

(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. August 2012 (16.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/107261 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/38 (2010.01) *H01L 33/32* (2010.01)
H01L 33/22 (2010.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/050713
- (22) Internationales Anmeldedatum:
18. Januar 2012 (18.01.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 003 684.9
7. Februar 2011 (07.02.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH** [DE/DE]; Leibnizstraße 4, 93055 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **EIBL, Johann** [DE/DE]; Am Wirtswieher 1, 93192 Wald (DE). **ENGL, Karl** [DE/DE]; Rehfeld 25 A, 93080 Niedergerbraching (DE). **LAMFALUSI, Tamas** [HU/DE]; Vilsstraße 6, 93059 Regensburg (DE). **MAUTE, Markus** [DE/DE]; Köferinger Weg 15, 93087 Alteglofsheim (DE).
- (74) Anwalt: **PAUL, Benjamin**; Osram GmbH, Postfach 22 16 34, 80506 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR CHIP AND METHOD FOR PRODUCING AN OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR CHIP

(54) Bezeichnung : OPTOELEKTRONISCHER HALBLEITERCHIP UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERCHIP

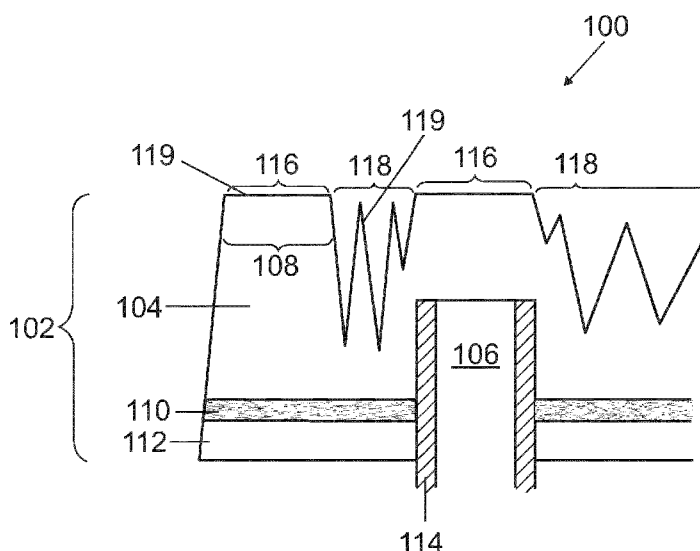


FIG 2d

(57) Abstract: An optoelectronic semiconductor chip (100) having an epitaxial layer sequence (102) comprises a doped epitaxial layer (104) having a first region (116) and a second region (118) and a protected structure (108, 106). The first region (116) of the doped epitaxial layer (104) completely covers the protected structure (108, 106). The outer surface (119) of the doped epitaxial layer (104) has a first roughness in the first region (116) and a second roughness in the second region (118).

(57) Zusammenfassung: Ein optoelektronischer Halbleiterchip (100) mit einer Epitaxieschichtenfolge (102) umfasst eine dotierte Epitaxieschicht (104) mit einem ersten Bereich (116) und einem zweiten Bereich (118) und eine geschützte Struktur (108, 106). Der erste Bereich (116) der dotierten Epitaxieschicht (104) überdeckt die geschützte Struktur (108, 106) vollständig. Die äußere Oberfläche (119) der dotierten Epitaxieschicht (104) weist im ersten Bereich (116) eine erste Rauheit und im zweiten Bereich (118) eine zweite Rauheit auf.

WO 2012/107261 A1



GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

OPTOELEKTRONISCHER HALBLEITERCHIP UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERCHIP

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft einen optoelektronischen Halbleiterchip und ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips.

- Optoelektronische Halbleiterchips können
- 5 elektromagnetische Strahlung emittieren.
- Optoelektronische Halbleiterchips weisen eine Epitaxieschichtenfolge auf. Die Epitaxieschichtenfolge kann eine dotierte Epitaxieschicht aufweisen. Die elektromagnetische Strahlung kann über eine äußere
- 10 Oberfläche der dotierten Epitaxieschicht aus dem optoelektronischen Halbleiterchip ausgekoppelt werden. Die äußere Oberfläche der dotierten Epitaxieschicht kann aufgeraut sein. Die aufgeraute Oberfläche kann eine Pyramidenstruktur aufweisen. Die Pyramidenstruktur ist
- 15 notwendig bzw. vorteilhaft, um die Auskoppelleffizienz für elektromagnetische Strahlung aus dem optoelektronischen Halbleiterchip zu erhöhen. Die dotierte Epitaxieschicht der Epitaxieschichtenfolge kann durch sogenannte Kontaktdurchbrüche elektrisch kontaktiert werden. Für die
- 20 elektrische Leitfähigkeit weisen die Kontaktdurchbrüche beispielsweise Silber auf. Die Kontaktdurchbrüche durchqueren zumindest teilweise die Epitaxieschichtenfolge von der dotierten Epitaxieschicht abgewandten Seite der Epitaxieschichtenfolge. Durch das
- 25 notwendige Aufräumen der äußeren Oberfläche der dotierten

- 2 -

- Epitaxieschicht wird die dotierte Epitaxieschicht gedünnt. Über den Kontaktdurchbrüchen kann die dotierte Epitaxieschicht so stark abgedünnt sein, dass die Kontaktdurchbrüche zumindest teilweise freiliegen. Damit
- 5 liegt auch das Silber frei. Durch freiliegende Kontaktdurchbrüche wird der optoelektronische Halbleiterchip unbrauchbar. Das freiliegende Silber der Kontaktdurchbrüche ist bei der allgemeinen optischen Kontrolle des Halbleiterchips erkennbar.
- 10 Eine Aufgabe der Erfindung ist es, einen optoelektronischen Halbleiterchip anzugeben, bei dem Strukturen wie die Kontaktdurchbrüche auch nach dem Aufrauen geschützt sind und gleichzeitig elektromagnetische Strahlung effizient auskoppelbar ist.
- 15 Diese Aufgabe wird durch einen optoelektronischen Halbleiterchip gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 und durch ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 10 gelöst.
- 20 Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen des optoelektronischen Halbleiterchips und des Verfahrens zur Herstellung des optoelektronischen Halbleiterchips sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Beispielhafte Ausführungsformen

- 25 Verschiedene Ausführungsformen eines optoelektronischen Halbleiterchips weisen eine Epitaxieschichtenfolge auf. Die Epitaxieschichtenfolge umfasst eine dotierte Epitaxieschicht auf. Die dotierte Epitaxieschicht umfasst einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich. Die

Epitaxieschichtenfolge weist eine geschützte Struktur auf. Der erste Bereich der dotierten Epitaxieschicht überdeckt die geschützte Struktur vollständig. Eine äußere Oberfläche der dotierten Epitaxieschicht weist im ersten Bereich eine erste Rauheit und im zweiten Bereich eine zweite Rauheit auf. Diese Anordnung gewährleistet, dass geschützte Strukturen nicht freiliegen und dass gleichzeitig eine hohe Auskoppelleffizienz für die in der Epitaxieschichtenfolge erzeugte elektromagnetische Strahlung erreicht wird.

Die Epitaxieschichtenfolge kann auf einem GaN- oder InGaN-Schichtsystem basieren. In der Epitaxieschichtenfolge ist eine aktive Zone vorgesehen. Die aktive Zone emittiert elektromagnetische Strahlung, die aus dem Halbleiterchip ausgekoppelt werden kann. Das Emissionsspektrum liegt vorzugsweise im grünen bis ultravioletten, besonders bevorzugt im blauen Spektralbereich. Das Emissionsspektrum kann jedoch auch im roten bis gelben Spektralbereich liegen.

Die Dicke der Epitaxieschichtenfolge liegt typischerweise zwischen 1 μm und 20 μm .

Rauheit ist ein Begriff der Oberflächenphysik und bezeichnet die Unebenheit der Oberflächenhöhe. Die Oberflächenrauheit kann beispielsweise durch Polieren, Schleifen, Ätzen oder durch Korrosion beeinflusst werden. Es gibt mehrere Rauheitsangaben, die alle in der Einheit μm angegeben werden.

Die erste Rauheit der äußeren Oberfläche der dotierten Epitaxieschicht kann durch insbesondere lochförmige Vertiefungen mit Tiefen von weniger als 0,5 μm gebildet

sein. Diese Strukturen können beispielsweise bei einem Laser Lift Off entstehen. Beim Laser Lift Off kann durch Einstrahlung eines Lasers ein Substrat von der Epitaxieschichtenfolge, die zuvor auf das Substrat
5 aufgewachsen worden war, abgetrennt werden. Zudem oder alternativ kann die erste Rauheit auch durch Fehlstellen und Oberflächendefekte auf der äußeren Oberfläche der dotierten Epitaxieschicht gebildet sein. Strukturen wie lochförmige Vertiefungen, Fehlstellen oder
10 Oberflächendefekte sind für die Auskopplung von Licht nur wenig relevant.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste Bereich der äußeren Oberfläche der dotierten Epitaxieschicht von einer Schutzmaske bedeckt. Die
15 Schutzmaske soll Bereiche der dotierten Epitaxieschicht bedecken, die bei einem Aufrauprozess nicht weiter aufgeraut werden sollen. Die Schutzmaske kann in einer bevorzugten Ausführungsform nach dem Aufrauprozess auf der dotierten Epitaxieschicht verbleiben. Die Schutzmaske
20 kann Silizium-Nitrid (SiN) oder Silizium-Dioxid (SiO_2) aufweisen. Besonders vorteilhaft ist Silizium-Dioxid. Silizium-Dioxid absorbiert im Gegensatz zu Silizium-Nitrid kaum elektromagnetische Strahlung im blauen und grünen Spektralbereich. Im roten Spektralbereich hingegen
25 sind sowohl Silizium-Nitrid als auch Silizium-Dioxid nur schwach absorbierend, weshalb bei aktiven Zonen, die elektromagnetische Strahlung im roten Spektralbereich emittieren, beide Materialien zum Einsatz kommen.

In einer alternativen, vorteilhaften Ausführungsform ist
30 der erste Bereich der äußeren Oberfläche der dotierten Epitaxieschicht unbedeckt, d.h. es ist keine Schutzmaske

auf dem ersten Bereich angeordnet. Dies wird dadurch erreicht, dass die Schutzmaske nach dem Aufräuprozess entfernt wird. Dies ist vorteilhaft, da keine Chemikalien, die für das Aufräuen der äußeren Oberfläche
5 der dotierten Epitaxieschicht verwendet wurden, Rückstände an der Schutzmaske bilden können. Zudem wird das Problem der Lichtabsorption in der Schutzmaske vermieden.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die erste
10 Rauheit des ersten Bereichs, der die Kontaktdurchbrüche bedeckt, durch pyramidenförmige Vertiefungen mit Ätztiefen bis zu 1 μm gebildet. Dies ist vorteilhaft, da dadurch elektromagnetische Strahlung auch über den geschützten Strukturen effizient aus der
15 Epitaxieschichtenfolge ausgekoppelt werden kann. Die Ätztiefe von maximal 1 μm gewährleistet, dass keine geschützten Strukturen freigelegt werden. In der vorliegenden Anmeldung ist die Rauheit in der mittleren Stufenhöhe angegeben, die durch die geätzten,
20 pyramidenförmigen Vertiefungen erzeugt wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die zweite Rauheit auf dem zweiten Bereich durch pyramidenförmige Vertiefungen mit Ätztiefen von 0,5 μm bis 4 μm gebildet. Die Seitenflächen der pyramidenförmigen Vertiefungen
25 schließen mit der Ebene der Epitaxieschichtenfolge einen Winkel von 35° bis 75°, vorzugsweise von 50° bis 70°, ein. Der jeweilige Winkel wird durch die Kristallrichtung und den chemischen Abtrag vorgegeben. Die Kombination aus Ätztiefe im μm -Bereich mit Winkel zwischen 35° und 75°
30 ist besonders vorteilhaft, da dadurch ein besonders großer Anteil an elektromagnetische Strahlung aus der

- 6 -

Epitaxieschichtenfolge ausgekoppelt werden kann. Dies rührt daher, dass je größer die Ätztiefen sind, desto größere Pyramiden erzeugt werden. Je größer die Pyramiden sind, desto mehr Licht kann ausgekoppelt werden. Dieser

5 Zusammenhang gilt nur, wenn die emittierte elektromagnetische Strahlung im Medium der Epitaxieschichtenfolge eine kleinere Wellenlänge aufweist als der Durchmesser der Basis der Pyramiden misst. Beispielsweise kann die Epitaxieschichtenfolge auf einem

10 GaN-System basieren. Bei einer Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung von etwa $0,4\ \mu\text{m}$ beträgt der Brechungsindex von GaN etwa 2,5. Die Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung im Medium liegt folglich bei etwa $0,16\ \mu\text{m}$. Pyramiden mit einem Durchmesser der

15 Basis von mehr als etwa $0,16\ \mu\text{m}$ können die elektromagnetische Strahlung auskoppeln.

In einer bevorzugten Ausführungsform weisen die geschützten Strukturen eine Mehrzahl von Kontaktdurchbrüchen auf. Die Kontaktdurchbrüche

20 durchqueren die Epitaxieschichtenfolge parallel zu deren Wachstumsrichtung und stellen den elektrischen Kontakt zur dotierten Epitaxieschicht her. Dies ist vorteilhaft, da die dotierte Epitaxieschicht bestromt werden kann, ohne dass aus der aktiven Zone der

25 Epitaxieschichtenfolge emittiertes Licht abgeschattet wird. Dies rührt daher, dass auf der äußeren Oberfläche der dotierten Epitaxieschicht keine elektrischen Kontaktstrukturen mehr notwendig sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die dotierte

30 Epitaxieschicht eine n-dotierte Schicht. Die n-dotierte Schicht wird durch elektrisch leitende Kontaktdurchbrüche

- 7 -

mit einem n-Kontakt des optoelektronischen Halbleiterchips verbunden.

- In einer bevorzugten Ausführungsform weisen die geschützten Strukturen den umlaufenden Rand der
- 5 Epitaxieschichtenfolge auf. Dies ist besonders vorteilhaft, da der umlaufende Rand vor den Ätzchemikalien, die für die Aufräumung eingesetzt werden, geschützt wird. In der Folge weist der umlaufende Rand eine klar definierte Form, eine gute Strukturtreue und
- 10 eine minimale Länge auf. Für den Prozessschritt der automatischen Kontrolle des optoelektronischen Halbleiterchips ist ein glatter Rand wesentlich. Der geschützte umlaufende Rand der Epitaxieschichtenfolge ist auch beim Ätzen der Mesakante mit Phosphorsäure
- 15 hilfreich. Eine Passivierung aus SiO_2 kann die dotierte Epitaxieschicht bedecken. Der Hauptzweck der Passivierung ist es, die Mesakante zu bedecken, um einen Kurzschluss zu vermeiden. Der Schutz des umlaufenden Randes bewirkt, dass die Phosphorsäure weniger die SiO_2 Passivierung
- 20 unterätzen oder unterkriechen kann. In der Folge entstehen weniger Löcher in der dotierten Epitaxieschicht. In vorteilhafter Weise kann die gesamte Epitaxieschichtenfolge am Rand mit Phosphorsäure durchgeätzt werden, ohne die dotierte Epitaxieschicht
- 25 anzugreifen.

- Verschiedene Ausführungsformen weisen ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips auf. Zunächst wird eine Epitaxieschichtenfolge bereitgestellt. Die Epitaxieschichtenfolge wurde auf ein Substrat,
- 30 insbesondere Siliziumkarbid (SiC), Silizium (Si) oder Saphir (Al_2O_3) gewachsen. Die vom Substrat abgewandte

Fläche der Epitaxieschichtenfolge wurde auf einen Träger, insbesondere aufweisend Germanium, gebondet. Die Epitaxieschichtenfolge wurde anschließend durch Einstrahlung von Laserstrahlung vom Substrat getrennt

5 (Laser Lift Off). Die Epitaxieschichtenfolge weist eine dotierte Epitaxieschicht mit einer äußeren Oberfläche auf. Anschließend wird eine strukturierte Schutzmaske auf die äußere Oberfläche aufgebracht. Anschließend wird die dotierte Epitaxieschicht geätzt. Als Ätzmittel kann

10 Kaliumhydroxid (KOH) verwendet werden. Dabei verbleibt auf dem von der Schutzmaske bedeckten Bereich der äußeren Schicht ein erster Bereich mit einer ersten Rauheit. Dies ist vorteilhaft, da in dem ersten Bereich die Epitaxieschichtenfolge nicht gedünnt wird. Zum einen wird

15 dadurch ein unerwünschtes Freilegen von geschützten Strukturen verhindert. Zum anderen kann die Epitaxieschichtenfolge vor dem Ätzen dünner ausgelegt sein. Das Ätzen von dünneren Epitaxieschichtenfolgen ergibt zwar im Allgemeinen weniger tiefe Pyramiden. Dies

20 reduziert jedoch die notwendige Menge an teurem Epitaxieschichtenmaterial. Auf dem von der Schutzmaske unbedeckten Bereich der äußeren Oberfläche wird ein zweiter Bereich mit einer zweiten Rauheit erzeugt. Dies ist vorteilhaft, da in dem zweiten Bereich Ätztiefen im

25 μm - Bereich erzeugt werden. Diese Ätztiefen sind Voraussetzung für die Bildung von Pyramiden, die ein effizientes Auskoppeln von elektromagnetischer Strahlung ermöglichen. Besonders vorteilhaft ist es, dass die Aufrauzeiten gegenüber Verfahren, die ohne Schutzmaske

30 ätzen, deutlich größer sind. Dadurch sind größere Ätztiefen und damit größere Pyramiden erreichbar. Dies

- 9 -

ist vorteilhaft, da dadurch mehr Licht durch die Pyramiden ausgekoppelt werden kann.

- In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Schutzmaske auf der äußeren Oberfläche über einer Mehrzahl von
- 5 Kontaktdurchbrüchen aufgebracht. Wie oben genannt, ist dies vorteilhaft, da beim Ätzschritt die Kontaktdurchbrüche nicht ungewollt freigelegt werden.

- In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Schutzmaske auf dem umlaufenden Rand der Epitaxieschichtenfolge
- 10 aufgebracht. Dies ist vorteilhaft, da dadurch beim Ätzen der Mesakante mit Phosphorsäure, die Mesakante geschützt ist.

- In einer bevorzugten Ausführungsform wird nach dem Ätzen der dotierten Epitaxieschicht mit KOH die Schutzmaske vom
- 15 ersten Bereich entfernt. Dies ist vorteilhaft, da dadurch der erste Bereich der äußeren Oberfläche nachgeätzt werden kann. Dadurch erhöht sich die Auskoppelleffizienz für die in der Epitaxieschichtenfolge erzeugte elektromagnetische Strahlung.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

- 20 Verschiedene Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Lösung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in
- 25 den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente zur besseren Darstellbarkeit und zum

besseren Verständnis übertrieben groß oder verkleinert dargestellt sein.

Figur 1a zeigt in Schnittansicht ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterchips;

- 5 Figur 1b zeigt in Draufsicht grob schematisch das Ausführungsbeispiel aus Figur 1a;

Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterchips;

- 10 Figur 2a, 2b zeigen Ausschnitte in Schnittansicht von Zwischenprodukten des Herstellungsverfahrens eines optoelektronischen Halbleiterchips;

Figuren 2c, 2d und 2e zeigen Ausschnitte von Schnittansichten von optoelektronischen Halbleiterchips;

- 15 Figur 3 zeigt in Schnittansicht ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterchips;

Figur 4a zeigt in Draufsicht ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterchips;

- 20 Figur 4b zeigt in Schnittansicht ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterchips;

Figur 5 zeigt Pyramiden in der dotierten Epitaxieschicht der Epitaxieschichtenfolge;

Figur 6a zeigt den Winkelbereich in dem Licht ein Medium verlassen kann;

- 25 Figur 6b zeigt eine Pyramidenstruktur aus der Licht austritt.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Figur 1a zeigt in Schnittansicht ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterchips 100 ohne geschützte Bereiche. Eine Epitaxieschichtenfolge 102 mit einer dotierten Epitaxieschicht 104, mit einer aktiven

5 Zone 110 und mit einer weiteren dotierten Epitaxieschicht 112 ist auf einer Stromaufweitungsschicht 122 angeordnet. Die Stromaufweitungsschicht 122 weist einen Spiegel mit Silber und eine Verkapselung des Silberspiegels auf. Das Verkapselungsmaterial weist Gold auf. Die

10 Stromaufweitungsschicht 122 ist auf einer elektrisch isolierenden Passivierung 114 angeordnet. Darauf folgt ein elektrisch leitfähiges Material 124, das Silber aufweist. Daraufhin folgt ein elektrisch leitfähiger Träger 126, beispielsweise aus Germanium. Auf der von der

15 Epitaxieschichtenfolge abgewandten Seite des Trägers 126 ist ein erster Kontakt 128 aufgebracht. Durch die Epitaxieschichtenfolge 102 sind Kontaktdurchbrüche 106 angeordnet. Durch die Kontaktdurchbrüche 106 wird die elektrische Verbindung des ersten Kontakts 128 mit der

20 dotierten Epitaxieschicht 104 realisiert. Hierzu sind die Kontaktdurchbrüche 106 mit dem elektrisch leitfähigen Material 124 gefüllt und durch die Passivierung 114 gegen die weitere dotierte Epitaxieschicht 112 isoliert. Ein zweiter Kontakt 130 stellt den elektrischen Kontakt zur

25 weiteren dotierten Epitaxieschicht 112 über die Stromaufweitungsschicht 122 her. Die dotierte Epitaxieschicht 104 weist pyramidenförmige Vertiefungen auf, die bis auf die Kontaktdurchbrüche 106 reichen. Es ergeben sich freiliegende Bereiche 107 des elektrisch

30 leitfähigen Materials 124 auf den Kontaktdurchbrüchen

- 12 -

106. Dadurch liegt das elektrisch leitfähige Material 124, das Silber aufweist, in den Kontaktdurchbrüchen 106 zumindest teilweise offen. Das freiliegende Silber kann Elektromigration machen. Dadurch wird der

5 optoelektronische Halbleiterchip 100 für weitere Prozessschritte unbrauchbar. Der umlaufende Rand 108 der Epitaxieschichtenfolge 102 weist ebenfalls Vertiefungen auf, die den optoelektronischen Halbleiterchip 100 zwar nicht unbrauchbar machen, jedoch die automatische

10 Kontrolle des optoelektronischen Halbleiterchips 100 erschweren. Zudem ist die Mesakante des optoelektronischen Halbleiterchips kaum geschützt, was die Ausfallwahrscheinlichkeit des Halbleiterchips erhöht.

Figur 1b zeigt in Draufsicht grob schematisch das

15 Ausführungsbeispiel aus Figur 1a. Die Kontaktdurchbrüche 106 sind erkennbar. Das elektrisch leitfähige Material 124 liegt frei. Der optoelektronische Halbleiterchip 100 ist deshalb unbrauchbar. Zudem weist der umlaufende Rand 108 der Epitaxieschichtenfolge 102 eine fransige Struktur

20 auf. Dadurch entsteht ein sehr ausgedehnter Rand 108 des optoelektronischen Halbleiterchips 100. Dies erhöht die Ausfallwahrscheinlichkeit des optoelektronischen Halbleiterchips 100.

Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm zweier alternativer

25 Herstellungsverfahren A bzw. B für einen optoelektronischen Halbleiterchip. Der Herstellungsprozess lässt sich in die Schritte S1 bis S5 aufgliedern. Die Schritte S4 und S5 sind optional.

Im Schritt S1 wird eine Epitaxieschichtenfolge 102

30 bereitgestellt. Figur 2a zeigt das Ergebnis von Schritt

- 13 -

S1. Auf die dotierte Epitaxieschicht 104 mit einer äußeren Oberfläche 119 folgt die aktive Zone 110. Auf die aktive Zone 110 folgt die weitere dotierte Epitaxieschicht 112. Ein Kontaktdurchbruch 106 durchquert die weitere dotierte Epitaxieschicht 112 und die aktive Zone 110 vollständig und endet in der dotierten Epitaxieschicht 104. Der Kontaktdurchbruch 106 ist mit elektrisch leitfähigem Material 124 gefüllt. Zwischen dem Kontaktdurchbruch 106 und der Epitaxieschichtenfolge 102 ist eine isolierende Passivierung 114 angeordnet. Die äußere Oberfläche 119 der dotierten Epitaxieschicht 104 weist eine erste Rauheit auf, die nicht grafisch dargestellt ist. Die erste Rauheit wird durch insbesondere lochförmige Vertiefungen mit Tiefen bis etwa 0,5 µm gebildet. Diese Strukturen können beim Laser Lift Off entstehen, bei dem durch Einstrahlung eines Lasers das Aufwachssubstrat von der Epitaxieschichtenfolge 102 abgetrennt wird. Die erste Rauheit kann alternativ oder zusätzlich auch durch Fehlstellen und Oberflächendefekte auf der äußeren Oberfläche 119 der dotierten Epitaxieschicht 104 gebildet sein. Diese erste Rauheit ist wegen ihrer geringen Tiefe für die Auskopplung von Licht kaum relevant. Deshalb ist die erste Rauheit in Figur 2a nicht dargestellt.

Im Schritt S2 wird eine Schutzmaske 120 aufgebracht. In Figur 2 werden zwei alternative Wege, S2a und S2b, zur Ausführung des Verfahrensschrittes S2 gezeigt. Beide Wege führen zum gleichen Zwischenprodukt gezeigt in Figur 2b.

Die Alternative S2a gliedert sich in die folgenden Teilschritte: Im Teilschritt S2a.1 wird eine Schutzschicht ganzflächig auf die dotierte

- 14 -

Epitaxieschicht 104 aufgebracht. Im Teilschritt S2a.2 wird Fotolack auf die zu schützenden Bereiche der dotierten Epitaxieschicht 104, also über dem umlaufenden Rand 108 und über den Kontaktdurchbrüchen 106

- 5 aufgebracht. Im Teilschritt S2a.3 werden die nicht von Fotolack bedeckten Bereiche der Schutzschicht entfernt. Im Teilschritt S2a.4 wird der Fotolack entfernt.

Die Alternative S2b gliedert sich in die folgenden Teilschritte: Im Teilschritt S2b.1 wird Fotolack

- 10 strukturiert auf die dotierte Epitaxieschicht 104 unter Aussparung der zu schützenden Bereiche aufgebracht. Im Teilschritt S2b.2 wird eine Schutzschicht ganzflächig auf dotierte Epitaxieschicht 104 aufgebracht. Im Teilschritt S2b.3 wird der Fotolack abgehoben.

- 15 Figur 2b zeigt einen Ausschnitt des Zwischenprodukts in Schnittansicht nach Abschluss des Schrittes S2. Über der geschützten Struktur 106, 108 ist auf der äußeren Oberfläche 119 der dotierten Epitaxieschicht 104 die Schutzmaske 120 aufgebracht. Die Schutzmaske kann SiN
20 oder SiO₂ aufweisen.

Im Schritt S3 wird die dotierte Epitaxieschicht 104 geätzt. Auf der von der Schutzmaske 120 bedeckten äußeren Oberfläche 119 der dotierten Epitaxieschicht 104 verbleibt ein erster Bereich 116 mit einer ersten
25 Rauheit. Auf dem von der Schutzmaske 120 unbedeckten Bereich der äußeren Oberfläche 119 der dotierten Epitaxieschicht 104 wird ein zweiter Bereich 118 mit einer zweiten Rauheit erzeugt.

- Figur 2c zeigt einen Ausschnitt einer Schnittansichten
30 des optoelektronischen Halbleiterchips 100 nach Abschluss

- 15 -

des Schrittes S3. Der erste Bereich 116 der äußeren Oberfläche 119 ist von einer Schutzmaske 120 bedeckt. Der zweite Bereich 118 der äußeren Oberfläche 119 weist eine zweite Rauheit mit pyramidenförmigen Vertiefungen auf. Es werden Ätztiefen zwischen 0,5 µm bis 4 µm gebildet. Die Ätztiefen sind als Stufenhöhen 121 des zweiten Bereichs 118 dargestellt. Die geschützte Struktur weist einen elektrisch leitenden Kontaktdurchbruch 106 auf. Der Kontaktdurchbruch 106 durchquert die Epitaxieschichtenfolge 102 parallel zu deren Wachstumsrichtung. Der Kontaktdurchbruch 106 stellt den elektrischen Kontakt zur dotierten Epitaxieschicht 104 her. Die dotierte Epitaxieschicht 104 kann n-dotiert sein. Die geschützte Struktur weist zudem einen umlaufenden Rand 108 der Epitaxieschichtenfolge 102 auf.

Im optionalen Schritt S4 wird die Schutzmaske 120 entfernt. Die Schutzmaske 120 aus SiO₂ oder SiN kann durch einen Ätzzvorgang mit Flußsäure (HF) oder Ammoniak gepufferter Flußsäure (BOE) entfernt werden.

Figur 2d zeigt einen Ausschnitt einer Schnittansicht des optoelektronischen Halbleiterchips 100 nach Abschluss des Schrittes S4. Figur 2d unterscheidet sich nur dadurch von Figur 2c, dass die Schutzmaske 120 entfernt ist. Der erste Bereich 116 der äußeren Oberfläche 119 der dotierten Epitaxieschicht 104 ist nun freiliegend.

Im Schritt S5 wird nach dem Entfernen der Schutzmaske 120 der erste Bereich 116 der dotierten Epitaxieschicht 104 mit KOH nachgeätzt.

Figur 2e zeigt einen Ausschnitt einer Schnittansicht des optoelektronischen Halbleiterchips 100 nach Abschluss des

Schritt S5. Die erste Rauheit auf dem ersten Bereich 116 der äußeren Oberfläche 119 der dotierten Epitaxieschicht 104 weist pyramidenförmige Vertiefungen mit Ätztiefen bis zu 1 µm auf. Dadurch kann Licht auch

5 aus Bereichen der dotierten Epitaxieschicht 104, die über dem Kontaktdurchbruch 106 und/oder über dem umlaufenden Rand 108 der Epitaxieschichtenfolge 102 angeordnet sind, effizient ausgekoppelt werden. Die Ätztiefen sind als Stufenhöhe 117 des ersten Bereichs 116 und als Stufenhöhe

10 121 des zweiten Bereichs 118 dargestellt. Die Stufenhöhe 117 des ersten Bereichs 116, mit anderen Worten die Ätztiefe, beträgt bis zu 1 µm. Die Stufenhöhe 121 des zweiten Bereichs 118, mit anderen Worten die Ätztiefe, beträgt zwischen etwa 0,5 µm und etwa 4 µm.

15 Figur 3 zeigt in Schnittansicht ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterchips 100. Es ist der ganze optoelektronische Halbleiterchip 100 dargestellt, der auf der Epitaxieschichtenfolge 102 basiert, die in Figur 2d dargestellt wurde. Die Kontaktdurchbrüche 106

20 und der umlaufende Rand 108 der Epitaxieschichtenfolge 102 sind vollständig von der dotierten Epitaxieschicht 104 überdeckt. Der erste Bereich 116 der äußeren Oberfläche 119 weist eine erste Rauheit mit Vertiefungen bis zu 0,5 µm auf. Der Übersichtlichkeit halber ist die

25 erste Rauheit grafisch nicht dargestellt. Der zweite Bereich 118 der äußeren Oberfläche 119 weist eine zweite Rauheit mit Vertiefungen in Form von Pyramiden 140 auf. Die Pyramiden 140 weisen eine Höhe von bis zu 4 µm auf. Ein erster Kontakt 128 kontaktiert über einen Träger 126

30 elektrisch leitfähiges Material 124. Das elektrisch leitfähige Material 124 stellt über die

Kontaktdurchbrüche 106 die elektrische Verbindung zur dotierten Epitaxieschicht 104 her. Eine weitere dotierte Epitaxieschicht 112 ist über eine Stromaufweitungsschicht 122 mit einem zweiten Kontakt 130 elektrisch verbunden.

- 5 Figur 4a zeigt in Draufsicht ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterchips. Der umlaufende Rand 108 der Epitaxieschichtenfolge 102 und die Bereiche der dotierten Epitaxieschicht 104, die die Kontaktdurchbrüche 106 vollständig überdecken, sind mit
10 einer Schutzmaske 120 überdeckt. Es ist eine Schnittlinie 134 eingezeichnet entlang der das Ausführungsbeispiel aus Figur 4b dargestellt wird.

- Figur 4b zeigt in Schnittansicht ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterchips. Das
15 Ausführungsbeispiel aus Figur 4b unterscheidet sich vom Ausführungsbeispiel aus Figur 3 allein dadurch, dass die Schutzmaske 120 den ersten Bereich 116 der äußeren Oberfläche 119 bedeckt.

- Figur 5 zeigt eine teilweise aufgeraute dotierte
20 Epitaxieschicht 104. Es ist exemplarisch ein Kontaktdurchbruch 106, ein nahezu nicht aufgerauter erster Bereich 116 der äußeren Oberfläche 119 über dem Kontaktdurchbruch 106 und ein aufgerauter zweiter Bereich 118 der äußeren Oberfläche 119 gezeigt. Im zweiten
25 Bereich 118 der äußeren Oberfläche 119 ist exemplarisch eine Pyramide 140 aus der Vielzahl von Pyramiden der teilweise aufgerauten dotierten Epitaxieschicht 104 gezeigt. Die äußere Oberfläche 119 der dotierten Epitaxieschicht 104 bildet die Grenzfläche zwischen dem
30 optisch dichteren Medium des optoelektronischen

- 18 -

Halbleiterchip 100 insbesondere aufweisend GaN und dem optisch dünneren Medium Luft. Durch die pyramidenförmigen Vertiefungen wird der Anteil an elektromagnetischer Strahlung der an der äußeren Oberfläche 119 total

5 reflektiert wird verringert. Die Seitenflächen 146 der pyramidenförmigen Vertiefungen schließen mit der Ebene der Epitaxieschichtenfolge 102 einen Winkel von 35° bis 75° , vorzugsweise von 50° bis 70° , ein. Der konkrete Winkel 144 ist durch die Kristallrichtung der dotierten

10 Epitaxieschicht 104 und den chemischen Abtrag vorgegeben. Bei einer Ätztiefe im μm -Bereich und bei Winkeln 144 aus obigem Wertebereich entstehen Pyramiden, die für die Auskopplung von elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren Wellenlängenbereich, also bei Wellenlängen

15 zwischen etwa $0,3\ \mu\text{m}$ und etwa $0,8\ \mu\text{m}$, besonders geeignet sind. Der Durchmesser 142 der Basis einer Pyramide 140 liegt ebenfalls im μm -Bereich. Der Durchmesser 142 ist damit deutlich größer als die Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung im Halbleitermedium.

20 Beispielsweise hat elektromagnetische Strahlung, die eine Wellenlänge von etwa $450\ \text{nm}$ in Luft aufweist eine Wellenlänge von etwa $200\ \text{nm}$ in einem Medium aus GaN mit einem Brechungsindex von etwa 2,4. Das Verhältnis von 2 bis 10 zwischen Durchmesser 142 der Basis der Pyramide

25 140 und Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung im Medium ist die zwingende Voraussetzung dafür, dass elektromagnetische Strahlung aus der dotierten Epitaxieschicht 104 in eine Pyramide 140 einkoppeln kann. Die Basis der Pyramide 140 weist bei GaN eine

30 hexagonale Form auf.

Figur 6a zeigt den Winkelbereich in dem keine Totalreflexion von Lichtstrahlen 152 an einer äußeren Oberfläche 119 auftritt. Lichtstrahlen 152, die mit einem kleineren Winkel als der Grenzwinkel 148 auf die äußere Oberfläche 119 der dotierten Epitaxieschicht 104 5 auftreffen, werden am Übergang vom optisch dichteren Medium 154 zum optisch dünneren Medium 156 gebrochen. Diese Lichtstrahlen 152 können das optisch dichtere Medium 154 verlassen. Lichtstrahlen 150, die mit einem 10 Winkel der größer ist als der Grenzwinkel 148 auf die äußere Oberfläche 119 auftreffen, werden hingegen total reflektiert.

Bei einer dotierten Epitaxieschicht 104 als optisch dichterem Medium 154 aus einem GaN-System mit einem 15 Brechungsindex von etwa 2,4 und einem optisch dünneren Medium 156 aus Luft mit einem Brechungsindex von 1 ergibt sich ein Grenzwinkel 148 von etwa 25° . Der Winkelbereich in dem das Licht das optisch dichtere Medium 154 verlassen kann wird „escape cone“ genannt.

20 Figur 6b zeigt die äußere Oberfläche 119 der dotierten Epitaxieschicht 104, die das optisch dichtere Medium 154 bildet, mit einer Struktur aus Pyramiden 140. Durch die Pyramidenstruktur trifft der erste Lichtstrahl 150 nun innerhalb des Grenzwinkels 148 für Totalreflexion auf die 25 äußere Oberfläche 119 auf. Der erste Lichtstrahl 150 wird nicht mehr total reflektiert und tritt aus der dotierten Epitaxieschicht 104 und damit aus dem optoelektronischen Halbleiterchip 100 aus. Insgesamt tritt mehr Licht aus der pyramidenförmig aufgerauten äußeren Oberfläche 119 30 aus, als wenn die äußere Oberfläche 119 näherungsweise plan wäre.

Bezugszeichenliste

	100	Halbleiterchip
	102	Epitaxieschichtenfolge
5	104	dotierte Epitaxieschicht
	106	Kontaktdurchbruch
	107	freiliegender Bereich des elektrisch leitfähigen Materials im Kontaktdurchbruch
	108	umlaufender Rand der Epitaxieschichtenfolge
10	110	aktive Zone
	112	weitere dotierte Epitaxieschicht
	114	Passivierung
	116	erster Bereich der äußeren Oberfläche
	117	Stufenhöhe im ersten Bereich
15	118	zweiter Bereich der äußeren Oberfläche
	119	äußere Oberfläche der dotierten Epitaxieschicht
	120	Schutzmaske
	121	Stufenhöhe im zweiten Bereich
	122	Stromaufweitungsschicht
20	124	elektrisch leitfähiges Material
	126	Träger

- 21 -

	128	erster Kontakt
	130	zweiter Kontakt
	132	Bonddraht
	134	Schnittlinie
5	140	Pyramide
	142	Durchmesser der Basis einer Pyramide
	144	Winkel den die Seitenfläche einer Pyramide mit der Ebene der Epitaxieschichtenfolge einschließt
10	146	Seitenfläche einer Pyramide
	148	Grenzwinkel für die Totalreflexion
	150	erster Lichtstrahl
	152	zweiter Lichtstrahl
	154	optisch dichteres Medium
15	156	optisch dünneres Medium

PATENTANSPRÜCHE

1. Optoelektronischer Halbleiterchip (100) mit
- einer Epitaxieschichtenfolge (102) umfassend eine
dotierte Epitaxieschicht (104) mit einem ersten Bereich
5 (116) und einem zweiten Bereich (118) und eine
geschützte Struktur (108, 106),
wobei der erste Bereich (116) der dotierten
Epitaxieschicht (104) die geschützte Struktur (108,
106) vollständig überdeckt und
10 wobei eine äußere Oberfläche (119) der dotierten
Epitaxieschicht (104) im ersten Bereich (116) eine
erste Rauheit und im zweiten Bereich (118) eine zweite
Rauheit aufweist.
2. Optoelektronischer Halbleiterchip gemäß Anspruch 1,
15 wobei die erste Rauheit durch, insbesondere
lochförmige, Vertiefungen mit Tiefen von weniger als
etwa 0,5 μm , Fehlstellen und Oberflächendefekte
gebildet ist.
3. Optoelektronischer Halbleiterchip gemäß Anspruch 1,
20 wobei die erste Rauheit durch pyramidenförmige
Vertiefungen mit Ätztiefen bis zu etwa 1 μm gebildet
ist.
4. Optoelektronischer Halbleiterchip gemäß einem der
vorigen Ansprüche, wobei die zweite Rauheit durch
25 pyramidenförmige Vertiefungen mit Ätztiefen von etwa
0,5 μm bis etwa 4 μm gebildet ist.

- 23 -

5. Optoelektronischer Halbleiterchip gemäß Anspruch 3 oder 4, wobei die Seitenflächen der pyramidenförmigen Vertiefungen mit der Ebene der Epitaxieschichtenfolge (102) einen Winkel von 35° bis 75° , vorzugsweise von 50° bis 70° , einschließen.
6. Optoelektronischer Halbleiterchip gemäß einem der vorigen Ansprüche, wobei die geschützte Struktur mindestens einen Kontaktdurchbruch (106) aufweist, der die Epitaxieschichtenfolge (102) parallel zu deren Wachstumsrichtung durchquert und den elektrischen Kontakt zur dotierten Epitaxieschicht (104) herstellt.
7. Optoelektronischer Halbleiterchip gemäß einem der vorigen Ansprüche, wobei die geschützte Struktur einen umlaufenden Rand (108) der Epitaxieschichtenfolge (102) aufweist.
8. Optoelektronischer Halbleiterchip gemäß einem der vorigen Ansprüche, wobei die dotierte Epitaxieschicht (104) n-dotiert ist.
9. Optoelektronischer Halbleiterchip gemäß einem der vorigen Ansprüche, wobei der erste Bereich (116) von einer Schutzmaske (120) bedeckt ist.
10. Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Halbleiterchip (100) mit den folgenden Schritten:
- Bereitstellen einer Epitaxieschichtenfolge (102) aufweisend eine dotierte Epitaxieschicht (104) mit einer äußeren Oberfläche (119);
 - Aufbringen einer strukturierten Schutzmaske (120) auf die äußere Oberfläche (119);

- 24 -

- Ätzen der dotierten Epitaxieschicht (104), wobei auf der von der Schutzmaske (120) bedeckten äußeren Oberfläche (119) ein erster Bereich (116) mit einer ersten Rauheit verbleibt und wobei auf dem von der
5 Schutzmaske (120) unbedeckten Bereich der äußeren Oberfläche (119) ein zweiter Bereich (118) mit einer zweiten Rauheit erzeugt wird.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei die Schutzmaske (120) auf der äußeren Oberfläche (119) über
10 dem mindestens einen Kontaktdurchbruch (106) aufgebracht wird.

12. Verfahren gemäß Anspruch 10 oder 11, wobei die Schutzmaske (120) auf der äußeren Oberfläche (119) über dem umlaufenden Rand (108) der Epitaxieschichtenfolge
15 (102) aufgebracht wird.

13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei nach dem Ätzen der dotierten Epitaxieschicht (104) die Schutzmaske (120) entfernt wird.

14. Verfahren gemäß Anspruch 13, wobei nach dem Entfernen der Schutzmaske (120) der erste Bereich (116) der dotierten Epitaxieschicht (104) nachgeätzt wird.
20

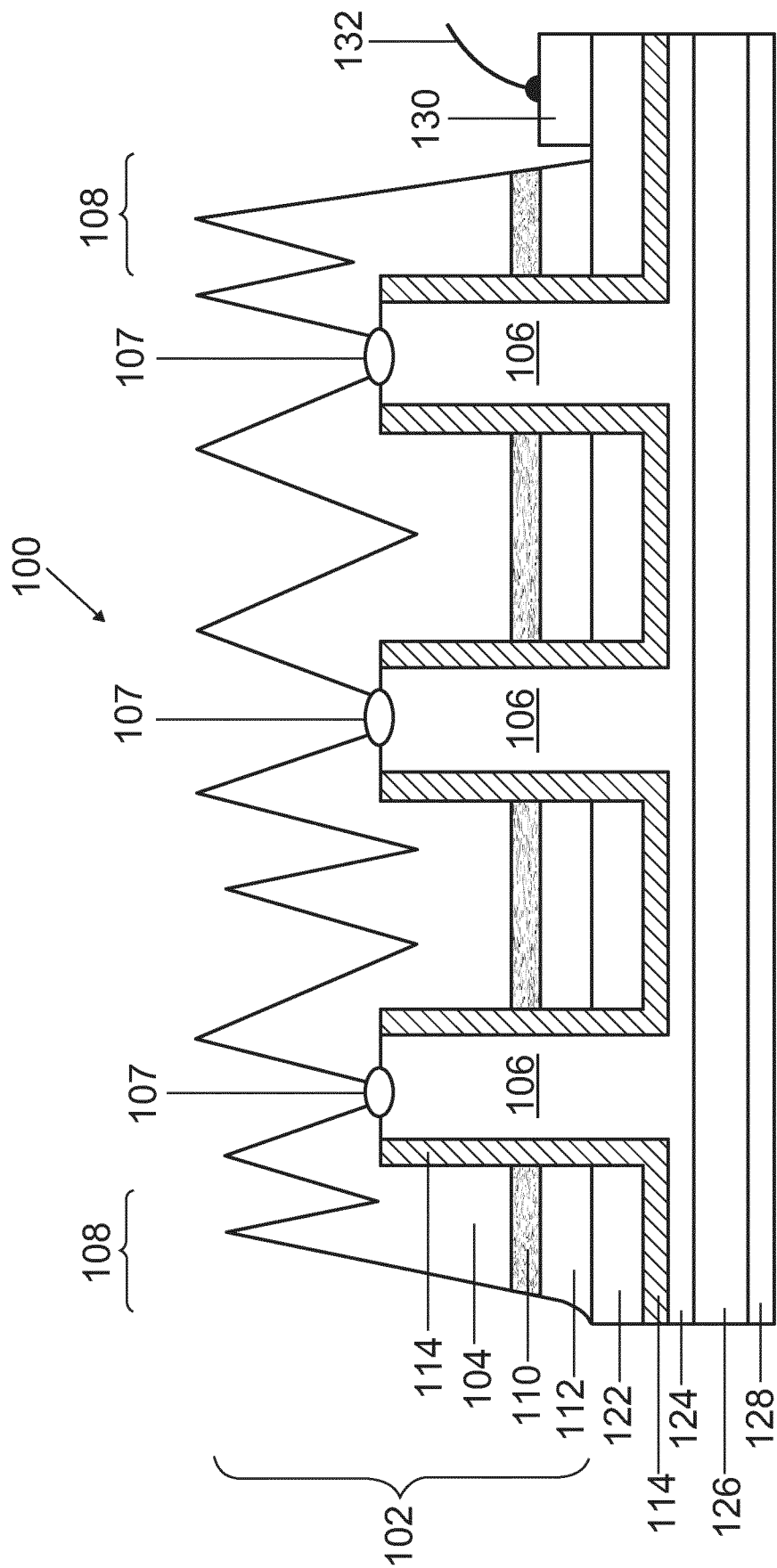


FIG 1a

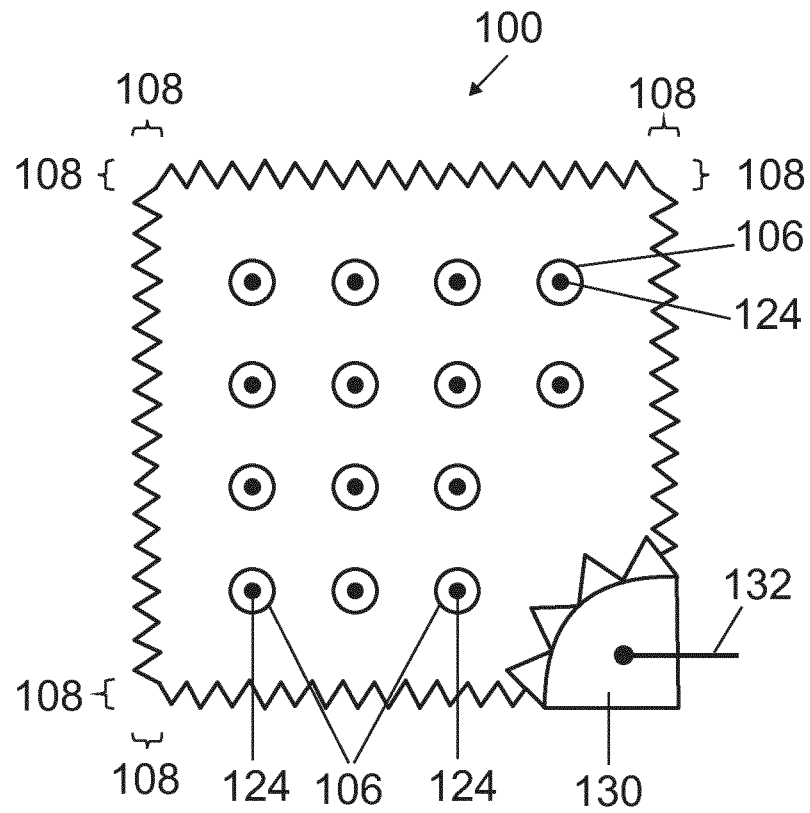


FIG 1b

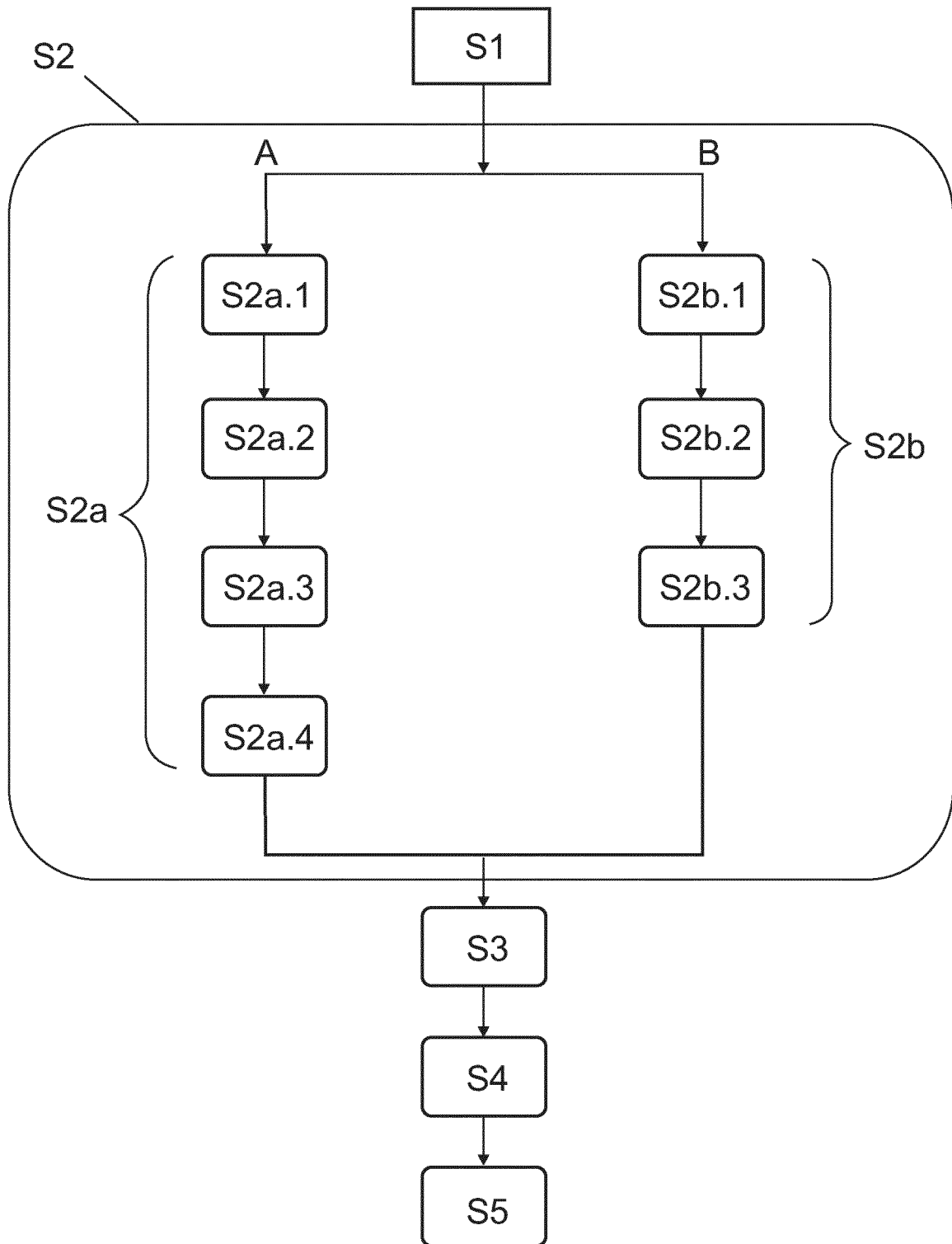
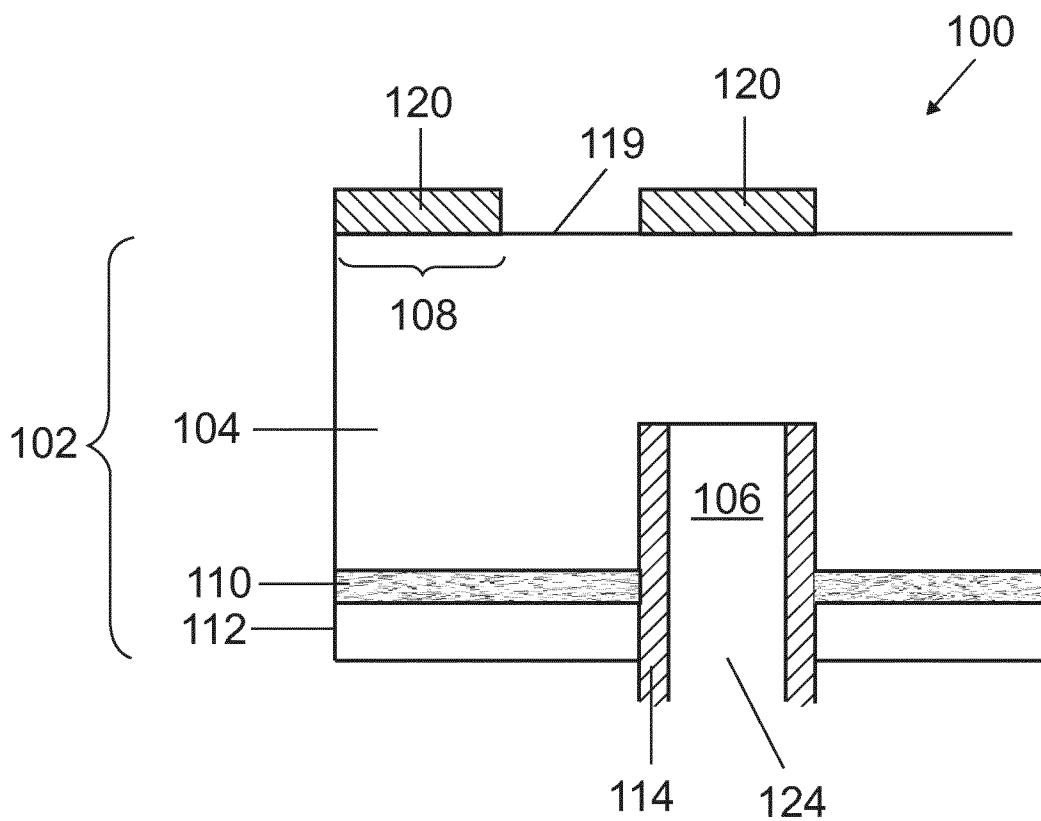
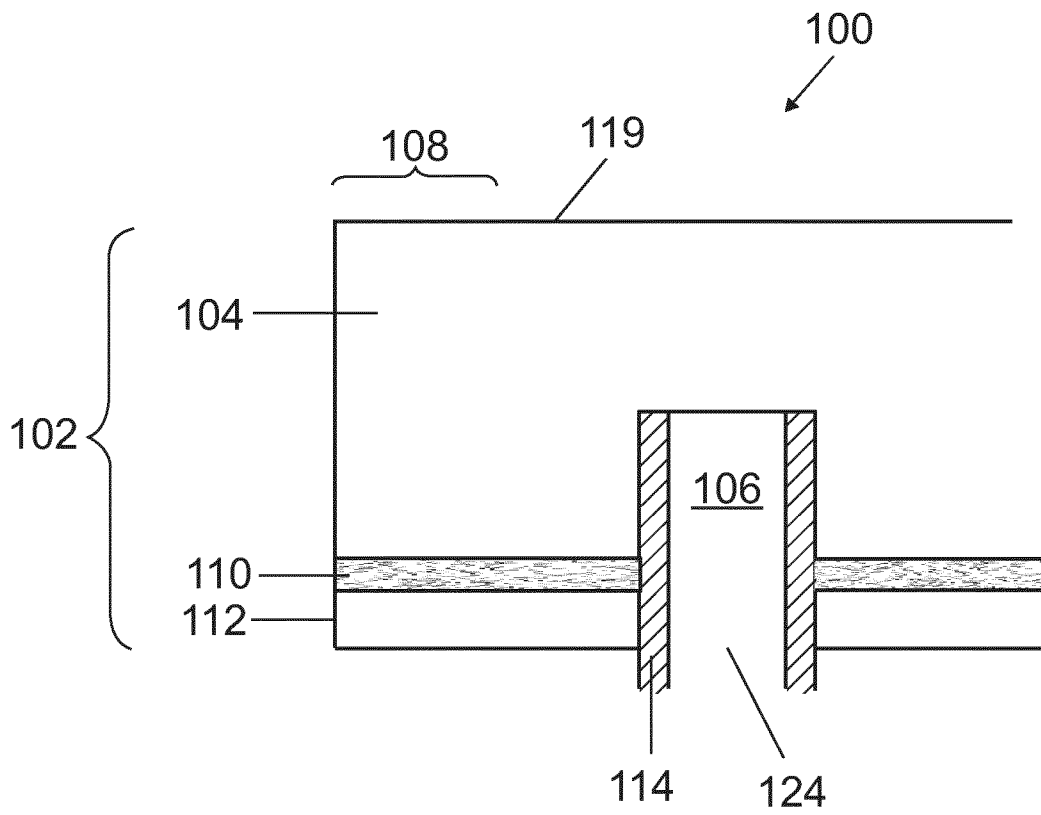


FIG 2

4/11



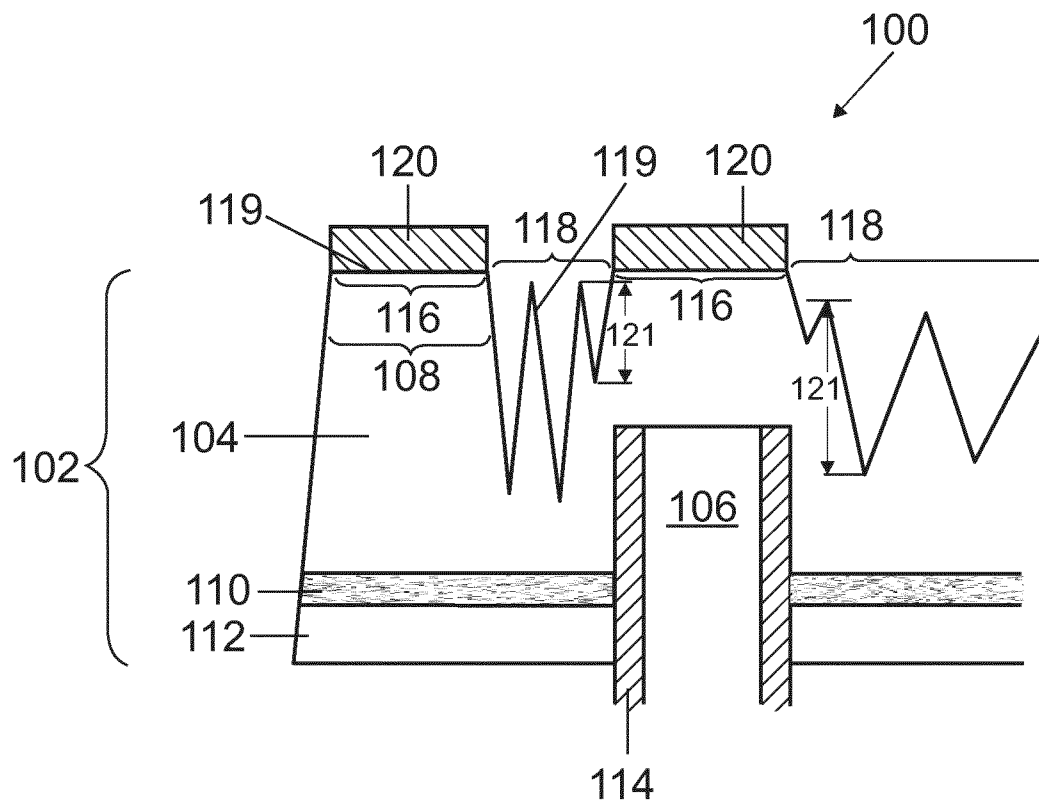


FIG 2c

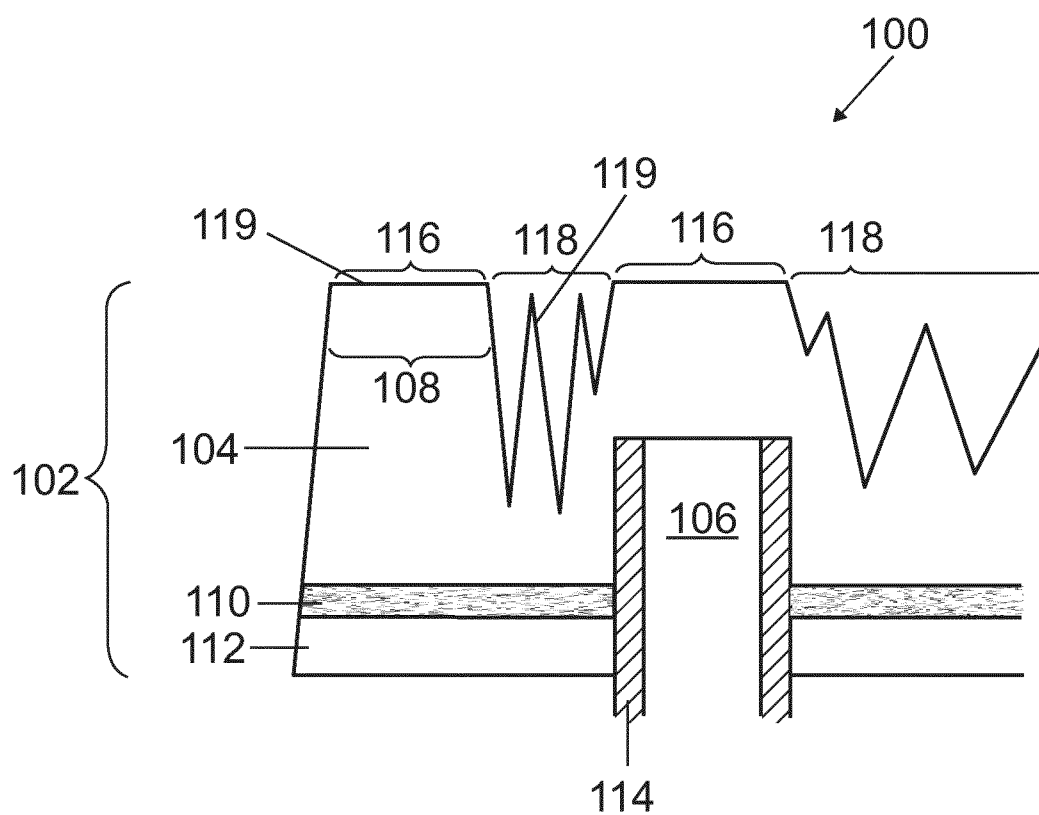


FIG 2d

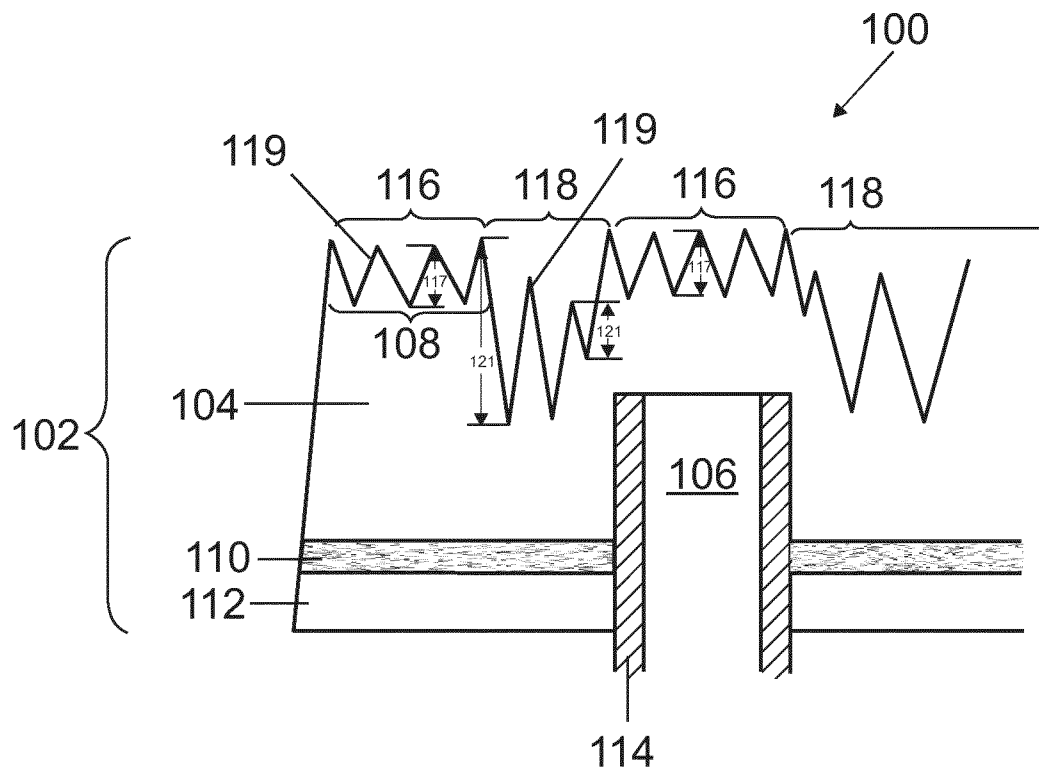


FIG 2e

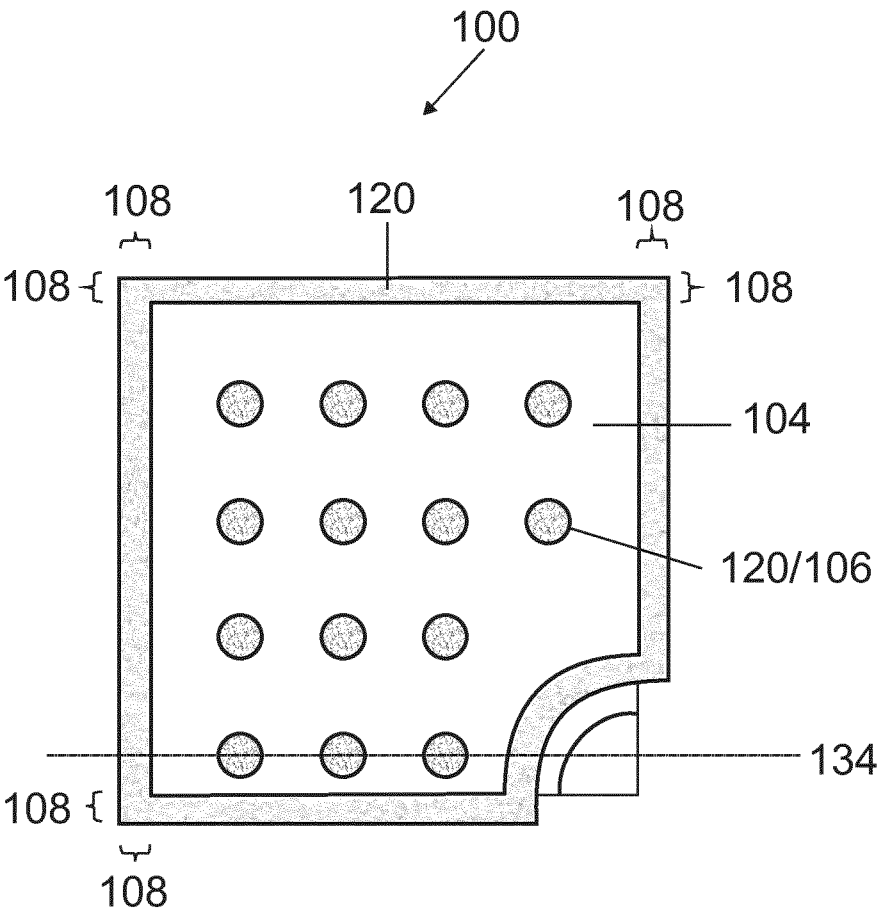


FIG 4a

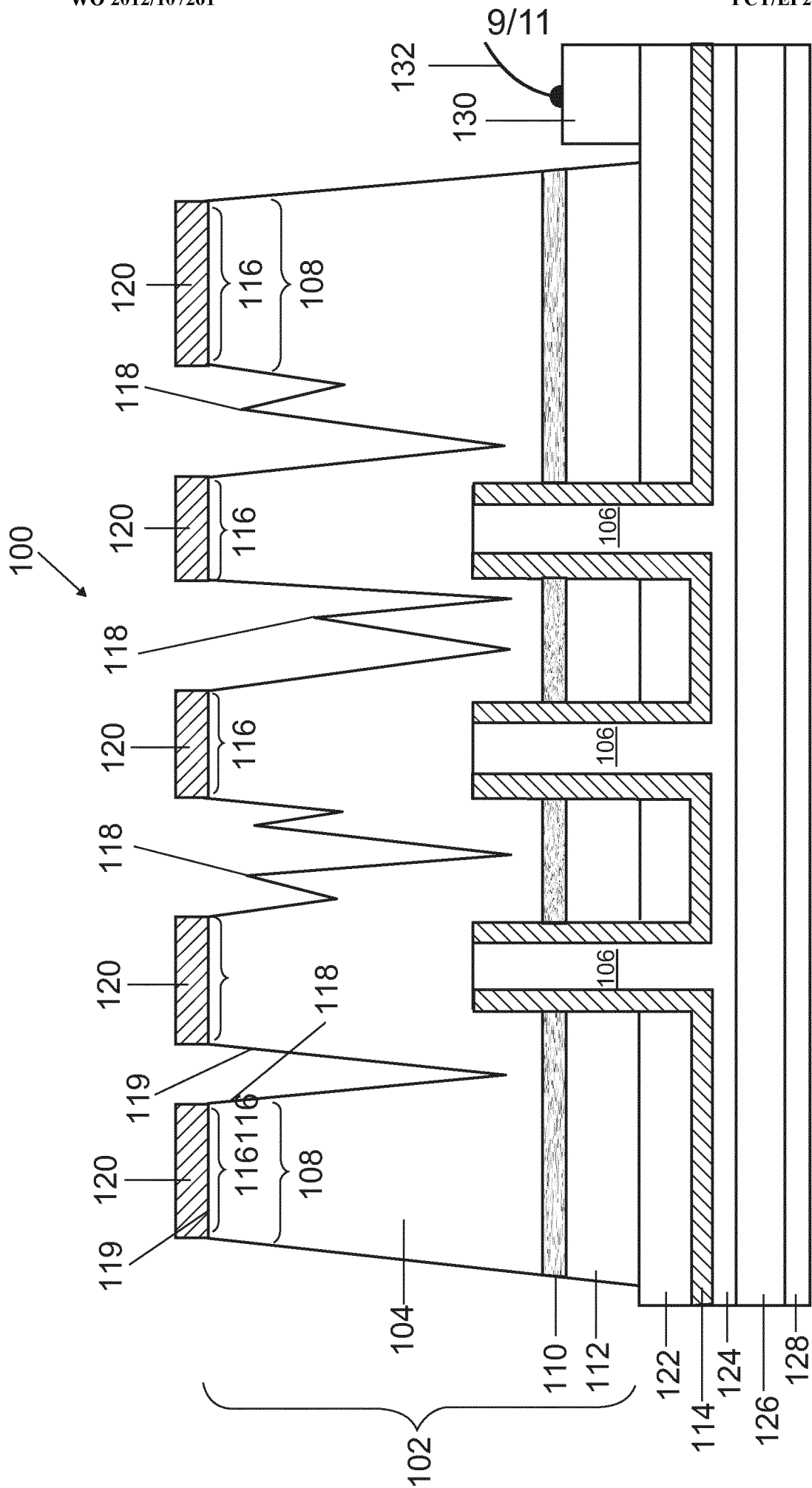


FIG 4b

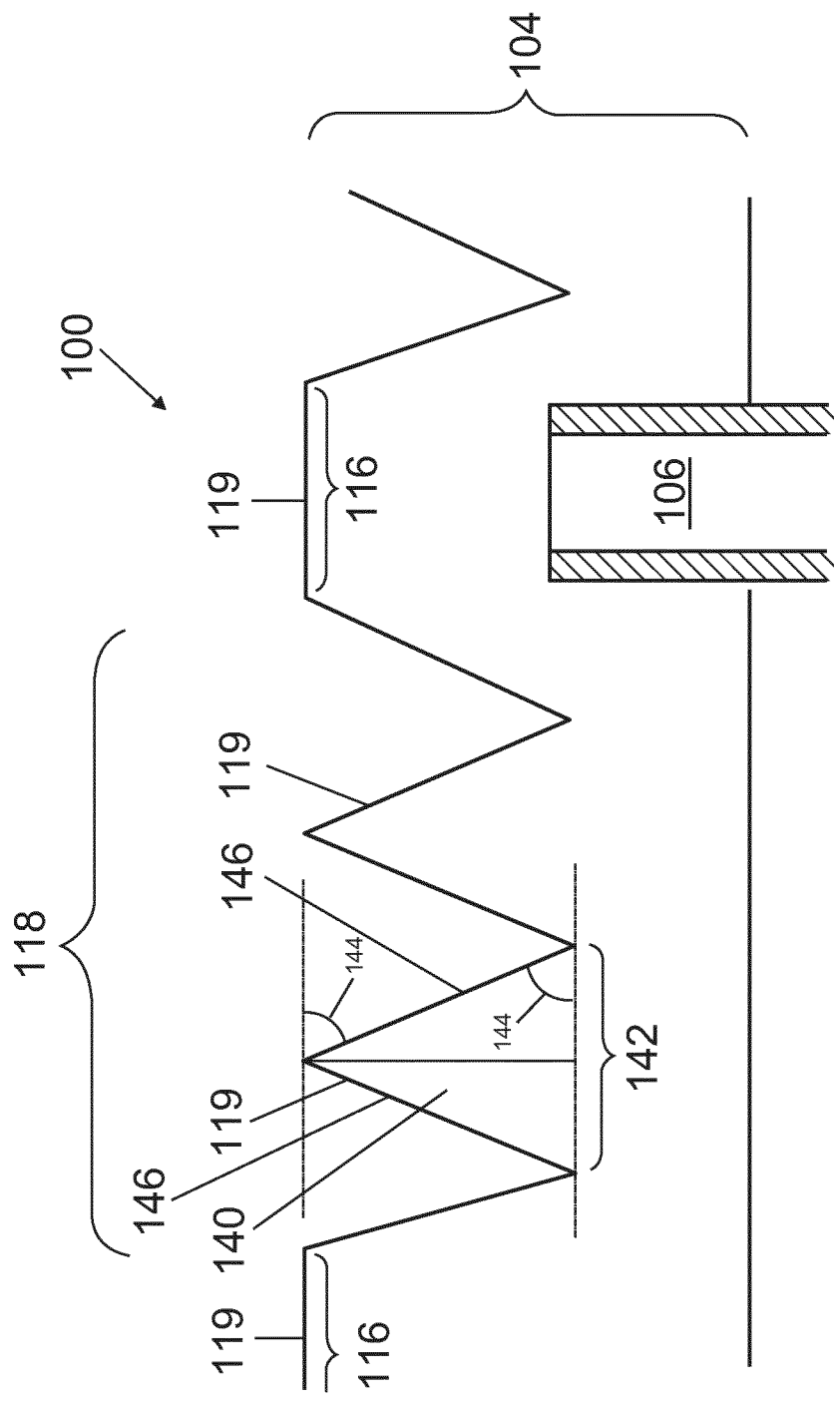


FIG 5

11/11

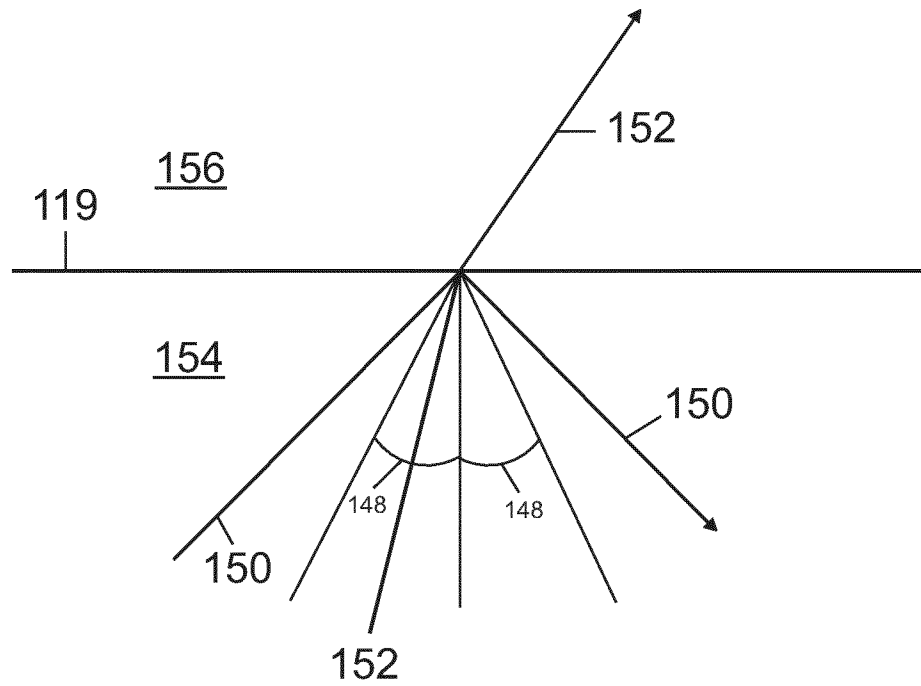


FIG 6a

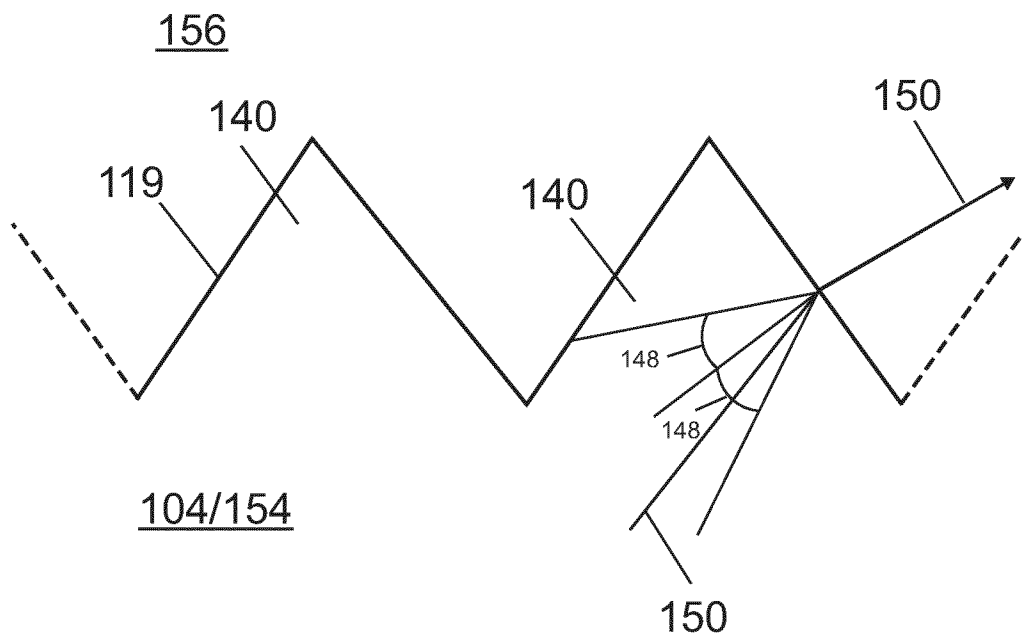


FIG 6b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/050713

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L33/38 H01L33/22
ADD. H01L33/32

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, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

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 2008 062933 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 1 July 2010 (2010-07-01)	1-3,6-8, 10,12,13
Y	paragraphs [0062] - [0087], [0091]; figure 1B	5
X	----- WO 2010/020069 A1 (LATTICE POWER JIANGXI CORP [CN]; XIONG CHUANBING [CN]; JIANG FENGYI [C]) 25 February 2010 (2010-02-25)	1,4, 7-10,12
Y	abstract; figures 1,3A-3G paragraphs [0036] - [0058]	5
X	----- DE 10 2007 003282 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 24 July 2008 (2008-07-24)	1,9,10
	paragraphs [0083] - [0086]; figure 4 ----- -/--	



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

26 April 2012

Date of mailing of the international search report

09/05/2012

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

Marani, Roberta

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/050713

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2009 018286 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 28 October 2010 (2010-10-28) paragraph [0062]; figure 4b -----	5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/050713

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102008062933 A1	01-07-2010	CN 102265399 A	30-11-2011
		DE 102008062933 A1	01-07-2010
		EP 2368269 A1	28-09-2011
		KR 20110099753 A	08-09-2011
		US 2011241031 A1	06-10-2011
		WO 2010072191 A1	01-07-2010

WO 2010020069 A1	25-02-2010	CN 102067339 A	18-05-2011
		US 2011140080 A1	16-06-2011
		WO 2010020069 A1	25-02-2010

DE 102007003282 A1	24-07-2008	CN 101601141 A	09-12-2009
		DE 102007003282 A1	24-07-2008
		EP 2130235 A2	09-12-2009
		TW 200835002 A	16-08-2008
		WO 2008089728 A2	31-07-2008

DE 102009018286 A1	28-10-2010	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L33/38 H01L33/22

ADD. H01L33/32

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, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2008 062933 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 1. Juli 2010 (2010-07-01)	1-3,6-8, 10,12,13
Y	Absätze [0062] - [0087], [0091]; Abbildung 1B	5
X	WO 2010/020069 A1 (LATTICE POWER JIANGXI CORP [CN]; XIONG CHUANBING [CN]; JIANG FENGYI [C] 25. Februar 2010 (2010-02-25)	1,4, 7-10,12
Y	Zusammenfassung; Abbildungen 1,3A-3G Absätze [0036] - [0058]	5
X	DE 10 2007 003282 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 24. Juli 2008 (2008-07-24)	1,9,10
	Absätze [0083] - [0086]; Abbildung 4	
	-/-	



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

26. April 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/05/2012

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

Marani, Roberta

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2009 018286 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 28. Oktober 2010 (2010-10-28) Absatz [0062]; Abbildung 4b -----	5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/050713

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008062933 A1	01-07-2010	CN 102265399 A	30-11-2011
		DE 102008062933 A1	01-07-2010
		EP 2368269 A1	28-09-2011
		KR 20110099753 A	08-09-2011
		US 2011241031 A1	06-10-2011
		WO 2010072191 A1	01-07-2010

WO 2010020069 A1	25-02-2010	CN 102067339 A	18-05-2011
		US 2011140080 A1	16-06-2011
		WO 2010020069 A1	25-02-2010

DE 102007003282 A1	24-07-2008	CN 101601141 A	09-12-2009
		DE 102007003282 A1	24-07-2008
		EP 2130235 A2	09-12-2009
		TW 200835002 A	16-08-2008
		WO 2008089728 A2	31-07-2008

DE 102009018286 A1	28-10-2010	KEINE	
