

(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
15. April 2021 (15.04.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/069491 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/38 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/078117

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. Oktober 2020 (07.10.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 127 130.4
09. Oktober 2019 (09.10.2019) DE

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

(72) Erfinder: **PLÖSSL, Andreas**; Johann-Igl-Weg 24, 93051
Regensburg (DE).

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

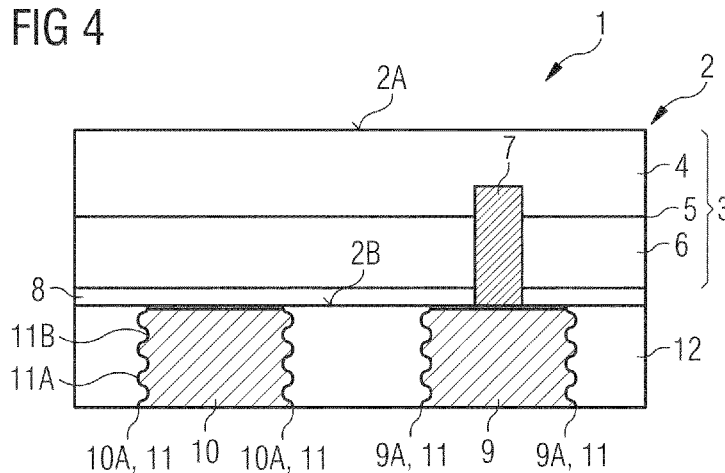
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

(54) Title: OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT, AND METHOD FOR PRODUCING AN OPTOELEC-
TRONIC SEMICONDUCTOR COMPONENT

(54) Bezeichnung: OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES
OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTS

FIG 4



(57) Abstract: An optoelectronic semiconductor component (1) is disclosed, comprising: - an optoelectronic semiconductor chip (2) with a first main surface (2A) and a second main surface (2B) lying opposite the first main surface (2A), - a first contact region (9) and a second contact region (10) which are provided on the second surface (2B) of the semiconductor chip (2) and which each have at least one side surface (9A, 10A) running perpendicularly to the second main surface (2B), wherein at least one of the side surfaces (9A, 10A) has indenting (11). The invention further relates to a method for producing an optoelectronic semiconductor component.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein optoelektronisches Halbleiterbauelement (1) angegeben umfassend: - einen optoelektronischen Halbleiterchip (2) mit einer ersten Hauptfläche (2A) und einer der ersten Hauptfläche (2A) gegenüberliegenden zweiten Hauptfläche (2B), - einen ersten Kontaktbereich (9) und einen zweiten Kontaktbereich (10), die an der zweiten Hauptfläche (2B) des Halbleiterchips (2) angeordnet sind und jeweils zumindest eine quer zur zweiten Hauptfläche (2B) angeordnete Seitenfläche (9A, 10A) aufweisen, wobei zumindest eine der Seitenflächen (9A, 10A) eine Verzahnungsstruktur (11) aufweist. Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements angegeben.

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Beschreibung

OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR
HERSTELLUNG EINES OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTS

5

Es werden ein optoelektronisches Halbleiterbauelement und ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements angegeben.

10 Ein Verfahren zur Herstellung strahlungsemittierender Halbleiterbauelemente und strahlungsemittierende Halbleiterbauelemente sind beispielsweise in der Druckschrift DE 102017110073 A1 beschrieben.

15 Vorliegend kann es sich bei dem optoelektronischen Halbleiterbauelement um ein sogenanntes „Chip Scale Package“ handeln, das in seinen lateralen Abmessungen im Wesentlichen den lateralen Abmessungen eines für das Halbleiterbauelement verwendeten Halbleiterchips entspricht und damit relativ
20 kompakt ausgebildet ist. Die mechanische Stabilität eines solchen kompakten Halbleiterbauelements kann jedoch an Materialgrenzen, zum Beispiel an der Grenze zwischen einer Metallstruktur und einem Kunststoff, beeinträchtigt sein, so dass mechanische Belastungen des Halbleiterbauelements
25 entlang dieser Grenze zum Bruch führen.

Es soll ein optoelektronisches Halbleiterbauelement mit erhöhter Bruchstabilität angegeben werden. Weiterhin soll ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen optoelektronischen
30 Halbleiterbauelements angegeben werden. Insbesondere werden diese Aufgaben durch ein optoelektronisches Halbleiterbauelement beziehungsweise ein Verfahren gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Halbleiterbauelements umfasst dieses einen optoelektronischen Halbleiterchip mit einer ersten Hauptfläche und einer der
5 ersten Hauptfläche gegenüberliegenden zweiten Hauptfläche. Insbesondere begrenzen die erste Hauptfläche und die zweite Hauptfläche den Halbleiterchip in vertikalen Richtungen. Weiterhin umfasst das Halbleiterbauelement einen ersten Kontaktbereich und einen zweiten Kontaktbereich, die an der
10 zweiten Hauptfläche des Halbleiterchips angeordnet sind und jeweils zumindest eine quer zur zweiten Hauptfläche angeordnete Seitenfläche aufweisen, wobei zumindest eine der Seitenflächen eine Verzahnungsstruktur aufweist. „Quer“ bedeutet hierbei insbesondere, dass eine
15 Flächennormale der Seitenfläche zumindest im Wesentlichen parallel zu der zweiten Hauptfläche angeordnet ist. Die Verzahnungsstruktur verleiht dem zugehörigen Kontaktbereich an der Seitenfläche eine raue Oberfläche. Vorzugsweise sind der erste und zweite Kontaktbereich an ihren Seitenflächen
20 jeweils mit einer Verzahnungsstruktur versehen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterbauelements bildet die Verzahnungsstruktur ein Interferenzmuster nach, das in einer zur Herstellung des
25 ersten und/oder zweiten Kontaktbereichs verwendeten fotoempfindlichen Beschichtung durch Belichtung derselben erzeugt wird. Dabei kann die Verzahnungsstruktur in Bereichen von Intensitätsmaxima des Interferenzmusters Vertiefungen und in Bereichen von Intensitätsminima des Interferenzmusters
30 Erhebungen aufweisen. Alternativ kann die Verzahnungsstruktur in Bereichen von Intensitätsmaxima des Interferenzmusters Erhebungen und in Bereichen von Intensitätsminima des Interferenzmusters Vertiefungen aufweisen. Vorzugsweise

handelt es sich bei der Verzahnungsstruktur um eine im physikalischen Sinne mikroskopische Struktur.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der
5 Halbleiterchip einen Halbleiterkörper, der eine erste Halbleiterschicht und eine zweite Halbleiterschicht aufweist. Ferner weist der Halbleiterkörper eine erste Hauptfläche und eine der ersten Hauptfläche gegenüberliegende zweite Hauptfläche auf, die jeweils zumindest bereichsweise und im
10 Rahmen typischer Herstellungstoleranzen parallel zu der ersten und zweiten Hauptfläche des Halbleiterchips angeordnet sind.

Die erste Halbleiterschicht kann eine erste Leitfähigkeit und
15 die zweite Halbleiterschicht eine zweite Leitfähigkeit aufweisen. Vorzugsweise handelt es sich bei der ersten Halbleiterschicht um eine p-leitende Schicht. Weiterhin handelt es sich bei der zweiten Halbleiterschicht insbesondere um eine n-leitende Schicht. Der Halbleiterkörper
20 kann zwischen der ersten und zweiten Halbleiterschicht weitere Halbleiterschichten aufweisen. Insbesondere weist der Halbleiterkörper zwischen der ersten und zweiten Halbleiterschicht eine aktive Zone auf, die zur Strahlungserzeugung oder zur Strahlungsdetektion geeignet
25 ist. Die aktive Zone kann dabei als eine Schicht oder als eine Schichtenfolge mehrerer Schichten ausgebildet sein. Beispielsweise emittiert die aktive Zone im Betrieb des Halbleiterbauelements elektromagnetische Strahlung, etwa im sichtbaren, ultravioletten oder infraroten Spektralbereich.
30 Alternativ kann die aktive Zone im Betrieb des Halbleiterbauelements elektromagnetische Strahlung, etwa aus dem sichtbaren, ultravioletten oder infraroten

Spektralbereich, absorbieren, wobei diese in elektrische Signale oder elektrische Energie umgewandelt wird.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung bildet die erste
5 Hauptfläche des Halbleiterchips im Falle eines Strahlung
emittierenden Halbleiterbauelements die
Strahlungsaustrittsfläche und im Falle eines Strahlung
detektierenden Halbleiterbauelements die
Strahlungseintrittsfläche.

10

Für die Schichten des Halbleiterkörpers kommen vorzugsweise
auf Nitrid- oder Phosphid-Verbindungshalbleitern basierende
Materialien in Betracht. "Auf Nitrid-Verbindungshalbleitern
basierend" bedeutet im vorliegenden Zusammenhang, dass

15

zumindest eine Schicht des Halbleiterkörpers ein Nitrid-
III/V-Verbindungshalbleitermaterial, vorzugsweise $\text{Al}_n\text{Ga}_m\text{In}_{1-n-m}\text{N}$, umfasst, wobei $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und $n+m \leq 1$.

Entsprechend bedeutet „auf Phosphid-Verbindungshalbleitern
basierend“, dass zumindest eine Schicht des Halbleiterkörpers

20

$\text{Al}_n\text{Ga}_m\text{In}_{1-n-m}\text{P}$ umfasst, wobei $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und $n+m \leq 1$.

Dabei muss dieses Material nicht zwingend eine mathematisch
exakte Zusammensetzung nach obiger Formel aufweisen. Vielmehr
kann es einen oder mehrere Dotierstoffe sowie zusätzliche
Bestandteile aufweisen, die die charakteristischen

25

physikalischen Eigenschaften des $\text{Al}_n\text{Ga}_m\text{In}_{1-n-m}\text{N}$ - oder $\text{Al}_n\text{Ga}_m\text{In}_{1-n-m}\text{P}$ -Materials im Wesentlichen nicht ändern. Der Einfachheit
halber beinhaltet obige Formel jedoch nur die wesentlichen
Bestandteile des Kristallgitters (Al, Ga, In, N), auch wenn
diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt

30

sein können. Weiterhin kommen insbesondere für den
langwelligeren Spektralbereich auf Arsenid- oder Antimonid
basierende Verbindungshalbleiter in Frage. Darüber hinaus

kann das Strahlung detektierende Halbleiterbauelement auf der Basis von Silizium gebildet sein.

Beispielsweise ist der Halbleiterchip ein sogenannter
5 Dünnschicht-Halbleiterchip, bei dem ein zum Aufwachsen der Halbleiterschichten verwendetes Aufwachssubstrat entfernt oder zumindest stark gedünnt ist. Weiterhin handelt es sich bei dem Halbleiterchip vorzugsweise um einen Oberflächenstrahler, der einen wesentlichen Anteil der
10 erzeugten Strahlung an der ersten Hauptfläche aussendet.

Weiterhin umfasst der Halbleiterchip eine erste Chipkontaktstruktur, die zur elektrischen Kontaktierung der ersten Halbleiterschicht vorgesehen ist, sowie eine zweite
15 Chipkontaktstruktur, die zur elektrischen Kontaktierung der zweiten Halbleiterschicht vorgesehen ist. Vorzugsweise sind die erste und zweite Chipkontaktstruktur zumindest bereichsweise an der zweiten Hauptfläche angeordnet.

20 Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind der erste Kontaktbereich mittels der ersten Chipkontaktstruktur mit der ersten Halbleiterschicht und der zweite Kontaktbereich mittels der zweiten Chipkontaktstruktur mit der zweiten Halbleiterschicht elektrisch leitend verbunden. Insbesondere
25 sind der erste und zweite Kontaktbereich dafür vorgesehen, das Halbleiterbauelement von außen elektrisch zu kontaktieren.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind der erste und
30 zweite Kontaktbereich aus einem Metall oder einer Metallverbindung gebildet. Als Materialien kommen für die Kontaktbereiche zum Beispiel Au, Zn, Al, Sn, Ni und Cu oder Verbindungen dieser Materialien wie beispielsweise AuSn und

NiAu und darüber hinaus NiPdAu in Frage. Die Kontaktbereiche können also mindestens eines dieser Materialien enthalten oder aus einem dieser Materialien bestehen. Beispielsweise können die Kontaktbereiche mehrschichtig ausgebildet sein.

5

Vorzugsweise handelt es sich bei dem ersten und zweiten Kontaktbereich um dreidimensionale Bereiche, deren Abmessungen gegenüber den Abmessungen des Halbleiterkörpers nicht vernachlässigbar klein sind. Insbesondere bilden der erste und zweite Kontaktbereich Teile eines Trägers des Halbleiterbauelements.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Halbleiterbauelement einen Formkörper auf, der den ersten und/oder zweiten Kontaktbereich lateral umschließt und in die Verzahnungsstruktur hineinragt. Insbesondere werden beide Kontaktbereiche von dem Formkörper lateral umschlossen.

15

Auch der Formkörper kann Teil des Trägers sein, auf dem der Halbleiterchip angeordnet ist. Vorzugsweise erstrecken sich der erste und der zweite Kontaktbereich von der zweiten Hauptfläche des Halbleiterchips durch den Formkörper hindurch bis zu einer dem Halbleiterchip abgewandten Oberfläche des Formkörpers.

20

25

Der Formkörper kann zum Beispiel durch ein Gießverfahren ausgebildet sein. Insbesondere wird der Formkörper aus einem gießbaren Kunststoff, etwa einem Polymer wie Harz, Epoxid oder Silikon, hergestellt. Unter einem Gießverfahren wird allgemein ein Verfahren verstanden, mit dem eine Formmasse bevorzugt unter Druckeinwirkung gemäß einer vorgegebenen Form ausgestaltet und erforderlichenfalls ausgehärtet wird. Insbesondere umfasst der Begriff "Gießverfahren" Gießen

30

(molding), folienassistiertes Gießen (film assisted molding), Spritzgießen (injection molding), Spritzpressen (transfer molding) und Formpressen (compression molding).

Beispielsweise kann der Formkörper ein Matrixmaterial und
5 darin eingebettete Füllstoffe aufweisen. Dabei ist das
Matrixmaterial vorzugsweise ein organisches Material,
insbesondere ein Kunststoff, während die Füllstoffe aus einem
anorganischen Material, beispielsweise einem reflektierenden
Material wie SiO₂ oder TiO₂, oder einem organischen Material,
10 etwa einem strahlungsabsorbierenden Material wie Ruß,
gebildet sein können.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die
Verzahnungsstruktur zumindest annähernd, das heißt im Rahmen
15 üblicher Fertigungstoleranzen, regelmäßig angeordnete
Strukturelemente auf, die in einer Richtung quer zur zweiten
Hauptfläche, insbesondere senkrecht dazu, das heißt in
vertikaler Richtung, aufeinanderfolgen. Vorzugsweise
erstreckt sich dabei jedes Strukturelement entlang eines
20 Umfangs des jeweiligen Kontaktbereichs, so dass der
Kontaktbereich von jedem Strukturelement umfangsseitig
umschlossen ist. Insbesondere handelt es sich bei den
Strukturelementen um Erhebungen an der zumindest einen
Seitenfläche des zumindest einen Kontaktbereichs.

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ragt der Formkörper in
zwischen den Strukturelementen angeordnete Zwischenräume
hinein. Durch das Hineinragen des Formkörpers in die
Verzahnungsstruktur des zumindest einen Kontaktbereichs wird
30 dieser mit dem Formkörper verzahnt. Dadurch weist das
Halbleiterbauelement gegenüber einem herkömmlichen
Halbleiterbauelement mit glattem Kontaktbereich eine erhöhte
Bruchstabilität auf. Insbesondere handelt es sich bei den

Zwischenräumen um Vertiefungen an der zumindest einen Seitenfläche des zumindest einen Kontaktbereichs.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die

5 Strukturelemente in regelmäßigen, insbesondere gleich bleibenden Abständen angeordnet. Dabei weisen zwei benachbarte Strukturelemente einen Abstand zueinander auf, der vorzugsweise von einer Wellenlänge der für die Belichtung verwendeten Strahlung abhängt. Insbesondere ergibt sich der
10 Abstand aus folgender Formel: $a = \lambda/2 \cdot n$, wobei a den Abstand, λ die Wellenlänge der für die Belichtung verwendeten Strahlung und n den Brechungsindex einer bei der Belichtung verwendeten fotoempfindlichen Beschichtung bezeichnet. Beispielsweise liegt die Wellenlänge im ultravioletten bis
15 violetten Spektralbereich, das heißt insbesondere zwischen einschließlich 150 Nanometern und einschließlich 450 Nanometern. Bei Verwendung einer Quecksilber-Lichtquelle für die Belichtung kann die Wellenlänge aufgrund der g- Linie oder i- Linie des Quecksilbers 436 nm beziehungsweise 365 nm,
20 im Falle einer Kryptonfluorid-Laserlichtquelle 248 nm und im Falle einer Argonfluorid-Laserlichtquelle 193 nm betragen. Weiterhin beträgt der Brechungsindex vorzugsweise zwischen einschließlich 1.2 und einschließlich 1.8.

25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Strukturelemente im Rahmen üblicher Fertigungstoleranzen in Form und/oder Größe gleich ausgebildet. Beispielsweise sind die Strukturelemente im Querschnitt parabelförmig ausgebildet. Weiterhin können auch die Zwischenräume im
30 Querschnitt parabelförmig ausgebildet sein. Insgesamt kann die Verzahnungsstruktur im Querschnitt sinusförmig ausgebildet sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements, insbesondere eines wie oben beschriebenen Halbleiterbauelements, wird zumindest ein optoelektronischer Halbleiterchip mit einer ersten Hauptfläche und einer zweiten Hauptfläche bereitgestellt. Weiterhin wird eine fotoempfindliche Beschichtung auf die zweite Hauptfläche aufgebracht. Ferner werden durch Belichtung der fotoempfindlichen Beschichtung ein erster und zweiter Öffnungsbereich definiert, wobei an einem Rand des ersten und/oder zweiten Öffnungsbereichs ein Interferenzmuster erzeugt wird. In dem ersten und zweiten Öffnungsbereich wird die fotoempfindliche Beschichtung entfernt, wobei am Rand des ersten und/oder zweiten Öffnungsbereichs eine dem Interferenzmuster entsprechende Verzahnungsstruktur in der fotoempfindlichen Beschichtung ausgebildet wird. In dem ersten Öffnungsbereich wird zumindest ein Teil eines ersten Kontaktbereichs, der zumindest eine Seitenfläche aufweist, und in dem zweiten Öffnungsbereich wird zumindest ein Teil eines zweiten Kontaktbereichs, der zumindest eine Seitenfläche aufweist, ausgebildet, derart, dass die Verzahnungsstruktur zumindest einer der Seitenflächen aufgeprägt wird. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Kontaktbereiche in den Öffnungsbereichen in direktem Kontakt mit der fotoempfindlichen Beschichtung angeordnet werden. Bevorzugt erfolgt die Herstellung des ersten und zweiten Kontaktbereichs gleichzeitig.

Vorzugsweise wird für die Belichtung eine schmalbandige Lichtquelle verwendet, die Strahlung mit einer Wellenlänge im ultravioletten bis violetten Spektralbereich, das heißt insbesondere zwischen einschließlich 150 Nanometern und einschließlich 450 Nanometern, emittiert. Bevorzugte Werte

ergeben sich aus den Emissionsspektren der für die Belichtung verwendeten weiter oben erwähnten Lichtquellen.

Das erzeugte Interferenzmuster weist mit Vorteil abwechselnd
5 angeordnete Intensitätsmaxima und Intensitätsminima auf, die klar unterscheidbar sind. Dies wird dadurch bewirkt, dass die aus der Wellennatur der Strahlung herrührenden Intensitätsschwankungen gezielt maximiert werden.

10 Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ist zwischen dem optoelektronischen Halbleiterchip und der fotoempfindlichen Beschichtung eine reflektierende Grenzfläche angeordnet. Bei der Belichtung der fotoempfindlichen Beschichtung kann mittels der
15 reflektierenden Grenzfläche einfallende Strahlung zurückreflektiert werden und damit ein gewünschtes Interferenzmuster gezielt erzeugt werden.

Eine Möglichkeit zur Realisierung der reflektierenden
20 Grenzfläche besteht darin, die zweite Hauptfläche des Halbleiterkörpers möglichst glatt auszubilden oder abzuschließen, um streuende Reflexionen möglichst gering zu halten. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die zweite Chipkontaktstruktur an der zweiten Hauptfläche des
25 Halbleiterchips spiegelnd auszubilden. Dies kann beispielsweise durch eine metallische Beschichtung, etwa gebildet aus Ag, Al oder Rh, realisiert werden.

Weiterhin kann zwischen dem Halbleiterchip und der
30 fotoempfindlichen Beschichtung eine Spiegelschicht angeordnet sein. Für die Spiegelschicht eignen sich eine oder mehrere dielektrische Schichten mit vergleichsweise geringem Brechungsindex. Zum Beispiel kann die Spiegelschicht SiO₂

oder MgF_2 enthalten oder daraus gebildet sein. Es kann jedoch auch eine Schichtenfolge aus Schichten mit abwechselnd hohem Brechungsindex, zum Beispiel Ta_2O_5 , und niedrigem Brechungsindex verwendet werden. Die Spiegelschicht kann
5 zumindest teilweise im fertigen Halbleiterbauelement verbleiben.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird bei der Belichtung in zumindest einem der Öffnungsbereiche eine
10 stehende Welle zwischen einer der zweiten Hauptfläche zugewandten Oberfläche und einer der zweiten Hauptfläche abgewandten Oberfläche der fotoempfindlichen Beschichtung erzeugt. Dies führt zu einer periodisch schwankenden Intensität in vertikaler Richtung. Beim weiteren Prozessieren
15 führt die periodische Schwankung in vertikaler Richtung zu einem periodisch schwankenden Querschnitt des jeweiligen Öffnungsbereichs. Eine vertikale Ausdehnung beziehungsweise Dicke der fotoempfindlichen Beschichtung wird dabei unter Berücksichtigung ihres Brechungsverhaltens auf die
20 Wellenlänge der verwendeten Strahlung so abgestimmt, dass eine stehende Welle ausgebildet wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird in einem weiteren Schritt, der nach dem Entfernen der fotoempfindlichen
25 Beschichtung in den Öffnungsbereichen erfolgt, die fotoempfindliche Beschichtung nicht oder nur relativ schwach ausgeheizt, so dass die Verzahnungsstruktur erhalten bleibt. Ein Verfließen der Verzahnungsstruktur aufgrund zu hoher Temperaturen kann damit verhindert werden.

30
Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird für die fotoempfindliche Beschichtung ein Fotolack verwendet, wobei

sowohl Positiv- als auch Negativlacke für die fotoempfindliche Beschichtung in Frage kommen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens

5 werden der erste und zweite Kontaktbereich zumindest teilweise galvanisch abgeschieden. Hier und im Folgenden ist mit dem Begriff „galvanisches Abscheiden“ ein galvanisches Abscheiden unter Stromfluss gemeint, während mit dem Begriff „stromloses galvanisches Abscheiden“ ein galvanisches
10 Abscheiden ohne Stromfluss gemeint ist. Bei dem stromlosen galvanischen Abscheiden handelt es sich in der Regel um eine Fällungsreaktion von Metallionen aus Flüssigkeit auf eine zu beschichtende Oberfläche.

15 Bei dem galvanischen Abscheiden handelt es sich um die Abscheidung von Metallionen auf einer zu beschichtenden Oberfläche aus einem flüssigen Elektrolyten unter Anlegen einer äußeren Spannung, wobei sich ein elektrischer Strom in dem flüssigen Elektrolyten ausbildet. Bevorzugt wird beim
20 galvanischen Abscheiden, eine metallische Keimschicht auf die zweite Hauptfläche des Halbleiterchips aufgebracht. Besonders bevorzugt wird die Keimschicht bereits vor dem Aufbringen der fotoempfindlichen Beschichtung auf die zweite Hauptfläche des Halbleiterchips aufgebracht.

25

Die Keimschicht kann beispielsweise eines der folgenden Materialien aufweisen oder aus einem der folgenden Materialien bestehen: Au, Ti, Cu, Al, Ag, Sn, Rh, Pt. Die Keimschicht kann mit einem der folgenden Verfahren
30 abgeschieden werden: stromloses galvanisches Abscheiden, Aufdampfen, PVD (kurz für „Physical Vapor Deposition“), PVD (kurz für „Physical Vapor Deposition“) CVD (kurz für „Chemical Vapor Deposition“), PVD (kurz für „Physical Vapor

- Deposition*"), PECVD (kurz für „*Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition*"), Sputtern. Die Keimschicht weist beispielsweise eine Dicke zwischen einschließlich 20 Nanometern und einschließlich 5 Mikrometern auf. Die Keimschicht kann
- 5 weiterhin als eine Schichtenfolge aus Einzelschichten aufgebaut sein. Beispielsweise kann die Keimschicht aus einer Titanschicht und einer Goldschicht oder aus einer Titanschicht und einer Kupferschicht gebildet sein.
- 10 Auf der Keimschicht werden ein metallischer Volumenbereich des ersten Kontaktbereichs und ein metallischer Volumenbereich des zweiten elektrischen Kontaktbereichs galvanisch abgeschieden. Der erste und zweite Kontaktbereich können jeweils aus der Keimschicht und dem metallischen
- 15 Volumenbereich gebildet sein, wobei die Verzahnungsstruktur insbesondere Seitenflächen der metallischen Volumenbereiche aufgeprägt wird. Die metallischen Volumenbereiche können zum Beispiel Au, Zn, Al, Sn, Ni und Cu oder Verbindungen dieser Materialien wie beispielsweise AuSn und NiAu und darüber
- 20 hinaus NiPdAu aufweisen. Die metallischen Volumenbereiche können aus einer oder mehreren Metallschichten bestehen. Beispielsweise können eine relativ dünne Schicht aus Ni und eine massive Schicht aus Cu für die Volumenbereiche verwendet werden. Vorzugsweise werden die beiden metallischen
- 25 Volumenbereiche aus demselben Material gebildet.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung werden der erste und zweite Kontaktbereich auf den metallischen Volumenbereichen jeweils mit einer Montageschicht versehen, die vorzugsweise

30 für eine spätere Weiterverarbeitung des Halbleiterbauelements in einem Oberflächenmontageverfahren vorgesehen ist. Die Montageschicht kann zum Beispiel eine Lotschicht aus Sn oder eine Sn-Legierung, etwa mit Beimengungen aus Ag und Cu,

und/oder Schichtenfolgen wie Ni/Pd/Au, Ni/Au, Ni:P/Au, Ni/Ag, Ni:P/Ag oder Cu aufweisen. Insbesondere werden die Montageschichten nach dem Erzeugen des Formkörpers aufgebracht.

5

Beispielsweise werden der erste und zweite Kontaktbereich mit einer vertikalen Ausdehnung zwischen einschließlich 5 Mikrometern und einschließlich 300 Mikrometern hergestellt.

Die zur Herstellung der Kontaktbereiche verwendete
10 fotoempfindliche Beschichtung kann eine entsprechende vertikale Ausdehnung, insbesondere zwischen einschließlich 5 Mikrometern und einschließlich 300 Mikrometern, aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform werden die
15 Kontaktbereiche in den Formkörper eingebettet, wobei der Formkörper vorzugsweise mittels eines Gießverfahrens wie oben beschrieben erzeugt wird.

Vorzugsweise handelt es sich bei dem Verfahren um ein
20 Verfahren, das im Waferverbund durchgeführt wird. Hierbei werden mit Vorteil mehrere Halbleiterchips gleichzeitig bereitgestellt, die von einem gemeinsamen Wafer umfasst sind. Diese Halbleiterchips werden dann gleichzeitig gemäß den beschriebenen Verfahrensschritten prozessiert. So werden mit
25 Vorteil mehrere optoelektronische Halbleiterbauelemente parallel erzeugt.

Das hier beschriebene Verfahren ist insbesondere dazu geeignet, ein optoelektronisches Halbleiterbauelement wie
30 eingangs beschrieben zu erzeugen. Alle Merkmale, die in Verbindung mit dem Verfahren beschrieben sind, können daher auch bei dem optoelektronischen Halbleiterbauelement verwirklicht sein und umgekehrt.

Das hier beschriebene Halbleiterbauelement kann in Lichtquellen und Leuchtanzeigen zum Einsatz kommen. Aufgrund der kompakten Bauweise können mehrere Halbleiterbauelemente zu einer Matrix zusammengesetzt werden. Durch die Verwendung von rot, grün und blau leuchtenden Halbleiterbauelementen kann eine spektral durchstimmbare Lichtquelle realisiert werden. Alternativ können die Halbleiterbauelemente kompakte Photodetektoren oder kleine Solarzellen bilden. Insbesondere die Photodetektoren können dabei auf Basis von Silizium gebildet sein.

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

Es zeigen:

Figuren 1 bis 4 schematische Querschnittsansichten von Schritten eines Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß einem Ausführungsbeispiel und

Figur 4 eine schematische Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Figur 5 eine schematische Querschnittsansicht eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

In den Ausführungsbeispielen und Figuren können gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind
5 nicht notwendigerweise als maßstabsgerecht anzusehen; vielmehr können einzelne Elemente zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

10 Bei dem in Verbindung mit den Figuren 1 bis 4 beschriebenen Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements 1 (vergleiche Figur 4) wird zunächst ein optoelektronischer Halbleiterchip 2 mit einer ersten Hauptfläche 2A und einer der ersten Hauptfläche 2A gegenüber
15 liegenden zweiten Hauptfläche 2B bereitgestellt. Der Halbleiterchip 2 umfasst einen Halbleiterkörper 3, der eine erste, insbesondere p-leitende Halbleiterschicht 4, eine zweite, insbesondere n-leitende Halbleiterschicht 6 und eine zwischen der ersten und zweiten Halbleiterschicht 4, 6
20 angeordnete aktive Zone 5, die vorzugsweise zur Strahlungsemission vorgesehen ist, aufweist. Für die Schichten 4, 5, 6 des Halbleiterkörpers 3 kommen vorzugsweise auf Nitrid-, Phosphid-, Arsenid- oder Antimonid-Verbindungshalbleitern basierende Materialien wie weiter oben
25 näher beschrieben in Betracht.

Darüber hinaus umfasst der Halbleiterchip 2 eine erste Chipkontaktstruktur 7 zur elektrischen Kontaktierung der ersten Halbleiterschicht 4 und eine zweite
30 Chipkontaktstruktur 8 zur elektrischen Kontaktierung der zweiten Halbleiterschicht 6. Beide Chipkontaktstrukturen 7, 8 sind zumindest teilweise auf einer zweiten Hauptfläche 3B des

Halbleiterkörpers 3 angeordnet, die einer ersten Hauptfläche 3A des Halbleiterkörpers 3 gegenüber liegend angeordnet ist.

Auf die zweite Hauptfläche 2B wird eine fotoempfindliche Beschichtung 13 aufgebracht. Vorzugsweise richtet sich eine vertikale Ausdehnung d der fotoempfindlichen Beschichtung 13 zum einen danach, dass sich unter Berücksichtigung ihres Brechungsverhaltens und der Wellenlänge einer zur Belichtung verwendeten Strahlung eine stehende Welle ausbildet und zum anderen nach der gewünschten vertikalen Ausdehnung d der zu erzeugenden Kontaktbereiche 9, 10 (vergleiche Figur 2). Insbesondere beträgt die vertikale Ausdehnung d der fotoempfindlichen Beschichtung 13 zwischen einschließlich 5 Mikrometern und einschließlich 300 Mikrometern. Für die fotoempfindliche Beschichtung 13 wird mit Vorteil ein Fotolack verwendet, wobei sowohl Positiv- als auch Negativlacke für die fotoempfindliche Beschichtung 13 in Frage kommen. Beispielsweise beträgt der Brechungsindex n der fotoempfindlichen Beschichtung 13 zwischen einschließlich 1.2 und einschließlich 1.8. Weiterhin kann die Wellenlänge λ im ultravioletten bis violetten Spektralbereich, das heißt insbesondere zwischen einschließlich 150 Nanometern und einschließlich 450 Nanometern, liegen.

Durch Belichtung (vergleiche Pfeil) der fotoempfindlichen Beschichtung 13 mit Strahlung der Wellenlänge λ werden ein erster und zweiter Öffnungsbereich 14, 15 definiert, wobei jeweils an Rändern des ersten und zweiten Öffnungsbereichs 14, 15 ein Interferenzmuster 16 erzeugt wird (vergleiche Figur 1), das deutlich unterscheidbare Intensitätsmaxima und Intensitätsminima aufweist. Insbesondere erfolgt die Belichtung mithilfe einer Maske (nicht dargestellt).

Zwischen dem optoelektronischen Halbleiterchip 2 und der fotoempfindlichen Beschichtung 13 ist mit Vorteil eine reflektierende Grenzfläche 17 angeordnet, welche die einfallende Strahlung (vergleiche Pfeil) zurückreflektiert, so dass insbesondere eine stehende Welle in der fotoempfindlichen Beschichtung 13 beziehungsweise in den Öffnungsbereichen 14, 15 und zwar zwischen einer der zweiten Hauptfläche 2B zugewandten Oberfläche und einer der zweiten Hauptfläche 2B abgewandten Oberfläche der fotoempfindlichen Beschichtung 13 ausgebildet und gezielt ein gewünschtes Interferenzmuster 16 erzeugt wird. Die reflektierende Grenzfläche 17 kann dadurch ausgebildet sein, dass die zweite Hauptfläche 3B besonders glatt ausgebildet ist und/oder die Chipkontaktstrukturen 7, 8 wie weiter oben erwähnt reflektierend sind und/oder eine Spiegelschicht wie oben erwähnt, die insbesondere zumindest eine dielektrische Schicht aufweist, an der zweiten Hauptfläche 2B angeordnet ist.

In einem weiteren Schritt wird die fotoempfindliche Beschichtung 13 in dem ersten und zweiten Öffnungsbereich 14, 15 entfernt. Zum Entfernen der fotoempfindlichen Beschichtung 13 kann, insbesondere wenn es sich bei der fotoempfindlichen Beschichtung 13 um einen Fotolack handelt, ein Fotolackentwickler etwa ein basisches Lösemittel auf der Basis von Tetramethylammoniumhydroxid verwendet werden.

Durch das Entfernen der fotoempfindlichen Beschichtung 13 wird an den Rändern des ersten und zweiten Öffnungsbereichs 14, 15 eine dem jeweiligen Interferenzmuster 16 entsprechende Verzahnungsstruktur 11 in der fotoempfindlichen Beschichtung 13 ausgebildet (vergleiche Figur 2).

Nach dem Entfernen der fotoempfindlichen Beschichtung 13 in den Öffnungsbereichen 9, 10 wird die fotoempfindliche Beschichtung 13 nicht oder nur schwach ausgeheizt, so dass die Verzahnungsstrukturen 11 erhalten bleiben. Ein Verfließen
5 der Verzahnungsstrukturen 11 aufgrund zu hoher Temperaturen kann damit verhindert werden.

In dem ersten Öffnungsbereich 14 wird ein Teil beziehungsweise metallischer Volumenbereich 19 eines ersten
10 Kontaktbereichs 9, der zumindest eine Seitenfläche 9A aufweist, ausgebildet, und in dem zweiten Öffnungsbereich 15 wird ein Teil beziehungsweise metallischer Volumenbereich 19 eines zweiten Kontaktbereichs 10 ausgebildet, der zumindest eine Seitenfläche 10A aufweist. Die Öffnungsbereiche 14, 15
15 und entsprechend die Kontaktbereiche 9, 10 können jeweils zumindest annähernd die Form eines Prismas, insbesondere eines Quaders, oder Zylinders aufweisen.

Die Kontaktbereiche 9, 10 in den Öffnungsbereichen 14, 15
20 werden insbesondere in direktem Kontakt mit der jeweiligen Verzahnungsstruktur 11 der fotoempfindlichen Beschichtung 13 ausgebildet, so dass die Verzahnungsstrukturen 11 den Seitenflächen 9A, 10A aufgeprägt werden.

25 Der erste und zweite Kontaktbereich 9, 10 können zumindest teilweise galvanisch abgeschieden werden. Hierbei wird zunächst, insbesondere bereits vor dem Aufbringen der fotoempfindlichen Beschichtung 13, eine metallische Keimschicht 18 auf die zweite Hauptfläche 2B des
30 Halbleiterchips 2 aufgebracht. Die Keimschicht 18 kann wie bereits oben erwähnt eines der folgenden Materialien aufweisen oder aus einem der folgenden Materialien bestehen: Au, Ti, Cu, Al, Ag, Sn, Rh, Pt. Die Keimschicht 18 kann mit

einem der folgenden Verfahren abgeschieden werden: stromloses galvanisches Abscheiden, Aufdampfen, PVD (kurz für „*Physical Vapor Deposition*“), PVD (kurz für „*Physical Vapor Deposition*“) CVD (kurz für „*Chemical Vapor Deposition*“), PVD (kurz für „*Physical Vapor Deposition*“), PECVD (kurz für „*Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition*“), Sputtern. Die Keimschicht 18 weist beispielsweise eine vertikale Ausdehnung d zwischen einschließlich 20 Nanometern und einschließlich 5 Mikrometern auf. Die Keimschicht 18 kann weiterhin als eine Schichtenfolge aus Einzelschichten aufgebaut sein. Beispielsweise kann die Keimschicht 18 aus einer Titanschicht und einer Goldschicht oder aus einer Titanschicht und einer Kupferschicht gebildet sein.

15 Auf der Keimschicht 18 werden der metallische Volumenbereich 19 des ersten Kontaktbereichs 9 und der metallische Volumenbereich 19 des zweiten Kontaktbereichs 10 galvanisch abgeschieden. Die metallischen Volumenbereiche 19 können zum Beispiel Au, Zn, Al, Sn, Ni und Cu oder Verbindungen dieser Materialien wie beispielsweise AuSn und NiAu und darüber hinaus NiPdAu aufweisen. Die metallischen Volumenbereiche 19 können aus einer oder mehreren Metallschichten bestehen. Beispielsweise können eine relativ dünne Schicht aus Ni und eine massive Schicht aus Cu für die Volumenbereiche verwendet werden. Vorzugsweise werden die beiden metallischen Volumenbereiche 19 aus demselben Material und mit derselben vertikalen Ausdehnung d gebildet. Vorzugsweise beträgt die vertikale Ausdehnung d der Kontaktbereiche 9, 10 zwischen einschließlich 5 Mikrometern und einschließlich 300 Mikrometern.

Nach der Herstellung der Kontaktbereiche 9, 10 wird die fotoempfindliche Beschichtung 13 vorzugsweise restlos entfernt (vergleiche Figur 3).

5 Wie beispielsweise aus der Figur 3 hervorgeht, weisen die Verzahnungsstrukturen 11 zumindest annähernd, das heißt im Rahmen üblicher Fertigungstoleranzen, regelmäßig angeordnete Strukturelemente 11A auf, die in einer Richtung quer zur zweiten Hauptfläche 2B, insbesondere senkrecht dazu, das
10 heißt in vertikaler Richtung V, aufeinanderfolgen. Dabei erstreckt sich jedes Strukturelement 11A entlang eines Umfangs des jeweiligen Kontaktbereichs 9, 10 derart, dass die Kontaktbereiche 9, 10 von jedem Strukturelement 11A umfangsseitig insbesondere vollständig umschlossen sind. Die
15 Strukturelemente 11A bilden Erhebungen an den Seitenflächen der Kontaktbereiche 9, 10.

Die Strukturelemente 11A sind in regelmäßigen, insbesondere gleich bleibenden Abständen a angeordnet. Dabei weisen zwei
20 benachbarte Strukturelemente 11A einen Abstand zueinander auf, der von der Wellenlänge λ der für die Belichtung verwendeten Strahlung abhängt. Insbesondere ergibt sich der Abstand aus folgender Formel: $a = \lambda/2 \cdot n$, wobei a den Abstand, λ die Wellenlänge der für die Belichtung verwendeten
25 Strahlung und n den Brechungsindex der fotoempfindlichen Beschichtung 13 bezeichnet. Mit den oben genannten Wertebereichen für die Wellenlänge λ und den Brechungsindex n ergibt sich für den Abstand a ein Wertebereich zwischen etwa 70 nm und 200 nm. Die Größe der Strukturelemente 11A, das
30 heißt sowohl deren Ausdehnung in vertikaler Richtung V als auch senkrecht dazu, bewegt sich vorzugsweise ebenfalls in diesem Wertebereich.

Die Strukturelemente 11A sind im Rahmen üblicher Fertigungstoleranzen in Form und/oder Größe gleich ausgebildet. Beispielsweise sind die Strukturelemente 11A im Querschnitt parabelförmig ausgebildet. Weiterhin können auch
5 zwischen den Strukturelementen 11A angeordnete Zwischenräume 11B im Querschnitt parabelförmig ausgebildet sein. Insgesamt sind die Verzahnungsstrukturen 11 im Querschnitt beispielsweise sinusförmig ausgebildet. Die periodische Schwankung der Verzahnungsstrukturen 11 führt in vertikaler
10 Richtung V zu einem periodisch schwankenden Querschnitt der Kontaktbereiche 9, 10.

Wie in Figur 4 dargestellt, können die Kontaktbereiche 9, 10 in einen Formkörper 12 eingebettet werden, wobei der
15 Formkörper 12 vorzugsweise mittels eines Gießverfahrens wie oben beschrieben erzeugt wird. Als Materialien kommen für den Formkörper 12 beziehungsweise für das Matrixmaterial insbesondere Kunststoffmaterialien in Betracht.

20 Figur 4 zeigt außerdem ein optoelektronisches Halbleiterbauelement 1, das gemäß einem Verfahren wie im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 4 beschrieben hergestellt werden kann. Insofern können alle in Verbindung mit dem Verfahren beschriebenen Merkmale auch bei dem
25 Halbleiterbauelement 1 verwirklicht sein und umgekehrt.

Bevorzugt handelt es sich bei dem optoelektronischen Halbleiterbauelement 1 um ein sogenanntes „Chip Scale Package“. Besonders bevorzugt handelt es sich bei dem
30 optoelektronischen Halbleiterbauelement 1 um ein Strahlung emittierendes Dünnschicht-Halbleiterbauelement, das einen wesentlichen Anteil der erzeugten Strahlung an der ersten Hauptfläche 2A emittiert und damit als Oberflächenemitter

bezeichnet werden kann. Insbesondere ist das Strahlung emittierende Halbleiterbauelement 1 dafür geeignet, im Betrieb Strahlung im sichtbaren, ultravioletten oder infraroten Spektralbereich auszusenden.

5

Das Halbleiterbauelement 1 weist einen Träger auf, der den Formkörper 12 und den ersten und zweiten Kontaktbereich 9, 10 umfasst. Auf dem Träger ist der Halbleiterchip 2 angeordnet. Der Formkörper 12 umschließt den ersten und zweiten jeweils Kontaktbereich 9, 10 lateral und ragt in die zwischen den Strukturelementen 11A angeordneten Zwischenräume 11B hinein. Durch das Hineinragen des Formkörpers 12 in die Verzahnungsstrukturen 11 der Kontaktbereiche 9, 10 werden diese mit dem Formkörper 12 verzahnt. Dadurch weist das Halbleiterbauelement 1 gegenüber einem herkömmlichen Halbleiterbauelement mit glatten Kontaktbereichen eine erhöhte Bruchstabilität auf.

Der erste Kontaktbereich 9 ist mittels der ersten Chipkontaktstruktur 7 mit der ersten Halbleiterschicht 4, und der zweite Kontaktbereich 10 ist mittels der zweiten Chipkontaktstruktur 8 mit der zweiten Halbleiterschicht 6 elektrisch leitend verbunden. Insbesondere sind der erste und zweite Kontaktbereich 9, 10 dafür vorgesehen, das Halbleiterbauelement 1 von außen elektrisch zu kontaktieren.

Bei dem in Figur 5 dargestellten Halbleiterbauelement 1 handelt es sich um ein Strahlung empfangendes Halbleiterbauelement, das mit einem Verfahren wie in Verbindung mit den Figuren 1 bis 4 beschrieben hergestellt werden kann.

Der Halbleiterchip 2 des Halbleiterbauelements 1 ist vorzugsweise auf der Basis von Silizium gebildet. Auf der ersten Hauptfläche 2A des Halbleiterchips 2 ist eine Filterschicht 20 angeordnet, welche den zur Detektion
5 geeigneten Strahlungsanteil aus der auftreffenden Strahlung filtert. Weiterhin ist auf dem Halbleiterchip 2 eine Passivierung 21 angeordnet, welche auf der ersten Hauptfläche 2A an die Filterschicht 20 angrenzt und Seitenflächen des Halbleiterchips 2 bedeckt.

10

Der Halbleiterchip 2 ist auf dem Formkörper 12 angeordnet, in welchen die Kontaktbereiche 9, 10 eingebettet sind. Die Kontaktbereiche 9, 10 weisen auf einer dem Halbleiterchip 2 abgewandten Seite jeweils eine Montageschicht 22 auf, die
15 vorzugsweise für eine spätere Weiterverarbeitung des Halbleiterbauelements 1 in einem Oberflächenmontageverfahren vorgesehen ist. Die Montageschicht 22 kann zum Beispiel eine Lotschicht aus Sn oder eine Sn-Legierung, etwa mit Beimengungen aus Ag und Cu, und/oder Schichtenfolgen wie
20 Ni/Pd/Au, Ni/Au, Ni:P/Au, Ni/Ag, Ni:P/Ag oder Cu aufweisen. Insbesondere werden die Montageschichten 22 nach dem Erzeugen des Formkörpers 12 aufgebracht.

25

Auch das in Figur 4 dargestellte Halbleiterbauelement 1 kann derartige Montageschichten 22 aufweisen.

30

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

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 102019127130.4, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bezugszeichenliste

	1	optoelektronisches Halbleiterbauelement
	2	optoelektronischer Halbleiterchip
5	2A	erste Hauptfläche
	2B	zweite Hauptfläche
	3	Halbleiterkörper
	3A	erste Hauptfläche
	3B	zweite Hauptfläche
10	4	erste Halbleiterschicht
	5	aktive Zone
	6	zweite Halbleiterschicht
	7	erste Chipkontaktstruktur
	8	zweite Chipkontaktstruktur
15	9	erster Kontaktbereich
	9A	Seitenfläche
	10	zweiter Kontaktbereich
	10A	Seitenfläche
	11	Verzahnungsstruktur
20	11A	Strukturelement
	11B	Zwischenraum
	12	Formkörper
	13	fotoempfindliche Beschichtung
	14	erster Öffnungsbereich
25	15	zweiter Öffnungsbereich
	16	Interferenzmuster
	17	reflektierende Grenzfläche
	18	Keimschicht
	19	metallischer Volumenbereich
30	20	Filterschicht
	21	Passivierung
	22	Montageschicht

	A	Abstand
	d	vertikale Ausdehnung
	λ	Wellenlänge
	n	Brechungsindex
5	V	vertikale Richtung

Patentansprüche

1. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (1) umfassend:
- einen optoelektronischen Halbleiterchip (2) mit einer
5 ersten Hauptfläche (2A) und einer der ersten Hauptfläche (2A)
gegenüberliegenden zweiten Hauptfläche (2B),
- einen ersten Kontaktbereich (9) und einen zweiten
Kontaktbereich (10), die an der zweiten Hauptfläche (2B) des
Halbleiterchips (2) angeordnet sind und jeweils zumindest
10 eine quer zur zweiten Hauptfläche (2B) angeordnete
Seitenfläche (9A, 10A) aufweisen, wobei
zumindest eine der Seitenflächen (9A, 10A) eine
Verzahnungsstruktur (11) aufweist.
- 15 2. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (1) gemäß dem
vorhergehenden Anspruch,
wobei die Verzahnungsstruktur (11) ein Interferenzmuster (16)
nachbildet, das in einer zur Herstellung des ersten und/oder
zweiten Kontaktbereichs (9, 10) verwendeten fotoempfindlichen
20 Beschichtung (13) durch Belichtung der fotoempfindlichen
Beschichtung (13) erzeugt wird.
3. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (1) gemäß einem
der vorhergehenden Ansprüche,
25 wobei die Verzahnungsstruktur (11) zumindest annähernd
regelmäßig angeordnete Strukturelemente (11A) aufweist, die
in einer Richtung (V) quer zur zweiten Hauptfläche (2B)
aufeinanderfolgen.
- 30 4. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (1) gemäß dem
vorhergehenden Anspruch,

wobei zwei benachbarte Strukturelemente (11A) einen Abstand (a) zueinander aufweisen, der von einer Wellenlänge (λ) der für die Belichtung verwendeten Strahlung abhängt.

- 5 5. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Strukturelemente (11A) in Form und/oder Größe gleich ausgebildet sind.
- 10 6. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Strukturelemente (11A) im Querschnitt parabelförmig ausgebildet sind.
- 15 7. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
das einen Formkörper (12) aufweist, der den ersten und/oder zweiten Kontaktbereich (9, 10) lateral umschließt und in die Verzahnungsstruktur (11) hineinragt.
- 20 8. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (1) gemäß dem vorhergehenden Anspruch,
wobei der Formkörper (12) in zwischen den Strukturelementen (11A) angeordnete Zwischenräume (11B) hineinragt.
- 25 9. Optoelektronisches Halbleiterbauelement (1) gemäß dem vorhergehenden Anspruch,
wobei die Zwischenräume (11B) im Querschnitt parabelförmig ausgebildet sind.
- 30 10. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche mit den Schritten:

- Bereitstellen eines optoelektronischen Halbleiterchips (2) mit einer ersten Hauptfläche (2A) und einer zweiten Hauptfläche (2B),
 - Aufbringen einer fotoempfindlichen Beschichtung (13) auf
5 die zweite Hauptfläche (2B) und Definieren eines ersten und zweiten Öffnungsbereichs (14, 15) durch Belichtung der fotoempfindlichen Beschichtung (13), wobei an einem Rand des ersten und/oder zweiten Öffnungsbereichs (14, 15) ein Interferenzmuster (16) erzeugt wird,
 - 10 - Entfernen der fotoempfindlichen Beschichtung (13) in dem ersten und zweiten Öffnungsbereich (14, 15), wobei am Rand des ersten und/oder zweiten Öffnungsbereichs (14, 15) eine dem Interferenzmuster (16) entsprechende Verzahnungsstruktur (11) in der fotoempfindlichen Beschichtung (13) ausgebildet
15 wird,
 - Ausbilden zumindest eines Teils (19) eines ersten Kontaktbereichs (9), der zumindest eine Seitenfläche (9A) aufweist, in dem ersten Öffnungsbereich (14) und Ausbilden zumindest eines Teils (19) eines zweiten Kontaktbereichs
20 (10), der zumindest eine Seitenfläche (10) aufweist, in dem zweiten Öffnungsbereich (15) derart, dass die Verzahnungsstruktur (11) zumindest einer der Seitenflächen (9A, 10A) aufgeprägt wird.
- 25 11. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, wobei zwischen dem optoelektronischen Halbleiterchip (2) und der fotoempfindlichen Beschichtung (13) eine reflektierende Grenzfläche (17) angeordnet ist.
- 30 12. Verfahren gemäß einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei bei der Belichtung in zumindest einem der Öffnungsbereiche (14, 15) eine stehende Welle zwischen einer

der zweiten Hauptfläche (2B) zugewandten Oberfläche und einer der zweiten Hauptfläche (2B) abgewandten Oberfläche der fotoempfindlichen Beschichtung (13) erzeugt wird.

5 13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12,
wobei in einem weiteren Schritt, der nach dem Entfernen der
fotoempfindlichen Beschichtung (13) in den Öffnungsbereichen
erfolgt (14, 15), die fotoempfindliche Beschichtung (13)
nicht oder relativ schwach ausgeheizt wird, so dass die
10 Verzahnungsstruktur (11) erhalten bleibt.

14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13,
wobei die Kontaktbereiche (9, 10) teilweise galvanisch
abgeschieden werden.

15 15. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 14,
wobei mittels eines Gießverfahrens ein Formkörper (12)
erzeugt wird, in welchen die Kontaktbereiche (9, 10)
eingebettet werden.

FIG 3

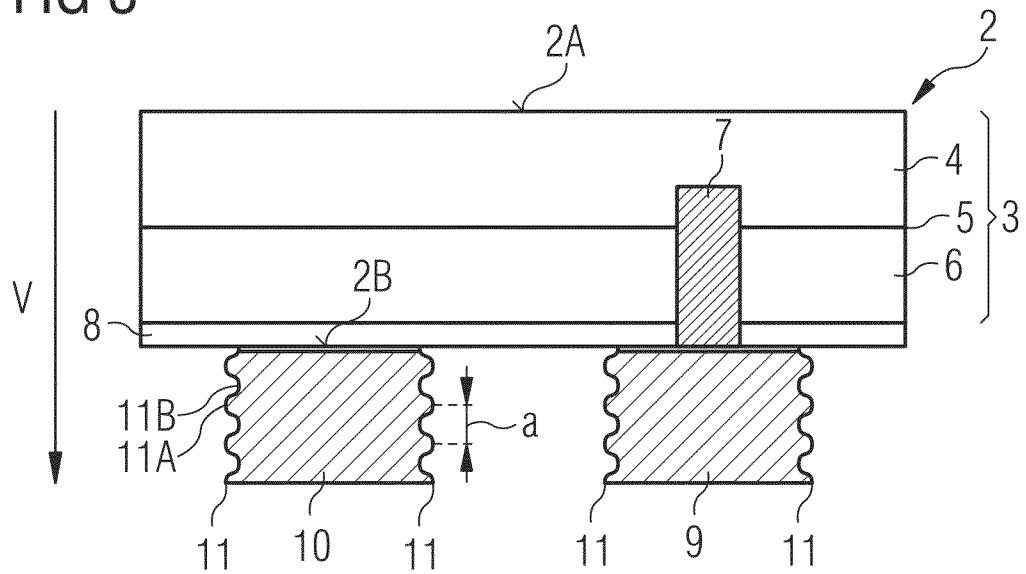


FIG 4

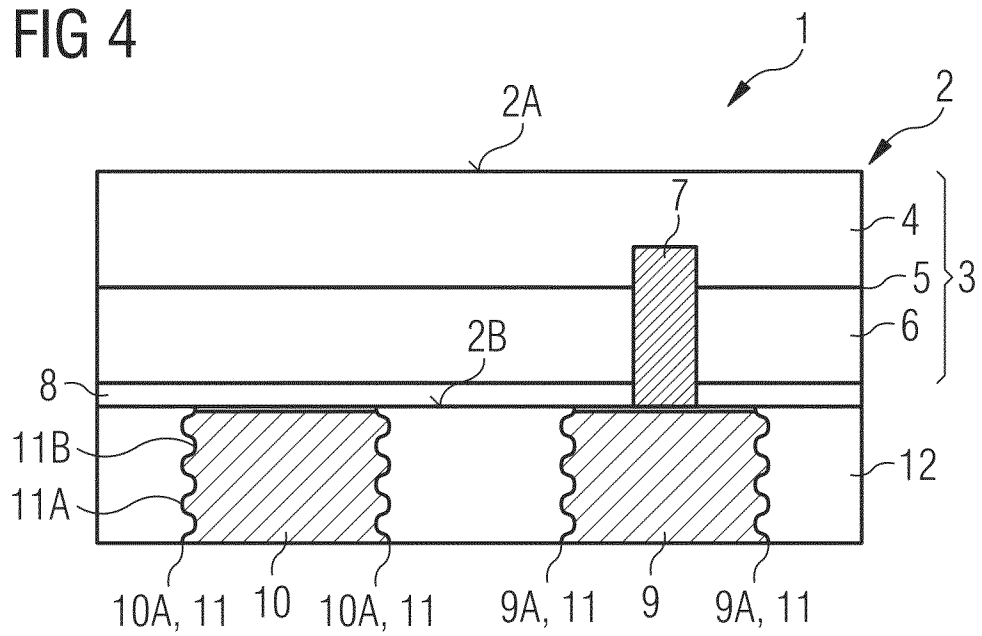
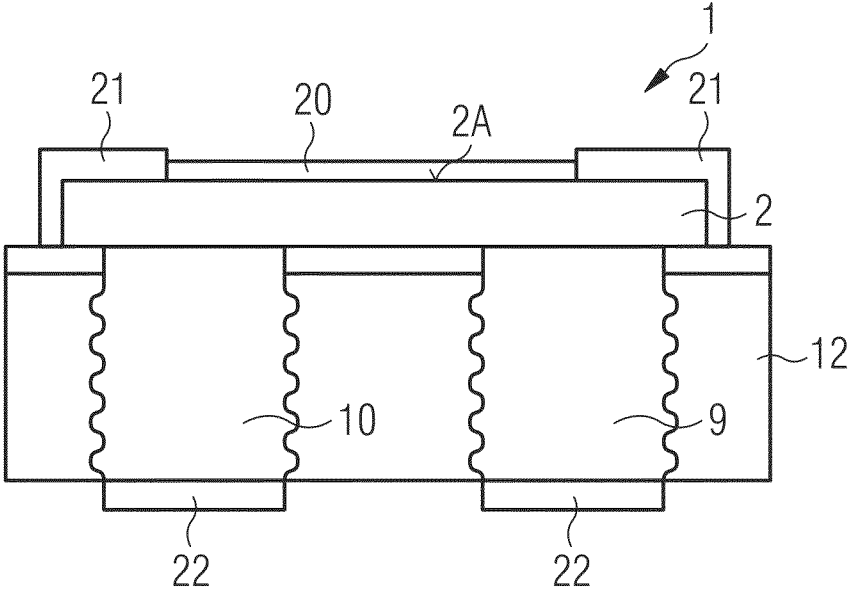


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/078117

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 33/38**(2010.01)i

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	DE 102017110076 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 15 November 2018 (2018-11-15)	1,3,5,7,8
Y	paragraphs [0043] - [0054]; figures 1-8	2,4,6,9-15
X	DE 102015114579 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 02 March 2017 (2017-03-02)	1,3,5,7,8
Y	paragraph [0091]; figure 11 paragraphs [0074] - [0078]; figures 3,4	2,4,6,9-15
Y	US 5556802 A (BAKEMAN JR PAUL E [US] ET AL) 17 September 1996 (1996-09-17) figures 1a-1d	2,4,6,9-15
Y	KR 20120062983 A (SEOUL OPTO DEVICE CO LTD [KR]) 15 June 2012 (2012-06-15) paragraphs [0073], [0086] - [0111]; figures 5-8	2,4,6,9-15



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

16 December 2020

Date of mailing of the international search report

11 January 2021

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Dehestre, Bastien

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/078117

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102017110076	A1	15 November 2018	DE	102017110076	A1	15 November 2018
				US	2020013926	A1	09 January 2020
				WO	2018206399	A1	15 November 2018
DE	102015114579	A1	02 March 2017	DE	102015114579	A1	02 March 2017
				TW	201724585	A	01 July 2017
				WO	2017036854	A1	09 March 2017
US	5556802	A	17 September 1996	NONE			
KR	20120062983	A	15 June 2012	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L33/38
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2017 110076 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 15. November 2018 (2018-11-15)	1,3,5,7,8
Y	Absätze [0043] - [0054]; Abbildungen 1-8	2,4,6,9-15
X	DE 10 2015 114579 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 2. März 2017 (2017-03-02)	1,3,5,7,8
Y	Absatz [0091]; Abbildung 11 Absätze [0074] - [0078]; Abbildungen 3,4	2,4,6,9-15
Y	US 5 556 802 A (BAKEMAN JR PAUL E [US] ET AL) 17. September 1996 (1996-09-17) Abbildungen 1a-1d	2,4,6,9-15
	----- -/-	

☒ 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

16. Dezember 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/01/2021

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

Dehestru, Bastien

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	KR 2012 0062983 A (SEOUL OPTO DEVICE CO LTD [KR]) 15. Juni 2012 (2012-06-15) Absätze [0073], [0086] - [0111]; Abbildungen 5-8 -----	2,4,6, 9-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/078117

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102017110076 A1	15-11-2018	DE 102017110076 A1	15-11-2018
		US 2020013926 A1	09-01-2020
		WO 2018206399 A1	15-11-2018

DE 102015114579 A1	02-03-2017	DE 102015114579 A1	02-03-2017
		TW 201724585 A	01-07-2017
		WO 2017036854 A1	09-03-2017

US 5556802 A	17-09-1996	KEINE	

KR 20120062983 A	15-06-2012	KEINE	
