

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
12. Februar 2015 (12.02.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/018643 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 21/285 (2006.01) H01L 29/20 (2006.01)
H01L 33/36 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/065846

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Juli 2014 (23.07.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 108 661.6
9. August 2013 (09.08.2013) DE

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

(72) Erfinder: **PFEUFFER, Alexander F.**; Safferlingstr. 21,
93053 Regensburg (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,
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).

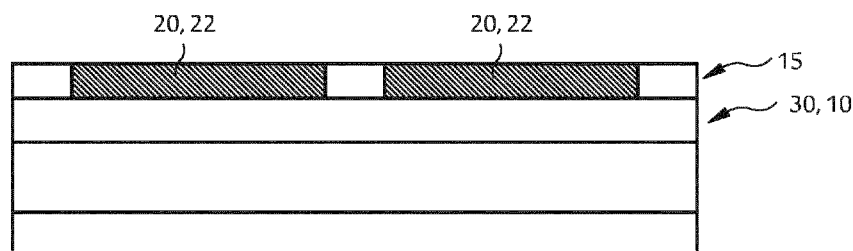
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR STRUCTURING AND PLANARIZING A LAYER SEQUENCE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR STRUKTURIERUNG UND PLANARISIERUNG EINER SCHICHTENFOLGE

FIG 1E



(57) Abstract: The invention relates to a method for structuring and planarizing a layer sequence, wherein the method comprises the following steps A to D. In a method step A, a first layer is provided having a first primary surface. In a subsequent method step B, a structured mask layer is applied to the first primary surface of the first layer, wherein the structured mask layer comprises a dielectric material. In a next method step C, a second layer is applied from a side facing away from the first primary surface to the structured mask layer and to the first layer, wherein the second layer is a metal layer and the second layer has better adhesion to the first layer than to the structured mask layer and, in a method step D, the second layer is removed, wherein the second layer detaches from the structured mask layer and the second layer remains on the first primary surface of the first layer.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Strukturierung und Planarisierung einer Schichtenfolge angegeben, wobei das Verfahren folgende Schritte A bis D umfasst: In einem Verfahrensschritt A wird eine erste Schicht mit einer ersten Hauptfläche bereitgestellt, in einem darauffolgenden Verfahrensschritt B wird eine strukturierte Maskenschicht auf die erste Hauptfläche der ersten Schicht aufgebracht, wobei die

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2015/018643 A1



strukturierte Maskenschicht ein dielektrisches Material umfasst. In einem nächsten Verfahrensschritt C wird eine zweite Schicht von einer der ersten Hauptfläche abgewandten Seite auf die strukturierte Maskenschicht sowie auf die erste Schicht aufgebracht, wobei die zweite Schicht eine Metallschicht ist und die zweite Schicht mit der ersten Schicht eine bessere Haftung eingeht als mit der strukturierten Maskenschicht und in einem Verfahrensschritt D wird die zweite Schicht entfernt, wobei sich die zweite Schicht von der strukturierten Maskenschicht ablöst und die zweite Schicht auf der ersten Hauptfläche der ersten Schicht verbleibt.

Beschreibung

Verfahren zur Strukturierung und Planarisierung einer Schichtenfolge

5

Es wird ein Verfahren zur Strukturierung und Planarisierung einer Schichtenfolge angegeben.

10

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zur Strukturierung und Planarisierung einer Schichtenfolge anzugeben. Vorzugsweise zeichnet sich das Verfahren durch eine geringe Komplexität, Alterungsstabilität und Kosteneffizienz aus.

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird in einem Schritt A eine erste Schicht mit einer ersten Hauptfläche bereitgestellt. Die erste Schicht kann insbesondere ein elektrisch leitfähiges Material umfassen oder aus einem elektrisch leitfähigem Material bestehen.

20

Beispielsweise kann die erste Schicht ein Metall, einen Metallstapel, ein elektrisch leitfähiges Oxid und/oder eine Halbleiterschichtenfolge umfassen. Ferner umfasst die erste Schicht bevorzugt III-V-Halbleitermaterialien und/oder metallische Spiegelmaterialien. Metallische

25

Spiegelmaterialien sind beispielsweise Au oder Ag. Die erste Hauptfläche der ersten Schicht kann unstrukturiert ausgebildet sein. Die erste Schicht kann insbesondere durchgehend eben ausgebildet sein. Das heißt, dass die erste Hauptfläche der ersten Schicht keine Unterbrechungen,

30

Erhebungen und/oder Ausnehmungen aufweist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird in einem Schritt B eine strukturierte Maskenschicht auf die

erste Hauptfläche der ersten Schicht aufgebracht, wobei die strukturierte Maskenschicht ein dielektrisches Material umfasst. Unter "strukturierter Maskenschicht" versteht man eine Maskenschicht, die derart strukturiert worden ist, dass
5 die erste Hauptfläche der ersten Schicht zumindest stellenweise frei von dem Material der Maskenschicht ist. Die Strukturierung kann beispielsweise durch ein fotolithographisches Verfahren erfolgen.

10 Mit anderen Worten weist die strukturierte Maskenschicht zumindest stellenweise Ausnehmungen auf. Ein Entfernen der Maskenschicht in Bereichen, die nicht durch einen Fotolack bedeckt sind, kann durch chemisches Ätzen erfolgen. Die Ausnehmungen sind beispielsweise in vertikaler Richtung durch
15 die erste Hauptfläche der ersten Schicht und in lateraler Richtung durch zumindest eine Seitenfläche der strukturierten Maskenschicht begrenzt. Hierbei und im Folgenden verläuft die laterale Richtung parallel zu einer Haupterstreckungsrichtung der ersten Schicht und die vertikale Richtung quer zu der
20 lateralen Richtung.

Die strukturierte Maskenschicht weist zumindest stellenweise eine der ersten Hauptfläche abgewandte Hauptseite und eine der Hauptseite abgewandte Rückseite auf. Die Hauptseite und
25 die Rückseite sind durch eine Seitenfläche miteinander verbunden. Die Rückseite grenzt mittelbar oder unmittelbar an die erste Hauptfläche der ersten Schicht an. Beispielsweise kann die strukturierte Maskenschicht mit der ersten Hauptfläche in direktem Kontakt stehen oder mittels einer
30 Haftvermittlungsschicht, beispielsweise ZnO oder Ti, mit der ersten Hauptfläche mittelbar verbunden sein.

Die Maskenschicht kann insbesondere durch physikalische oder chemische Abscheideverfahren auf die erste Hauptfläche der ersten Schicht gebildet werden, zum Beispiel aufdeponiert, aufgesputtert, abgeschieden und/oder aufgewachsen werden.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird in einem Schritt C eine zweite Schicht von einer der ersten Hauptfläche abgewandten Seite auf die strukturierte Maskenschicht sowie auf die erste Schicht aufgebracht. Das
10 Aufbringen der zweiten Schicht von der ersten Hauptfläche abgewandten Seite auf die strukturierte Maskenschicht sowie auf die erste Schicht kann insbesondere durch Aufdampfen einer Edelmetallschicht erfolgen. Die zweite Schicht bedeckt
15 jeweils die strukturierte Maskenschicht sowie die erste Schicht vollständig. Das heißt, dass die zweite Schicht auf Bereichen der strukturierten Maskenschicht und Bereichen der ersten Schicht jeweils als durchgehende Schicht ausgebildet sein kann, wobei die jeweiligen Bereiche nicht durch die zweite Schicht miteinander verbunden sein müssen.

20

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist die zweite Schicht eine Metallschicht und die zweite Schicht geht mit der ersten Schicht eine bessere Haftung ein als mit der strukturierten Maskenschicht. Das heißt, dass sich die zweite
25 Schicht von der strukturierten Maskenschicht leichter ablöst als von der ersten Schicht. Beispielsweise geht die zweite Schicht mit der ersten Schicht eine stoffschlüssige Verbindung ein, wohingegen die strukturierte Maskenschicht von der zweiten Schicht bedeckt wird. Unter "bedeckt"
30 versteht man im vorliegenden Zusammenhang, dass sich insbesondere kein direkter, nachhaltiger und/oder fester Kontakt zwischen der zweiten Schicht und der strukturierten Maskenschicht ausbildet.

Stoffschlüssige Verbindungen sind Verbindungen, bei denen jeweilige Verbindungspartner durch atomare oder molekulare Kräfte zusammengehalten werden. Beispielsweise wird nun zwischen dem Material der zweiten Schicht und dem Material der ersten Schicht eine stoffschlüssige Verbindung ausgebildet, nicht aber zwischen der zweiten Schicht und der strukturierten Maskenschicht. Zwischen der zweiten Schicht und der strukturierten Maskenschicht können sich schwache Van-der-Waals-Kräfte ausbilden, die jedoch im vorliegenden Zusammenhang nicht als stoffschlüssige Verbindungen zu verstehen sind.

Die zweite Schicht bedeckt und/oder grenzt zumindest stellenweise an die erste Hauptfläche der ersten Schicht und an die Seitenfläche der strukturierten Maskenschicht an. Die zweite Schicht bedeckt ferner die Hautseite der strukturierten Maskenschicht. Es bilden sich somit Bereiche guter Haftung und Bereiche schlechter Haftung aus.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird in einen Schritt D die zweite Schicht entfernt, wobei sich die zweite Schicht von der strukturierten Maskenschicht ablöst und die zweite Schicht auf der ersten Hauptfläche der ersten Schicht verbleibt. Aufgrund der schlechteren Haftung der zweiten Schicht auf der Hauptseite der strukturierten Maskenschicht kann die zweite Schicht von der strukturierten Maskenschicht abgelöst, entfernt und/oder abgetrennt werden, wobei kein materialabtragendes, materialschmelzendes und/oder materialverdampfendes Verfahren erforderlich ist.

Insbesondere erfolgt das Ablösen der zweiten Schicht von der strukturierten Maskenschicht nicht durch ein CMP- (chemical mechanical polishing) Verfahren. Das Entfernen der zweiten Schicht von der strukturierten Maskenschicht kann

insbesondere rückstandsfrei erfolgen. Unter "rückstandsfrei" versteht man, dass nach dem Ablösen die strukturierte Maskenschicht frei von dem Material der zweiten Schicht ist. Die strukturierte Maskenschicht weist insbesondere auf der Hauptseite keine Spuren eines Materialabtrags auf.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens werden die Verfahrensschritte A bis D in der hier angegebenen Reihenfolge durchgeführt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zur Strukturierung und Planarisierung einer Schichtenfolge umfasst das Verfahren folgende Schritte A bis D:

In einem Verfahrensschritt A wird eine erste Schicht mit einer ersten Hauptfläche bereitgestellt, in einem darauffolgenden Verfahrensschritt B wird eine strukturierte Maskenschicht auf die erste Hauptfläche der ersten Schicht aufgebracht, wobei die strukturierte Maskenschicht ein dielektrisches Material umfasst. In einem nächsten Verfahrensschritt C wird eine zweite Schicht von einer der ersten Hauptfläche abgewandten Seite auf die strukturierte Maskenschicht sowie auf die erste Schicht aufgebracht, wobei die zweite Schicht eine Metallschicht ist und die zweite Schicht mit der ersten Schicht eine bessere Haftung eingeht als mit der strukturierten Maskenschicht. In einem Verfahrensschritt D wird die zweite Schicht entfernt, wobei sich die zweite Schicht von der strukturierten Maskenschicht ablöst und die zweite Schicht auf der ersten Hauptfläche der ersten Schicht verbleibt, wobei die Verfahrensschritte A bis D in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden.

Das hier beschriebene Verfahren zur Strukturierung und Planarisierung einer Schichtenfolge macht insbesondere von der Idee Gebrauch, dass zur Strukturierung metallischer Schichten beziehungsweise Schichtenfolgen auf einen

5 Rückätzschritt oder ein Lift-Off-Verfahren unter Verwendung eines Materials einer Maskenschicht, beispielsweise eines Fotolacks, verzichtet werden kann, wenn man Grenzflächen zwischen unterschiedlichen Materialien ausbildet, die untereinander eine unterschiedlich stark ausgeprägte Haftung
10 eingehen.

Überraschenderweise wurde festgestellt, dass insbesondere Edelmetalle schlecht auf dielektrischen Materialien haften, jedoch mit metallischen und/oder halbleitenden Materialien
15 eine gute Haftung eingehen. Ferner wurde festgestellt, dass eine Edelmetallschicht, welche auf eine derartige heterogene Fläche und/oder Struktur ausgebracht wird, Korngrenzen ausbilden. Die Korngrenzen separieren die Bereiche guter Haftung von den Bereichen mit schlechter Haftung. Diese
20 überraschende Feststellung kann zur Strukturierung und Planarisierung von entsprechenden Schichtenfolgen eingesetzt werden. Vorteilhaft ist beispielsweise, dass beim Einsatz des hier beschriebenen Verfahrens zur Planarisierung der Schichtenfolgen auf Material abtragende Prozesse, wie zum
25 Beispiel CMP, verzichtet werden kann. Somit erspart man sich ein aufwendiges Entfernen von Schleifrückständen und die Gefahr einer Kreuzkontamination in der Produktlinie wird minimiert.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist die erste Schicht eine Halbleiterschichtenfolge mit einer aktiven Zone auf oder ist als Schicht ausgebildet, die ein Edelmetall oder eine Edelmetalllegierung aufweist. Zu den

Edelmetallen gehören insbesondere die Platinmetalle sowie Gold und Silber. Insbesondere kann die erste Schicht auch eine Legierung aus zumindest zwei Edelmetallen, beispielsweise aus Silber und Gold, enthalten. Ferner kann
5 die erste Schicht Spuren eines Nichtedelmetalls, beispielsweise Al, Ti, Cr und/oder Zn als Haftvermittler zum dielektrischen Material, enthalten.

Die Halbleiterschichtenfolge mit der aktiven Zone ist zur
10 Erzeugung elektromagnetischer Strahlung geeignet, wobei die aktive Zone zwischen einer p-leitenden und n-leitenden Schicht der Halbleiterschichtenfolge ausgebildet sein kann. Die Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung kann insbesondere im infraroten, sichtbaren und/oder
15 ultravioletten Spektralbereich liegen. Die Halbleiterschichtenfolge kann insbesondere auf einem Substrat aufgewachsen, abgeschieden und/oder aufgedampft sein. Weitergehend kann bei dieser Ausführungsform die erste Schicht beispielsweise aus einem Edelmetall oder einer
20 Edelmetalllegierung oder die erste Schicht beispielsweise aus einer Halbleiterschichtenfolge bestehen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens erfolgt das Ablösen der zweiten Schicht durch einen
25 Hochdruckwasserstrahl und/oder einen Delaminationsprozess. Bei dem Ablösen mittels Hochdruckwasserstrahl wird beispielsweise die Schichtenfolge von einer der ersten Hauptfläche zugewandten Seite mit einem Wasserstrahl derart bestrahlt, dass sich die zweite Schicht von der
30 strukturierten Maskenschicht ablöst und die zweite Schicht auf der ersten Hauptfläche der ersten Schicht verbleibt. Für den Delaminationsprozess kann auf die zweite Schicht zumindest stellenweise eine Folie aufgeklebt werden. Die sich

auf der strukturierten Maskenschicht befindende zweite Schicht bleibt während einem Abziehen der Folie auf dieser kleben und/oder haften.

- 5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens passt sich im Verfahrensschritt C die zweite Schicht konform der strukturierten Maskenschicht an. Das heißt, dass eine der ersten Hauptfläche abgewandte Außenkontur der zweiten Schicht einer Außenkontur der strukturierten Maskenschicht folgt.
- 10 Beispielsweise bildet die zweite Schicht eine Topographie der strukturierten Maskenschicht nach. Hierbei ist eine Dicke der zweiten Schicht beispielsweise maximal doppelt so dick wie eine Dicke der strukturierten Maskenschicht. Unter dem Begriff "Dicke" versteht man im vorliegenden Zusammenhang die
- 15 Ausdehnung einer Schicht quer zu der lateralen Richtung. Besonders bevorzugt weisen die zweite Schicht und die strukturierte Maskenschicht die gleiche Dicke auf.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist die
- 20 zweite Schicht nicht durchgehend ausgebildet. Das heißt, dass die Bereiche der zweiten Schicht, die auf der ersten strukturierten Maskenschicht angeordnet sind, mit den Bereichen der zweiten Schicht, die mit der ersten Hauptfläche der ersten Schicht in Verbindung steht, nicht oder nur
- 25 teilweise im direkten Kontakt stehen. Mit anderen Worten wird die strukturierte Maskenschicht von der zweiten Schicht nicht durchgehend überformt.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist
- 30 ein Bereich der zweiten Schicht, der auf der strukturierten Maskenschicht ausgebildet ist, zu einem Bereich der zweiten Schicht, der auf der ersten Hauptfläche der ersten Schicht ausgebildet ist, an Korngrenzen der zweiten Schicht einen

Abstand auf. Die zweite Schicht, die auf der ersten Schicht aufgewachsen ist, weist eine erste Kristallstruktur auf. Die zweite Schicht, die auf der strukturierten Maskenschicht aufgewachsen ist, weist eine zweite Kristallstruktur auf. In
5 Bereichen, wo die erste Kristallstruktur auf die zweite Kristallstruktur der zweiten Schicht trifft, bilden sich Korngrenzen aus, durch die ein Abstand zwischen den Bereichen entsteht. Die Korngrenzen der zweiten Schicht können sich beispielsweise an einer der ersten Hauptfläche abgewandten
10 Kante und/oder an einem der ersten Hauptfläche abgewandten Kantenwinkel der strukturierten Maskenschicht befinden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist der Abstand an den Korngrenzen der zweiten Schicht kleiner als
15 250 nm. Der Abstand kann insbesondere kleiner als 200 nm, bevorzugt kleiner als 150 nm oder besonders bevorzugt kleiner als 100 nm sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens bildet,
20 insbesondere nach dem Ablösen der zweiten Schicht von der strukturierten Maskenschicht, die zweite Schicht, die auf der ersten Schicht aufgewachsen ist, mit einer der ersten Hauptfläche abgewandten Seite der strukturierten Maskenschicht eine ebene Fläche aus. Die zweite Schicht
25 schließt bündig mit der Hauptseite der strukturierten Maskenschicht ab, wobei die zweite Schicht die gleiche Dicke wie die strukturierte Maskenschicht aufweist. Die zweite Schicht grenzt des Weiteren zumindest stellenweise an die Seitenfläche der strukturierten Maskenschicht an. Im Bereich
30 der Seitenflächen der strukturierten Maskenschicht kann sich zwischen strukturierter Maskenschicht und der auf der ersten Schicht aufgetragenen zweiten Schicht auch ein Spalt oder eine Erhebung der zweiten Schicht ausbilden. Dies kann

dadurch entstehen, dass die zweite Schicht nur schlecht an der Seitenfläche der strukturierten Maskenschicht anwächst. Als Resultat kann die zweite Schicht mit der der ersten Hauptfläche abgewandten Seite der strukturierten Maskenschicht eine Fläche ausbilden, die bis auf Spalte oder Erhebungen im Bereich der Seitenflächen der strukturierten Maskenschicht eben ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens beträgt ein Kantenwinkel der strukturierten Maskenschicht an den Korngrenzen der zweiten Schicht zwischen 80° und 90° . Der Kantenwinkel wird durch einen eingeschlossenen Winkel zwischen der Hauptseite und der entsprechenden Seitenfläche der strukturierten Maskenschicht vorgegeben. Bei der Strukturierung der Maskenschicht mittels Fotolithografie und beispielsweise gepufferter Flusssäure bilden sich somit Kanten aus, die insbesondere das konforme Aufwachsen der zweiten Schicht begünstigen. Insbesondere kann der Kantenwinkel 90° betragen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist die zweite Schicht eine Edelmetallschicht und enthält vorzugsweise Au, Pt und/oder Ag. Insbesondere bei diesen Edelmetallen konnten überraschenderweise die großen

Haftungsunterschiede, wie sie hier beschrieben sind, festgestellt werden. Leicht oxidierende Metalle, wie zum Beispiel Cr, Al, Ti, kommen als Hauptmaterialien für die zweite Schicht weniger in Frage, da diese insbesondere an dem dielektrischen Material gut haften.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst die Halbleiterschicht mit der aktiven Zone ein III-V-Verbindungs-Halbleitermaterial. Das III-V-Verbindungs-

Halbleitermaterial weist wenigstens ein Element aus der dritten Hauptgruppe, wie beispielsweise B, Al, Ga, In, und ein Element aus der fünften Hauptgruppe, wie beispielsweise N, P, As, auf. Insbesondere umfasst der Begriff "III-V-Verbindungs-Halbleitermaterial" die Gruppe der binären, ternären oder quaternären Verbindungen, die wenigstens ein Element aus der dritten Hauptgruppe und wenigstens ein Element aus der fünften Hauptgruppe enthalten, beispielsweise Nitrid- und Phosphid-Verbindungshalbleiter. Eine solche binäre, ternäre oder quaternäre Verbindung kann zudem zum Beispiel ein oder mehrere Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens enthält die strukturierte Maskenschicht SiO_2 , Al_2O_3 , TiN und/oder Si_3N_4 . Auf diesen Materialien haftet die zweite Schicht, welche insbesondere Au, Pt und/oder Ag enthält, besonders schlecht, sodass beispielsweise diese Materialien bevorzugt zur Durchführung des hier beschriebenen Verfahrens eingesetzt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens weist die strukturierte Maskenschicht auf der ersten Hauptfläche der ersten Schicht eine gitterartige Struktur auf, derart, dass eine Vielzahl von einzelnen Bereichen zueinander in lateraler Richtung einen weiteren Abstand aufweisen. Beispielsweise ist die strukturierte Maskenschicht in Form eines Gitters ausgebildet, wobei das Gitter einzelne Halbleiterchips voneinander beabstandet, so dass entlang der strukturierten Maskenschicht benachbarte Halbleiterchips durchtrennt werden können.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist der weitere Abstand zwischen den einzelnen Bereichen kleiner oder gleich 10 μm . Hierbei ist das hier beschriebene Verfahren auch dazu geeignet, Lochkontakte mit einem Durchmesser von kleiner oder gleich 10 μm mit dem hier beschriebenen Verfahren entsprechend zu strukturieren und planarisieren.

Im Folgenden wird das hier beschriebene Verfahren zur Strukturierung und Planarisierung einer Schichtenfolge anhand von Ausführungsbeispielen mit zugehörigen Figuren erläutert.

Die Figuren 1A, 1B, 1C, 1D, 1E zeigen anhand von schematischen Ausführungsbeispielen einzelne Verfahrensschritte eines hier beschriebenen Verfahrens zur Strukturierung und Planarisierung einer Schichtenfolge.

Die Figur 2 zeigt anhand eines Ausführungsbeispiels eine weitere Variante einer Schichtenfolge, die auf Basis der Verfahrensschritte 1A bis 1E hergestellt worden ist.

Die Figur 3 zeigt eine Durchlichtaufnahme einer Schichtenfolge nach dem Verfahrensschritt C.

Die Figur 4 zeigt eine REM-Mikroskopieaufnahme einer Schichtenfolge nach dem Verfahrensschritt C.

Die Figur 5 zeigt eine Auflichtaufnahme einer Schichtenfolge nach dem Verfahrensschritt D anhand einer gitterartig strukturierten Maskenschicht.

Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente zur besseren Darstellbarkeit und/oder für eine bessere Verständlichkeit übertrieben groß dargestellt sein.

Die Figur 1A zeigt eine erste Schicht 10, die in der Figur 1A als Halbleiterschichtenfolge 30 ausgebildet ist. Die Halbleiterschichtenfolge 30 weist eine erste Hauptfläche 11 auf. Auf der ersten Hauptfläche 11 ist eine Maskenschicht 14 angeordnet. Die Maskenschicht 14 weist eine der ersten Hauptfläche 11 abgewandte Hauptseite 16 und eine der Hauptseite 16 abgewandte Rückseite 17 auf, wobei sich eine gemeinsame Seitenfläche 18 von der Hauptseite 16 zur Rückseite 17 der Maskenschicht 14 erstreckt.

Die Maskenschicht 14 kann auf der Hauptfläche 11 mittelbar oder unmittelbar angeordnet sein. Zum Beispiel kann die Maskenschicht 14 mit der Hauptfläche 11 in direktem Kontakt stehen und die erste Schicht 10 als Halbleiterschichtenfolge 30 ausgebildet sein. Auch kann eine Haftvermittlungsschicht, beispielsweise ZnO oder Ti, zwischen der ersten Schicht 10 und der Maskenschicht 14 angeordnet sein und die erste Schicht 10 kann beispielsweise aus Au, einem anderem Edelmetall und/oder einer Edelmetalllegierung bestehen (siehe Figur 2).

Die Halbleiterschichtenfolge 30 kann insbesondere ein III-V-Verbindungs-Halbleitermaterial umfassen und zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung geeignet sein. Beispielsweise umfasst die Halbleiterschichtenfolge 30 eine GaN-Halbleiter-

schichtenfolge. Die Halbleiterschichtenfolge 30 kann auf einem Substrat 34 aufgewachsen sein. Das Substrat 34 kann Saphir oder SiC umfassen oder aus einem dieser Materialien bestehen. Die elektromagnetische Strahlung wird in einer
5 aktiven Zone 33 produziert, die sich zwischen einer p-leitenden Schicht 31 und einer n-leitenden Schicht 32 der Halbleiterschichtenfolge 30 befindet.

Die Figur 1B zeigt die Maskenschicht 14, die durch eine
10 Fotomaske 1 strukturiert worden ist. Die Fotomaske 1 bedeckt die strukturierte Maskenschicht 15 an nicht freigelegten Bereichen der Halbleiterschichtenfolge 30 und ist auf der Hauptseite 16 ausgebildet. Die strukturierte Maskenschicht 15 weist somit Ausnehmungen 4 auf, die durch die erste
15 Hauptfläche 11 der Halbleiterschichtenfolge 30 und den Seitenflächen 18 der strukturierten Maskenschicht 15 begrenzt sein kann.

In der Figur 1C ist die Fotomaske 1 entfernt. Die
20 strukturierte Maskenschicht 15 weist einen Kantenwinkel 3 auf. Der Kantenwinkel 3 wird durch einen eingeschlossenen Winkel zwischen der Hauptseite 16 und der Seitenfläche 18 der strukturierten Maskenschicht 15 angegeben. Die Ausnehmung 4 weist somit steile Kantenflächen auf, wobei der Kantenwinkel
25 3 der strukturierten Maskenschicht 15 zwischen 80° und 90° beträgt und vorzugsweise nahe bei 90° liegt.

In der Figur 1D wird eine zweite Schicht 20 von einer der ersten Hauptfläche 11 abgewandten Seite auf die strukturierte
30 Maskenschicht 15 sowie auf die erste Schicht 10 aufgebracht, wobei die zweite Schicht 20 eine aufgedampfte Silberschicht sein kann. Die zweite Schicht 20 geht mit der ersten Hauptfläche 11 der Halbleiterschichtenfolge 30 eine bessere

Haftung ein als mit der Hauptseite 16 der strukturierten Maskenschicht 15. Die zweite Schicht 20 passt sich konform der strukturierten Maskenschicht 15 an, wobei eine Dicke der zweiten Schicht bevorzugt gleich einer Dicke der strukturierten Maskenschicht 15 ist. Bereiche 22 der zweiten Schicht 20, die eine gute Haftung zwischen der zweiten Schicht 20 und der Halbleiterschichtenfolge 30 aufweisen, stehen zu Bereichen 21 der zweiten Schicht 20, die eine schlechte Haftung zwischen der zweiten Schicht 20 und der strukturierten Maskenschicht 15 aufweisen, nicht oder zumindest teilweise nicht im direkten Kontakt. Das heißt, dass die zweite Schicht 20 entlang der ersten Hauptfläche 11 und der Hauptseite 16 nicht durchgehend ausgebildet ist. In der Figur 1D sind Korngrenzen 2 der zweiten Schicht 20 an den Kantenwinkeln 3 ausgebildet. Die Korngrenzen beabstanden den Bereich 22 zu dem Bereich 21. Die zweite Schicht 20 ist nicht durchgehend ausgebildet, was insbesondere auf die sich ausbildenden Korngrenzen 2 der zweiten Schicht 20 zurückzuführen ist.

In der Figur 1E ist die zweite Schicht 20 von der Hauptseite 16 der strukturierten Maskenschicht 15, beispielsweise durch Einsatz eines Hochdruckwasserstrahls, entfernt. Die zweite Schicht 20 in dem Bereich 22 verbleibt dabei auf der ersten Hauptfläche 11 der Halbleiterschichtenfolge 30. Die Hauptseite 16 ist frei an einem Material der zweiten Schicht 20 und weist keine Spuren eines Materialabtrags auf.

In der Figur 2 ist eine Schichtenfolge gezeigt, die auf den Verfahrensschritten, wie in den Figuren 1A bis 1E gezeigt, basiert. In der Figur 2 ist zum Unterschied des in den Figuren 1A bis 1E beschriebenen Verfahrens zwischen der Halbleiterschichtenfolge 30 und der strukturierten

Maskenschicht 15 die erste Schicht 10 als Edelmetallschicht, zum Beispiel als Goldschicht oder Silberschicht, ausgebildet. Die auf der Goldschicht oder Silberschicht ausgebildete strukturierte Maskenschicht 15 ist mittels einer

5 Haftvermittlungsschicht 40, beispielsweise ZnO oder Ti, mittelbar angeordnet.

In der Figur 3 ist eine Durchlichtaufnahme gezeigt, nachdem die zweite Schicht 20 entsprechend dem hier beschriebenen

10 Verfahrensschritt C auf die strukturierte Maskenschicht 15 beziehungsweise die erste Schicht 10 oder die Halbleiterschichtenfolge 30 aufgedampft worden ist. In der Figur 3, welche eine Aufsicht auf die hier beschriebene Schichtenfolge zeigt, sind dunkle Konturlinien ein Hinweis

15 dafür, dass an den Korngrenzen 2 der zweiten Schicht 20 ein Abstand A ausgebildet ist. In der Durchlichtaufnahme tritt durch den Abstand A Licht, das als helle Konturlinie deutlich sichtbar wird.

20 Figur 4 zeigt als REM-Aufnahme eine mikroskopische Vergrößerung des in der Figur 3 dargestellten Abstands A entlang der Konturlinien. Die REM-Aufnahme zeigt die Korngrenze 2 der zweiten Schicht 20, die sich wie hier beschrieben zwischen den Bereichen 21 und den Bereichen 22

25 ausbildet. Wie in der Figur 4 deutlich zu erkennen ist, sind die Bereiche 21 der zweiten Schicht 20, die auf der strukturierten Maskenschicht 15 ausgebildet sind, zu den Bereichen 22 der zweiten Schicht 20, die auf der Hauptfläche

30 11 der ersten Schicht 10 oder Halbleiterschichtenfolge 30 ausgebildet sind, entlang der Korngrenze 2 durch den Abstand A separiert.

In der Figur 5 ist eine strukturierte Maskenschicht 15 gezeigt, wobei diese eine gitterartige Struktur 5 aufweist. Die gitterartige Struktur 5 umfasst eine Vielzahl voneinander in lateraler Richtung durch einen weiteren Abstand S beabstandeter einzelner Bereiche 6, 22. Der weitere Abstand S beträgt zwischen den einzelnen Bereichen 6, 22 kleiner gleich 10 µm. Die Bereiche 6, 22 der Figur 5 zeigen die Bereiche der zweiten Schicht, die auf der Hauptfläche 11 der ersten Schicht 10 beziehungsweise Halbleiterschichtenfolge 30 ausgebildet sind. Die Bereiche 6, 22 sind durch Gitterstreifen der gitterartigen Struktur 5 in der lateralen Richtung zueinander beabstandet, wobei die Gitterstreifen die Bereiche 21 darstellen, nachdem die zweite Schicht 20 abgelöst worden ist.

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

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2013 108 661.6, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Strukturierung und Planarisierung einer Schichtenfolge (100) umfassend folgende Schritte:

- 5 A) Bereitstellen einer ersten Schicht (10) mit einer ersten Hauptfläche (11);
- B) Aufbringen einer strukturierten Maskenschicht (15) auf die erste Hauptfläche (11) der ersten Schicht (10), wobei die strukturierte Maskenschicht (15) ein dielektrisches
- 10 Material umfasst;
- C) Aufbringen einer zweiten Schicht (20) von einer der ersten Hauptfläche (11) abgewandten Seite auf die strukturierte Maskenschicht (15) sowie auf die erste Schicht (10),
- 15 wobei die zweite Schicht (20) eine Metallschicht ist und die zweite Schicht (20) mit der ersten Schicht (10) eine bessere Haftung eingeht als mit der strukturierten Maskenschicht (15);
- D) Entfernen der zweiten Schicht (20), wobei sich die zweite
- 20 Schicht (20) von der strukturierten Maskenschicht (15) ablöst und die zweite Schicht (20) auf der ersten Hauptfläche (11) der ersten Schicht (10) verbleibt, wobei die Verfahrensschritte A bis D in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden.
- 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei
- die zweite Schicht (20) eine gleiche Dicke wie die strukturierte Maskenschicht (15) aufweist, sodass die zweite Schicht (20), die auf der ersten Schicht (10)
 - 30 aufgewachsen ist, mit einer der ersten Hauptfläche (11) abgewandten Seite der strukturierten Maskenschicht (15) eine ebene Fläche ausbildet,
 - ein Bereich der zweiten Schicht (21), der auf der

strukturierten Maskenschicht (15) ausgebildet ist, zu einem Bereich der zweiten Schicht (22), der auf der ersten Hauptfläche (11) der ersten Schicht (10) in einem von der Maskenschicht (15) unbedeckten Bereich

5 ausgebildet ist, an Korngrenzen (2) der zweiten Schicht (20) einen Abstand (A) aufweist, der kleiner als 250 nm ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

10 bei dem die erste Schicht (10) eine Halbleiterschichtenfolge (30) mit einer aktiven Zone aufweist oder als eine Schicht ausgebildet ist, die ein Edelmetall oder eine Edelmetalllegierung aufweist.

15 4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem das Ablösen der zweiten Schicht (20) durch einen Hochdruckwasserstrahl und/oder einen Delaminationsprozess erfolgt.

20 5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem sich im Verfahrensschritt C die zweite Schicht (20) konform der strukturierten Maskenschicht (15) anpasst.

25 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die zweite Schicht (20) nicht durchgehend ausgebildet ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

30 - wobei die zweite Schicht (20) entlang der ersten Hauptfläche (11) und der strukturierten Maskenschicht (15) nicht durchgehend ausgebildet ist,

- wobei die Korngrenzen (2) an Kantenwinkeln (3) der

strukturierten Maskenschicht (15) ausgebildet sind, und
- wobei die Korngrenzen (2) den Bereich der zweiten
Schicht (22), der auf der ersten Hauptfläche (11) der
ersten Schicht (10) in einem von der Maskenschicht (15)
unbedeckten Bereich ausgebildet ist, zu dem Bereich der
zweiten Schicht (21), der auf der strukturierten
Maskenschicht (15) ausgebildet ist, beabstanden.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
bei dem ein Kantenwinkel (3) der strukturierten
Maskenschicht (15) an den Korngrenzen (2) der zweiten
Schicht (20) zwischen 80° und 90° beträgt.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
bei dem die zweite Schicht (20) eine Edelmetallschicht
ist und vorzugsweise Au, Pt und/oder Ag enthält.
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
bei dem die Halbleiterschichtenfolge (30) mit der aktiven
Zone ein III-V-Verbindungs-Halbleitermaterial umfasst.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
bei dem die strukturierte Maskenschicht (15) SiO_2 , Al_2O_3 ,
 TiN und/oder Si_3N_4 enthält.
12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
bei dem die strukturierte Maskenschicht (15) auf der
ersten Hauptfläche (11) der ersten Schicht (10) eine
gitterartige Struktur (5) aufweist, derart, dass eine
Vielzahl von einzelnen Bereichen (6) zueinander in
lateralen Richtung einen weiteren Abstand (S) aufweisen.
13. Verfahren nach Anspruch 12,

bei dem der weitere Abstand (S) zwischen den einzelnen Bereichen (6) kleiner oder gleich 10 μm ist.

FIG 1A

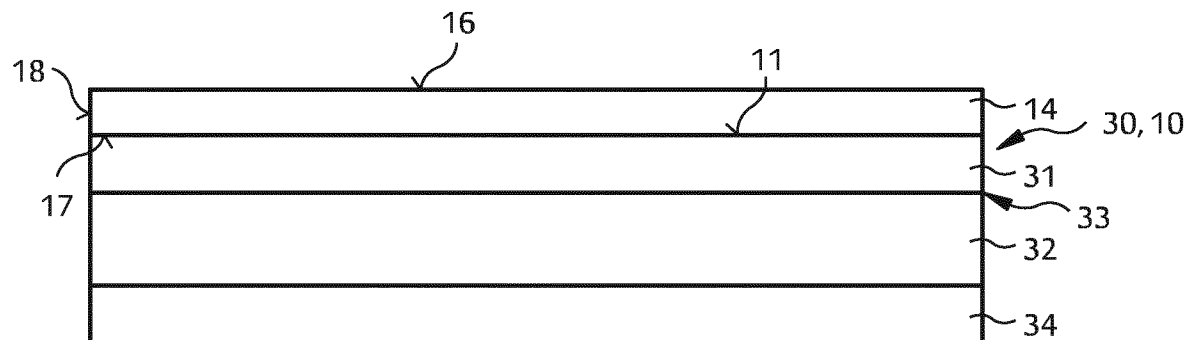


FIG 1B

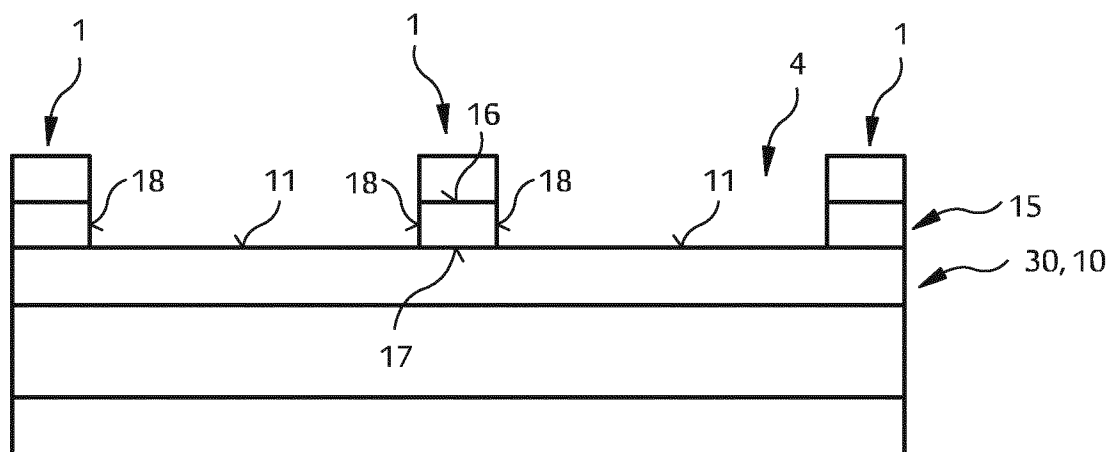


FIG 1C

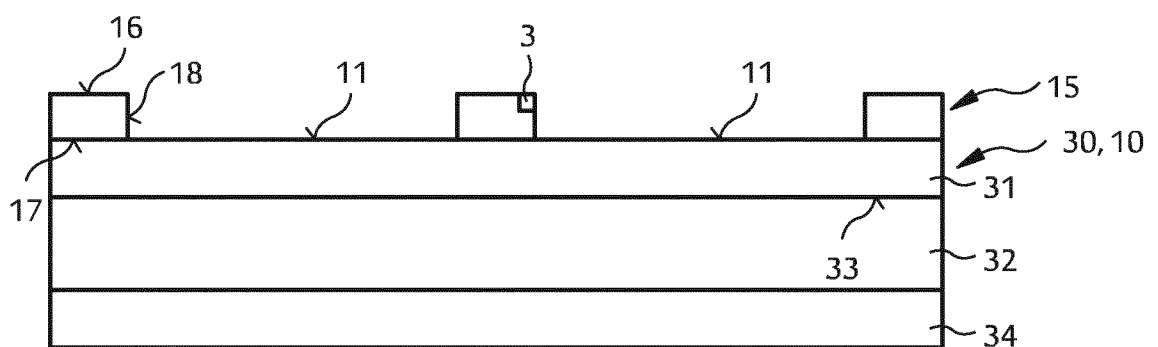


FIG 1D

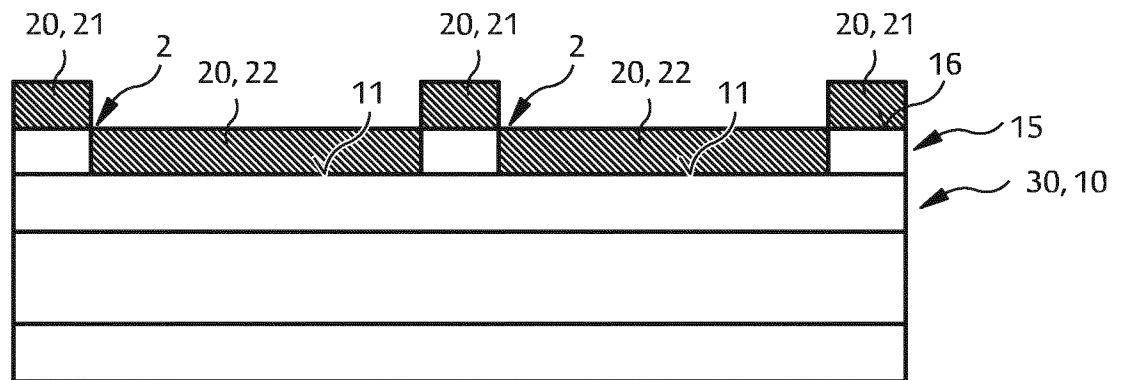


FIG 1E

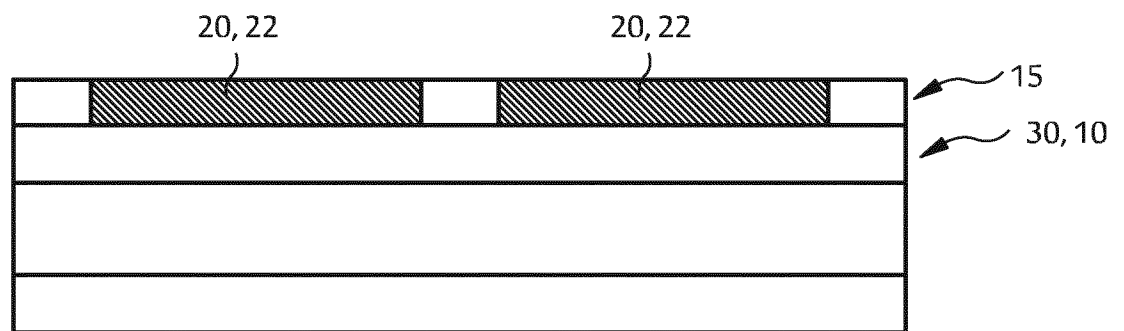


FIG 2

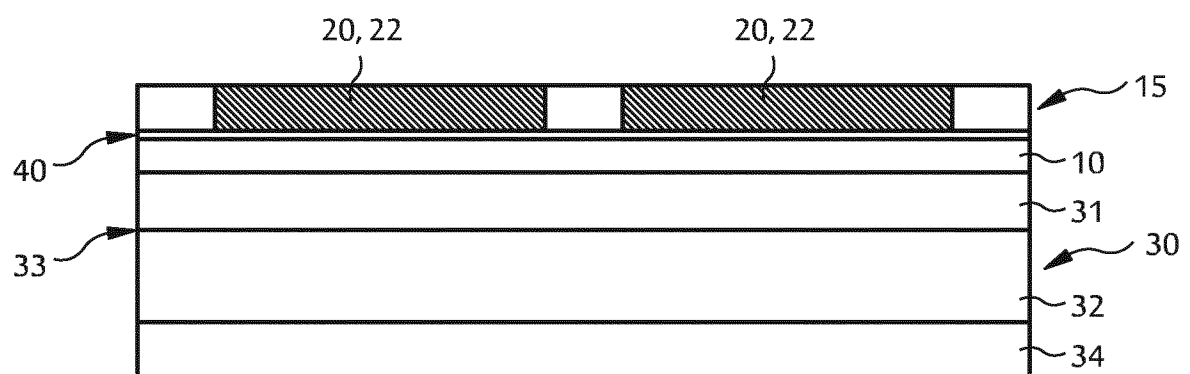


FIG 3

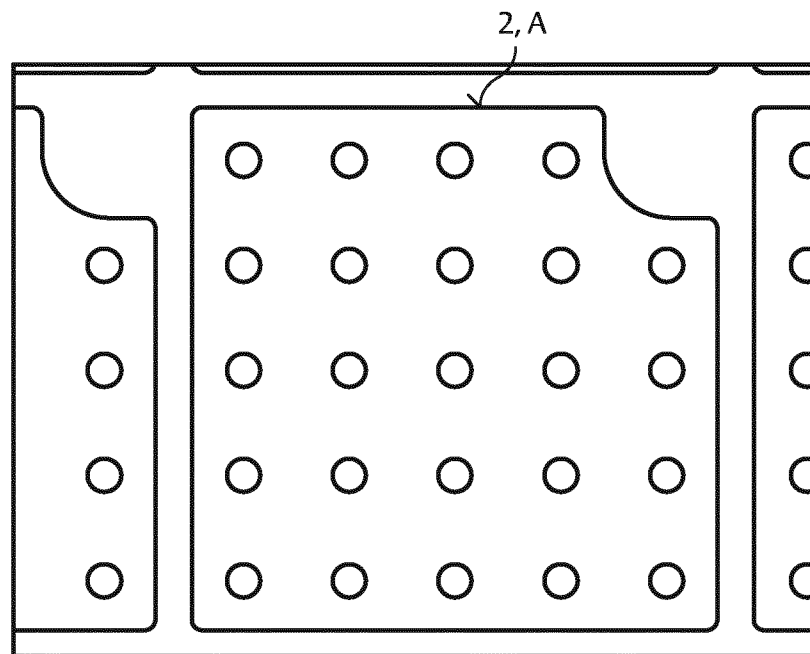


FIG 4

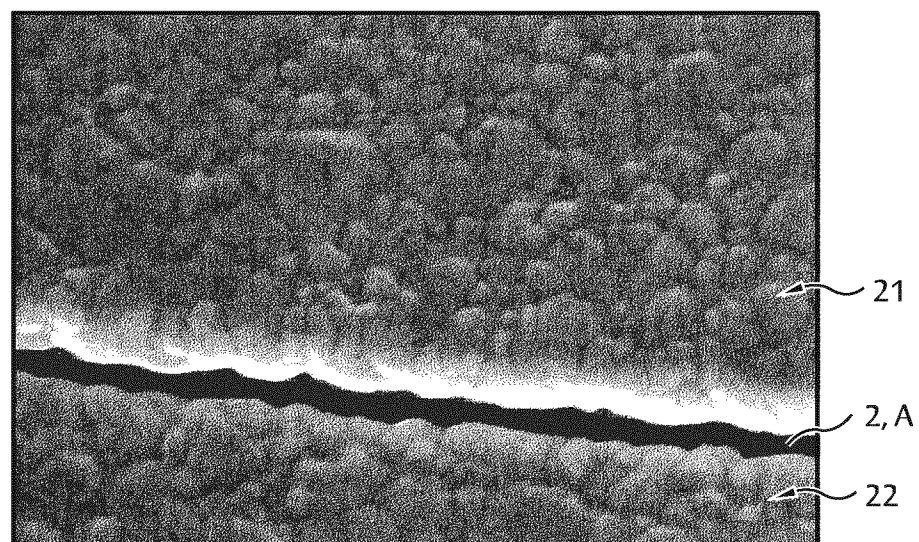
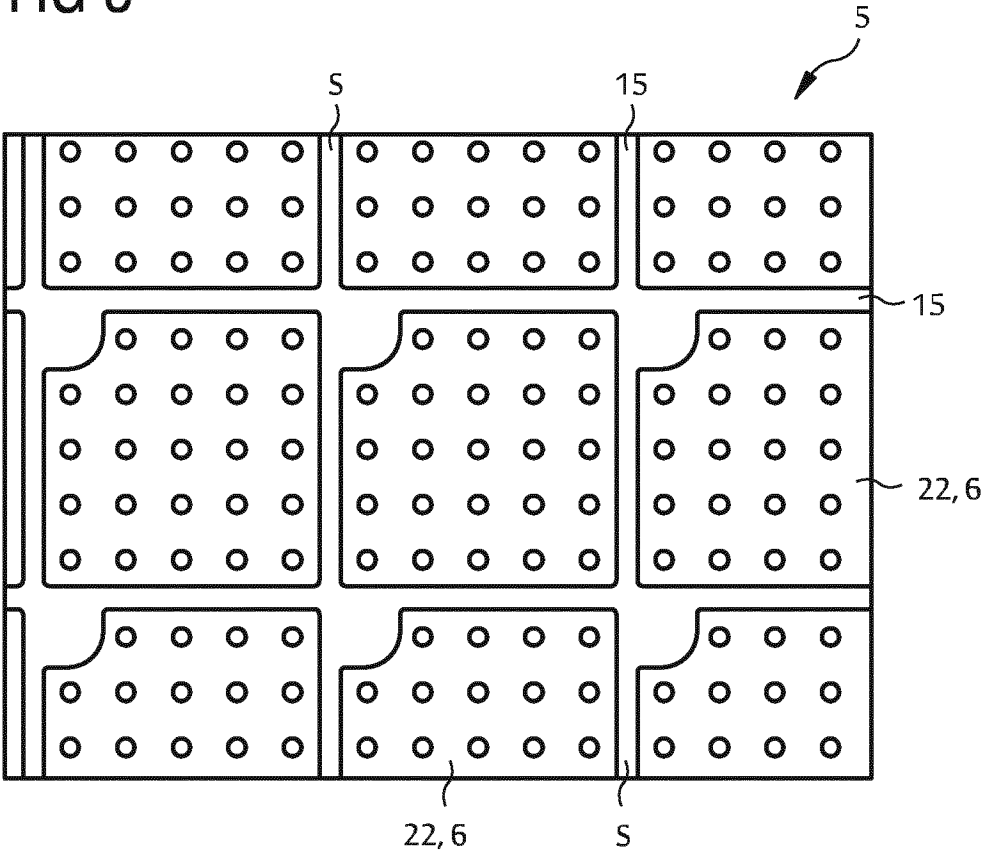


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/065846

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L21/285 H01L33/36
ADD. H01L29/20

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, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 633 269 A (BACHMEIER ALFRED) 11 January 1972 (1972-01-11)	1-6,8, 11-13
Y	column 2, line 18 - line 50; figures 4,5	9,10
A		7
Y	----- US 2013/187122 A1 (LEE YEA-CHEN [TW] ET AL) 25 July 2013 (2013-07-25) paragraphs [0040], [0044] -----	9,10



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

8 October 2014

Date of mailing of the international search report

20/10/2014

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

Gélébart, Jacques

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/065846

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3633269	A	11-01-1972	NONE	

US 2013187122	A1	25-07-2013	CN 103219435 A	24-07-2013
			TW 201332145 A	01-08-2013
			US 2013187122 A1	25-07-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L21/285 H01L33/36

ADD. H01L29/20

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, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 633 269 A (BACHMEIER ALFRED) 11. Januar 1972 (1972-01-11)	1-6,8, 11-13
Y	Spalte 2, Zeile 18 - Zeile 50; Abbildungen	9,10
A	4,5	7
Y	----- US 2013/187122 A1 (LEE YEA-CHEN [TW] ET AL) 25. Juli 2013 (2013-07-25) Absätze [0040], [0044] -----	9,10



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

8. Oktober 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/10/2014

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

Gélébart, Jacques

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/065846

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3633269	A	11-01-1972	KEINE

US 2013187122	A1	25-07-2013	CN 103219435 A 24-07-2013
			TW 201332145 A 01-08-2013
			US 2013187122 A1 25-07-2013
