

(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
16. Oktober 2014 (16.10.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/166724 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 27/15 (2006.01) H01L 33/00 (2010.01)
H01L 33/02 (2010.01) H01L 33/38 (2010.01)
H01L 33/14 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/055857

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. März 2014 (24.03.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 103 601.5
10. April 2013 (10.04.2013) DE

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

(72) Erfinder: **MEYER, Tobias**; Grönsdorfer Weg 25, 93346
Ihrlerstein (DE). **LEIRER, Christian**; Regerstr. 6, 93053

Regensburg (DE). **ZINI, Lorenzo**; Hombergerweg 7,
93049 Regensburg (DE). **OFF, Jürgen**; Lieblstr. 47,
93059 Regensburg (DE). **LÖFFLER, Andreas**; Bischof-
Wittmann-Str. 10 b, 93051 Regensburg (DE). **BAUER,**
Adam; Karlstr. 8, 93093 Donaustauf (DE).

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

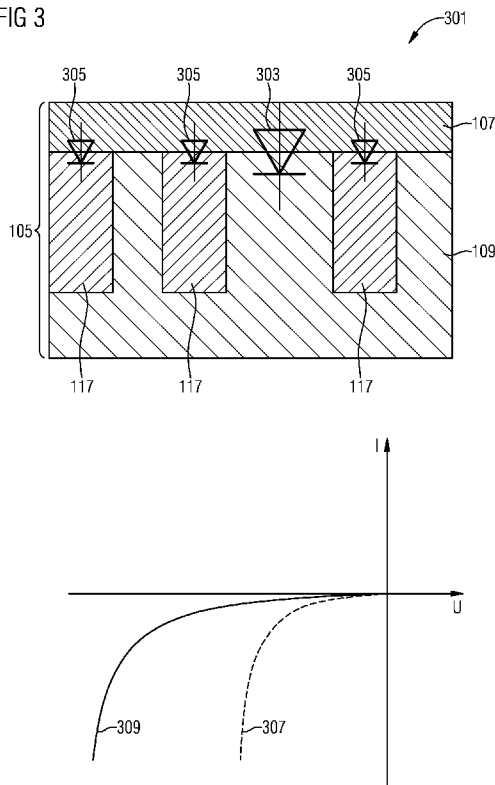
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTO-ELECTRONIC COMPONENT AND METHOD FOR PRODUCING AN OPTO-ELECTRONIC COMPONENT

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

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to an opto-electronic component (101), comprising: a support (103) that has had a semiconductor layer sequence (105) put on it that comprises an n-doped and a p-doped semiconductor layer (107), so that a p-n junction (111) is formed that comprises an active zone (113) for producing electromagnetic radiation, wherein at least one from the n-doped and the p-doped semiconductor layer comprises a doped region having a first doping concentration, which is higher than a second doping concentration in surroundings of the region in the semiconductor layer that comprises the region. The invention further relates to a corresponding method for producing an opto-electronic component (101).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement (101), umfassend: einen Träger (103), auf welchem eine Halbleiterschichtenfolge (105) aufgebracht ist, die eine n-dotierte und eine p-dotierte Halbleiterschicht (107) umfasst, so dass ein p-n-Übergang (111) gebildet ist, der eine aktive Zone (113) zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung umfasst, wobei zumindest eine der n-dotierten und der p-dotierten Halbleiterschicht einen dotierten Bereich mit einer ersten Dotierungskonzentration umfasst, die größer ist als eine zweite Dotierungskonzentration in einer Umgebung des Bereichs in der den Bereich umfassenden Halbleiterschicht. Die Erfindung betrifft ferner ein entsprechendes Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements (101).



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, 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 Bauelement und Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements

5

Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements.

10 Schon geringe elektrostatische Entladungen können optoelektronische Bauelemente dauerhaft schädigen. Bei einem solchen optoelektronischen Bauelement kann es sich beispielsweise um einen Indium-Gallium-Nitrid-Chip handeln.

15 Es besteht also ein Bedarf an Maßnahmen zum Schutz gegen solche elektrostatischen Entladungen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe kann darin gesehen werden, ein optoelektronisches Bauelement anzugeben, das gegen Schäden durch elektrostatische Entladungen besser geschützt ist.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe kann auch darin gesehen werden, ein entsprechendes Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements bereitzustellen.

Diese Aufgaben werden mittels des jeweiligen Gegenstands der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand von jeweils abhängigen Unteransprüchen.

30

Nach einem Aspekt wird ein optoelektronisches Bauelement bereitgestellt, umfassend: einen Träger, auf welchem eine Halbleiterschichtenfolge aufgebracht ist, die eine n-dotierte und eine p-dotierte Halbleiterschicht umfasst, so dass ein p-n-Übergang gebildet ist, der eine aktive Zone zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung umfasst, wobei zumindest eine der n-dotierten und der p-dotierten Halbleiterschicht einen

35

dotierten Bereich mit einer ersten Dotierungskonzentration umfasst, die größer ist als eine zweite Dotierungskonzentration in einer Umgebung des Bereichs in der den Bereich umfassenden Halbleiterschicht.

5

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements bereitgestellt, wobei auf einen Träger eine Halbleiterschichtenfolge aufgebracht wird, die eine n-dotierte und eine p-dotierte Halbleiterschicht umfasst, so dass ein p-n-Übergang gebildet wird, der eine aktive Zone zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung umfasst, wobei ein Bereich der zumindest einen der n-dotierten und der p-dotierten Halbleiterschicht mit einem Dotierstoff versehen wird, so dass der Bereich mit einer ersten Dotierungskonzentration dotiert wird, die größer ist als eine zweite Dotierungskonzentration in einer Umgebung des Bereichs in der den Bereich umfassenden Halbleiterschicht. Das heißt also insbesondere, dass ein Bereich der Halbleiterschichtenfolge, der zumindest einen der n-dotierten und der p-dotierten Halbleiterschichten, umfasst, mit dem Dotierstoff versehen wird.

Nach einer Ausführungsform kann der Träger als ein Aufwachssubstrat gebildet sein, welches allgemein auch als Substrat bezeichnet werden kann. Auf ein solches Aufwachssubstrat werden dann insbesondere die einzelnen Schichten der Halbleiterschichtenfolge, also insbesondere die n- und die p-dotierte Halbleiterschicht, aufgebracht oder aufgewachsen. Das Dotieren des Bereichs kann dann insbesondere während des Aufwachsens der Halbleiterschichten durchgeführt werden. Insbesondere kann das Dotieren des Bereichs alternativ oder zusätzlich nach dem Aufwachsen der Halbleiterschichten durchgeführt werden. Dies insbesondere dann, wenn die Halbleiterschichtenfolge noch auf dem Aufwachssubstrat angeordnet ist. Das Aufwachssubstrat kann beispielsweise Saphir umfassen oder aus Saphir gebildet sein.

Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass nach dem Aufwachsen der Halbleiterschichten der Halbleiterschichtenfolge auf das Aufwachssubstrat ein Trägersubstrat auf die Oberfläche der Halbleiterschichtenfolge angeordnet wird, wobei die Oberfläche dem Aufwachssubstrat abgewandt gebildet ist. Das Aufwachssubstrat und das Trägersubstrat liegen also insbesondere einander gegenüber, wobei zwischen dem Aufwachssubstrat und dem Trägersubstrat die Halbleiterschichtenfolge vorgesehen oder gebildet oder angeordnet ist. Insbesondere in dieser Anordnung kann vorgesehen sein, dass alternativ oder zusätzlich der Bereich entsprechend dotiert wird. Das Trägersubstrat kann insbesondere Germanium oder Silizium umfassen oder aus Germanium oder Silizium gebildet sein.

Nach dem Anordnen des Trägersubstrats kann insbesondere vorgesehen sein, dass das Aufwachssubstrat von der Halbleiterschichtenfolge gelöst oder entfernt wird. Das Trägersubstrat bildet dann hier insbesondere den Träger, wobei hier vorzugsweise vorgesehen sein kann, dass dann alternativ oder zusätzlich der Bereich dotiert wird. Das Trägersubstrat ist also nicht gleichzusetzen mit dem Aufwachssubstrat.

Das Dotieren des Bereichs respektive der Bereiche, also das Versehen der n-dotierten und/oder der p-dotierten Halbleiterschicht mit einer entsprechenden Dotierungskonzentration, umfasst insbesondere den Fall, dass der Bereich respektive die Bereiche während des Aufwachsens oder Bildens der Halbleiterschichtenfolge entsprechend dotiert wird respektive werden. Insbesondere ist zusätzlich oder alternativ der Fall umfasst, dass der Bereich respektive die Bereiche nachträglich, also nach dem Aufwachsen oder nach dem Bilden der Halbleiterschichtenfolge, entsprechend dotiert wird respektive werden, beispielsweise mittels eines Sputterprozesses.

Allgemein kann insbesondere vorgesehen sein, dass das Dotieren des Bereichs vorzugsweise durchgeführt wird, wenn als Träger ein Aufwachssubstrat vorgesehen ist. Insbesondere kann

allgemein vorgesehen sein, dass das Dotieren des Bereichs alternativ oder zusätzlich beispielsweise durchgeführt wird, wenn als Träger ein Trägersubstrat vorgesehen ist.

- 5 Allgemein gelten Ausführungen im Zusammenhang mit einem Bereich auch für mehrere Bereiche und umgekehrt.

Die Erfindung umfasst also insbesondere den Gedanken, zumindest eine der beiden dotierten Halbleiterschichten mit einem
10 Bereich zu versehen, der eine höhere Dotierung bzw. Dotierungskonzentration aufweist, als die Halbleiterschicht, die diesen Bereich umfasst. Das heißt also insbesondere, dass die dotierte Halbleiterschicht nicht homogen dotiert ist, sondern vielmehr eine heterogene Dotierung bzw. eine heterogene Dotierungskonzentration aufweist. Verschiedene Bereiche der dotierten Halbleiterschicht sind also insbesondere verschieden dotiert. Sofern die Halbleiterschicht mehrere solcher Bereiche aufweist, kann auch von einer modulierten Dotierung oder einer Modulation in der Dotierung gesprochen werden. Das
15 heißt also insbesondere, dass diese Bereiche eine solche modulierte Dotierung bewirken.

Durch das Vorsehen dieser dotierten Bereiche, die eine höhere oder größere Dotierungskonzentration aufweisen, wird in vorteilhafter Weise ein Durchbruchverhalten bezogen auf diesen
25 Bereich erreicht, welches von einem Durchbruchverhalten bezogen auf eine Umgebung des dotierten Bereichs abweicht. Insbesondere weisen die Bereiche mit der ersten Dotierungskonzentration eine geringere Durchbruchsspannung auf, insbesondere in Rückwärtsrichtung, als die umgebenden Bereiche bzw. die Umgebung des Bereichs mit der ersten Dotierungskonzentration. Die Umgebung des Bereichs weist also insbesondere eine höhere oder größere Durchbruchsspannung in Rückwärtsrichtung auf.

35 Dabei ist es insbesondere möglich, dass das Bauelement eine Vielzahl der dotierten Bereiche aufweist, wobei die dotierten Bereiche lateral beabstandet zueinander angeordnet sind. Die

lateralen Richtungen sind dabei diejenigen Richtungen, die parallel zu einer Haupterstreckungsebene beispielsweise der n-dotierten Halbleiterschicht verlaufen. Zwischen benachbarten dotierten Bereichen können dann jeweils Bereiche mit der zweiten Dotierungskonzentration vorhanden sein. Die Bereiche hoher Dotierstoffkonzentration und niedriger Dotierstoffkonzentration können sich also in lateraler Richtung abwechseln. Durch diese Modulation der Dotierstoffkonzentration ist auch die Durchbruchspannung in lateraler Richtung moduliert.

Eine Vorwärtsrichtung oder Durchlassrichtung für den p-n-Übergang ist wie folgt definiert: An der n-dotierten Halbleiterschicht ist ein Minuspol einer Spannungsquelle angelegt oder angeordnet. An der p-dotierten Halbleiterschicht ist ein Pluspol der Spannungsquelle angeordnet oder angelegt. Der elektrische Strom fließt von der p-dotierten Halbleiterschicht in Richtung der n-dotierten Halbleiterschicht. Dies ist in der Regel der Fall bei Betrieb des Bauelements, wenn das Bauelement elektromagnetische Strahlung erzeugt.

Eine Rückwärtsrichtung oder Sperrrichtung für den p-n-Übergang ist wie folgt definiert: An der n-dotierten Halbleiterschicht ist der Pluspol der Spannungsquelle angelegt. An der p-dotierten Halbleiterschicht ist der Minuspol der Spannungsquelle angelegt. Es fließt lediglich aufgrund der erzeugten Minoritätsladungsträger ein elektrischer Sperrstrom.

Dadurch, dass Bereiche mit einer geringeren Durchbruchsspannung gebildet sind, können potentielle elektrostatische Aufladungen schnell und homogen verteilt abfließen, sodass sich erst gar keine ausreichend hohe bezogen auf eine mögliche Schädigung oder Zerstörung des Bauelements Spannung aufbauen kann. Das optoelektronische Bauelement ist somit in vorteilhafter Weise gegen Schäden durch elektrostatische Ladungen geschützt.

Dadurch, dass dieser Schutz gegen Schäden durch elektrostatische Entladungen von der Halbleiterschichtenfolge umfasst ist, kann insbesondere in vorteilhafter Weise auf externe Schutzelemente wie beispielsweise externe Schutzdioden verzichtet werden. Diese externen Schutzelemente werden in der Regel separat von der Halbleiterschichtenfolge gebildet und mit dieser entsprechend verschaltet. Das erfordert aber einen ausreichend großen Bauraum. Aufgrund des Verzichts auf externe Schutzelemente ist somit ein benötigter Bauraum für das erfindungsgemäße optoelektronische Bauelement verringert im Vergleich zu bekannten optoelektronischen Bauelementen, die solche externen Schutzelemente aufweisen.

Das vorgeschlagene interne Schutzelement, also der dotierte Bereich mit der ersten Dotierungskonzentration, verringert auch nicht eine Helligkeit von abgestrahlter elektromagnetischer Strahlung, sodass auch kein Verlust von Effizienz aufgrund des Vorsehens des internen Schutzelements auftritt.

Es wird somit ein ESD-Schutz bewirkt, ohne dass es zu einem Effizienzverlust kommt.

Das heißt also insbesondere, dass durch den direkten Einbau in die Halbleiterschichtenfolge oder auf die Halbleiterschichtenfolge der internen Schutzelemente, also der dotierte Bereich mit der ersten Dotierungskonzentration, auf externe Schutzelemente verzichtet werden kann. Eine Stabilität des optoelektronischen Bauelements gegenüber elektrostatischen Entladungen ist somit in vorteilhafter Weise erhöht. Ferner ist auch keine besondere Epitaxie bezüglich des Aufwachsens der einzelnen Halbleiterschichten der Halbleiterschichtenfolge notwendig, was einen Herstellungsprozess erheblich vereinfacht und Kosten sowie eine Herstellungszeit senken kann.

Es ist somit in vorteilhafter Weise ermöglicht, kostengünstigere und platzsparendere optoelektronische Bauelemente herzustellen oder zu fertigen, welche ESD-fest sind. ESD-fest be-

deutet hier insbesondere unempfindlich gegenüber elektrostatischen Entladungen. „ESD“ steht für die englischen Begriff: Electrostatic Discharge. Also auf Deutsch: Elektrostatische Entladung.

5

Es wird angemerkt, dass die vorangegangenen Ausführungen und die nachfolgenden Ausführungen stets für das Verfahren und für das Bauelement gelten, auch wenn konkret in einer einzelnen Ausführung nur auf das Bauelement oder das Verfahren Bezug genommen wird. Sofern sich Ausführungsformen auf die n-dotierte Halbleiterschicht beziehen, gelten die entsprechenden Ausführungen auch für die p-dotierte Halbleiterschicht und umgekehrt. Sofern sich Ausführungsformen nur auf einen dotierten Bereich beziehen, so gelten die entsprechenden Ausführungen auch für mehrere dotierte Bereiche und umgekehrt.

10
15

Dotieren im Sinne der vorliegenden Erfindung umfasst insbesondere den Fall, dass der Dotierstoff in die Halbleiterschicht eingebracht wird. Insbesondere kann ein Dotieren auch den Fall umfassen, dass auf der Oberfläche der Halbleiterschicht eine Dotierschicht umfassend den Dotierstoff gebildet wird. Das Bilden des dotierten Bereichs kann insbesondere beim Dotieren einer Halbleiterschicht, um die n-dotierte oder p-dotierte Halbleiterschicht zu bilden, durchgeführt werden.

20
25

Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass mehrere dotierte Bereiche vorgesehen sind. Diese dotierten Bereiche können beispielsweise gleich oder insbesondere unterschiedlich gebildet sein. Dennoch weisen diese dotierten Bereiche, auch wenn sie unterschiedlich gebildet sein können, also insbesondere unterschiedliche Dotierungskonzentrationen aufweisen, stets eine höhere Dotierungskonzentration auf, als eine unmittelbare Umgebung des jeweiligen Bereichs, also insbesondere direkt angrenzend an diesen dotierten Bereich, in der entsprechenden dotierten Halbleiterschicht. Es können insbesondere mehrere dotierte Bereiche in der n-dotierten Halbleiterschicht vorgesehen sein. Es können vorzugsweise mehrere

30
35

dotierte Bereiche in der p-dotierten Halbleiterschicht vorgesehen sein.

5 Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Bereich lateral bezogen auf eine Aufwachsrichtung der Halbleiterschichten auf ein Aufwachssubstrat verlaufen. Das heißt also insbesondere, dass eine laterale Ausdehnung des Bereichs bezogen auf die Aufwachsrichtung größer ist als eine Querausdehnung. Der dotierte Bereich weist insbesondere eine
10 Rechteckform auf. Vorzugsweise weist der dotierte Bereich eine Quaderform auf. Eine Kantenlänge des Quaders oder des Rechtecks kann insbesondere 3 µm betragen.

15 Gemäß einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Bereich n-dotiert ist und die zweite Dotierungskonzentration die Dotierungskonzentration der n-dotierten Halbleiterschicht ist.

20 Als Dotanden oder Dotierungsstoff für eine n-Dotierung können nach einer Ausführungsform folgender Dotand vorgesehen sein: Silizium (Si). Das heißt also insbesondere, dass der n-dotierte Bereich und/oder die n-dotierte Halbleiterschicht mit dem vorgenannten Dotanden dotiert sind. Ein solcher Dotand kann insbesondere auch als n-Dotand bezeichnet werden.
25 Eine Dotierungskonzentration bezogen auf n-Dotanden kann insbesondere auch als n-Dotierungskonzentration bezeichnet werden. Insbesondere können auch zusätzlich oder alternativ andere dem Fachmann bekannte n-Dotanden vorgesehen sein, beispielsweise Germanium (Ge) und/oder Selen (Se) und/oder Sauerstoff (O) und/oder Schwefel (S) und/oder Tellur (Te).
30

Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Bereich p-dotiert ist und die zweite Dotierungskonzentration die Dotierungskonzentration der p-dotierten Halbleiterschicht
35 ist. Die im Zusammenhang mit dem n-dotierten Bereich und der n-dotierten Halbleiterschicht gemachten Ausführungen gelten

analog für den p-dotierten Bereich und die p-dotierte Halbleiterschicht und umgekehrt.

Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass als
5 Dotanden für eine p-Dotierung die folgenden Dotanden verwendet werden können: Magnesium (Mg) und/oder Kohlenstoff (C). Das heißt also insbesondere, dass der p-dotierte Bereich und/oder die p-dotierte Halbleiterschicht mit einem oder bei-
den der vorgenannten Dotanden, die insbesondere als p-
10 Dotanden bezeichnet werden können, dotiert sein können. Eine Dotierungskonzentration bezogen auf p-Dotanden kann insbesondere auch als p-Dotierungskonzentration bezeichnet werden. Insbesondere können auch zusätzlich oder alternativ andere dem Fachmann bekannte p-Dotanden vorgesehen sein, beispiels-
15 weise Beryllium (Be) und/oder Zink (Zn).

Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass sowohl die n-dotierte Halbleiterschicht einen n-dotierten Bereich mit einer ersten n-Dotierungskonzentration aufweist, die hö-
20 her ist als eine zweite n-Dotierungskonzentration in einer Umgebung des n-dotierten Bereichs in der n-dotierten Halbleiterschicht als auch die p-dotierte Schicht einen solchen p-dotierten Bereich aufweisend eine erste p-
Dotierungskonzentration aufweist, die höher ist als eine
25 zweite p-Dotierungskonzentration in einer Umgebung des p-dotierten Bereichs in der p-dotierten Halbleiterschicht.

In einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die n-dotierte Halbleiterschicht mehrere n-dotierte Bereiche mit ersten n-Dotierungskonzentrationen aufweist und vorzugs-
30 weise die p-dotierte Halbleiterschicht mehrere p-dotierte Bereiche mit ersten p-Dotierungskonzentrationen aufweist. Die jeweiligen ersten n-Dotierungskonzentrationen und/oder die jeweiligen ersten p-Dotierungskonzentrationen können vorzugs-
35 weise gleich oder unterschiedlich sein. Dennoch sind diese stets höher als die zweite n-Dotierungskonzentration respektive zweite p-Dotierungskonzentration.

Gemäß einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Bereich bis zu dem p-n-Übergang verlaufend und diesen insbesondere kontaktierend gebildet ist. Dadurch wird in vorteilhafter Weise in dem Übergang zwischen dem dotierten Bereich und dem p-n-Übergang eine Zone gebildet, die ein Zenerdioden-ähnliches Verhalten aufweist. Das heißt also insbesondere, dass aufgrund des Vorsehens des dotierten Bereichs quasi eine interne Zenerdiode in der Halbleiterschichtenfolge gebildet wird, die analog zu externen Zenerdioden einen Schutz gegen Schäden durch elektrostatische Entladungen bewirken kann.

Nach einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Bereich durch den p-n-Übergang verlaufend und die beiden dotierten Halbleiterschichten verbindend gebildet ist. Das heißt also insbesondere, dass der dotierte Bereich von der einen dotierten Halbleiterschicht durch den p-n-Übergang in die andere dotierte Halbleiterschicht verläuft. Auch hier ist in vorteilhafter Weise eine interne Zenerdiode gebildet. Aufgrund der direkten Verbindung zwischen den beiden dotierten Halbleiterschichten sind noch eine verbesserte Kontaktierung und noch eine verringerte Durchbruchsspannung bewirkt, sodass in vorteilhafter Weise ein noch größerer Schutz gegen Schäden durch elektrostatische Entladungen bewirkt werden kann.

Gemäß einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Bereich benachbart zu einem in der den Bereich umfassenden Halbleiterschicht gebildeten Defekt gebildet ist. Das heißt also insbesondere, dass die n-dotierte Halbleiterschicht und/oder die p-dotierte Halbleiterschicht jeweils einen Defekt aufweisen, wobei benachbart zu diesem Defekt der dotierte Bereich gebildet ist. Benachbart umfasst insbesondere den Fall, dass der dotierte Bereich in unmittelbarem Kontakt zu dem Defekt steht. Das heißt also insbesondere, dass zwischen Defekt und Bereich beispielsweise keine weiteren Schichten mehr gebildet sind. Es kann vorgesehen sein, dass

der Bereich mittelbar benachbart zu dem Defekt gebildet ist. Das heißt also insbesondere, dass beispielsweise eine oder mehrere Schichten zwischen dem Defekt und dem Bereich vorgesehen sind.

5

Nach einer Ausführungsform können mehrere Defekte gebildet sein, also insbesondere mehrere Defekte in der n-dotierten Halbleiterschicht und/oder vorzugsweise in der p-dotierten Halbleiterschicht. Die Defekte sind insbesondere gleich oder
10 vorzugsweise unterschiedlich gebildet.

Nach einer Ausführungsform kann es sich bei dem Defekt um einen V-Pit handeln. Ein solcher V-Pit kann beispielsweise durch spezielle Wachstumsbedingungen gebildet werden. Ein V-Pit bezeichnet insbesondere einen Kristalldefekt, insbesondere einen geöffneten hexagonalen Kristalldefekt, der bevorzugt an Versetzungen auftreten kann, wobei der V-Pit in der Regel die Form eines „V“ aufweisen kann in einer Querschnittsansicht gesehen. Das heißt also insbesondere, dass solche Defekte in Wachstumsrichtung bezogen auf eine Aufwachsrichtung der Halbleiterschichten auf einem Aufwachssubstrat immer größer werden, insbesondere bis zum gegenseitigen Zusammenstoßen immer größer werden, und so im Querschnitt als „V“ erkennbar sind.

25

Nach einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Defekt eine Epi-Röhre ist. Eine Epi-Röhre bezeichnet insbesondere einen sehr dünnen Kristalldefekt, insbesondere weist ein solcher Kristalldefekt einen Durchmesser von $< 1 \mu\text{m}$ auf. Insbesondere kann ein Durchmesser wenige Nanometer, insbesondere 0,1 Nanometer, betragen. Der Durchmesser kann also insbesondere zwischen 0,1 Nanometern und $1 \mu\text{m}$ liegen. Solche dünnen Kristalldefekte können sich insbesondere vertikal durch weite Zonen oder noch durch weitere Schichten der Halbleiterschichtenfolge ziehen oder verlaufen. Solche Epi-Röhren haben insbesondere in Wachstumsrichtung einen konstanten
35 Durchmesser. Solche Kristalldefekte können insbesondere an

Versetzungen gebildet werden bzw. entstehen an solchen Versetzungen und können beispielsweise hohl sein.

Solche Defekte wie beispielsweise ein V-Pit oder eine Epi-
5 Röhre können immanent ein Zenerdiodenverhalten aufweisen und weisen dann insofern eine verringerte Durchbruchsspannung relativ zu den die Defekte umgebenden Bereichen auf. Dieses immanente Zenerdiodenverhalten weisen solche Defekte insbesondere dann auf, wenn der Defekt sowohl p-dotiert als auch n-dotiert ist. Das heißt also insbesondere, dass ein solcher
10 Defekt innerhalb der aktiven Zone gebildet sein kann. Durch das Vorsehen der dotierten Bereiche an solchen Defekten wird also in vorteilhafter Weise ein bereits vorhandenes Diodenverhalten bzw. ein bereits vorhandenes Zenerdiodenverhalten
15 noch verstärkt, was somit in vorteilhafter Weise zu einer noch geringeren Durchbruchsspannung führen kann, wodurch sich dann wiederum ein noch verbesserter Schutz gegen Schäden durch elektrostatische Entladungen ergeben kann. Der bereits vorhandene ESD-Schutz durch solche Defekte wird somit in vorteilhafter Weise noch weiter verstärkt.
20

Ein Defekt im Sinne der vorliegenden Erfindung kann insbesondere in einer n-dotierten Halbleiterschicht oder eine p-dotierten Halbleiterschicht oder in einer undotierten Halbleiterschicht oder in einer p- und n-dotierten Halbleiterschicht, beispielsweise in der aktiven Zone zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung, gebildet sein oder entstehen. Bei mehreren Defekten können diese vorzugsweise jeweils beliebig in einer der vorgenannten Möglichkeiten gebildet sein
25 oder entstehen.
30

Gemäß einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Bereich benachbart zu einem in der den Bereich umfassenden Halbleiterschicht gebildetes Via gebildet ist. Ein Via bezeichnet insbesondere eine Ausnehmung oder eine Aussparung oder einen Hohlraum in der Halbleiterschichtenfolge. Das
35 heißt also insbesondere, dass ein solcher Via in seiner Nach-

barschaft einen dotierten Bereich mit einer erhöhten Dotierungskonzentration aufweist. Benachbart umfasst insbesondere eine unmittelbare Nachbarschaft. Das heißt also insbesondere, dass zwischen Via und dem dotierten Bereich beispielsweise
5 keine weiteren Schichten mehr gebildet sind. Der dotierte Bereich steht also insbesondere in unmittelbarem oder in direktem Kontakt mit dem Via. Es kann insbesondere eine mittelbare Nachbarschaft vorgesehen sein. Das heißt also insbesondere, dass der dotierte Bereich mittelbar benachbart zu dem Via angeordnet sein kann. Mittelbar benachbart bezeichnet also insbesondere den Fall, dass zwischen dotiertem Bereich und dem
10 Via noch ein oder mehrere Schichten bzw. Halbleiterschichten vorgesehen sein können.

15 Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Via teilweise oder komplett mit einem Dotierstoff gefüllt wird oder ist.

Nach einer Ausführungsform kann der Via als Graben, insbesondere als Mesa-Graben gebildet sein. Insbesondere können die gegenüberliegenden Wände des Grabens mit einem Dotierstoff
20 versehen werden.

Nach einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Bereich an einer von der Halbleiterschichtenfolge abgewandten Außenfläche der den Bereich umfassenden Halbleiterschicht gebildet ist. Das heißt also insbesondere, dass auf einer solchen Außenfläche eine dotierte Halbleiterschicht aufgebracht werden kann, die dann diesen dotierten Bereich
25 bildet.
30

Es wird angemerkt, dass mittels der Formulierung, dass die dotierte Halbleiterschicht den dotierten Bereich umfasst, insbesondere der Fall umfasst sein soll, in welchem der dotierte Bereich auf einer Außenfläche der Halbleiterschicht aufgebracht ist. Die Formulierung umfasst insbesondere den
35

Fall, in welchem der dotierte Bereich direkt in der dotierten Halbleiterschicht gebildet ist.

Bei einer solchen Außenfläche kann es sich beispielsweise um
5 eine Kante oder insbesondere um eine Mesa-Kante der Halbleiterschichtenfolge handeln.

Gemäß einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der dotierte Bereich eine Fläche von mindestens $25\text{ }\mu\text{m}^2$ aufweist.
10 Vorzugsweise kann der Bereich eine Länge von mindestens $5\text{ }\mu\text{m}$ und eine Breite von mindestens $5\text{ }\mu\text{m}$ aufweisen. Das heißt also insbesondere, dass der Bereich eine Fläche von mindestens $5\text{ }\mu\text{m} \times 5\text{ }\mu\text{m}$ aufweisen kann.

15 Nach einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass in zumindest eine der dotierten Halbleiterschichten ein Defekt gebildet wird, der mit dem Dotierstoff versehen wird, sodass der dotierte Bereich benachbart zu dem Defekt gebildet wird.

20 Nach einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass in zumindest einer der dotierten Halbleiterschichten ein Via gebildet wird, in das der Dotierstoff eingebracht wird, so dass der dotierte Bereich benachbart zu dem Via gebildet
25 wird.

Nach noch einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass vor dem Versehen des Bereichs mit dem Dotierstoff zumindest eine freiliegende, also insbesondere eine unbedeckte oder
30 nicht-bedeckte, Fläche der Halbleiterschichtenfolge mit einer Schutzschicht gegen eine Dotierung mit dem Dotierstoff versehen wird. Das bewirkt in vorteilhafter Weise, dass weitere Halbleiterschichten der Halbleiterschichtenfolge nicht mittels des Dotierstoffes kontaminiert oder verunreinigt werden
35 können. So wird insbesondere in vorteilhafter Weise eine p-Dotierung der p-dotierten Halbleiterschicht beim Vorsehen eines n-dotierten Dotierstoffes für einen n-dotierten Bereich

nicht geschädigt. Insbesondere kann so eine Beschädigung einer n-Dotierung der n-dotierten Halbleiterschicht vermieden werden, wenn es sich bei dem Dotierstoff um einen p-Dotanden handelt.

5

Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass vor dem Versehen des Bereichs mit dem Dotierstoff, also vor dem Dotieren, ein oder mehrere Bereiche der Halbleiterschichtenfolge entfernt werden, die nicht zu der dotierten Halbleiterschicht gehören, die mit dem dotierten Bereich versehen werden soll, so dass bei einem anschließenden Dotierungsschritt bevorzugt die Halbleiterschicht dotiert wird, in der es gewünscht ist, die dotierten Bereiche mit einer erhöhten Dotierungskonzentration zu bilden. So besteht insbesondere keine Gefahr einer Verunreinigung durch die Dotierung in den anderen Halbleiterschichten, da diese aufgrund des Entfernens einiger Bereiche ausreichend Abstand zu der Dotierungszone aufweisen.

20 Nach einer Ausführungsform kann der Träger als Substrat, insbesondere als Aufwachssubstrat, gebildet sein.

Nach einer Ausführungsform umfasst die Halbleiterschichtenfolge noch weitere Schichten wie beispielsweise Spiegelschichten, Kontaktierungsschichten oder Antireflexschichten.

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden, wobei

Figur 1 ein optoelektronisches Bauelement,

35

Figur 2 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements,

Figur 3 ein weiteres optoelektronisches Bauelement,

Figuren 4 und 5 ein anderes optoelektronisches Bauelement
5 zu verschiedenen Zeitpunkten einer Herstellung,

Figuren 6 bis 9 ein weiteres optoelektronisches Bauelement
zu verschiedenen Zeitpunkten einer Herstellung,

10 Figuren 10 bis 13 ein anderes optoelektronisches Bauelement
zu verschiedenen Zeitpunkten einer Herstellung,

Figuren 14 bis 18 noch ein weiteres optoelektronisches Bauelement
zu verschiedenen Zeitpunkten einer Herstellung,
15

Figur 19 ein anderes optoelektronisches Bauelement zu verschiedenen
Zeitpunkt einer Herstellung,

Figur 20 bis 22 noch ein anderes optoelektronisches Bauelement
20 zu verschiedenen Zeitpunkten einer Herstellung und

Figur 23 ein weiteres optoelektronisches Bauelement

zeigen.
25

Im Folgenden können für gleiche Merkmale gleiche Bezugszeichen
verwendet werden.

Figur 1 zeigt ein optoelektronisches Bauelement 101.
30

Das optoelektronische Bauelement 101 umfasst einen Träger
103, der beispielsweise als Substrat, insbesondere als ein
Aufwachssubstrat, gebildet sein kann. Auf dem Träger 103 ist
eine Halbleiterschichtenfolge 105 aufgebracht. Die Halbleiterschichtenfolge
35 105 umfasst eine p-dotierte Halbleiterschicht 107 und eine n-dotierte Halbleiterschicht 109. Zwischen der n-dotierten Halbleiterschicht 109 und der p-

dotierten Halbleiterschicht 107 ist ein p-n-Übergang 111 gebildet, der eine aktive Zone 113 zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung umfasst.

5 Bei dem optoelektronischen Bauelement 101 sind die einzelnen Halbleiterschichten der Halbleiterschichtenfolge 105 in folgender Reihenfolge vom Träger 103 aus gesehen auf diesem aufgebracht: die p-dotierte Halbleiterschicht 107, der p-n-Übergang 111 und die n-dotierte Halbleiterschicht 109.

10

In einer nicht gezeigten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die n-dotierte Halbleiterschicht 109 vom Träger 103 aus gesehen als erstes aufgebracht wird.

15 In anderen nicht gezeigten Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass die Halbleiterschichtenfolge 105 noch weitere Schichten, insbesondere weitere Halbleiterschichten, wie beispielsweise Spiegelschichten und/oder Kontaktierungsschichten für eine Kontaktierung der n- und der p-dotierten Halbleiterschicht aufweist.

20

Es ist vorgesehen, dass die n-dotierte Halbleiterschicht einen dotierten Bereich 115 umfasst, der in der n-dotierten Halbleiterschicht 109 gebildet ist. Der dotierte Bereich 115 weist eine erste Dotierungskonzentration auf, die größer ist als eine zweite Dotierungskonzentration in einer Umgebung des Bereichs 115, wobei die zweite Dotierungskonzentration der Dotierungskonzentration der n-dotierten Halbleiterschicht 109 entspricht. Das heißt also insbesondere, dass in dem dotierten Bereich 115 eine höhere Konzentration an n-Dotanden vorgesehen ist im Vergleich zu der n-dotierten Halbleiterschicht 109.

25

30

Ferner umfasst die n-dotierte Halbleiterschicht 109 einen weiteren dotierten Bereich 117, der mit einer dritten Dotierungskonzentration versehen ist, die ebenfalls größer ist als die zweite Dotierungskonzentration. Hierbei reicht der weite-

35

re dotierte Bereich 117 bis an den p-n-Übergang 111 heran, sodass in vorteilhafter Weise eine interne Diode, insbesondere Zenerdiode, in diesem Bereich gebildet ist.

- 5 Ferner umfasst die n-dotierte Halbleiterschicht 109 noch einen weiteren dotierten Bereich 119, der eine vierte Dotierungskonzentration aufweist, die ebenfalls größer ist als die zweite Dotierungskonzentration. Hierbei verläuft dieser n-dotierte Bereich 119 von der n-dotierten Halbleiterschicht
- 10 109 durch den p-n-Übergang 111 umfassend die aktive Zone 113 in die p-dotierte Halbleiterschicht 107, sodass der weitere n-dotierte Bereich 119 die beiden dotierten Halbleiterschichten 107 und 109 miteinander verbindet.
- 15 Durch das Vorsehen solcher dotierten Bereiche wird in vorteilhafter Weise eine Durchbruchsspannung an diesen Bereichen in Rückwärtsrichtung gesehen verringert, sodass in vorteilhafter Weise potentielle elektrostatische Entladungen schnell über diese Bereiche abfließen können. Das bewirkt in vorteilhafter Weise einen Schutz gegen Beschädigungen durch elektrostatische Entladungen.
- 20

In nicht gezeigten Ausführungsformen kann vorgesehen sein, dass von den dotierten Bereichen 115, 117, 119 jeweils mehrere solcher dotierter Bereiche gebildet sein können. Insbesondere kann beispielsweise vorgesehen sein, dass lediglich ein Typ dieser Bereiche 115, 117, 119 vorgesehen ist, also insbesondere nur Bereiche 115 oder nur Bereiche 117 oder nur Bereiche 119.

25

30 In einer anderen nicht gezeigten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass zusätzlich oder anstelle zu den n-dotierten Bereichen 115, 117, 119 entsprechende p-dotierte Bereiche in der p-dotierten Halbleiterschicht 107 vorgesehen sein können.

35 Die im Zusammenhang mit den n-dotierten Bereichen 115, 117 und 119 gemachten Ausführungen gelten insbesondere analog für die p-dotierten Bereiche der p-dotierten Halbleiterschicht

107 und umgekehrt. Somit ist auch über die p-dotierte Halbleiterschicht ein Abfließen von elektrostatischen Aufladungen ermöglicht.

- 5 Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements.

Gemäß einem Schritt 201 wird eine Halbleiterschichtenfolge auf einen Träger, insbesondere auf ein Substrat, beispielsweise auf ein Aufwachssubstrat, aufgebracht. Die Halbleiterschichtenfolge umfasst eine n-dotierte und eine p-dotierte Halbleiterschicht. Das heißt also insbesondere, dass gemäß dem Schritt 201 auf den Träger eine n-dotierte und eine p-dotierte Halbleiterschicht aufgebracht werden.

15 Gemäß einem Schritt 203 wird durch das Aufbringen der n- und der p-dotierten Halbleiterschicht ein p-n-Übergang gebildet, der eine aktive Zone zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung umfasst.

20 Gemäß einem Schritt 205 wird ein Bereich der zumindest einen der n-dotierten und der p-dotierten Halbleiterschicht mit einem Dotierstoff versehen, sodass der Bereich mit einer ersten Dotierungskonzentration dotiert wird, die größer ist als eine
25 zweite Dotierungskonzentration in einer Umgebung des Bereichs in der den Bereich umfassenden Halbleiterschicht.

Das heißt also insbesondere, dass beispielsweise die n-dotierte Halbleiterschicht mit einem n-Dotanden versehen
30 wird, sodass sich ein oder mehrere Bereiche mit einer erhöhten n-Dotierung ausbilden. Die Ausführungen im Zusammenhang mit einer n-dotierten Halbleiterschicht umfassend einen n-dotierten Bereich mit einer höheren bzw. größeren Dotierungskonzentration gelten analog für die p-dotierte Halbleiterschicht, die insofern mit einem p-Dotanden dotiert werden
35 kann, sodass sich in der p-dotierten Halbleiterschicht ein Bereich oder mehrere Bereiche mit einer höheren bzw. größeren

Dotierungskonzentration als die p-dotierte Halbleiterschicht bilden können.

Figur 3 zeigt ein weiteres optoelektronisches Bauelement 301.

5

Das optoelektronische Bauelement 301 umfasst eine Halbleiterschichtenfolge 105 mit einer p-dotierten Halbleiterschicht 107 und einer n-dotierten Halbleiterschicht 109. Der Übersicht halber ist kein Träger für das optoelektronische Bauelement 301 eingezeichnet. Ein solcher Träger kann beispielsweise auf der Seite der p-dotierten Halbleiterschicht 107 oder auf der Seite der n-dotierten Halbleiterschicht 109 vorgesehen sein. Der Übersicht halber ebenfalls nicht eingezeichnet ist der p-n-Übergang umfassend die aktive Zone.

15

Das optoelektronische Bauelement 301 weist drei dotierte Bereiche 117 auf, die in der n-dotierten Halbleiterschicht 109 gebildet sind, wobei diese dotierten Bereiche 117 n-dotiert sind und eine größere Dotierungskonzentration aufweisen als die n-dotierte Halbleiterschicht 109. Diese dotierten Bereiche 117 verlaufen lateral in der n-dotierten Halbleiterschicht 109 und kontaktieren die p-dotierte Halbleiterschicht 109.

25

Aufgrund des Vorsehens solcher dotierten Bereiche 117 sind quasi interne Dioden in der Halbleiterschichtenfolge 105 gebildet. Dies ist symbolisch mittels der entsprechenden Schaltzeichen eingezeichnet, die das Bezugszeichen 305 aufweisen, hier konkret ein Diodenschaltzeichen. Zum Vergleich dazu ist ein Schaltzeichen mit dem Bezugszeichen 303 vorgesehen, dass ebenfalls ein Diodenschaltzeichen ist. Dieses Diodenschaltzeichen 303 ist zwischen der n-dotierten Halbleiterschicht 109 und der p-dotierten Halbleiterschicht 107 eingezeichnet, wo kein dotierter Bereich 117 vorgesehen ist. Das Diodenschaltzeichen 303 ist größer eingezeichnet als das Diodenschaltzeichen 305. Dies deshalb, da hier eine größere

35

Durchbruchsspannung angelegt werden muss, bevor es zu einem Durchbruch kommt.

5 Dieses unterschiedliche Durchbruchverhalten der beiden Dioden 303 und 305 ist in einem Graphen in Figur 3 dargestellt. Aufgetragen ist der Strom I über die Spannung U. Die Kennlinie für die Diode 305 weist das Bezugszeichen 307 auf. Die Kennlinie für die Diode 303 weist das Bezugszeichen 309 auf. Zu erkennen ist, dass die Bereiche, die eine erhöhte n-
10 Dotierung aufweisen, also die Bereiche 117, eine geringere Durchbruchsspannung aufweisen.

Die Figuren 4 und 5 zeigen ein weiteres optoelektronisches Bauelement 401 zu verschiedenen Zeitpunkten einer Herstellung.
15 lung.

In Figur 4 ist die Halbleiterschichtenfolge 105 umfassend die n-dotierte Halbleiterschicht 109 und die p-dotierte Halbleiterschicht 107 dargestellt. Ferner wurde bereits in die
20 Halbleiterschichtenfolge 105 eine Ausnehmung 403, auch als Via bezeichnet, gebildet. Das Via 403 kann beispielsweise geätzt worden sein. Das Via 403 verläuft durch die p-dotierte Halbleiterschicht 107 und die n-dotierte Halbleiterschicht 109.

25 In diesen Via 403 wird dann ein n-Dotand eingebracht, was in Figur 5 exemplarisch bzw. symbolisch mit einem Pfeil mit dem Bezugszeichen 501 dargestellt ist. Durch das Einbringen eines solchen Dotanden, hier insbesondere eines n-Dotanden, werden
30 Bereiche, die benachbart zu dem Via 403 in der n-dotierten Halbleiterschicht 109 gebildet sind, mit einer höheren n-Dotierung versehen. Es bilden sich also n-dotierte Bereiche 117 in der n-dotierten Halbleiterschicht 109 aus, die unmittelbar benachbart zu dem Via 403 verlaufen.

35 Ferner weist das optoelektronische Bauelement 401 freiliegende Außenflächen der Halbleiterschichtenfolge 105 auf, die

auch als Kante, insbesondere als Mesa-Kante 405, bezeichnet werden können. An diesen freiliegenden Außenflächen, insbesondere dieser Mesa-Kante 405, kann ebenfalls ein n-Dotand in die n-dotierte Halbleiterschicht 109 eingebracht werden, so-
5 dass sich auch in diesen Bereichen der n-dotierten Halbleiterschicht 109 n-dotierte Bereiche 117 bilden, die eine größere Dotierungskonzentration aufweisen als die n-dotierte Halbleiterschicht 109.

10 Das Aufbringen des n-Dotanden kann insbesondere bewirken, dass sich auf den Außenflächen eine n-Dotierungsschicht bildet, die dann den dotierten Bereich bildet. Analoges gilt für p-Dotanden.

15 Obwohl die Figuren 4 und 5 ein optoelektronisches Bauelement 401 zeigen, dass mit Bereichen aufweisend eine erhöhte n-Dotierung in der n-dotierten Halbleiterschicht 109 versehen ist, so kann beispielsweise vorgesehen sein, dass entsprechende Bereiche mit einer erhöhten p-Dotierung in der p-dotierten Halbleiterschicht 107 zusätzlich oder anstelle zu
20 den n-dotierten Bereichen 117 der n-dotierten Halbleiterschicht 109 vorgesehen sein können.

Die Figuren 6 bis 9 zeigen ein anderes optoelektronisches Bauelement 601 zu verschiedenen Zeitpunkten einer Herstellung.
25

Figur 6 zeigt das optoelektronische Bauelement 601 umfassend einen Träger 103, der beispielsweise als Substrat, insbesondere als Aufwachssubstrat, gebildet sein kann. Auf dem Substrat 103 ist eine n-dotierte Halbleiterschicht 109 aufgebracht, wobei die n-dotierte Halbleiterschicht einen Defekt, hier einen V-Pit 603, aufweist. Ein solcher V-Pit 603 bezeichnet einen in einer Wachstumsrichtung 605, hier mit einem
30 Pfeil mit dem entsprechenden Bezugszeichen gekennzeichnet, geöffneten hexagonalen Kristalldefekt. Solche Defekte werden
35

in der Wachstumsrichtung 605 immer größer und sind so im Querschnitt als „V“ erkennbar.

Der Übersicht halber ist entsprechend in Figur 6 auch eine dreidimensionale Ansicht des V-Pits 603 eingezeichnet. Das heißt also insbesondere, dass die Halbleiterschicht 109 einen im Querschnitt V-förmigen Kristalldefekt aufweist. In einer nichtgezeigten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass mehrere solcher V-Pits 603 gebildet sein können, die insbesondere gleich oder beispielsweise unterschiedlich gebildet sein können.

In den V-Pit 603 kann beispielsweise ein n-Dotand eingebracht werden, sodass sich, wie Figur 7 zeigt, in dem V-Pit 603 ein n-dotierter Bereich 117 bildet, der auf der n-dotierten Halbleiterschicht 109 aufgebracht ist. Somit weist die n-dotierte Halbleiterschicht 109 einen Bereich auf, der mit einer erhöhten n-Dotierung versehen ist im Vergleich zu der Dotierungskonzentration der Halbleiterschicht 109. Das Füllen des V-Pits 603 kann insbesondere bewirken, dass der n-Dotand in die n-dotierte Halbleiterschicht 109 eindringt oder eindiffundiert und in der n-dotierten Halbleiterschicht 109 entsprechend höher dotierte Bereiche bildet. Analoges gilt für p-Dotanden.

Gemäß Figur 7 ist der V-Pit 603 nur teilweise mit dem n-Dotanden gefüllt. In einer nicht gezeigten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der V-Pit 603 vollständig oder komplett mit einem n-Dotanden gefüllt ist.

In Figur 8 ist das optoelektronische Bauelement 601 zu einem nachfolgenden Zeitpunkt bezogen auf Figur 7 in einem entsprechenden Herstellungsverfahren gezeigt. Das heißt also insbesondere, dass der V-Pit 603 mit einem n-Dotanden zumindest teilweise, insbesondere vollständig, gefüllt ist, wobei dann auf die so gebildeten Schichten, also die n-dotierte Halbleiterschicht 109 mit dem zumindest teilweise gefüllten V-Pit

603, eine p-dotierte Halbleiterschicht 107 aufgebracht wird, insbesondere aufgewachsen wird in der Aufwachsrichtung 605. Die Zone umfassend den n-dotierten Bereich 117 weist eine verringerte Rückwärtsdurchbruchsspannung auf, sodass hierüber ein Abfluss von elektrischen Ladungen ermöglicht ist, sodass das optoelektronische Bauelement 601 gegen Beschädigungen durch elektrostatische Aufladungen geschützt sein kann.

Figur 9 zeigt eine mögliche Variante für das optoelektronische Bauelement 601. Hier ist der V-Pit 603 analog zu den Figuren 7 und 8 mit dem n-Dotanden zumindest teilweise gefüllt. Darüber hinaus ist noch eine Schicht aus diesem n-Dotanden auf die freiliegenden Oberflächen der n-dotierten Halbleiterschicht 109 außerhalb des V-Pits 603 aufgebracht. Hierbei ist eine Schichtdicke dieser n-Dotierungsschicht im V-Pit 603 größer oder dicker als im Bereich außerhalb des V-Pits 603 auf den freiliegenden Oberflächen, die parallel zum Träger 103 verlaufen. Mit einem Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 903 ist die Schichtdicke im V-Pit 603 des n-Dotanden eingezeichnet. Mit einem Doppelpfeil mit dem Bezugszeichen 901 ist die dünnere Schichtdicke des n-Dotanden außerhalb des V-Pits eingezeichnet. Analog zu Figur 8 kann dann die p-dotierte Halbleiterschicht 107 auf den Schichtaufbau gemäß Figur 9 aufgebracht, insbesondere aufgewachsen, werden.

Die im Zusammenhang mit den Figuren 6 bis 9 gemachten Ausführungen gelten analog für p-dotierte Halbleiterschichten, welche einen oder mehrere V-Pits aufweisen.

In einer nichtgezeigten Ausführungsform weisen die n-dotierte und die p-dotierte Halbleiterschicht jeweils einen oder mehrere V-Pits auf, die entsprechend dotiert sind.

Die Figuren 10 bis 13 zeigen noch ein anderes optoelektronisches Bauelement 1001 respektive 1101 zu verschiedenen Zeitpunkten einer Herstellung.

Figur 10 zeigt ein optoelektronisches Bauelement 1001, wobei die n-dotierte Halbleiterschicht 109 vom Träger 103 aus gesehen als erstes auf den Träger 103 aufgewachsen wurde. Der Träger 103 kann insbesondere als Aufwachssubstrat oder als Substrat bezeichnet werden, da auf dem Träger 103 die einzelnen Halbleiterschichten aufgewachsen werden.

Die Figur 11 zeigt ein weiteres optoelektronisches Bauelement 1101, wobei hier die p-dotierte Halbleiterschicht 107 näher an dem Träger 103 vorgesehen ist als die n-dotierte Halbleiterschicht 109.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Träger 103 des optoelektronischen Bauelements 1001 gemäß Figur 10 abgelöst wurde, wobei dann die p-dotierte Halbleiterschicht 107 auf einen weiteren Träger 103 aufgebracht oder angeordnet wurde (vgl. Figur 13, untere Abbildung, dort ist dieser weitere Träger mit dem Bezugszeichen 1304 gekennzeichnet).

Die Figuren 12 und 13 zeigen nun das optoelektronische Bauelement 1101 zu verschiedenen Zeitpunkten einer Herstellung, wobei die entsprechenden Ausführungen analog für das optoelektronische Bauelement 1001 gemäß Figur 10 gelten. Hierbei zeigt Figur 13 zwei mögliche Herstellungsvarianten des Bauelements 1101: Eine erste Variante mit dem Bezugszeichen 1305A oben gezeigt und darunter eine zweite Variante mit dem Bezugszeichen 1305B unten gezeigt.

Gemäß Figur 12 wurde ein Mesa-Graben 1201 in die Halbleiterschichtenfolge 105 bis zum Träger 103 geätzt. Dadurch teilt sich die Halbleiterschichtenfolge 105 in zwei Teile auf und bildet somit zwei optoelektronische Bauelemente, die hier mit den Bezugszeichen 1101A und 1101B gekennzeichnet sind.

In diesen geätzten Mesa-Graben 1201 können dann entsprechende n-Dotanden eingebracht werden, sodass sich an den Mesakanten 405 der Halbleiterschichtenfolge 105 in dem Mesa-Graben 1201

Bereiche mit einer erhöhten n-Dotierung bilden. Hierbei werden insbesondere auch n-Dotanden auf den Mesakanten 405 der Halbleiterschichtenfolge 105 aufgebracht, die auf der gegenüberliegenden Seite bezogen auf den Mesa-Graben 1201 der Halbleiterschichtenfolge 105 der jeweiligen Bauelemente 1101A und 1101B aufgebracht, also auf den dem Mesa-Graben 1201 abgewandten Seiten der Halbleiterschichtenfolge 105.

Wie Figur 13 in beiden Abbildungen zeigt, bilden sich dadurch n-dotierte Bereiche 117 aus, die von der n-dotierten Halbleiterschicht 109 über den p-n-Übergang 111 zu der p-dotierten Halbleiterschicht 107 verlaufen. Diese die n-dotierten Bereiche 117 umfassenden Übergangsbereiche 1301 von der n-dotierten Halbleiterschicht 109 zu der p-dotierten Halbleiterschicht 109 weisen eine geringere Rückwärtsdurchbruchsspannung auf im Vergleich zu den Bereichen der Halbleiterschichtenfolge 105, die keine erhöhte n-Dotierung aufweisen.

Figur 13 zeigt oben eine mögliche Ausführungsform, die mit dem Bezugszeichen 1305A gekennzeichnet ist. In dieser bildet der Träger 103 ein Aufwachssubstrat. Das Aufwachssubstrat kann beispielsweise Saphir sein.

Figur 13 zeigt unten eine weitere mögliche Ausführungsform, die mit dem Bezugszeichen 1305B gekennzeichnet ist, die eine Weiterentwicklung des Bauelements 1305A ist. In dieser wurde das Aufwachssubstrat abgelöst (Element 103 in dem Bauelement 1305A oben). Vor dem Ablösen wurde noch eine Spiegelschicht 1303 auf die dem Aufwachssubstrat 103 abgewandte Oberfläche der p-dotierten Halbleiterschicht 107 aufgebracht, wobei dann auf diese Spiegelschicht 1303 ein Trägersubstrat 1304, beispielsweise Germanium oder Silizium, aufgebracht wird derart, dass es die beiden Bauelemente 1101A und 1101B miteinander verbindet, um diese zu tragen. Dann kann das Aufwachssubstrat 103 abgelöst werden. Die Spiegelschicht 1303 wird insbesondere dann vorgesehen, wenn das fertig hergestellte Bauelement

als Träger nicht ein Aufwachssubstrat, sondern ein Trägersubstrat aufweist.

In einer nichtgezeigten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass freiliegende Flächen der optoelektronischen Bauelemente 1101A und 1101B mittels einer Schutzschicht vor dem Aufbringen oder Einbringen des n-Dotanden versehen werden, sodass beispielsweise die p-dotierte Halbleiterschicht 107 und/oder die aktive Zone 113 des p-n-Übergangs 111 nicht mit n-Dotanden dotiert werden.

Das Einbringen von n-Dotanden kann beispielsweise mittels Sputtern erfolgen. Dies insbesondere ganz allgemein losgelöst von diesem konkreten Ausführungsbeispiel.

Die obigen Ausführungen im Zusammenhang mit einem n-Dotanden und der n-dotierten Halbleiterschicht 109 gelten analog auch für Ausführungsformen, in denen die p-dotierte Halbleiterschicht 107 mit einem p-Dotanden dotiert wird, sodass sich in der p-dotierten Halbleiterschicht 107 Bereiche mit einer erhöhten p-Dotierungskonzentration bilden. Solche Ausführungsformen können beispielsweise auf dem optoelektronischen Bauelement 1001 gemäß Figur 10 basieren. Das heißt also insbesondere, dass analog zu den Figuren 12 und 13 auch das optoelektronische Bauelement 1001 gemäß Figur 10 mit einem Mesa-Graben 1201 versehen wird und anschließend mit einem p-Dotanden entsprechend dotiert wird.

Die Figuren 14 bis 18 zeigen ein optoelektronisches Bauelement 1401 zu verschiedenen Zeitpunkten einer Herstellung. Hier kann insbesondere eine Spiegelschicht 1303 analog zu dem Bauelement 1305B gemäß Figur 13 vorgesehen sein. Diese Spiegelschicht 1303 kann auch weggelassen werden analog zu dem Bauelement 1303A gemäß Figur 13. Ob eine solche Spiegelschicht 1303 vorgesehen oder nicht ist, hängt insbesondere davon ab, ob das Aufwachssubstrat abgelöst werden soll oder

nicht. Also abhängig davon, ob ein Trägersubstrat vorgesehen sein soll oder nicht.

Analog zu den Figuren 10 bis 13 wird auch in die Halbleiterschichtenfolge 105 des optoelektronischen Bauelements 1401 ein Via 403 bzw. eine Ausnehmung geätzt bzw. gebildet, wobei als ein Unterschied die Ausnehmung 403 nicht durchgeht bis zum Träger 103, sondern in der n-dotierten Halbleiterschicht 109 endet.

Es sind somit freiliegende Flächen der einzelnen Halbleiterschichten der Halbleiterschichtenfolge 105 gebildet, welche beispielsweise mittels eines n-Dotanden und/oder p-Dotanden dotiert werden können, sodass sich entsprechende dotierte Bereiche ausbilden, die eine erhöhte Dotierungskonzentration aufweisen als beispielsweise die n-dotierte Halbleiterschicht 109 respektive p-dotierte Halbleiterschicht 107.

So kann beispielsweise gemäß Figur 16 die freiliegenden Flächen in der Ausnehmung 403 mit einem n-Dotanden, beispielsweise Silizium, dotiert werden, indem das entsprechende Material in die einzelnen Schichten eingebracht wird, beispielsweise mittels Sputtern.

Auf diesen dotierten Bereichen 117 und auf die p-dotierte Halbleiterschicht 107 wird anschließend eine Passivierungsschicht 1701 aufgebracht, beispielsweise aufgewachsen. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass diese Passivierungsschicht 117 gemäß Figur 17 aufgrund des Aufwachsens oder Einbringens oder Aufbringens der Passivierungsschicht 117 auch einen Boden des Vias 403 bedeckt, wobei die Passivierungsschicht 117 dann entfernt wird, nachdem die seitlichen Wände der Ausnehmung 403 mittels der Passivierungsschicht bedeckt sind, wie es auch die Figur 17 zeigt.

Es wird dann als nächste Schicht auf die Schichtenfolge gemäß Figur 17 eine n-Kontaktierungsschicht 1801 aufgebracht, ins-

besondere aufgewachsen, die insbesondere die n-dotierte Halbleiterschicht 109 elektrisch kontaktiert. Dies ist in Figur 18 gezeigt.

- 5 Figur 19 zeigt ein anderes optoelektronisches Bauelement 1901.

Gezeigt ist das optoelektronische Bauelement 1901 in einer Draufsicht. Zu erkennen sind die mehreren Vias 403, sowie eine umlaufende Mesa-Kante 405, die hier nicht gezeigte dotierte Bereiche mit einer erhöhten Dotierungskonzentration aufweist, sodass großflächig eine verringerte Rückwärtsspannung bewirkt ist.

- 15 Die Figuren 20 bis 22 zeigen ein weiteres optoelektronisches Bauelement 2001 zu verschiedenen Zeitpunkten einer Herstellung.

Der Übersicht halber ist kein Träger 103 für die Halbleiterschichtenfolge 105 eingezeichnet. Es ist ein n-dotierter Bereich 117 gebildet, der von der n-dotierten Halbleiterschicht 109 umfasst ist und durch den p-n-Übergang 111 bis in die p-dotierte Halbleiterschicht 107 verläuft. Bei einem Rückwärtsdurchbruch wird ein Strom fließen. Dieser Stromfluss ist mit einem Pfeil mit dem Bezugszeichen 2003 gekennzeichnet. Mit dem Bezugszeichen 2002 ist ein schraffierter Bereich gekennzeichnet, in welchen die p-dotierte Halbleiterschicht 107 und der n-dotierte Bereich 117 mit der erhöhten n-Dotierung überlappen. Hier kann es in diesem Bereich 2002 passieren, dass eine p-Leitfähigkeit durch die hohe n-Dotierung verringert wird. Eventuell kann es passieren, dass in diesem Bereich die p-Dotierung durch das n-Dotieren zerstört wird. Auch hier kann vorzugsweise optional eine Spiegelschicht 1303 vorgesehen sein. Optional bedeutet insbesondere, dass auf die Spiegelschicht 1303 auch verzichtet werden kann.

Um dies zu vermeiden, kann beispielsweise gemäß Figur 21 vorgesehen sein, dass vor dem Einbringen des entsprechenden n-Dotanden, also vor dem Bilden des Bereichs 117, eine Schutzschicht 2101 auf die freiliegende entsprechende Oberfläche der p-dotierten Halbleiterschicht 107 aufgebracht wird. Insbesondere kann diese Schutzschicht 2101 auch auf eine entsprechende freiliegende Oberfläche der aktiven Zone 113 des p-n-Übergangs 111 aufgebracht werden. Dies bewirkt in vorteilhafter Weise, dass bei einem anschließenden Dotierungsschritt mit einem n-Dotanden hier kein Eindringen von n-Dotanden in die aktive Zone 113 und in die p-dotierte Halbleiterschicht 107 auftritt.

Gemäß Figur 22 kann alternativ oder zusätzlich zu der Schutzschicht 2101 vorgesehen sein, dass Bereiche der p-dotierten Halbleiterschicht 107 und/oder der aktiven Zone 113 entfernt werden, sodass die entsprechenden Kanten der p-dotierten Halbleiterschicht 107 und der aktiven Zone 113 nicht mehr bündig mit der n-dotierten Halbleiterschicht 109 verlaufen. Das heißt also insbesondere, dass bei einem Dotierungsschritt lediglich die freiliegende Oberfläche der n-dotierten Halbleiterschicht 109 dotiert wird, nicht jedoch die p-dotierte Halbleiterschicht 107 und die aktive Zone 103. Die entfernten Bereiche sind mit einem Pfeil mit dem Bezugszeichen 2201 schematisch gekennzeichnet.

Figur 23 zeigt ein weiteres optoelektronisches Bauelement 2301, das im Wesentlichen analog zu dem Bauelement 2001 aufgebaut sein kann. Auf die entsprechenden Ausführungen kann verwiesen werden.

Als zusätzliche Besonderheit weist das Bauelement 2301 eine Passivierungsschicht 2303 auf, die auf der n-dotierten Halbleiterschicht 107 aufgebracht ist. Die Passivierungsschicht 2303 erstreckt sich über eine horizontale Oberfläche 2304 der n-dotierten Halbleiterschicht 107 weiter über eine Kante 2305 der n-dotierten Halbleiterschicht 107 in Richtung Träger 103

bis zu dem dotierten Bereich 117 und bedeckt somit insbesondere auch eine senkrechte Außenfläche 2307 der n-dotierten Halbleiterschicht 107, die an der Kante 2305 anstößt oder angrenzt, und eine weitere senkrechte Außenfläche 2309 des p-n-Übergangs 111, die sich an die Außenfläche 2305 anschließt.

Zusammenfassend umfasst die Erfindung also insbesondere den Gedanken, zumindest eine der beiden p-dotierten und n-dotierten Halbleiterschichten, insbesondere beide, mit einer modularen Dotierung zu versehen, insofern ein oder mehrere Bereiche mit einer höheren n- respektive p-Dotierung versehen werden im Vergleich zu einer Umgebung des Bereichs. Dadurch wird in vorteilhafter Weise bewirkt, dass diese Bereiche eine geringere Durchbruchsspannung aufweisen, sodass hierüber bevorzugt elektrische Ladungen bei einer elektrostatischen Aufladung des optoelektronischen Bauelements abfließen können. Dies bewirkt insbesondere in vorteilhafter Weise einen Schutz gegen elektrostatische Aufladungen bzw. gegen daraus eventuell resultierende Schäden.

Die Erfindung wurde anhand der bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben. Dennoch ist die Erfindung nicht auf die offenbarten Beispiele eingeschränkt. Vielmehr können hieraus andere Variationen vom Fachmann abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 102013103601.5, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bezugszeichenliste

	101	optoelektronisches Bauelement
5	103	Träger
	105	Halbleiterschichtenfolge
	107	p-dotierte Halbleiterschicht
	109	n-dotierte Halbleiterschicht
	111	p-n-Übergang
10	113	aktive Zone
	115	dotierter Bereich
	117	''
	119	''
	201	Aufbringen der Halbleiterschichtenfolge
15	203	p-n-Übergang wird gebildet
	205	ein Bereich wird mit einem Dotierstoff versehen
	301	optoelektronisches Bauelement
	303	Diode
	305	''
20	307	Kennlinie der Diode 305
	309	Kennlinie der Diode 303
	401	optoelektronisches Bauelement
	403	Via
	405	Mesa-Kante
25	501	Dotierstoff
	601	optoelektronisches Bauelement
	603	V-Pit
	605	Aufwuchsrichtung
	801	Zone mit verringerter Rückwärtsspannung
30	901	Dicke des dotierten Bereichs außerhalb des V-Pits
	903	Dicke des dotierten Bereichs innerhalb des V-Pits
	1001	optoelektronisches Bauelement
	1101	''
	1101 A	''
35	1101 B	''
	1201	Mesa-Graben
	1301	Übergangsbereiche

	1303	Spiegelschicht
	1305A, 1305B	optoelektronische Bauelemente
	1401	optoelektronisches Bauelement
	1701	Passivierungsschicht
5	1801	n-Kontaktschicht
	1901	optoelektronisches Bauelement
	2001	''
	2002	überlappender Bereich der n- und p-Dotierung in p-dotierter Halbleiterschicht
10	2003	Stromfluss bei Rückwärtsdurchbruch
	2101	Schutzschicht
	2201	entfernter Bereich
	2301	optoelektronisches Bauelement
	2303	Passivierungsschicht
15	2304	horizontale Oberfläche
	2305	Kante
	2307, 2309	vertikale Oberflächen

Ansprüche

1. Optoelektronisches Bauelement (101), umfassend:
einen Träger (103), auf welchem eine Halbleiterschichten-
folge (105) aufgebracht ist, die eine n-dotierte Halb-
5 leiterschicht (109) und eine p-dotierte Halbleiterschicht
(107) umfasst, so dass ein p-n-Übergang (111) gebildet
ist, der eine aktive Zone (113) zur Erzeugung von elekt-
romagnetischer Strahlung umfasst, wobei
10 zumindest eine der n-dotierten Halbleiterschicht (109)
und der p-dotierten Halbleiterschicht (107) einen dotier-
ten Bereich (117) mit einer ersten Dotierungskonzentration
umfasst, die größer ist als eine zweite Dotierungskon-
zentration in einer Umgebung des Bereichs (117) in der
15 den Bereich (117) umfassenden Halbleiterschicht.
2. Optoelektronisches Bauelement (101) nach dem vorherigen
Anspruch mit einer Vielzahl der dotierten Bereiche (117),
wobei
20 - die dotierten Bereiche (117) jeweils eine geringere
Durchbruchsspannung in einer Sperrrichtung für den p-n-
Übergang aufweisen, als die Durchbruchsspannung in der
Sperrrichtung in den Umgebungen der dotierten Bereiche
(117),
25 - die dotierten Bereiche (117) lateral beabstandet zuei-
nander angeordnet sind, und
- zwischen benachbarten dotierten Bereichen (117) jeweils
Bereiche mit der zweiten Dotierungskonzentration vorhan-
den sind.
30
3. Optoelektronisches Bauelement (101) nach einem der vorherigen
Ansprüche, wobei der Bereich (117) n-dotiert ist
und die zweite Dotierungskonzentration die Dotierungskon-
zentration der n-dotierten Halbleiterschicht ist.
35
4. Optoelektronisches Bauelement (101) nach einem der vorherigen
Ansprüche, wobei der Bereich p-dotiert ist und die

zweite Dotierungskonzentration die Dotierungskonzentration der p-dotierten Halbleiterschicht (107) ist.

5. Optoelektronisches Bauelement (101) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Bereich (117) bis zu dem p-n-Übergang (111) verlaufend und diesen kontaktierend gebildet ist.
6. Optoelektronisches Bauelement (101) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Bereich (117) durch den p-n-Übergang (111) verlaufend und die beiden dotierten Halbleiterschichten verbindend gebildet ist.
7. Optoelektronisches Bauelement (101) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Bereich (117) benachbart zu einem in der den Bereich umfassenden Halbleiterschicht gebildeten Defekt gebildet ist.
8. Optoelektronisches Bauelement (101) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Defekt ein V-Pit (603) oder eine Epi-Röhre ist.
9. Optoelektronisches Bauelement (101) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Bereich (117) benachbart zu einem in der den Bereich umfassenden Halbleiterschicht gebildetes Via (403) gebildet ist.
10. Optoelektronisches Bauelement (101) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Bereich (117) an einer von der Halbleiterschichtenfolge (105) abgewandten Außenfläche der den Bereich (117) umfassenden Halbleiterschicht gebildet ist.
11. Optoelektronisches Bauelement (101) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei mehrere Bereiche (115, 117, 119) gebildet sind, so dass die die Bereiche (115, 117, 119)

umfassende Halbleiterschicht eine modulierte Dotierung aufweist.

- 5 12. Optoelektronisches Bauelement (101) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Bereich (117) eine Fläche von mindestens 25 μm^2 aufweist.
- 10 13. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements (101), wobei auf einen Träger (103) eine Halbleiterschichtenfolge (105) aufgebracht wird, die eine n-dotierte und eine p-dotierte Halbleiterschicht (107) umfasst, so dass ein p-n-Übergang (111) gebildet wird, der eine aktive Zone (113) zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung umfasst, wobei ein Bereich der zumindest
- 15 einen der n-dotierten und der p-dotierten Halbleiterschicht (107) mit einem Dotierstoff (501) versehen wird, so dass der Bereich (117) mit einer ersten Dotierungskonzentration dotiert wird, die größer ist als eine zweite Dotierungskonzentration in einer Umgebung des Bereichs
- 20 (117) in der den Bereich (117) umfassenden Halbleiterschicht.
- 25 14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei in zumindest eine der dotierten Halbleiterschichten ein Defekt gebildet wird, der mit dem Dotierstoff (501) versehen wird, so dass der dotierte Bereich (117) benachbart zu dem Defekt gebildet wird.
- 30 15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei in zumindest eine der dotierten Halbleiterschichten ein Via (403) gebildet wird, in das der Dotierstoff (501) eingebracht wird, so dass der dotierte Bereich (117) benachbart zu dem Via (403) gebildet wird.
- 35 16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei vor dem Versehen des Bereichs mit dem Dotierstoff (501) zumindest eine frei liegende Fläche der Halbleiterschicht

tenfolge (105) mit einer Schutzschicht gegen eine Dotierung mit dem Dotierstoff (501) versehen wird.

FIG 1

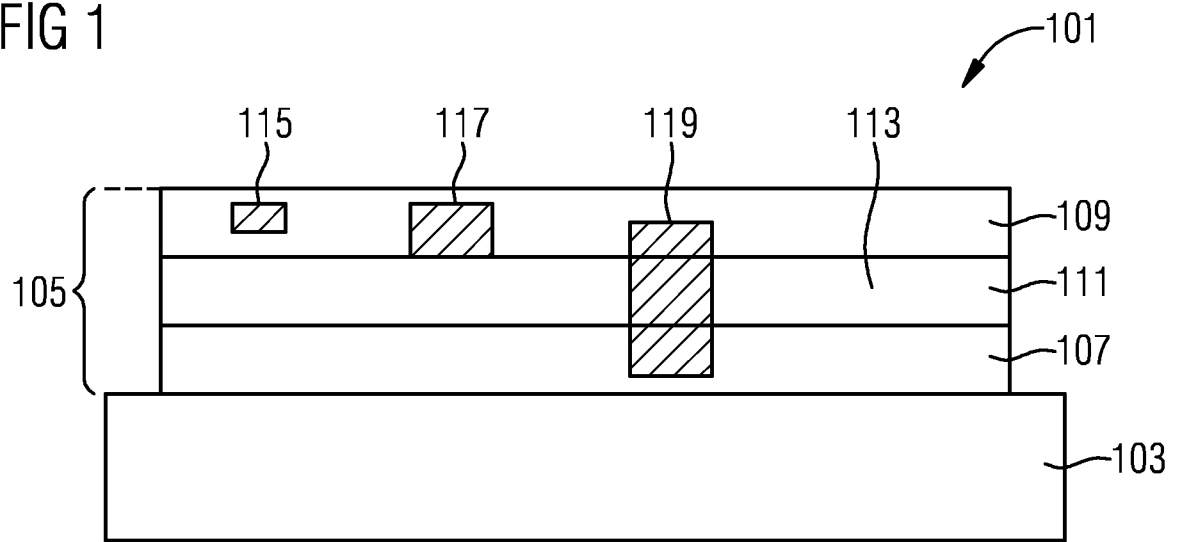


FIG 2

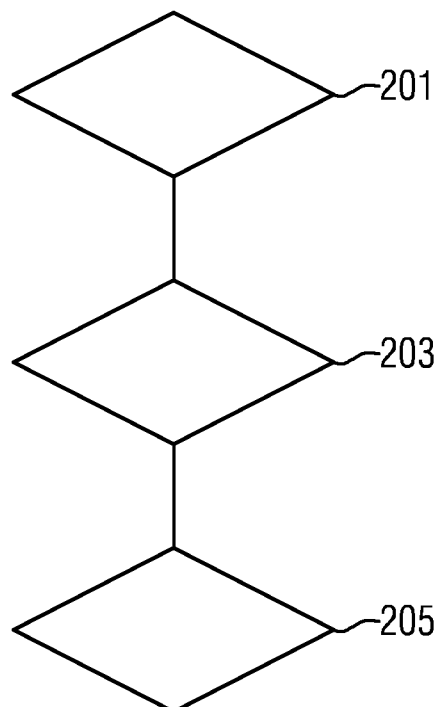


FIG 3

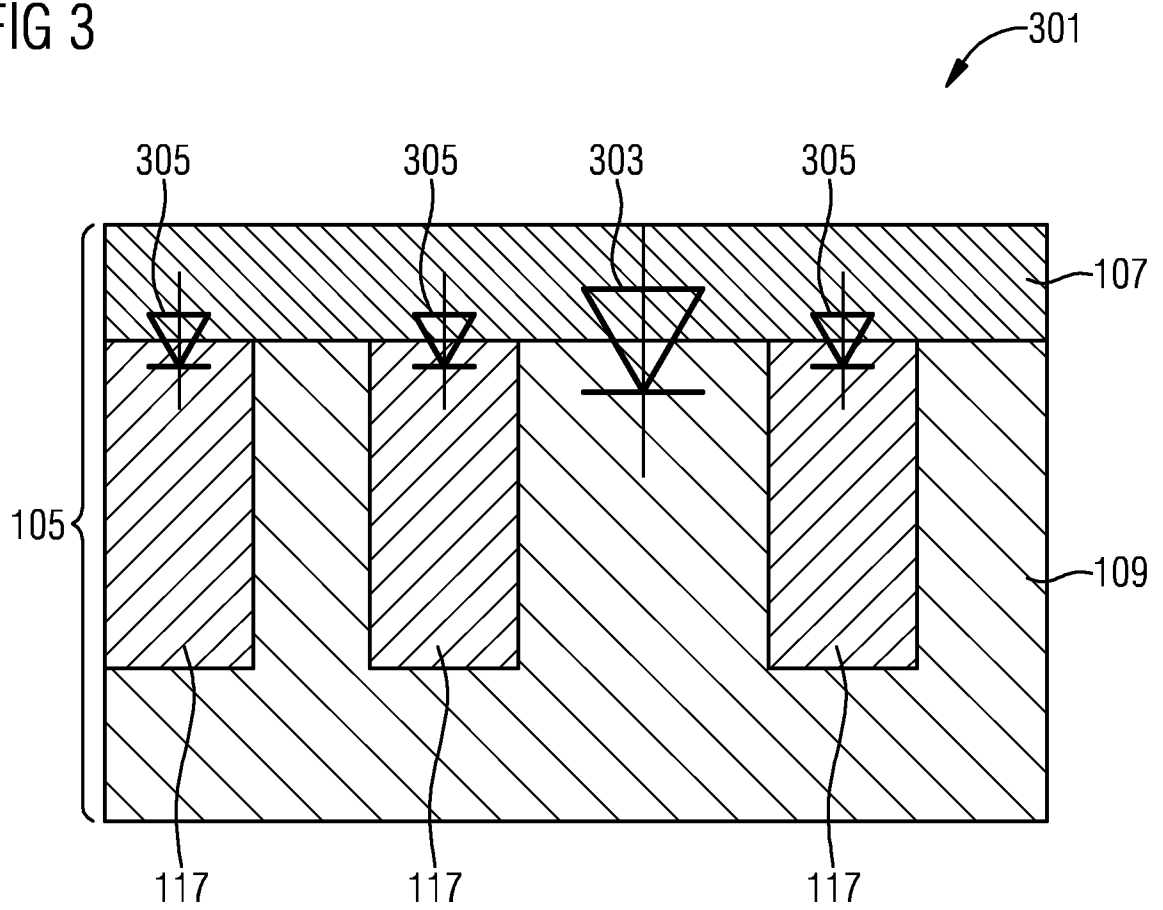
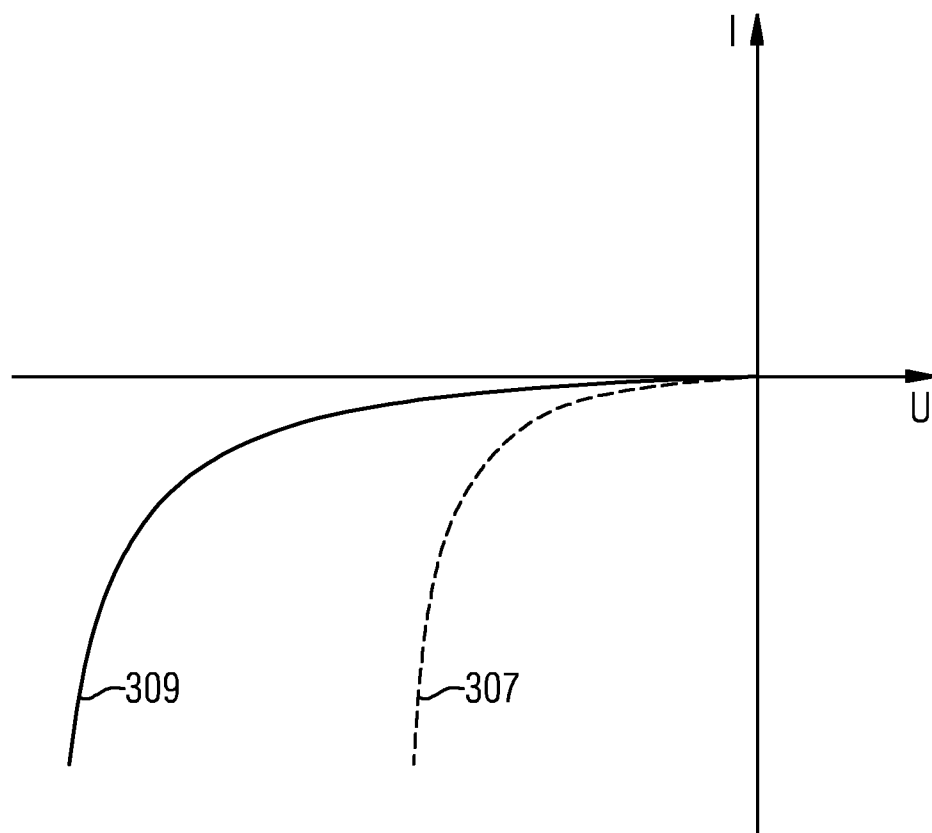


FIG 4

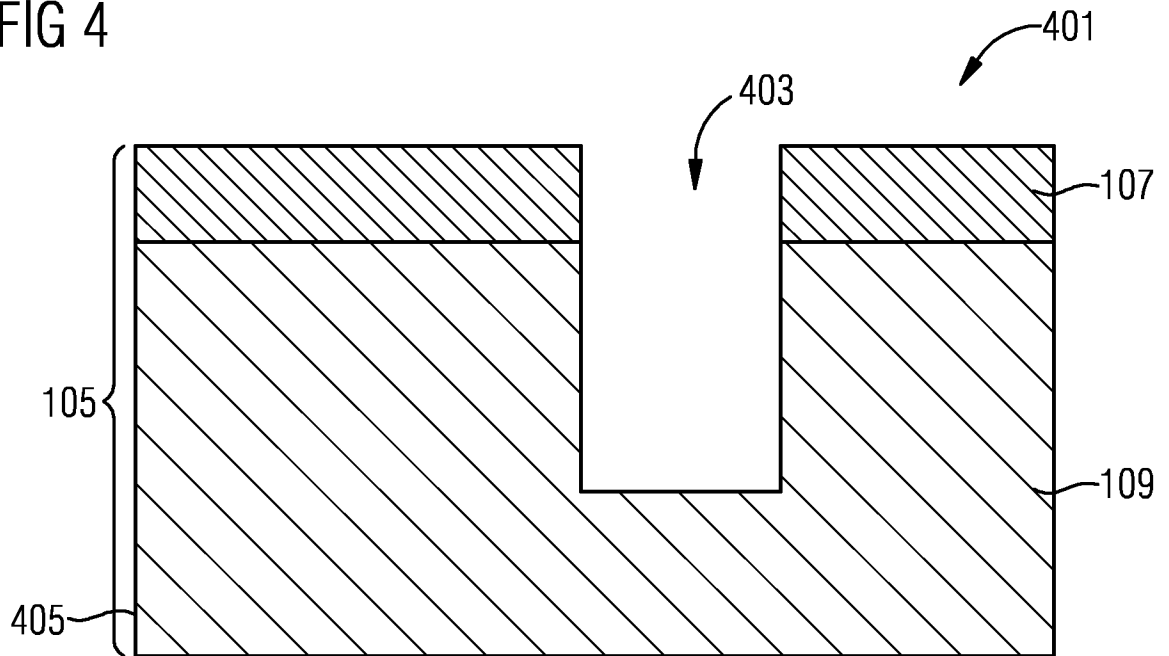


FIG 5

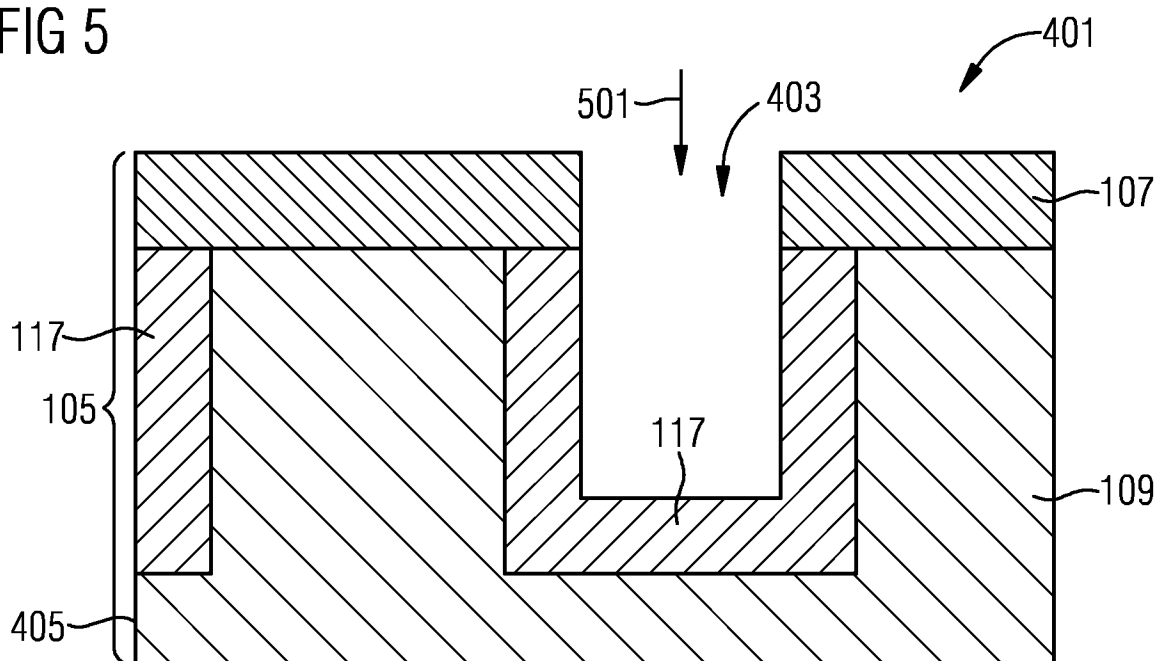


FIG 6

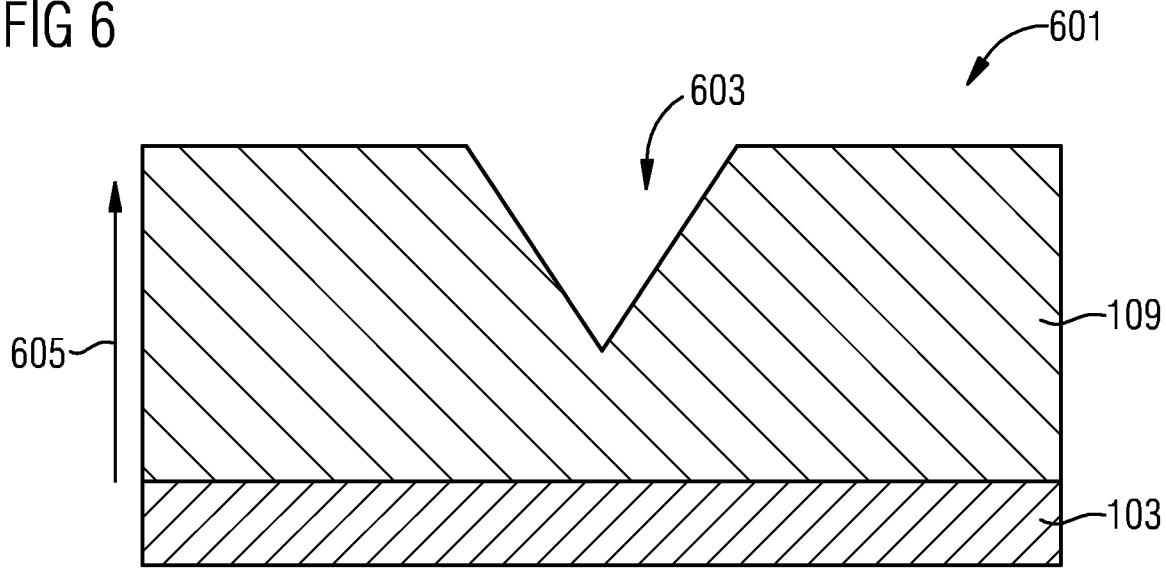
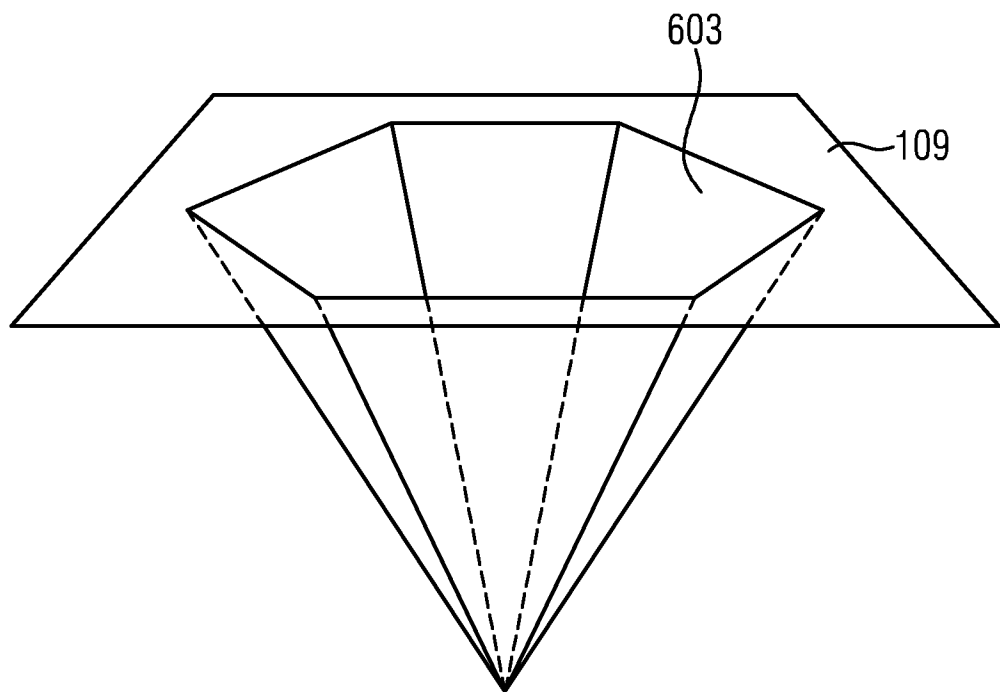


FIG 7

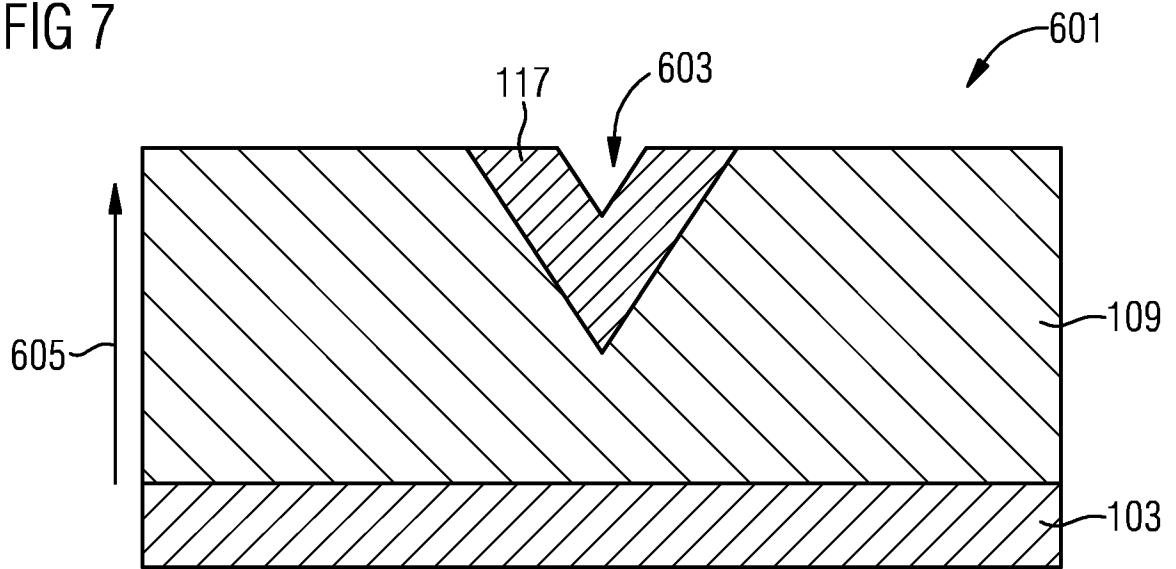


FIG 8

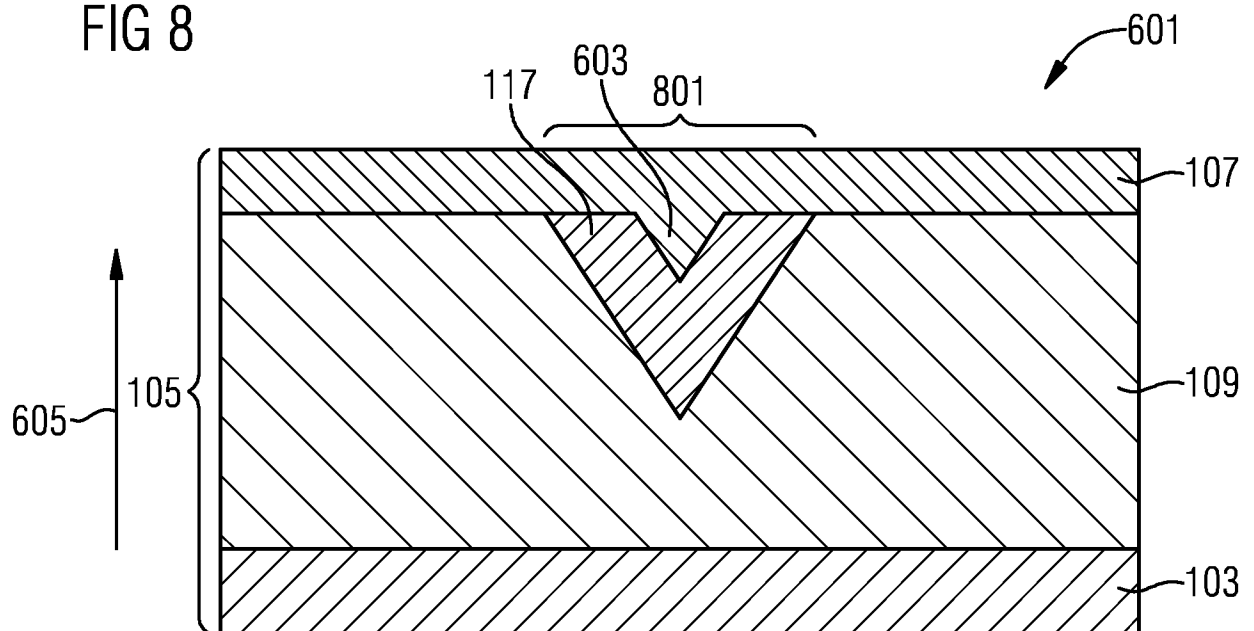


FIG 9

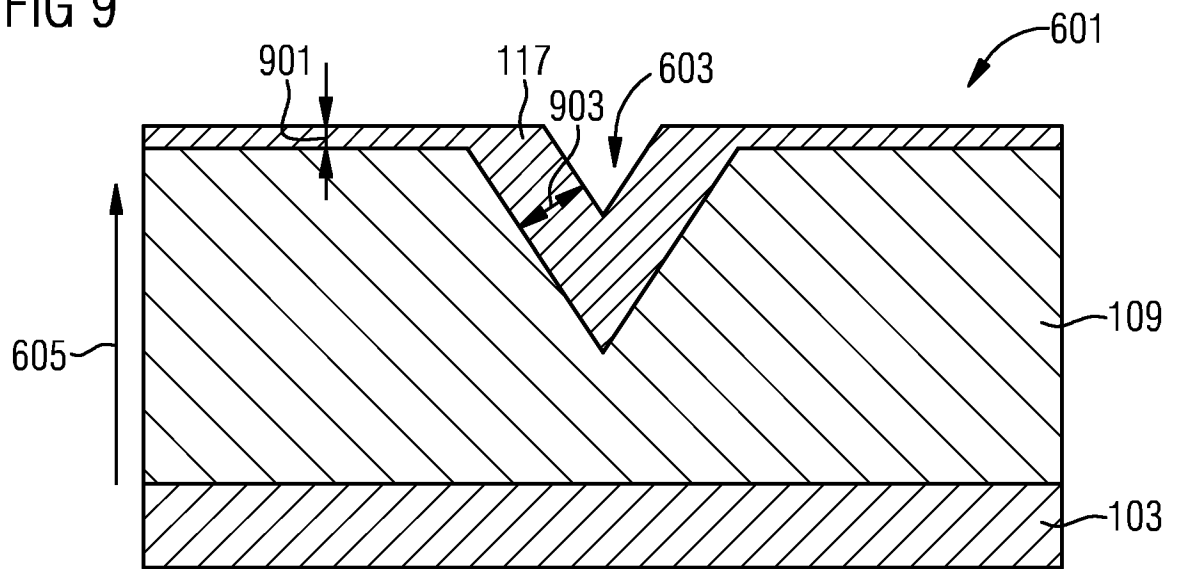


FIG 10

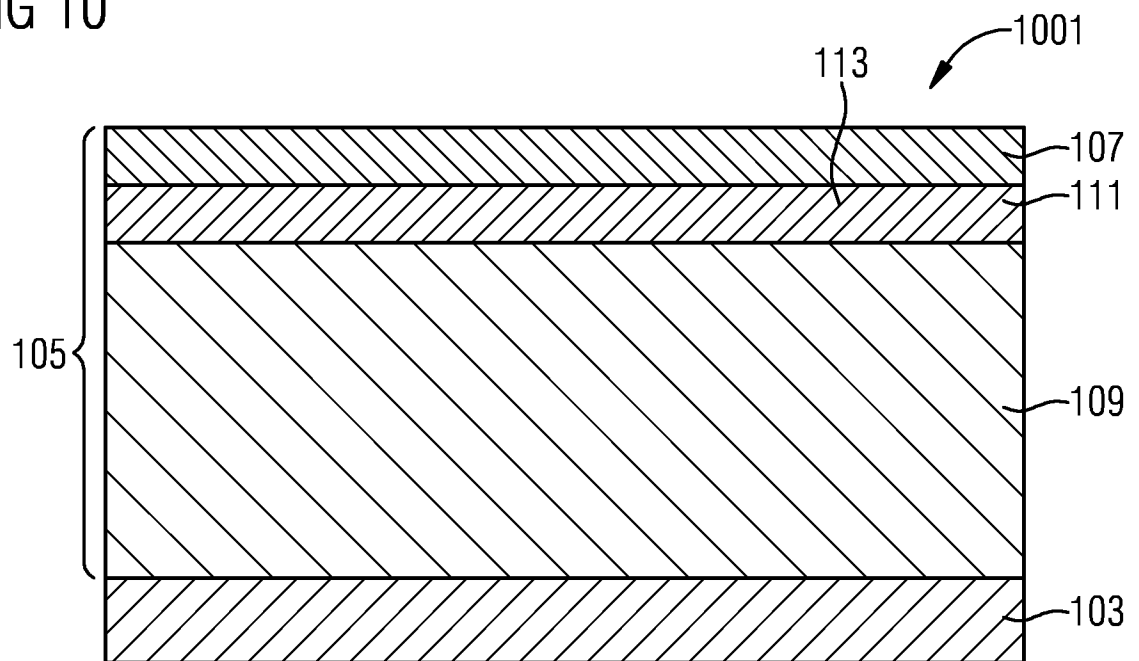


FIG 11

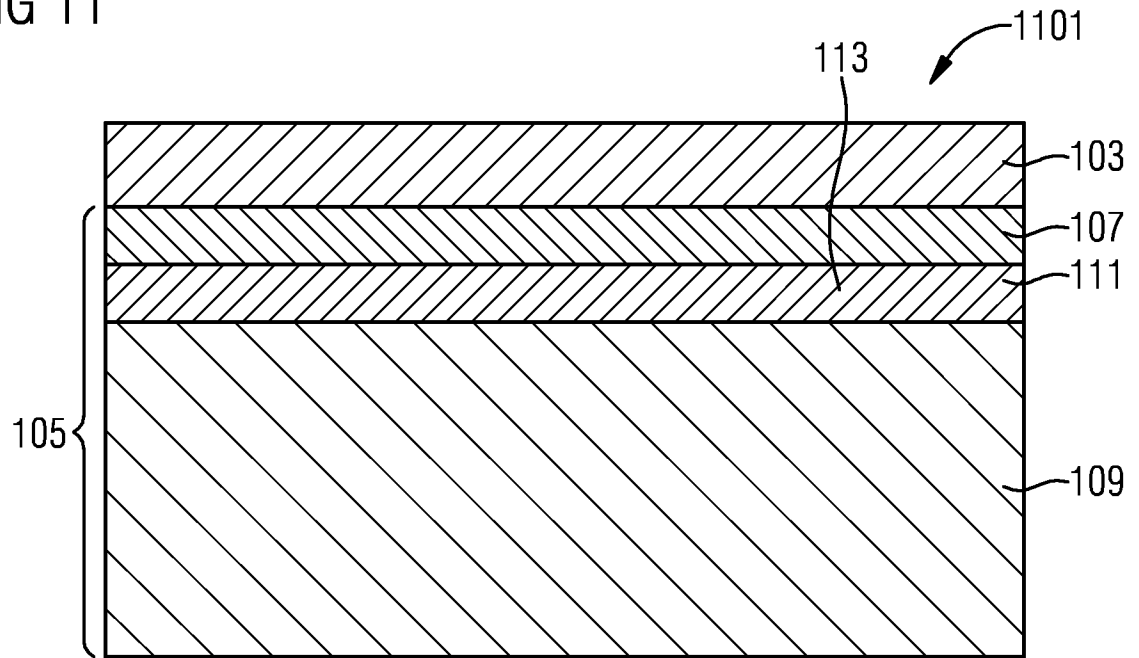


FIG 12

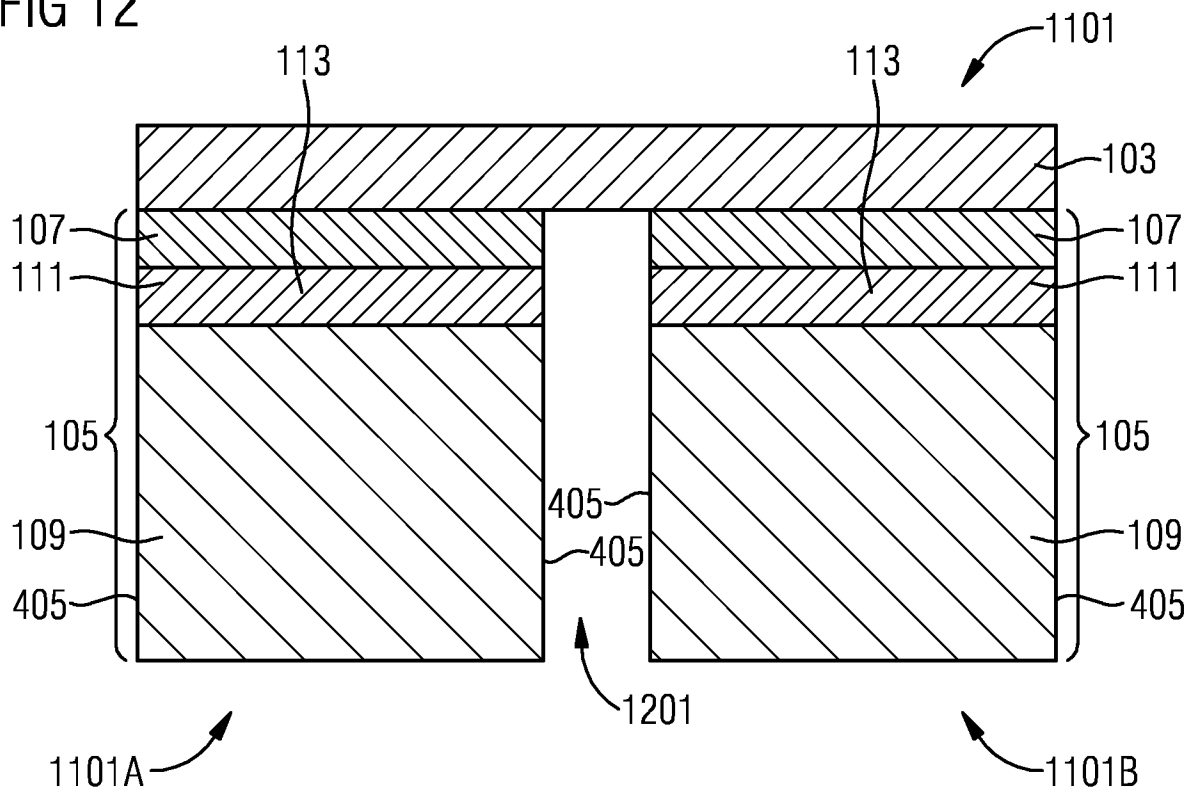


FIG 13

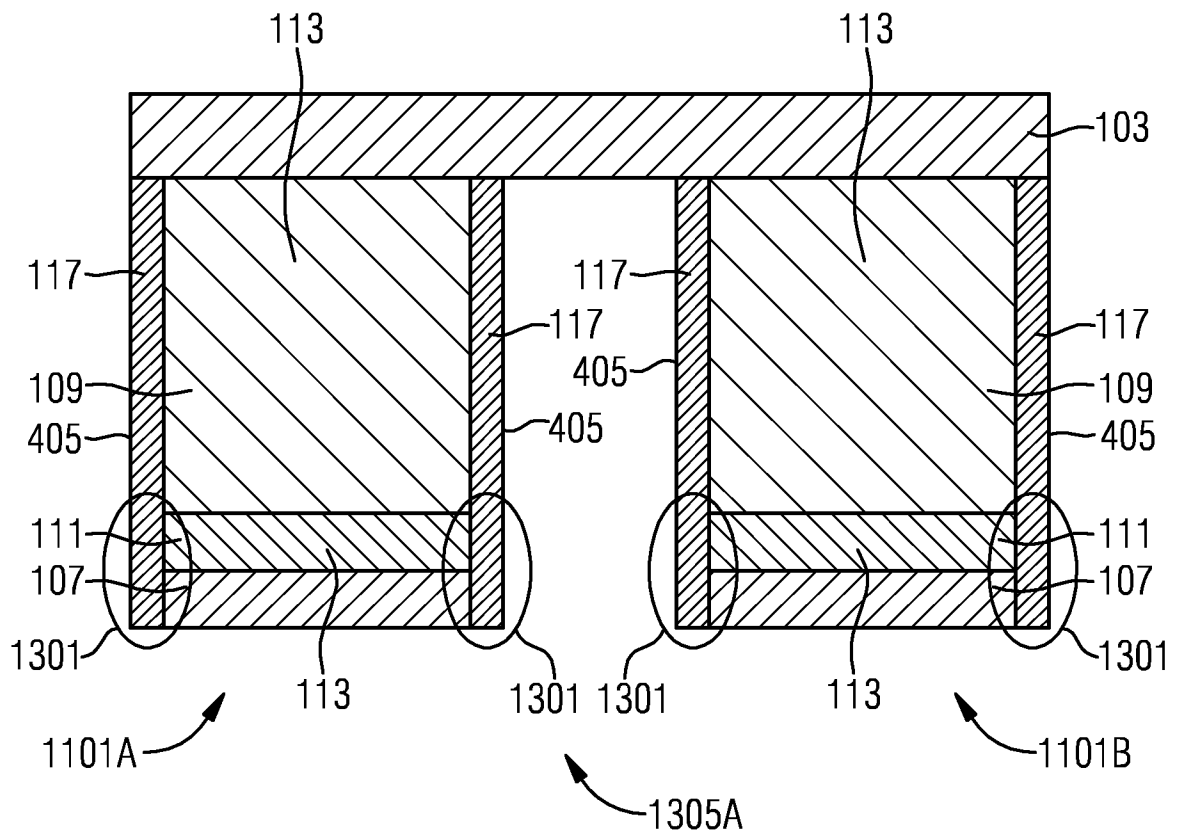
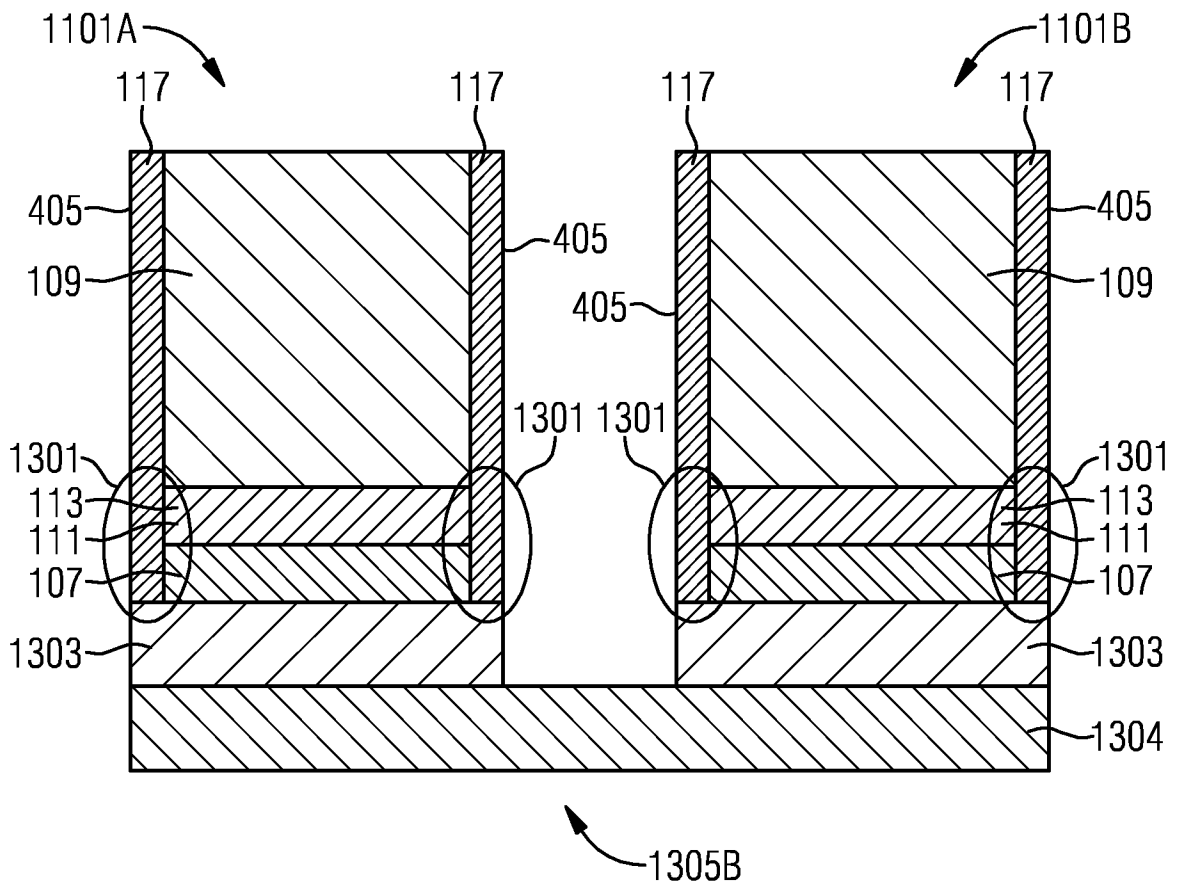


FIG 14

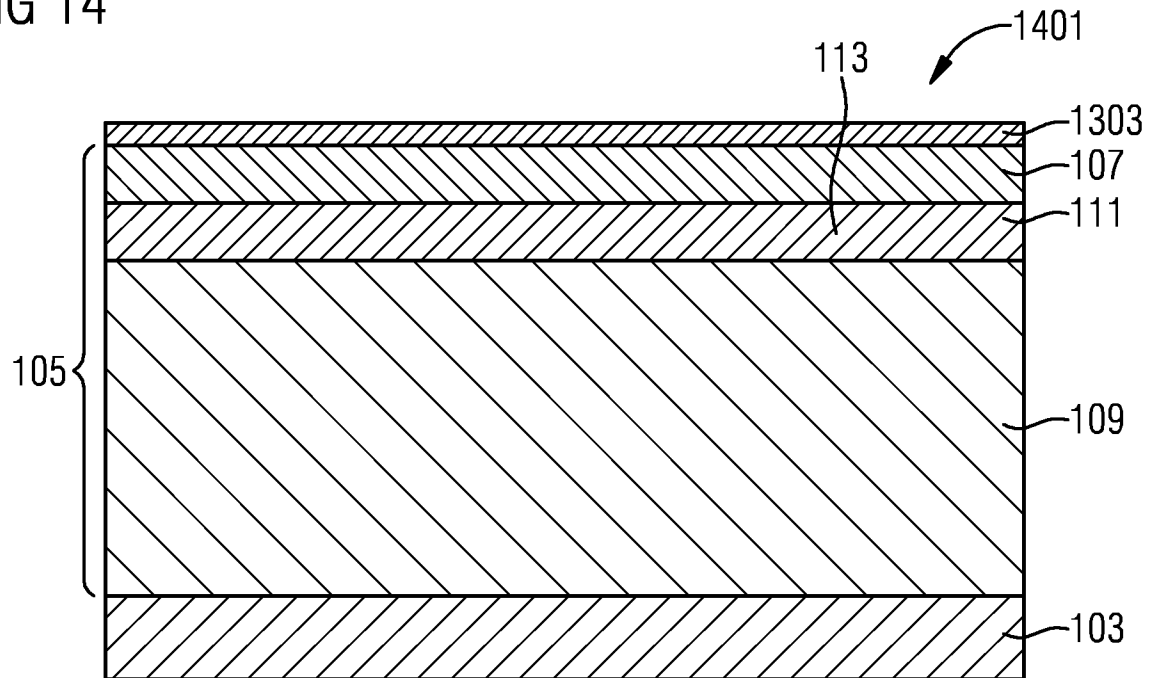


FIG 15

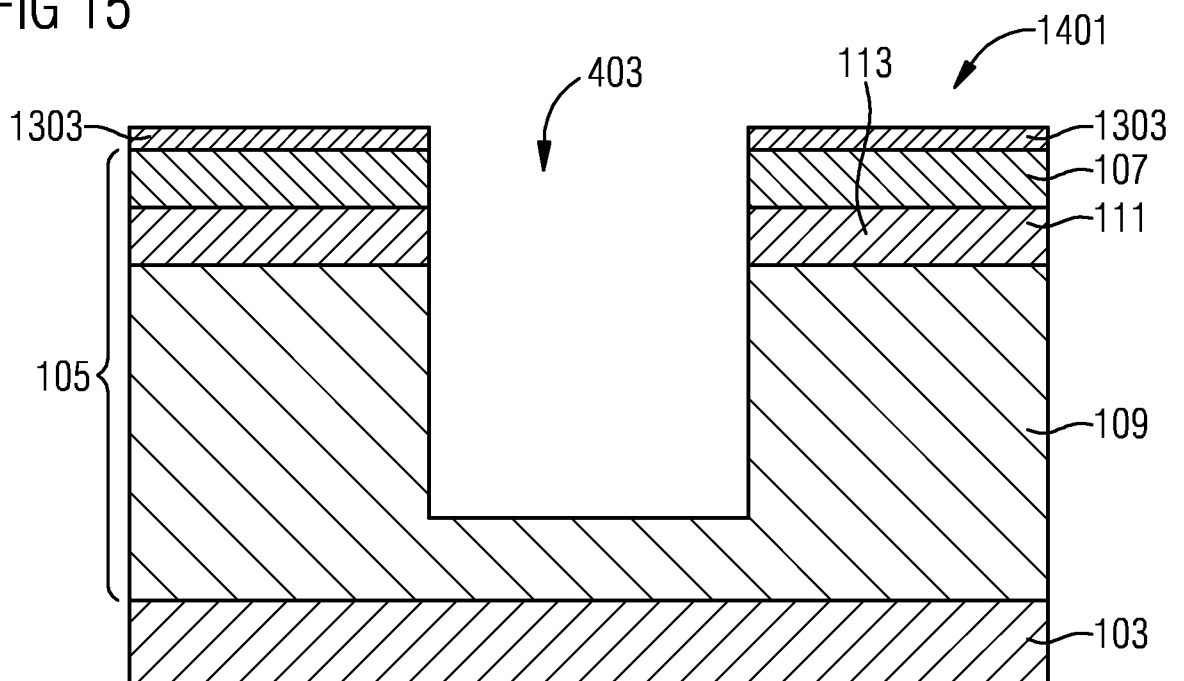


FIG 16

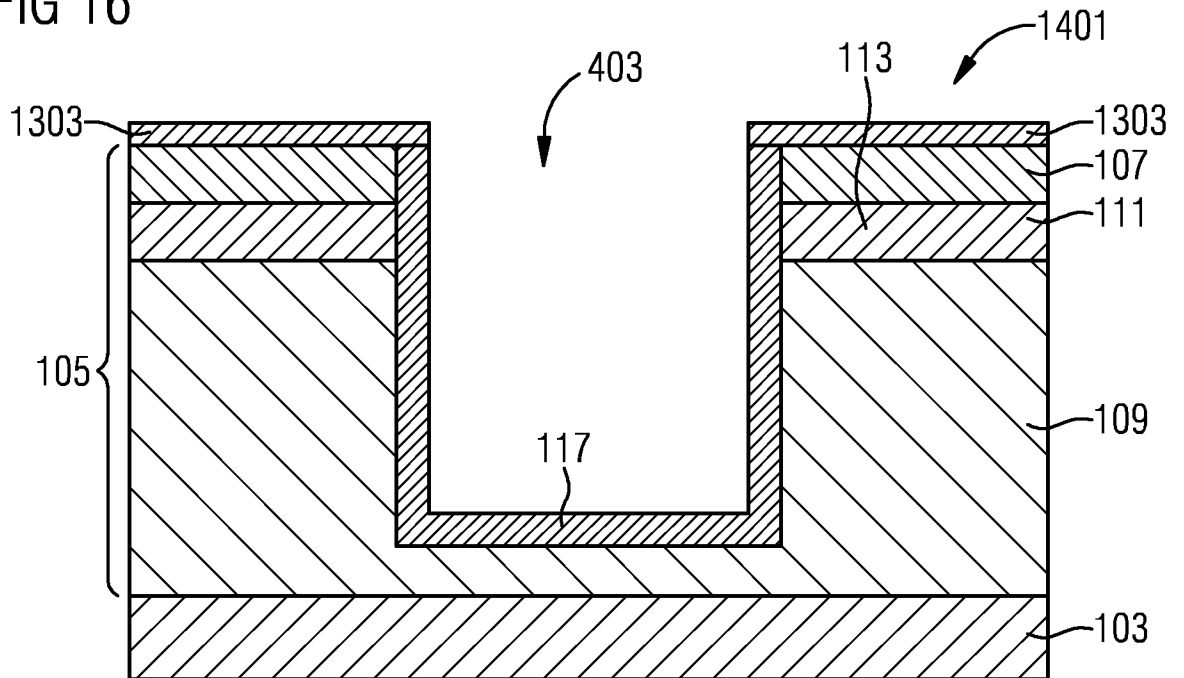


FIG 17

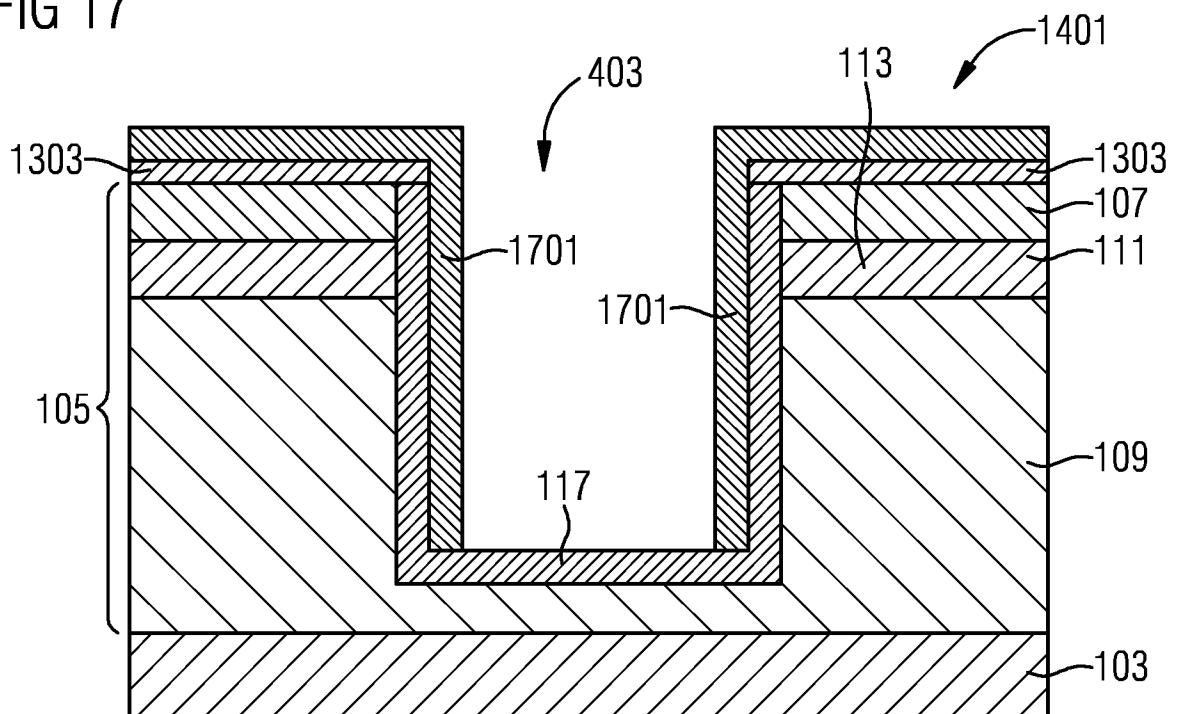


FIG 18

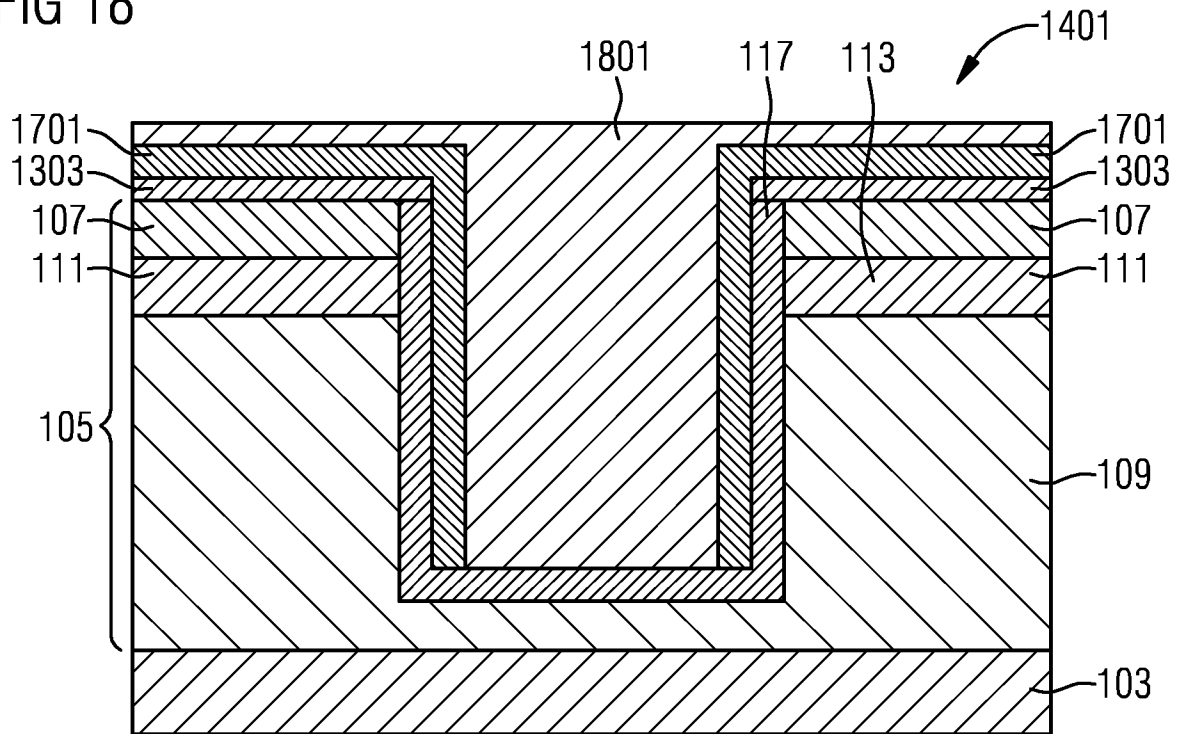


FIG 19

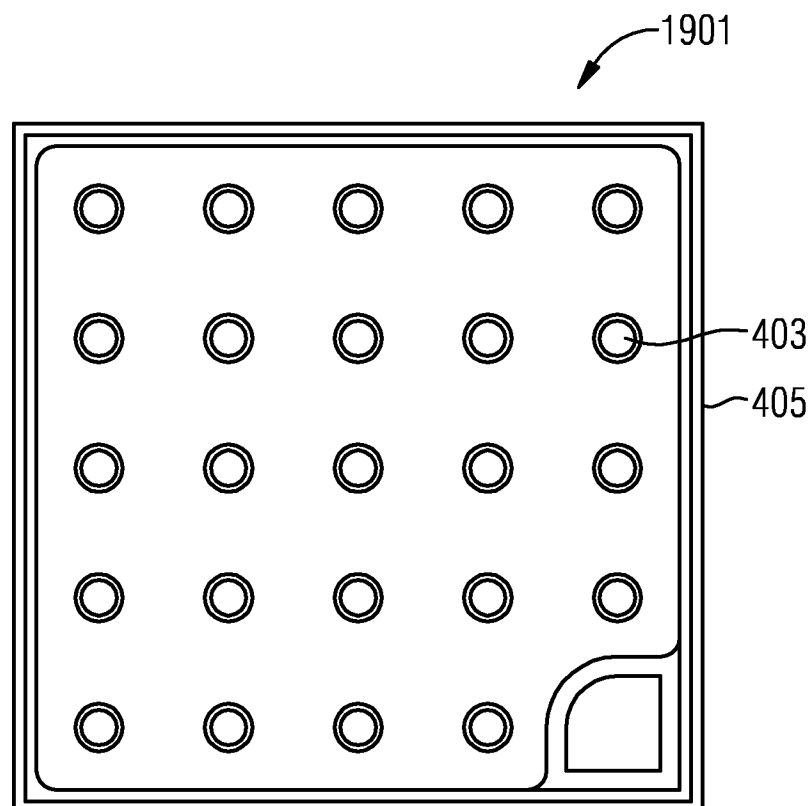


FIG 20

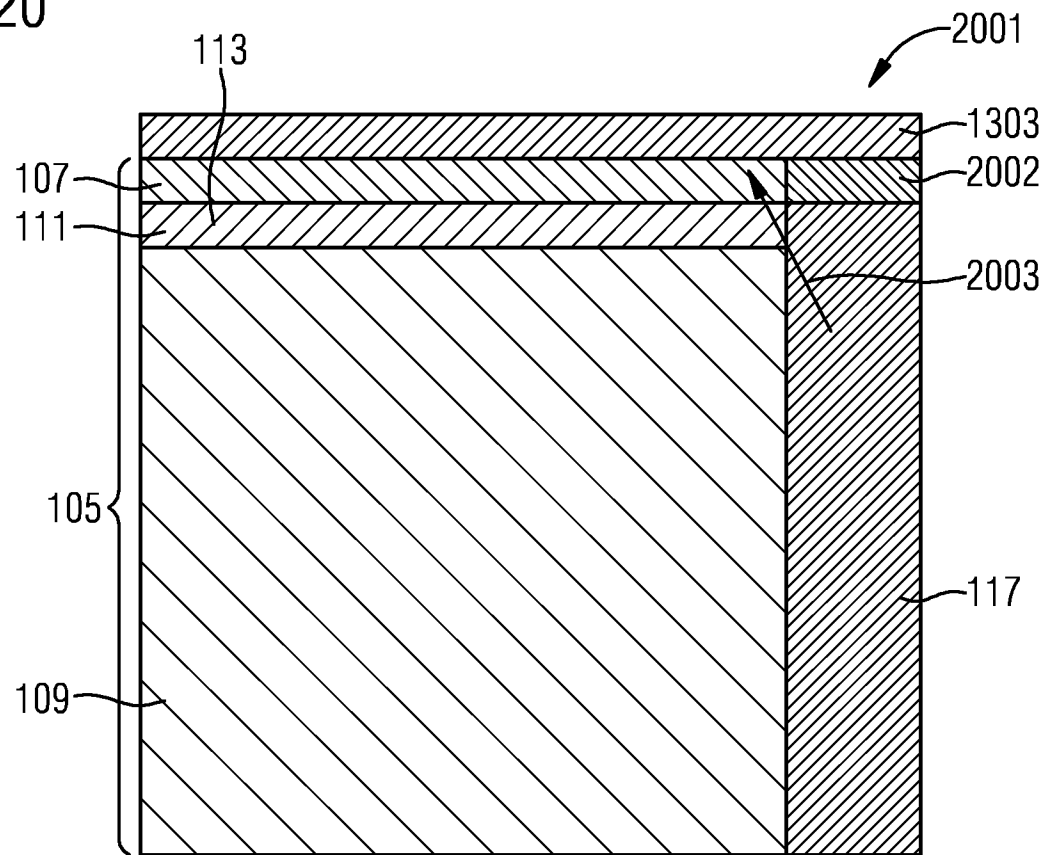


FIG 21

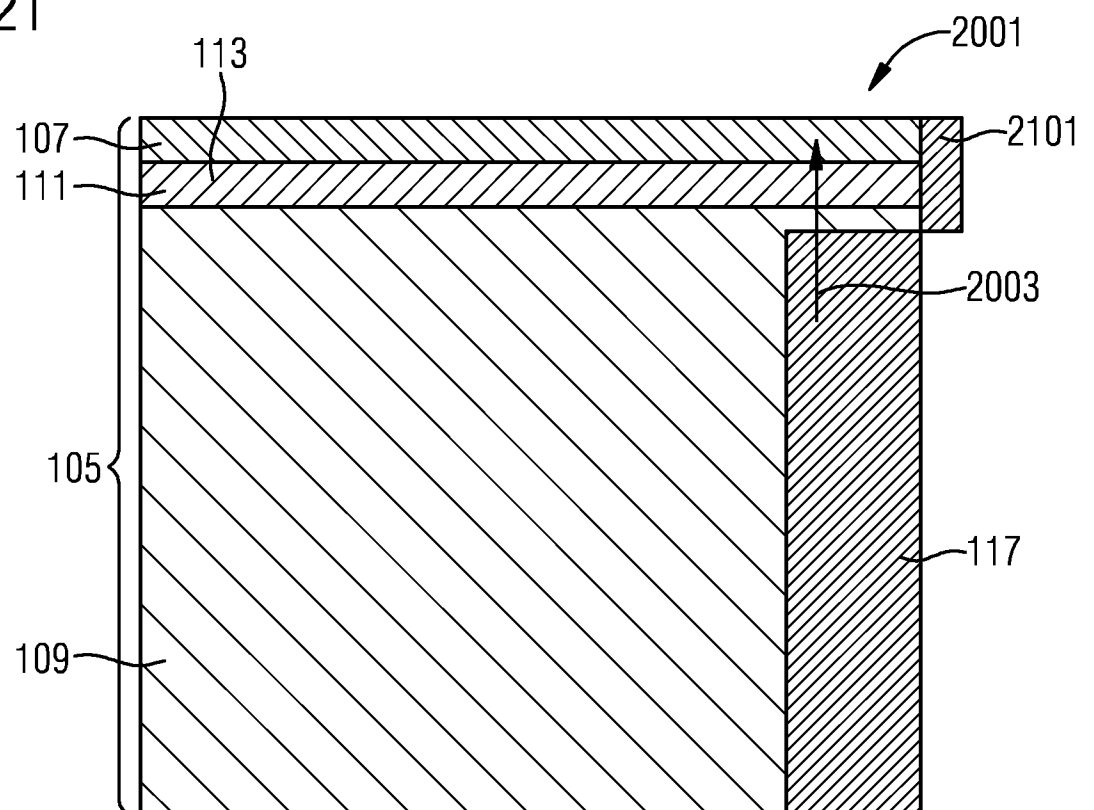


FIG 22

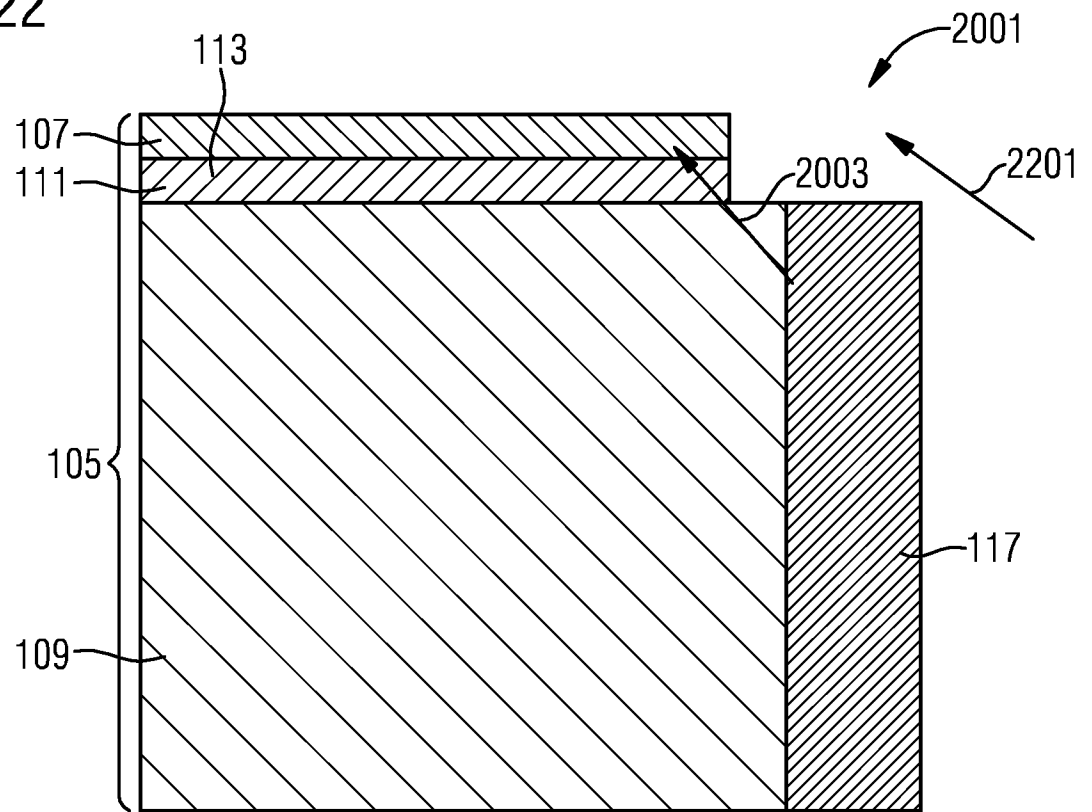
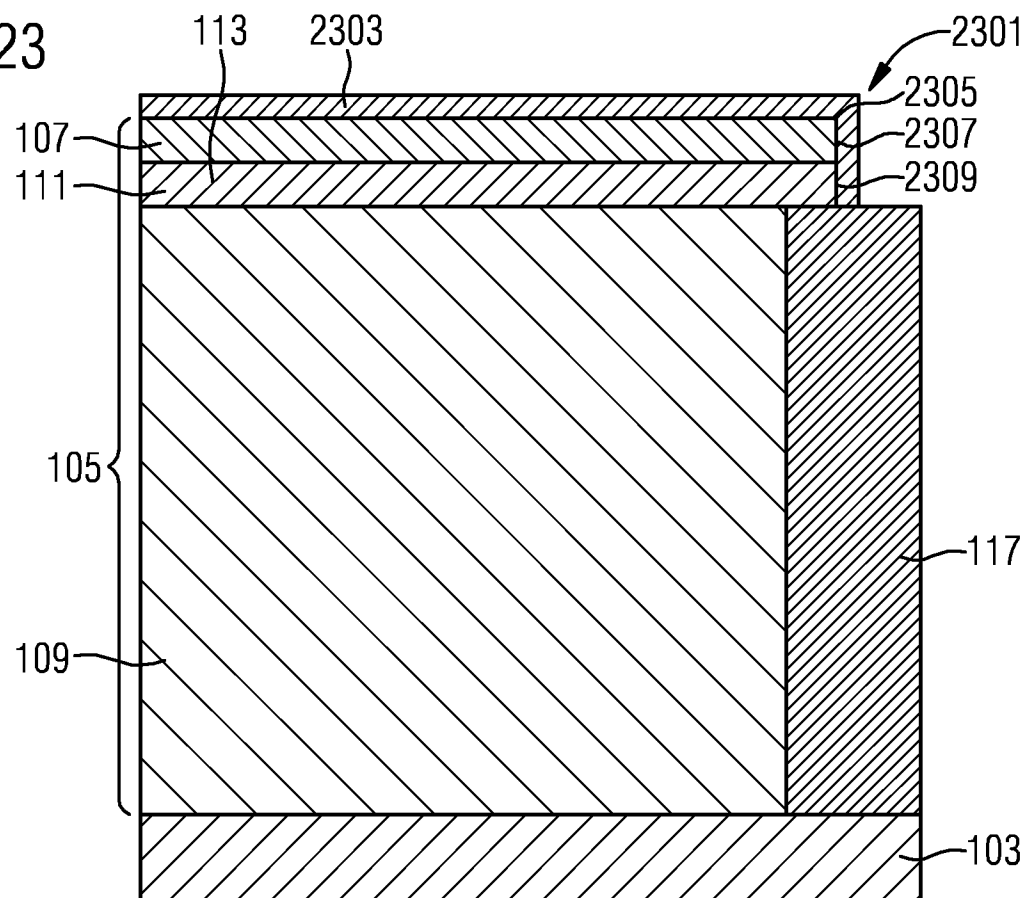


FIG 23



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/055857

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L27/15 H01L33/02 H01L33/14
 ADD. H01L33/00 H01L33/38

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 10 2011 100037 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 31 October 2012 (2012-10-31)	1-9, 11-16
A	paragraph [0002] - paragraph [0061]; figures 1-3	10
X	US 6 054 716 A (SONOBE MASAYUKI [JP] ET AL) 25 April 2000 (2000-04-25)	1,3,4, 13,16
A	column 21, line 59 - column 24, line 39; figures 23-26c	2,5-12, 14,15
X	JP 2012 064647 A (SHARP KK) 29 March 2012 (2012-03-29)	1,3,4,7, 9,12-16
A	paragraph [0030] - paragraph [0128]; figures 1a-27	2,5,6,8, 10,11
	----- -/-	



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

17 July 2014

Date of mailing of the international search report

24/07/2014

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

Albrecht, Claus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/055857

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/181828 A1 (SATO JUNJI [JP] ET AL) 17 August 2006 (2006-08-17)	1-6, 10-13,16
A	paragraph [0052] - paragraph [0166]; figures 1-29	7-9,14, 15
A	----- WO 2011/080219 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; BUTENDEICH RAINER [DE]; WALTER AL) 7 July 2011 (2011-07-07) page 1, line 8 - page 21, line 8; figures 1A-7C	1-16
A	----- EP 1 750 309 A2 (SAMSUNG ELECTRO MECH [KR]; RENSSELAER POLYTECH INST [US]) 7 February 2007 (2007-02-07) paragraph [0013] - paragraph [0029]; figures 1-8	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/055857

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011100037 A1	31-10-2012	CN 103503172 A	08-01-2014
		DE 102011100037 A1	31-10-2012
		DE 112012001920 A5	06-02-2014
		JP 2014512696 A	22-05-2014
		TW 201248912 A	01-12-2012
		US 2014183594 A1	03-07-2014
		WO 2012146668 A1	01-11-2012

US 6054716 A	25-04-2000	NONE	

JP 2012064647 A	29-03-2012	JP 5455852 B2	26-03-2014
		JP 2012064647 A	29-03-2012

US 2006181828 A1	17-08-2006	JP 4697397 B2	08-06-2011
		JP 2006228904 A	31-08-2006
		KR 20060091718 A	21-08-2006
		TW I289367 B	01-11-2007
		US 2006181828 A1	17-08-2006

WO 2011080219 A1	07-07-2011	CN 102687291 A	19-09-2012
		DE 102009060750 A1	07-07-2011
		EP 2519981 A1	07-11-2012
		JP 2013516750 A	13-05-2013
		KR 20120118027 A	25-10-2012
		TW 201133767 A	01-10-2011
		US 2012319126 A1	20-12-2012
		WO 2011080219 A1	07-07-2011

EP 1750309 A2	07-02-2007	EP 1750309 A2	07-02-2007
		JP 5052781 B2	17-10-2012
		JP 2007043046 A	15-02-2007
		US 2007030611 A1	08-02-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L27/15 H01L33/02 H01L33/14 ADD. H01L33/00 H01L33/38		
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 2011 100037 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 31. Oktober 2012 (2012-10-31)	1-9, 11-16
A	Absatz [0002] - Absatz [0061]; Abbildungen 1-3	10

X	US 6 054 716 A (SONOBE MASAYUKI [JP] ET AL) 25. April 2000 (2000-04-25)	1,3,4, 13,16
A	Spalte 21, Zeile 59 - Spalte 24, Zeile 39; Abbildungen 23-26c	2,5-12, 14,15

X	JP 2012 064647 A (SHARP KK) 29. März 2012 (2012-03-29)	1,3,4,7, 9,12-16
A	Absatz [0030] - Absatz [0128]; Abbildungen 1a-27	2,5,6,8, 10,11

	-/-	
☒ 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
17. Juli 2014		24/07/2014
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 Albrecht, Claus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/181828 A1 (SATO JUNJI [JP] ET AL) 17. August 2006 (2006-08-17)	1-6, 10-13,16
A	Absatz [0052] - Absatz [0166]; Abbildungen 1-29	7-9,14, 15
A	----- WO 2011/080219 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; BUTENDEICH RAINER [DE]; WALTER AL) 7. Juli 2011 (2011-07-07) Seite 1, Zeile 8 - Seite 21, Zeile 8; Abbildungen 1A-7C	1-16
A	----- EP 1 750 309 A2 (SAMSUNG ELECTRO MECH [KR]; RENSSELAER POLYTECH INST [US]) 7. Februar 2007 (2007-02-07) Absatz [0013] - Absatz [0029]; Abbildungen 1-8	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/055857

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011100037 A1	31-10-2012	CN 103503172 A	08-01-2014
		DE 102011100037 A1	31-10-2012
		DE 112012001920 A5	06-02-2014
		JP 2014512696 A	22-05-2014
		TW 201248912 A	01-12-2012
		US 2014183594 A1	03-07-2014
		WO 2012146668 A1	01-11-2012

US 6054716 A	25-04-2000	KEINE	

JP 2012064647 A	29-03-2012	JP 5455852 B2	26-03-2014
		JP 2012064647 A	29-03-2012

US 2006181828 A1	17-08-2006	JP 4697397 B2	08-06-2011
		JP 2006228904 A	31-08-2006
		KR 20060091718 A	21-08-2006
		TW I289367 B	01-11-2007
		US 2006181828 A1	17-08-2006

WO 2011080219 A1	07-07-2011	CN 102687291 A	19-09-2012
		DE 102009060750 A1	07-07-2011
		EP 2519981 A1	07-11-2012
		JP 2013516750 A	13-05-2013
		KR 20120118027 A	25-10-2012
		TW 201133767 A	01-10-2011
		US 2012319126 A1	20-12-2012
		WO 2011080219 A1	07-07-2011

EP 1750309 A2	07-02-2007	EP 1750309 A2	07-02-2007
		JP 5052781 B2	17-10-2012
		JP 2007043046 A	15-02-2007
		US 2007030611 A1	08-02-2007
