers 10a bis 10c, aufweisen. Zu diesem Zweck ist der jeweilige Anschlussbereich zweckmäßigerweise mit einer diesem zugeordneten elektronischen Element elektrisch leitend verbunden. Die elektronischen Elemente 92, 94, 96 und 98 können jeweils eine Ansteuerelektronik und/oder Ansteuerlogik für die Ansteuerung der einzelnen Halbleiterkörper aufweisen. Das jeweilige elektronische Element kann einen oder eine Mehrzahl von Verstärkern und/oder einen oder eine Mehrzahl von Transistoren enthalten.

Alternativ dazu kann der Träger keine elektronische Funktion übernehmen. Beispielsweise kann er lediglich externe elektrische Anschlüsse zur Kontaktierung des Bauelements, etwa durch seitliches Herausführen der Anschlussbereiche 62 bis 68 oder Durchführungen der Anschlussbereiche durch den Träger auf die von den Halbleiterkörpern abgewandte Seite des Trägers, bereitstellen (nicht explizit dargestellt).

Die Verbindung des Halbleiterkörperstapels zum Träger 60 muss weiterhin nicht notwendigerweise durch direktes Bonden gebildet sein. Hier kann auch Verbindungstechnik, die auf einer Fügenschicht basiert, beispielsweise eine Lot- oder Klebeverbindung, Anwendung finden.

30

Figur 3 illustriert ein weiteres Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements 50. Das in Figur 3 dargestellte Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen

Bauelements 50 entspricht im Wesentlichen dem im Zusammenhang mit Figur 2 beschriebenen Ausführungsbeispiel. Es ist ein Schritt im Herstellungsverfahren des Bauelements dargestellt, kurz bevor der Verbund 100 mit dem Verbund 200 mechanisch stabil verbunden und das Bauelement 50 fertiggestellt wird. Diese Verbindung kann durch direktes Bonden gemäß dem Verfahren nach Figur 1 oder aber durch eine separate Fügeschicht erfolgen. Dementsprechend ist zwischen dem Träger 60 und dem trägernächsten Halbleiterkörper 30a (noch) kein Verbindungsschichtenpaar vorgesehen. Die Halbleiterkörper 10a bis 10c sind wieder wie in Figur 2 übereinander angeordnet und durch zwischen zwei benachbarten Halbleiterkörpern angeordnete Verbindungsschichtenpaare 30a, 30b elektrisch leitend miteinander verbunden. In der Darstellung in Figur 3 ist das Substrat 20 noch vorhanden, das selbstverständlich nach der Verbindung mit dem Träger 60 entfernt werden kann. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 sind die Verbindungsschichten 32 und 34 des jeweiligen Verbindungsschichtenpaares flächige, insbesondere vollflächige und/oder zusammenhängende, gleichförmige Schichten. Die jeweilige Verbindungsschicht 32, 34 enthält ein oder besteht aus einem TCO-Material. Die Verbindungsschichten 32 und 34 sind wiederum mittels direkten Bondens miteinander verbunden. Über die Verbindungsschichten werden benachbarte Halbleiterkörper elektrisch leitend miteinander verbunden. Die Halbleiterkörper sind über die Verbindungsschichten seriell miteinander verschaltet.

Auf der dem Träger zugewandten Seite des dem Träger nächstliegenden Halbleiterkörpers sind Kontakte 112 bis 118 angeordnet. Ein Kontakt ist jeweils einem der Anschlussbereiche 112 bis 118 zugeordnet. Der jeweilige Kontakte 112 bis 118 ist mit dem jeweils zugehörigen

Anschlussbereich 62 bis 68 in dem fertiggestellten Bauelement elektrisch leitfähig verbunden. Der jeweilige Kontakt kann durch eine Metallisierung gebildet sein.

- 5 Der erste Kontakt 112 kann mit allen Halbleiterkörpern über die serielle Verschaltungen durch die Verbindungsschichtenpaare 30a und 30b elektrisch leitend verbunden sein. Zweckmäßigerweise kontaktiert der Kontakt 112 die zweiten Halbleiterschichten 16 der Halbleiterkörper. Die
10 ersten Halbleiterschichten 14 des jeweiligen Halbleiterkörpers werden über Verbindungsleiter 78 kontaktiert, die sich jeweils durch einen, eine Mehrzahl von oder alle der Halbleiterkörper erstrecken. Mit dem jeweiligen Kontakt 114 bis 118 ist ein diesem Kontakt zugeordneter
15 Verbindungsleiter 78a, 78b, 78c verbunden. Alternativ kann eine dem Träger zugewandte Fläche des jeweiligen Verbindungsleiters den Kontakt bilden. Die Anzahl an Verbindungsleitern entspricht bevorzugt der Anzahl an Halbleiterkörpern. Einer der Verbindungsleiter, 78a, ist mit
20 dem Verbindungsschichtenpaar 30a, vorzugsweise unmittelbar, elektrisch leitend verbunden. Gleiches gilt für den Verbindungsleiter 78b hinsichtlich des Verbindungsschichtenpaars 30b. Die Verbindungsleiter 78a und 78b enden in dem Verbindungsschichtenpaar 30b bzw. 30c. Der
25 Verbindungsleiter 78c wiederum ist mit dem trägerfernsten Halbleiterkörper 10c über einen Anschlusskontakt 120, der nach der Entfernung des Substrats 20 vorgesehen werden kann und in der Figur gestrichelt angedeutet ist, elektrisch leitend verbunden. Dementsprechend kann der erste
30 Halbleiterkörper über die Kontakte 112, 114, der zweite Halbleiterkörper über die Kontakte 114, 116 und der dritte Halbleiterkörper über die Kontakte 116, 118 kontaktiert werden. Alternativ oder ergänzend kann der dritte

Halbleiterkörper über die Kontakte 118, 112, der zweite Halbleiterkörper über die Kontakte 116, 112 und der erste Halbleiterkörper über die Kontakte 114, 112 elektrisch kontaktiert werden. Die Verbindungsleiter 78a bis 78c erstrecken sich jeweils in elektrisch isolierter Weise durch die Halbleiterkörper, wozu wiederum wie in Figur 2 Isolationsmaterial 76 vorgesehen ist. Dadurch, dass die Verbindungsleiter im Bereich der Verbindungsschichtenpaare enden, können aufgrund der im Vergleich zu Halbleitermaterialien relativ hohen lateralen Leitfähigkeit der TCO-haltigen Verbindungsschichten die Verbindungsschichtenpaare auch zur Stromverteilung in lateraler Richtung genutzt werden. Einer oder mehrere Verbindungsleiter erstrecken sich in elektrisch isolierter Weise durch ein Verbindungsschichtenpaar, insbesondere die Verbindungsleiter 78c und 78b, so dass sie nicht leitend mit dem Verbindungsschichtenpaar verbunden sind. Der Verbindungsleiter 78c erstreckt sich sogar durch zwei Verbindungsschichtenpaare und ist von beiden elektrisch isoliert. In diesem Ausführungsbeispiel werden die Ausnehmungen für die Verbindungsleiter zweckmäßigerweise erst nach dem Übereinanderanordnen der Halbleiterschichtenfolge und dem direkten Bondprozess vorgesehen. Die Ausnehmungen können dann mit Isolationsmaterial versehen und mit Material für die Verbindungsleiter befüllt werden.

Es wird die Priorität der deutschen Patentanmeldung 2016 104 280.3 beansprucht, deren Offenbarung hiermit durch Rückbezug aufgenommen ist.

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

Merkmale, 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.

Bezugszeichenliste

	10	Halbleiterschichtenfolge
	10a, 10b, 10c	Halbleiterkörper
5	12	aktiver Bereich
	14	erste Halbleiterschicht
	16	zweite Halbleiterschicht
	20	Substrat
	30a, 30b, 30c	Verbindungsschichtenpaar
10	32	erste Verbindungsschicht
	34	zweite Verbindungsschicht
	321	erste Grenzfläche
	341	zweite Grenzfläche
	40	Verbundelement
15	50	optoelektronisches Bauelement
	60	Träger
	62, 64, 66, 68	Anschlussbereich
	72	Verbindungsleiter erster Art
	74	Verbindungsleiter zweiter Art
20	76	Isolationsmaterial
	78a, 78b, 78c	Verbindungsleiter
	80, 82	elektrisch leitfähiger Teilbereich
	92, 94, 96, 98	elektronisches Element
	100	erster Verbund
25	200	zweiter Verbund
	112, 114, 116, 118	Kontakt
	120	Anschlusskontakt
	I	isolierender Teilbereich
	C	leitfähiger Teilbereich

Patentansprüche

1. Optoelektronisches Bauelement (50) mit einem Halbleiterkörper (10a, 10b, 10c), der einen optisch aktiven Bereich (12) aufweist, weiter mit einem Träger (60), und einem Verbindungsschichtenpaar (30a, 30b, 30c), das eine erste Verbindungsschicht (32) und eine zweite Verbindungsschicht (34) aufweist, wobei:
- der Halbleiterkörper auf dem Träger angeordnet ist,
 - die erste Verbindungsschicht zwischen dem Halbleiterkörper und dem Träger angeordnet und mit dem Halbleiterkörper verbunden ist,
 - die zweite Verbindungsschicht zwischen der ersten Verbindungsschicht und dem Träger angeordnet ist,
 - zumindest eine Schicht ausgewählt aus der ersten Verbindungsschicht und der zweiten Verbindungsschicht ein strahlungsdurchlässiges und elektrisch leitfähiges Oxid enthält,
 - die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht zumindest bereichsweise in einem oder mehreren Verbindungsbereichen direkt miteinander verbunden sind, so dass das Verbindungsschichtenpaar an der mechanischen Anbindung des Halbleiterkörpers an den Träger beteiligt ist, und
 - die erste Verbindungsschicht (32) und/oder die zweite Verbindungsschicht (34) eine Mehrzahl von innerhalb der jeweiligen Schicht elektrisch voneinander isolierten, elektrisch leitfähigen Teilbereichen (80, 82) aufweist, wobei zumindest zwei dieser Teilbereiche mit dem Halbleiterkörper (10a, 10b, 10c) auf verschiedenen Seiten des optisch aktiven Bereichs (12) elektrisch leitfähig verbunden sind.

2. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 1,
alle der folgenden Schichten ein strahlungsdurchlässiges
und elektrisch leitfähiges Oxid enthalten: erste
Verbindungsschicht (32), zweite Verbindungsschicht (34);
5 und
zumindest eine oder alle der folgenden Schichten ein
elektrisch isolierendes Oxid enthalten: erste
Verbindungsschicht (32), zweite Verbindungsschicht (34).
- 10 3. Optoelektronisches Bauelement nach zumindest einem der
vorhergehenden Ansprüche,
wobei die elektrisch leitfähigen Teilbereiche (80, 82)
ein TCO-Material enthalten oder daraus bestehen.
- 15 4. Optoelektronisches Bauelement nach mindestens einem der
vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bauelement (50)
einen Verbindungsleiter (72, 74, 78) aufweist, der sich
innerhalb des Halbleiterkörpers (10a, 10b, 10c)
erstreckt, und wobei der Verbindungsleiter innerhalb des
20 Halbleiterkörpers von dem aktiven Bereich und auf
zumindest einer Seite des aktiven Bereichs auch von dem
Halbleiterkörper elektrisch isoliert ist.
- 25 5. Optoelektronisches Bauelement nach mindestens einem der
vorhergehenden Ansprüche, wobei ein erster Teilbereich
(80) der zumindest zwei elektrisch leitfähigen
Teilbereiche mit dem Halbleiterkörper (10a, 10b, 10c)
auf der dem Verbindungsschichtenpaar (30a, 30b, 30c)
zugewandten Seite des aktiven Bereichs elektrisch
30 leitfähig verbunden ist und ein zweiter Teilbereich (82)
der zumindest zwei Teilbereiche über den
Verbindungsleiter (72, 74, 78) auf der von dem
Verbindungsschichtenpaar abgewandten Seite des optisch

aktiven Bereichs (12) elektrisch leitfähig mit dem Halbleiterkörper verbunden ist.

- 5 6. Optoelektronisches Bauelement nach mindestens einem der Ansprüche 4 und 5, wobei der Verbindungsleiter (72, 74) auf der dem Halbleiterkörper (10a, 10b, 10c) zugewandten Seite des Verbindungsschichtenpaares (30a, 30b, 30c) mit einem elektrisch leitfähigen Teilbereich der ersten Verbindungsschicht elektrisch leitfähig verbunden ist, 10 und wobei der Flächeninhalt einer Kontaktfläche zwischen diesem elektrisch leitfähigen Teilbereich und dem Verbindungsleiter kleiner ist als der Flächeninhalt der dem Halbleiterkörper zugewandten Oberfläche dieses elektrisch leitfähigen Teilbereichs.
- 15 7. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 4, wobei sich der Verbindungsleiter (78) durch das Verbindungsschichtenpaar (30a, 30b, 30c) erstreckt und elektrisch von dem Verbindungsschichtenpaar isoliert 20 ist.
8. Optoelektronisches Bauelement nach zumindest einem der Ansprüche 4 bis 7, wobei sich der Verbindungsleiter (72, 74, 78) durch den gesamten Halbleiterkörper (10a, 10b, 25 10c) erstreckt.
9. Optoelektronisches Bauelement nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die erste Verbindungsschicht (32) und/oder die 30 zweite Verbindungsschicht (34) strukturiert ist und eine oder eine Mehrzahl von gasgefüllten Ausnehmungen aufweist, über die zumindest zwei elektrisch leitfähige

Teilbereiche (80, 82) der jeweiligen Verbindungsschicht elektrisch voneinander isoliert sind.

10. Optoelektronisches Bauelement nach zumindest einem der
5 vorhergehenden Ansprüche,
wobei die erste Verbindungsschicht (32) und/oder die
zweite Verbindungsschicht (34) als Hybridschicht
ausgeführt ist, und die jeweilige Hybridschicht einen
oder eine Mehrzahl von elektrisch leitfähigen
10 Teilbereichen (C) und einen oder eine Mehrzahl von
elektrisch isolierenden Teilbereichen (I) aufweist.
11. Optoelektronisches Bauelement nach zumindest einem der
vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8,
15 wobei die erste Verbindungsschicht (32) und/oder die
zweite Verbindungsschicht (34) über ihre Erstreckung die
Materialzusammensetzung nicht ändert.
12. Optoelektronisches Bauelement nach zumindest einem der
20 vorhergehenden Ansprüche, wobei in einem
Verbindungsbereich zumindest eines, eine beliebig
ausgewählte Mehrzahl von oder alle der folgenden
aneinandergrenzenden Materialpaare vorliegen, wobei
links von dem Schrägstrich das Material der ersten
25 Verbindungsschicht (32) und rechts von dem Schrägstrich
das der zweiten Verbindungsschicht (34) angegeben ist:
Leiter / Isolator,
Isolator / Leiter,
Isolator / Isolator, und/oder
30 Leiter / Leiter.
13. Optoelektronisches Bauelement nach zumindest einem der
vorhergehenden Ansprüche, wobei eine erste Grenzfläche

(321) der ersten Verbindungsschicht (32) und eine zweite Grenzfläche (341) der zweiten Verbindungsschicht (341) in dem jeweiligen Verbindungsbereich aneinandergrenzen, wobei die erste Grenzfläche und/oder die zweite Grenzfläche zumindest in dem jeweiligen Verbindungsbereich oder großflächiger, zum Beispiel vollflächig, eine RMS-Rauigkeit aufweist, die kleiner oder gleich 1 nm, vorzugsweise kleiner oder gleich 0,5 nm, ist.

14. Optoelektronisches Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Halbleiterkörper (10a, 10b, 10c) ein erster Halbleiterkörper ist und das Bauelement (50) einen zweiten Halbleiterkörper (10a, 10b, 10c) mit einem optisch aktiven Bereich (12) aufweist, wobei das Verbindungsschichtenpaar (30a, 30b, 30c) zwischen dem ersten und dem zweiten Halbleiterkörper angeordnet ist, und wobei der erste und der zweite Halbleiterkörper über das Verbindungsschichtenpaar elektrisch leitfähig miteinander verbunden sind.

15. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 14, wobei sich ein Verbindungsleiter (74) in dem ersten Halbleiterkörper (10a, 10b, 10c) und innerhalb dieses Halbleiterkörpers elektrisch von diesem isoliert durch den gesamten ersten Halbleiterkörper erstreckt und mit dem zweiten Halbleiterkörper elektrisch leitfähig verbunden ist, wobei ein Teilstück der elektrisch leitenden Verbindung zwischen dem Verbindungsleiter und dem zweiten Halbleiterkörper durch das zwischen den Halbleiterkörpern angeordnete Verbindungsschichtenpaar (30b, 30c) gebildet ist.

16. Optoelektronisches Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei in dem Träger (60) eines oder eine Mehrzahl von elektronischen Elementen (62, 64, 66, 68) integriert ist, das zur Ansteuerung des jeweiligen Halbleiterkörpers (10a, 10b, 10c) des Bauelements (50) dient.
17. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronische Bauelements mit den Schritten:
- a) Bereitstellen einer Halbleiterschichtenfolge (10) mit einem optisch aktiven Bereich (12);
 - b) Aufbringen einer ersten Verbindungsschicht (32) auf die Halbleiterschichtenfolge, so dass die Halbleiterschichtenfolge und die erste Verbindungsschicht einen ersten Verbund (100) bilden;
 - c) Bereitstellen eines Verbundelements (40, 60, 10);
 - d) Aufbringen einer zweiten Verbindungsschicht (34) auf das Verbundelement, so dass das Verbundelement und die zweite Verbindungsschicht einen zweiten Verbund (200) bilden;
 - e) Verbinden des ersten und zweiten Verbundes über die erste und zweite Verbindungsschicht mittels direkten Bondens, wobei mindestens eine Schicht ausgewählt aus der ersten Verbindungsschicht und der zweiten Verbindungsschicht ein strahlungsdurchlässiges und elektrisch leitfähiges Oxid enthält.
18. Verfahren nach Anspruch 17,
bei dem die erste Verbindungsschicht (32) und/oder die zweite Verbindungsschicht (34) nach dem Aufbringen und vor dem Schritt e) einer Temperaturbehandlung bei einer ersten Temperatur unterzogen wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18,
bei dem die erste Verbindungsschicht (32) und/oder die
zweite Verbindungsschicht (34) nach der
Temperaturbehandlung mittels eines Plasmaprozesses für
5 das direkte Bonden in Schritt e) vorbereitet wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19,
bei dem die erste Verbindungsschicht (32) und die zweite
Verbindungsschicht (34) nach dem direkten Bonden in
10 Schritt e) einer Temperaturbehandlung bei einer zweiten
Temperatur unterzogen werden, die kleiner als die erste
Temperatur ist.

FIG 1

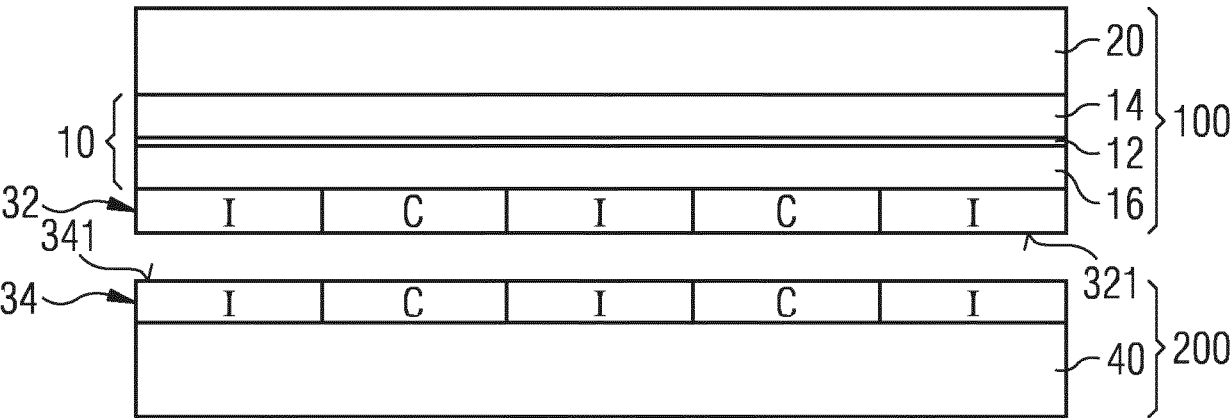


FIG 2

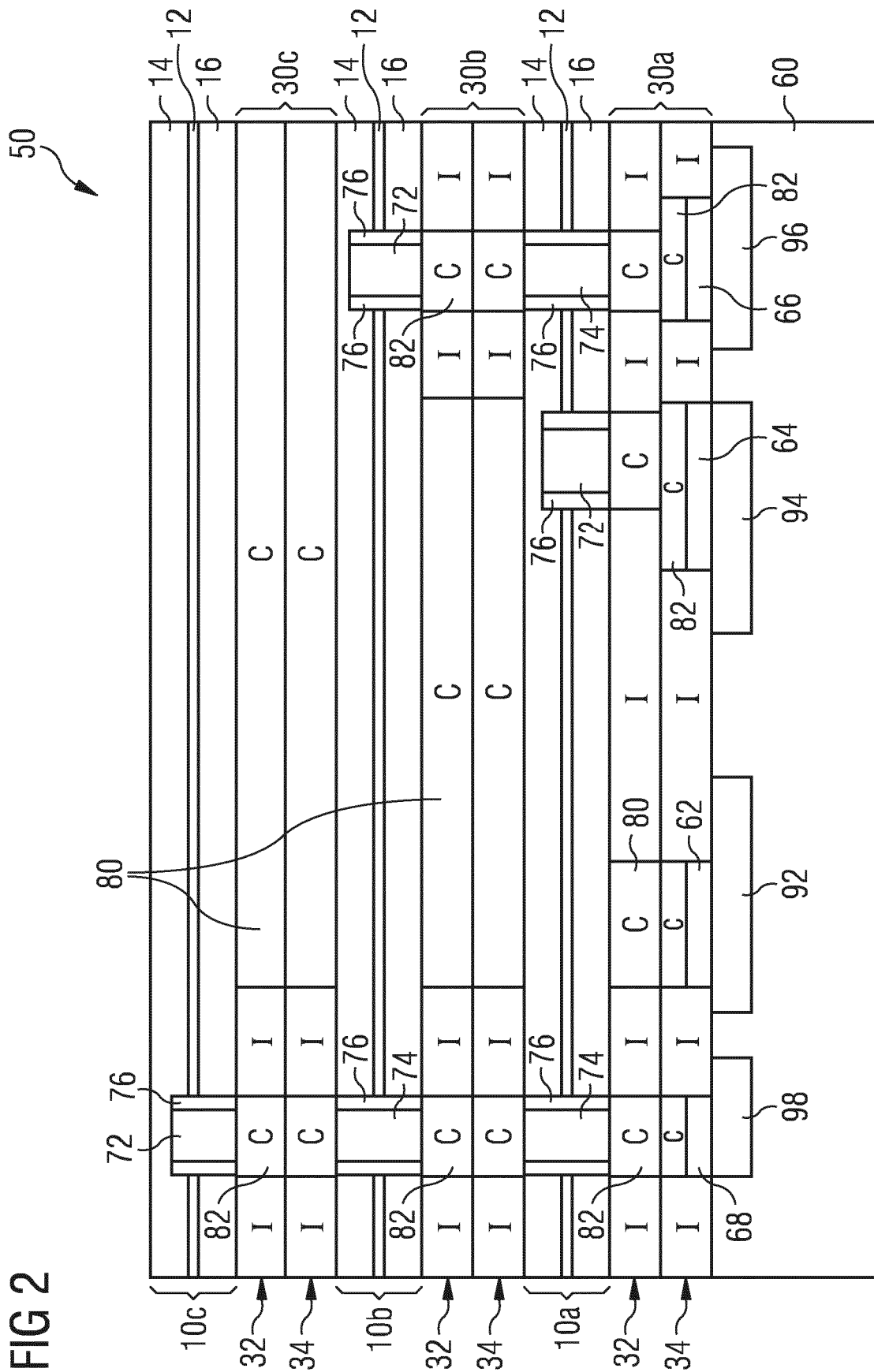
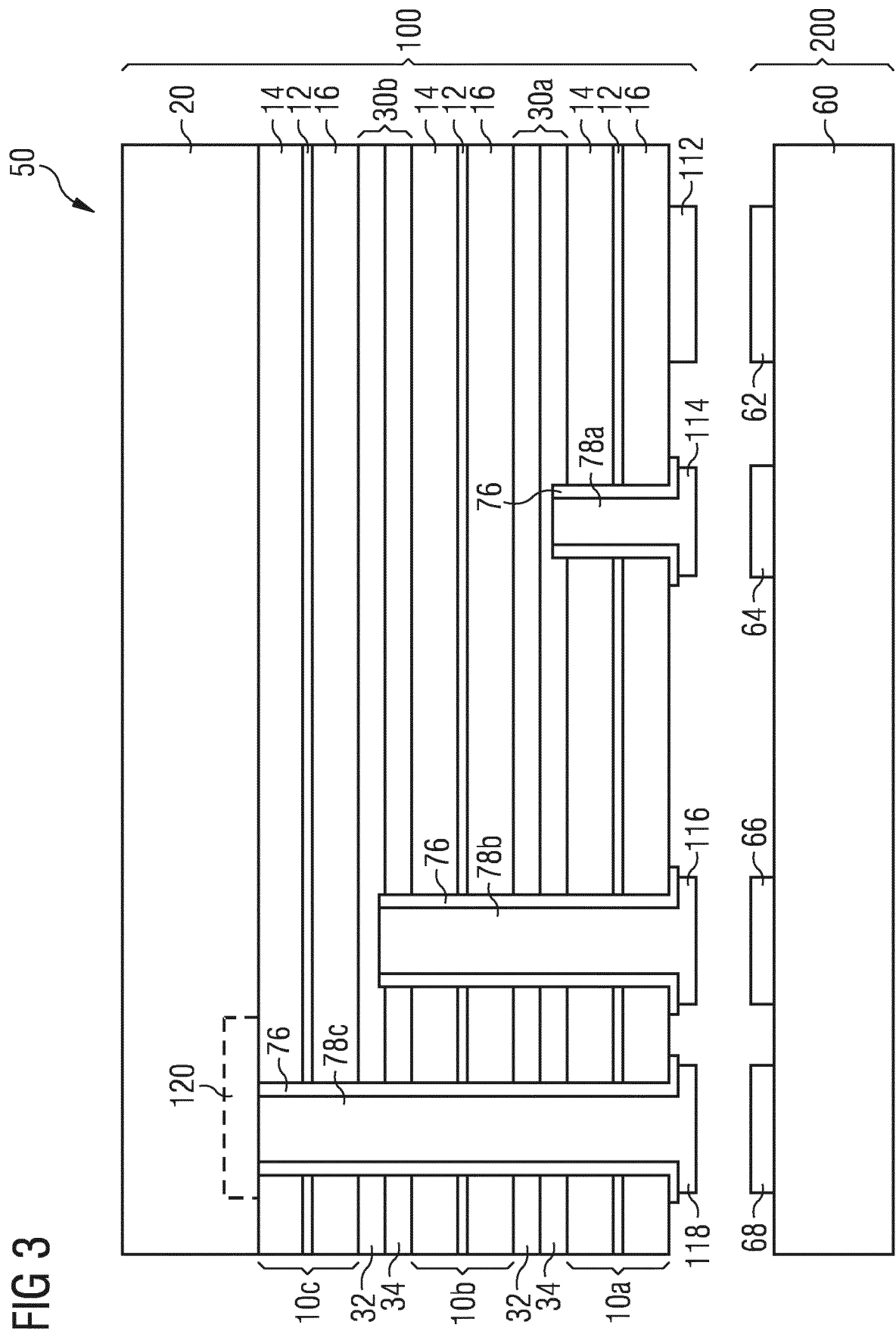


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053015

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L33/00 H01L33/38 H01L33/42
ADD. H01L25/075 H01L33/62

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

B. FIELDS SEARCHED

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

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/231572 A1 (OR-BACH ZVI [US] ET AL) 13 September 2012 (2012-09-13)	17
A	paragraphs [0003], [0012] - [0018], [0069] - [0075]; figures 4A-S paragraph [0076]; figures 5A-Q paragraph [0077]; figures 6A-L paragraph [0078]; figures 7A-L paragraph [0079]; figures 7A,B paragraph [0080]; figure 9 paragraph [0081]; figure 10 paragraphs [0082], [0083] ----- -/-	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 March 2017

Date of mailing of the international search report

23/03/2017

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Tinjud, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053015

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/112020 A2 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; ENGL KARL [DE]; STRASSBURG MARTIN) 17 September 2009 (2009-09-17)	17
A	page 1, lines 1-6, 9-12, 16-23 page 5, line 19 - page 7, line 9 page 13, line 21 - page 18, line 22; figures 1A-E page 18, line 24 - page 19, line 2; figures 2A-E -----	1,3,11, 14
X	US 2015/179604 A1 (WIMPLINGER MARKUS [AT]) 25 June 2015 (2015-06-25) paragraphs [0012], [0018] - [0023], [0033] - [0036], [0039] - [0041] paragraphs [0153] - [0168]; figure 1 -----	17-20
X	US 2007/010035 A1 (LIU CHENG-YI [TW] ET AL) 11 January 2007 (2007-01-11)	17
A	paragraphs [0014] - [0019], [0022], [0035] paragraphs [0041] - [0049], [0052]; figures 3A-D paragraphs [0050], [0051]; figures 4A,B paragraphs [0053] - [0055] -----	18
X	US 2004/135166 A1 (YAMADA MASATO [JP] ET AL) 15 July 2004 (2004-07-15)	17
A	paragraphs [0219] - [0222]; figure 2 paragraph [0234]; figure 10 paragraph [0236]; figure 13 -----	20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/053015

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012231572 A1	13-09-2012	US 8163581 B1	24-04-2012
		US 9419031 B1	16-08-2016
		US 2012231572 A1	13-09-2012
		US 2013069191 A1	21-03-2013

WO 2009112020 A2	17-09-2009	DE 102008013900 A1	17-09-2009
		WO 2009112020 A2	17-09-2009

US 2015179604 A1	25-06-2015	CN 104508809 A	08-04-2015
		EP 2847786 A1	18-03-2015
		JP 6085677 B2	22-02-2017
		JP 2015525975 A	07-09-2015
		KR 20150037865 A	08-04-2015
		SG 2014013585 A	27-06-2014
		TW 201411870 A	16-03-2014
		US 2015179604 A1	25-06-2015
		WO 2014015912 A1	30-01-2014

US 2007010035 A1	11-01-2007	TW I253770 B	21-04-2006
		US 2007010035 A1	11-01-2007

US 2004135166 A1	15-07-2004	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L33/00 H01L33/38 H01L33/42 ADD. H01L25/075 H01L33/62		
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 2012/231572 A1 (OR-BACH ZVI [US] ET AL) 13. September 2012 (2012-09-13)	17
A	Absätze [0003], [0012] - [0018], [0069] - [0075]; Abbildungen 4A-S Absatz [0076]; Abbildungen 5A-Q Absatz [0077]; Abbildungen 6A-L Absatz [0078]; Abbildungen 7A-L Absatz [0079]; Abbildungen 7A,B Absatz [0080]; Abbildung 9 Absatz [0081]; Abbildung 10 Absätze [0082], [0083] ----- -/-	1-16
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
10. März 2017		23/03/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Tinjod, Frank

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/112020 A2 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; ENGL KARL [DE]; STRASSBURG MARTIN) 17. September 2009 (2009-09-17)	17
A	Seite 1, Zeilen 1-6, 9-12, 16-23 Seite 5, Zeile 19 - Seite 7, Zeile 9 Seite 13, Zeile 21 - Seite 18, Zeile 22; Abbildungen 1A-E Seite 18, Zeile 24 - Seite 19, Zeile 2; Abbildungen 2A-E	1,3,11, 14
X	US 2015/179604 A1 (WIMPLINGER MARKUS [AT]) 25. Juni 2015 (2015-06-25) Absätze [0012], [0018] - [0023], [0033] - [0036], [0039] - [0041] Absätze [0153] - [0168]; Abbildung 1	17-20
X	US 2007/010035 A1 (LIU CHENG-YI [TW] ET AL) 11. Januar 2007 (2007-01-11)	17
A	Absätze [0014] - [0019], [0022], [0035] Absätze [0041] - [0049], [0052]; Abbildungen 3A-D Absätze [0050], [0051]; Abbildungen 4A,B Absätze [0053] - [0055]	18
X	US 2004/135166 A1 (YAMADA MASATO [JP] ET AL) 15. Juli 2004 (2004-07-15)	17
A	Absätze [0219] - [0222]; Abbildung 2 Absatz [0234]; Abbildung 10 Absatz [0236]; Abbildung 13	20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/053015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012231572 A1	13-09-2012	US 8163581 B1	24-04-2012
		US 9419031 B1	16-08-2016
		US 2012231572 A1	13-09-2012
		US 2013069191 A1	21-03-2013

WO 2009112020 A2	17-09-2009	DE 102008013900 A1	17-09-2009
		WO 2009112020 A2	17-09-2009

US 2015179604 A1	25-06-2015	CN 104508809 A	08-04-2015
		EP 2847786 A1	18-03-2015
		JP 6085677 B2	22-02-2017
		JP 2015525975 A	07-09-2015
		KR 20150037865 A	08-04-2015
		SG 2014013585 A	27-06-2014
		TW 201411870 A	16-03-2014
		US 2015179604 A1	25-06-2015
		WO 2014015912 A1	30-01-2014

US 2007010035 A1	11-01-2007	TW I253770 B	21-04-2006
		US 2007010035 A1	11-01-2007

US 2004135166 A1	15-07-2004	KEINE	
