

(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. September 2019 (12.09.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2019/170609 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01J 3/28 (2006.01) H01L 31/173 (2006.01)  
H01L 25/16 (2006.01) G01J 3/02 (2006.01)  
H01L 31/0216 (2014.01) G01J 3/10 (2006.01)  
H01L 31/109 (2006.01) G01J 3/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/055331

(22) Internationales Anmeldedatum:  
04. März 2019 (04.03.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 104 936.6  
05. März 2018 (05.03.2018) DE

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

(72) Erfinder: **HALBRITTER, Hubert**; Am Arzberg 3, 92345  
Dietfurt-Toeing (DE).

(74) Anwalt: **ZACCO PATENTANWALTS- UND RECH-  
TSANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Bayerstrasse  
83, 80335 Munich (DE).

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

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A SEMICONDUCTOR PART FOR DETECTING ELECTROMAGNETIC RADIATION,  
AND SEMICONDUCTOR PART

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES HALBLEITERBAUTEILS ZUR DETEKTION  
ELEKTROMAGNETISCHER STRAHLUNG UND HALBLEITERBAUTEIL

FIG 1

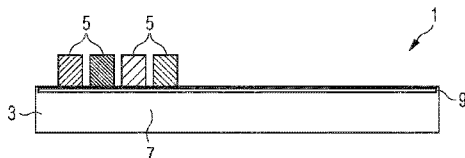
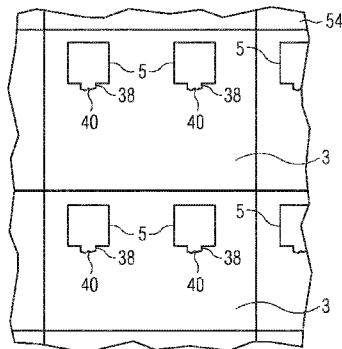


FIG 2B



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a semi-  
conductor part (1) for a spectrometer application, and to a semiconductor  
part (1). The method comprises applying semiconductor components (5)  
by means of microtransfer printing to a part body (3) with a substrate (7)  
and an integrated circuit (9). Semiconductor components are hereby trans-  
ferred from a sacrificial wafer to a target wafer (54) by means of a stamp.  
The semiconductor components (5) have an active zone for receiving radia-  
tion. At least one semiconductor component (5) has a sensitive spectral  
region which differs from that of another semiconductor component (5).  
Semiconductor components with an active zone for generating radiation  
can also be applied to the part body (3) by means of the described method.  
The semiconductor components of the semiconductor part (1) have tear-  
off points (40) caused by the production method.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines  
Halbleiterbauteils (1) für eine Spektrometeranwendung und ein Halblei-  
terbauteil (1) offenbart. Das Verfahren umfasst das Aufbringen von Halb-  
leiterkomponenten (5) mittels Mikrotransferdruck auf einen Bauteilkörper  
(3) mit einem Substrat (7) und einem integrierten Schaltkreis (9). Dabei  
werden Halbleiterkomponenten von einem Opferwafer mit einem Stempel  
zu einem Zielwafer (54) transferiert. Die Halbleiterkomponenten (5) wei-  
sen eine aktive Zone zum Strahlungsempfang auf. Zumindest eine Halblei-  
terkomponente (5) hat einen sensitiven Spektralbereich der sich von dem  
einer anderen Halbleiterkomponente (5) unterscheidet. Halbleiterkompo-  
nenten mit einer aktiven Zone zur Strahlungserzeugung können ebenfalls  
mit dem genannte Verfahren auf den Bauteilkörper (3) aufgebracht sein.  
Bedingt durch das Herstellungsverfahren weisen die Halbleiterkomponen-  
ten des Halbleiterbauteils (1) Abrissstellen (40) auf.

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, 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)

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES HALBLEITERBAUTEILS ZUR DETEKTION  
ELEKTROMAGNETISCHER  
STRAHLUNG UND HALBLEITERBAUTEIL

Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 10 2018 104 936.6, deren Offenbarung hiermit als in diese Anmeldung mit aufgenommen gilt.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Halbleiterbauteils zur Detektion elektromagnetischer Strahlung und ein solches Halbleiterbauteil.

Ein Spektrometer erlaubt die Detektion eines Spektrums. Es umfasst eine Mehrzahl von Photodetektoren, mittels derer jeweils die Strahlung in einem Teilbereich des Messbereichs des gesamten Spektrometers erfasst wird. Solche Spektrometer können ein Array von Silizium-Photodioden, beispielsweise mit integrierter Auswertelogik, umfassen. Zur Einstellung der Wellenlängenselektivität der Photodioden werden Farbfilter, beispielsweise in rot, grün, blau, oder auch für engere Bereiche Umgebungslichtsensoren (englisch „ambient light sensor“, ALS) für Spektroskopieanwendungen genutzt.

Die DE 102005 061 206 zeigt eine Detektoranordnung mit einem mikroelektronischen Halbleiterchip.

25

Die US 2016/0204033 zeigt ein Verfahren zum Trennen von Substraten und einen Halbleiterchip.

Die DE 102015 117 940 zeigt einen optischen Sensor.

30

Die WO 2016/012409 zeigt eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Mikro-Transfer-Drucken.

Es stellt sich die Aufgabe, ein Halbleiterbauteil für eine Spektrometeranwendung bereitzustellen.

Ein solches Halbleiterbauteil umfasst: einen Bauteilkörper mit  
5 einem Substrat und einem integrierten Schaltkreis sowie eine Halbleiterkomponente oder eine Vielzahl von Halbleiterkomponenten, wobei die Halbleiterkomponente oder jede aus der Vielzahl von Halbleiterkomponenten eine aktive Zone zum Strahlungsempfang und eine Abrissstelle aufweist, auf dem Bauteilkörper angeordnet und elektrisch leitend mit dem integrierten  
10 Schaltkreis verbunden ist.

Die Halbleiterkomponente ist vorteilhafterweise ein Chip, der in ungehäuster Form gemeinhin auch als „Die“ bezeichnet wird.  
15 Die Halbleiterkomponenten können Photodioden oder -detektoren sein, mittels derer die Strahlung in der aktiven Zone detektiert und ein davon strahlungsabhängiger Strom oder eine davon strahlungsabhängige Spannung bereitgestellt wird. Die Strahlung ist vorteilhafterweise Licht, sei es im infraroten, sichtbaren und/oder ultravioletten Bereich.  
20

Jede Halbleiterkomponente hat einen sensitiven Spektralbereich. Dies ist der Wellenlängenbereich, in dem Strahlung detektiert wird. Abhängig von der detektierten Strahlung wird  
25 ein Strom oder eine Spannung bereitgestellt. Der sensitive Spektralbereich kann eine wellenlängenabhängige relative Empfindlichkeit haben, bei der unterschiedliche Wellenlängen gleicher Intensität unterschiedlich starke Spannungen oder Ströme generieren. Typischerweise hat der sensitive Spektralbereich eine glockenförmige Empfindlichkeit über der Wellenlänge. Halbleiterkomponenten können Mikrophotodioden, das heißt Photodioden mit geringer räumlicher Ausdehnung, sein,  
30

die auf dem Bauteilkörper aufgebracht sind. Durch die Kombination mehrerer Halbleiterkomponenten unterschiedlicher sensitiver Spektralbereiche kann ein Spektrometer ausgebildet werden. Dies kann durch hochintegrierte Photodioden mit engem  
5 sensitiven Spektralbereich als Halbleiterkomponenten realisiert werden, die vorzugsweise in Photodioden-Arrays auf dem Bauteilkörper angeordnet werden.

Der Bauteilkörper weist integrierte Schaltungsstrukturen, die  
10 mit den Mikrophotodioden elektrisch leitend verbunden werden können, auf. Solch ein Bauteilkörper kann auch als intelligentes Substrat bezeichnet werden. Es ist beispielsweise aus Silizium.

15 Die Halbleiterkomponente oder die Vielzahl von Halbleiterkomponenten sind vorteilhafterweise mittels Mikrotransferdrucks auf dem Bauteilkörper aufgebracht worden.

Ein entsprechendes Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterbauteils sieht vor: Aufbringen einer Halbleiterkomponente oder  
20 einer Vielzahl von Halbleiterkomponenten mittels Mikrotransferdrucks auf einen Bauteilkörper mit einem Substrat und einem integrierten Schaltkreis, wobei die Halbleiterkomponente oder jede aus der Vielzahl von Halbleiterkomponenten eine aktive  
25 Zone zum Strahlungsempfang aufweist. Dieses Verfahren erlaubt die Integration und Montage von Mikrophotodiodenstrukturen auf einem intelligenten Substrat.

Der Mikrotransferdruck ist ein paralleler Bestückungsprozess,  
30 bei dem mehrere Halbleiterkomponenten gleichzeitig auf noch im Waferverbund miteinander verbundenen Bauteilkörpern übertragen werden. Die zu übertragenden Halbleiterkomponenten werden

bei Kontakt mit einem Stempel aus einem Opferwafer herausgebrochen und nach dem Transfer auf einem Zielwafer, der später zu den bestückten Bauteilkörpern vereinzelt wird, abgelegt. Die Abrisstellen an den Halbleiterkomponenten rühren von diesem Schritt her. Der Mikrotransferdruck reduziert die Kosten im Vergleich zu einer seriellen Bestückung. Die Halbleiterkomponenten können einen stegförmigen Fortsatz mit der Abrisstelle an seinem Ende aufweisen.

10 In einer Ausführung umfasst die Vielzahl von Halbleiterkomponenten zumindest eine Halbleiterkomponente, deren sensitiver Spektralbereich sich von dem einer anderen Halbleiterkomponente aus der Vielzahl von Halbleiterkomponenten unterscheidet. Durch die Anordnung mehrerer Halbleiterkomponenten mit  
15 unterschiedlichen sensitiven Spektralbereichen auf demselben Bauteilkörper lässt sich ein Halbleiterbauteil ausbilden, das als Spektrometer dient.

Bandlücken-Engineering, englisch „bandgap engineering“, fasst  
20 verschiedene Mittel zusammen, mittels derer sich der sensitive Spektralbereich einer Halbleiterkomponente auf den gewünschten Bereich einstellen lässt. Eine davon ist die gezielte Auswahl und Kombination von Halbleitermaterialien für die Halbleiterkomponente. Ein maßgeschneidertes Bandbreitendesign ermöglicht  
25 die Herstellung sehr schmalbandiger Photodiodenstrukturen als Halbleiterkomponenten.

In einer Ausführung umfasst die Vielzahl von Halbleiterkomponenten zumindest eine Halbleiterkomponente, deren Halbleitermaterialsystem sich von dem einer anderen Halbleiterkomponente aus der Vielzahl von Halbleiterkomponenten unterscheidet. Die  
30 Verwendung unterschiedlicher Materialsysteme erlaubt, Halb-

leiterkomponenten mit unterschiedlichen sensitiven Spektralbereichen auszubilden. Mehrere Halbleiterkomponenten mit unterschiedlichen Materialsystemen können auf demselben Bauteilkörper angeordnet werden. Vorteilhafterweise umfassen die unterschiedlichen Materialsysteme zumindest eines aus der Gruppe mit Silizium, Germanium, III-V-Verbindungen und II-IV-Verbindungen. Die einzelnen Mikrophotodioden können dabei in einer entsprechenden Technologie, zum Beispiel Si-, Ge-, III-V- oder II-IV-Technologie realisiert werden. Durch Verwendung und Montage unterschiedlicher Materialsysteme kann der für Silizium typische Wellenlängenbereich bis zirka 1000/1100 nm deutlich erweitert werden. Ebenfalls kann durch die Verwendung von anderen Materialien als Silizium eine deutlich höhere Absorbanz bei dünner Schichtdicke erreicht werden.

Ferner kann ein in einem gegebenen Wellenlängenbereich absorbierendes Mittel vorgesehen sein, das auf der Halbleiterkomponente oder der Vielzahl von Halbleiterkomponenten angeordnet ist. Solch ein Mittel ist beispielsweise eine Materialschicht auf der strahlungseinfallenden Seite der Halbleiterkomponente, die Strahlung in einem bestimmten Wellenlängenbereich absorbiert, sodass die Halbleiterkomponente in diesem Wellenlängenbereich nicht mehr detektiert. Dadurch kann der sich durch das verwendete Materialsystem ergebende sensitive Spektralbereich noch schmaler gemacht werden.

Durch die Kombination von verschiedenen Mikrophotodioden mit unterschiedlichen Absorbanzwellenlängen kann ein breitbandiges, aber selektives Detektorarray auf einem Hybridchip realisiert werden, um eine breitbandige Spektrometeranwendung zu ermöglichen. Durch die Verwendung von Mikrophotodioden lässt sich zudem eine hochpräzise Montage und hohe Packungsdichte realisieren.

Der Bauteilkörper ist ausgebildet, die detektierte Strahlung mittels des integrierten Schaltkreises weiterzuverarbeiten. Er kann beispielsweise einen Transimpedanzverstärker oder eine  
5 Auswerteeinheit umfassen.

In einer Ausführung umfasst das Halbleiterbauteil ferner einen Diffusor oder ein lichtbrechendes Mittel, das auf der Halbleiterkomponente oder der Vielzahl von Halbleiterkomponenten  
10 angeordnet ist. Der Diffusor sorgt für eine homogene Ausleuchtung der darunter angeordneten Halbleiterkomponenten.

In einer Ausführung des Halbleiterbauteils ist die Vielzahl von Halbleiterkomponenten in einem Array von Zellen angeordnet.  
15 net. Jede Zelle umfasst mehrere Halbleiterkomponenten. Die Zusammenstellung der verschiedenen Typen von Halbleiterkomponenten ist für jede Zelle gleich.

In einer Ausführung des Halbleiterbauteils umfasst diese ferner  
20 ner zumindest eine aktive Zone zur Strahlungserzeugung, sodass beispielsweise strahlungsemittierende und -detektierende Halbleiterkomponenten auf demselben Bauteilkörper angeordnet sind, um sie zu einem System, beispielsweise aus RGB-LEDs und Sensoren, zu kombinieren. Der Halbleiterkörper umfasst eine  
25 Strahlung emittierende Halbleiterkomponente oder eine Vielzahl von Strahlung emittierenden Halbleiterkomponenten, wobei die Strahlung emittierende Halbleiterkomponente oder jede aus der Vielzahl von Strahlung emittierenden Halbleiterkomponenten eine aktive Zone zur Strahlungserzeugung und eine Abrissstelle  
30 aufweist, auf dem Substrat angeordnet und elektrisch leitend mit dem Bauteilkörper verbunden ist. Alternativ ist auch denkbar, die aktive Zone zur Strahlungserzeugung auf dem Bauteilkörper vorzusehen.

Insgesamt erlaubt das oben beschriebene Halbleiterbauteil als mikrophotodiodenbasiertes Spektrometer eine höhere Integrationsdichte auf Bauteilebene, ermöglicht eine Kostenreduktion und eine breitere Bandbreite der Heterointegration als Spektrometeranwendung im Vergleich zu einer Integration mehrerer Komponenten basierend nur auf Silizium oder Germanium. Im Vergleich zu einer konventionellen Spektrometeranordnung von Siliziumphotodioden mit Filtern wird durch solch ein oben beschriebenes Halbleiterbauteil eine bessere Unterdrückung durch gezieltes Bandlücken-Engineering erreicht. Es ergibt sich eine bessere Winkелеmpfangscharakteristik und ein breiterer Wellenlängenbereich, beispielsweise größer als 1000 nm, ist abdeckbar.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung in den folgenden Figuren veranschaulicht.

Figur 1 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel eines Halbleiterbauteils in der Schnittansicht.

Figuren 2A und 2B veranschaulichen Schritte beim Mikrotransferdruck anhand von Zwischenprodukten.

Figur 3 zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Halbleiterbauteils in der Aufsicht.

Figur 4 zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Halbleiterbauteils in der Schnittansicht.

Figur 5 zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Halbleiterbauteils in der Schnittansicht.

Figur 6A zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Halbleiterbauteils in der Schnittansicht.

Figuren 6B und 6C veranschaulichen die Filterwirkung des Ausführungsbeispiels eines Halbleiterbauteils.

Die Figur 7 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel einer Halbleiterkomponente.

Figur 8 veranschaulicht das wellenlängenabhängige Absorptionsverhalten der Halbleiterkomponente.

Figur 9 zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Halbleiterbauteils in der Schnittansicht.

Figur 1 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel eines Halbleiterbauteils in der Schnittansicht.

Das Halbleiterbauteil 1 umfasst einen Bauteilkörper 3 und eine Vielzahl von Halbleiterkomponenten 5, die auf dem Bauteilkörper 3 angeordnet sind.

Der Bauteilkörper 3 umfasst ein Substrat 7 mit einem integrierten Schaltkreis 9. Er ist in diesem Ausführungsbeispiel als anwendungsspezifische integrierte Schaltung, englisch „application-specific integrated circuit“, ASIC, auf einem Siliziumsubstrat, kurz Si-ASIC, ausgebildet. Solch ein Bauteilkörper 3 kann ein Logikgatter umfassen. Er kann als Transimpedanzverstärker oder Auswerteeinheit dienen oder Funktionen solcher Baugruppen bereitstellen. Der integrierte Schaltkreis ist elektrisch leitend mit den Halbleiterkomponenten 5 verbunden.

Jede aus der Vielzahl von Halbleiterkomponenten 5 weist eine aktive Zone zum Strahlungsempfang auf, sodass sie als Photodetektor geeignet ist. Die Halbleiterkomponente 5 kann als Photodiode geringer Größe und Dicke ausgebildet sein, die auch als Mikrophotodiode, kurz „ $\mu$ PD“, bezeichnet wird.

Die Vielzahl von Halbleiterkomponenten 5 umfasst unterschiedliche Typen von Halbleiterkomponenten 5; in diesem Ausführungsbeispiel sind exemplarisch vier dargestellt. Ein Ausführungsbeispiel für Photodioden sind Metall-Semikonduktor-Metall-Photodioden geringer Größe und Dicke, kurz als „ $\mu$ MSM“ bezeichnet. Die photodektierenden Strukturen, die als Halbleiterkomponenten eingesetzt werden können, sind nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Die Typen von Halbleiterkomponenten 5 unterscheiden sich hinsichtlich des Wellenlängenbereichs, in dem sie Strahlung detektieren. Mit anderen Worten: Die Halbleiterkomponenten 5 unterscheiden sich hinsichtlich ihrer sensitiven Spektralbereiche, sodass die Kombination verschiedener Halbleiterkomponenten 5 ermöglicht, ein Spektrometer als Halbleiterbauteil auszubilden, dessen Messbereich sich aus der Überlagerung der sensitiven Spektralbereiche ergibt.

Die Halbleiterkomponenten 5 sind in diesem Ausführungsbeispiel druckbare Mikrophotodioden, die mittels Mikrotransferdrucks auf dem ersten Halbleiterkörper aufgebracht worden sind.

Die Herstellung des Halbleiterbauteils 1 aus einem Bauteilkörper 3 und den Halbleiterkomponenten 5 mittels dieses Verfahrens wird im Folgenden anhand der Figuren 2A und 2B erläutert.

Die Herstellung des Bauteilkörpers 3 erfolgt für eine Mehrzahl von Bauteilkörpern 3 gleichzeitig und im Waferverbund. Diese

Form der Herstellung erlaubt Prozessschritte für die Fertigung der Mehrzahl von Bauteilkörpern 3 parallel bei allen Bauteilkörpern 3 gleichzeitig auszuführen, solange sie noch miteinander verbunden sind. Solche Prozessschritte umfassen insbesondere das Aufbringen oder Aufwachsen von Schichten und Strukturen sowie, falls erforderlich, auch deren teilweisen Abtrag, um den integrierten Schaltkreis 9 auszubilden. Erst in einem abschließenden Schritt werden die ersten Halbleiterkörper 3 vereinzelt und voneinander getrennt.

Im Rahmen der Fertigung werden in einem parallelen Bestückungsprozess die Halbleiterkomponenten 5 auf die Bauteilkörper 3 aufgesetzt und miteinander verbunden, solange letztere sich noch im Verbund befinden. Diese Bestückung erfolgt gleichzeitig, indem mittels eines Elastomerstempels eine Mehrzahl von Halbleiterkomponenten 5 von einem Opferwafer 52 zum Zielwafer 54 mit den noch verbundenen Bauteilkörpern 3 transferiert und auf diesen derart aufgesetzt werden, dass sich die Halbleiterkomponenten 5 an ihren vorgesehenen Positionen auf den Bauteilkörpern 3 befinden. Die Stempelplatte weist eine Struktur auf, die mit Größe und Positionen der Halbleiterkomponenten 5 auf dem Zielwafer 54 korrespondiert.

Die Fertigung der Halbleiterkomponenten 5 erfolgt ebenfalls parallel im Waferverbund. Der entsprechende Wafer wird als Opferwafer 52 bezeichnet. Dabei werden die zweiten Halbleiterkörper 5 jedoch nicht vereinzelt, indem der Wafer 52 getrennt wird. Die zweiten Halbleiterkörper 5 werden vielmehr auf einer Opferschicht gleichzeitig derart gefertigt, dass alle späteren Halbleiterkomponenten 5 über Haltestrukturen 30 miteinander verbunden sind. Dann wird die Opferschicht entfernt, sodass die einzelnen zweiten Halbleiterkörper 5 nur noch über die

Haltestrukturen 30 miteinander und mit dem Wafersubstrat verbunden sind, wobei freistehende Stege 32 die Halbleiterkomponenten 5 mit einer Ankerstruktur 34, die ihrerseits mit dem Wafersubstrat verbunden ist, verbinden. Die so gefertigten Halbleiterkomponenten 5 sind im Verbund rasterförmig angeordnet.

Die Dicke derart hergestellter Chips als Halbleiterkomponenten 5 kann deutlich geringer sein als bei konventionell vereinzelt Chips und im Bereich weniger Mikrometer liegen.

Beim Paralleltransfer wird der Stempel auf die zu transferierenden Halbleiterkomponenten 5 gedrückt, sodass sie am Stempel anhaften. Sobald der Stempel sich in die Gegenrichtung bewegt, werden die Halbleiterkomponenten 5 von den Haltestrukturen 30 getrennt, indem die Stege 32 oder ihr Ansatz am zweiten Halbleiterkörper 2 abreißen. An der Halbleiterkomponente 5 bleibt eine Abrissstelle 40, die sich an einem stegförmigen Fortsatz 38, der ein Teil des Stegs 32 der Haltestruktur 30 ist, befinden kann.

Figur 2A zeigt eine schematische Darstellung des Opferwafers 52 mit einer Mehrzahl von zweiten Halbleiterkörpern 5 und der Haltestruktur 30. Die zweiten Halbleiterkörper 5 sind nach Abtrag der Opferschicht freistehend und nur über Stege 32 mit einer Ankerstruktur 34, die die Verbindung von Haltestruktur 30 und Wafersubstrat bildet, verbunden. Figur 2B zeigt eine schematische Darstellung des Zielwafers 54 mit einer Mehrzahl von ersten Halbleiterkörpern 3 im Verbund. Auf den ersten Halbleiterkörpern 3 sind bereits jeweils zwei zweite Halbleiterkörper 5 aufgesetzt, die korrespondierend ihrer Position auf dem Zielwafer 54 aus dem Opferwafer 52 herausgelöst worden

und mittels des Stempels auf den Zielwafer 54 transferiert worden sind.

Beim herausgelösten zweiten Halbleiterkörper 5 befindet sich die Abrissstelle 40 an einem stegförmigen Fortsatz 38, der ein Teil des ursprünglichen Stegs 32 ist. Alternativ kann sich die Abrissstelle 40 auch direkt an einer Außenseite der Halbleiterkomponente 5 befinden.

Im parallelen Bestückungsprozess wird eine Mehrzahl von Halbleiterkomponenten 5 gleichzeitig übertragen, indem sie bei Kontakt mit dem Stempel aus dem Opferwafer 52 herausgebrochen und nach dem Transfer auf dem Zielwafer 54 abgelegt werden. Dann können weitere Prozessschritte auf Waferenebene ausgeführt werden.

Der Paralleltransfer reduziert die Kosten im Vergleich zur seriellen Bestückung. Der oben geschilderte parallele Bestückungsprozess wird auch als Mikrotransferdruck bezeichnet. Die Verwendung von druckbaren Mikrophotodioden als Halbleiterkomponenten 5 erlaubt, eine hohe Packungsdichte bei der Wafer-Level-Montage zu erzielen.

Figur 3 zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Halbleiterbauteils in der Aufsicht.

Das Halbleiterbauteil 1 weist eine Vielzahl von Halbleiterkomponenten 5 auf einem Bauteilkörper 3, wie beispielsweise in Zusammenhang mit Figur 1 beschrieben, auf.

Die Halbleiterkomponenten 5 sind in Einheitszellen 55, die in einem Array mit Zeilen und Spalten angeordnet sind, angeordnet. Jede Einheitszelle 55 umfasst die gleichen Typen von

Halbleiterkomponenten 5 in vorgegebener Anordnung zueinander. In diesem Ausführungsbeispiel umfasst eine Einheitszelle 55 vier verschiedene Typen von Halbleiterkomponenten 5, die in zwei Spalten und zwei Zeilen als Detektor- oder Einheitszellenarray angeordnet sind.

Die Einheitszellen 55 sind ebenfalls in einem Array angeordnet. In Figur 3 sind exemplarisch vier Zellen 55 in jeweils zwei Spalten und Zeilen dargestellt. Das Einheitszellenarray kann sich zwecks besserer Durchmischung auf dem intelligenten Substrat 7 replizieren.

Die Typen von Halbleiterkomponenten 5 in jeder Einheitszelle 5 unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Empfangscharakteristik. Die Überlagerung der sensitiven Spektralbereiche der Halbleiterkomponenten 5 in der Zelle 5 ergibt deren Messbereich.

Die Typen von Halbleiterkomponenten 5 können aus unterschiedlichen Materialsystemen ausgebildet sein, beispielsweise Silizium, Germanium, Indiumphosphid, eine III-V-Verbindung oder eine II-IV-Verbindung.

Die Kombination verschiedener Materialsysteme für die Halbleiterkomponenten 5 im selben Halbleiterbauteil 1 ermöglicht zahlreiche Freiheitsgrade bei der Einstellung der sensitiven Spektralbereiche für die verschiedenen Halbleiterkomponenten 5. Der sensitive Spektralbereich kann zudem durch ein Bandlücken-Engineering weiter beeinflusst werden, sodass mit einer Halbleiterkomponente 5 nur ein enger Wellenlängenbereich detektiert wird. Die Kombinationen verschiedener schmaler sen-

sitiver Spektralbereiche ermöglicht den Aufbau eines effizienten Spektrometer-Halbleiterbauteils mit sehr guter Messgenauigkeit.

- 5 Ein alternatives oder zusätzliches Mittel, um unterschiedliche sensitive Spektralbereiche auszubilden, ist die zumindest teilweise Verwendung von Farbfiltern, die auf zumindest einigen der Halbleiterkomponenten 5 aufgebracht sind.
- 10 Das Array von Einheitszellen 55 ermöglicht eine Ortsauflösung bei der Detektion, da jede Zelle 5 geeignet ist, das Spektrum des in ihrem Bereich einfallenden Lichts zu detektieren. Alternativ ist es möglich, durch die Verwendung mehrere Zellen 55 statt nur weniger großflächiger Photodioden für verschie-
- 15 dene Wellenlängen eine bessere Durchmischung des einfallenden Lichts zu erzielen, da durch die Mittelung über mehrere Zellen 55 die Detektion nur lokaler Maxima oder Minima vermieden wird.

Figur 4 zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Halbleiterbauteils in der Schnittansicht. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden lediglich die Unterschiede zu dem in

20 Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel beschrieben.

Das Halbleiterbauteil 1 umfasst einen Bauteilkörper 3 und eine

25 Vielzahl von Halbleiterkomponenten 5. In diesem Ausführungsbeispiel sind acht verschiedene Typen von Mikrophotodioden als Halbleiterkomponenten 5 vorgesehen, deren sensitive Spektralbereiche sich unterscheiden.

30 Auf den Halbleiterkomponenten 5 ist eine Diffusoroptik 13 vorgesehen, die eine homogenere Ausleuchtung der verschiedenen Typen von Mikrophotodioden als Halbleiterkomponenten 5 ermöglicht und damit die Detektionsgenauigkeit erhöht.

Es sei bemerkt, dass die verschiedenen Typen von Halbleiterkomponenten 5 unter der Diffusoroptik 13 auch in einem Array von Einheitszellen 55, wie oben beschrieben, angeordnet werden können.

Figur 5 zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Halbleiterbauteils 1 in der Schnittansicht. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden lediglich die Unterschiede zu dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel beschrieben.

In diesem Ausführungsbeispiel umfasst die Vielzahl von Halbleiterkomponenten 5 sich replizierende Detektorzellen 55 mit Halbleiterkörpern 5 zweier Typen. Auf den Halbleiterkomponenten 5 ist eine abbildende Optik 16 vorgesehen, die eine Objektivwirkung hat und das einfallende Licht auf die Halbleiterkomponenten 5 lenkt. Die Ortsauflösung durch die Vielzahl von Zellen ermöglicht, die Richtung des einfallenden Lichts zu detektieren. Diese Anordnung verwendet verschiedene Typen von Mikrophotodioden (im Gegensatz zu LIDAR oder ToF-Anwendungen mit identischen Mikrophotodioden).

Es sei bemerkt, dass die verschiedenen Typen von Halbleiterkomponenten 5 unter der Optik 16 auch in einem Array von Zellen 55 mit Zeilen und Spalten, wie zuvor beschrieben, angeordnet werden können.

Die Figuren 6A, 6B und 6C veranschaulichen die Filterwirkung eines Ausführungsbeispiels eines Halbleiterbauteils 1 mit verschiedenen Mikrophotodioden als Halbleiterkomponenten 5, wie es in Figur 1 dargestellt ist. Allerdings sind in diesem Ausführungsbeispiel in Figur 6A exemplarisch sechs verschiedene

Typen von Halbleiterkomponenten 5 dargestellt. Mehr oder weniger Typen, sowie deren Anordnung in einem Array von Zellen ist denkbar. Die Filterwirkung der anderen zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele folgt demselben Prinzip.

5

Figur 6B zeigt beispielhaft die Empfindlichkeit der Mikrophotodioden als Halbleiterkomponenten 55 über der Wellenlänge. Jede der in Figur 6A dargestellten Mikrophotodioden detektiert in einem Wellenlängenbereich, der sich von denen der anderen unterscheidet, wobei jedoch durch die Kombination der verschiedenen Mikrophotodioden und der Überlagerung ihrer sensitiven Spektren das gesamte Spektrum, in dem detektiert werden soll, abgedeckt wird. In diesem Ausführungsbeispiel überlagern sich die Spektren nicht.

10

Figur 6C zeigt beispielhaft die Empfindlichkeit der Mikrophotodioden über der Wellenlänge in einem Ausführungsbeispiel, das sich vom vorhergehenden dadurch unterscheidet, dass die Spektren sich zumindest teilweise überlappen.

15

Die Figur 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer mittels Mikrotransferdrucks druckbaren, wellenlängenselektiven Photodiode als Halbleiterkomponente 5, deren sensitiver Spektralbereich durch Bandlücken-Engineering eingestellt worden ist.

20

Die Halbleiterkomponente 5 weist ein Substrat 7 und einen ersten Kontakt 21 auf seiner Oberseite und einem zweiten Kontakt 22 auf seiner Unterseite auf. Diese Kontakte 21, 22 können n beziehungsweise p-Kontakte sein. An der Substratoberseite ist ein Detektionsbereich 8 mit der aktiven Zone 11 vorgesehen, in dem das einfallende Licht 100 detektiert wird. Auf dem Detektionsbereich 8 ist eine wellenlängenselektive Schicht 25 aufgebracht. Durch die Kombination zweier Materialien lässt sich

25

30

Bandlücken-Engineering beispielsweise wie folgt erzielen: Der Detektionsbereich 8 ist geeignet, Strahlung unterhalb einer bestimmten Wellenlänge, beispielhaft mit Y bezeichnet, zu detektieren. Eine Absorptionsschicht 25 absorbiert Strahlung unterhalb einer bestimmten Wellenlänge, beispielhaft mit X bezeichnet, sodass diese Strahlung nicht mehr die aktive Zone 11 erreicht. Infolgedessen wird in der aktiven Zone 11 lediglich Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen Y und X absorbiert, da Strahlung oberhalb des Bereichs nicht detektiert werden kann und Strahlung unterhalb des Bereichs den Detektionsbereich 8 nicht erreicht.

Figur 8 veranschaulicht das oben beschriebene Absorptionsverhalten anhand einer Darstellung der Absorption in Abhängigkeit der Wellenlänge. Obgleich im Detektionsbereich 8 der Wellenlängenbereich 101 unterhalb der Wellenlänge Y detektierbar ist, wird wegen der Abschattung der Strahlung im Wellenlängenbereich 102 bis zur Wellenlänge X lediglich der Differenzbereich 103 zwischen den Wellenlängen X und Y detektiert und absorbiert. Durch die geeignete Kombination verschiedener Materialien lässt sich die Empfindlichkeit einer Halbleiterkomponente 5 und ihr sensitiver Spektralbereich gezielt einstellen.

Verschiedene Materialkombinationen erlauben unterschiedliche Empfindlichkeiten, die sich zu einem Spektrometer kombinieren lassen.

Figur 9 zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Halbleiterbauteils in der Schnittansicht.

Das Halbleiterbauteil 1 weist eine Vielzahl von Halbleiterkomponenten 5 auf einem Bauteilkörper 3, wie beispielsweise in

Zusammenhang mit Figur 1 beschrieben, auf. Um Wiederholungen zu vermeiden, werden lediglich die Unterschiede zu Figur 1 beschrieben.

5 Neben den Mikrophotodioden 5 weist dieses Ausführungsbeispiel noch Strahlung emittierende Halbleiterkomponenten 6 auf, um einen Sensor auszubilden. Jede Strahlung emittierende Halbleiterkomponente 6, die beispielsweise als LEDs ausgebildet sein kann, weist eine aktive Zone zur Strahlungserzeugung und  
10 eine Abrissstelle auf, ist auf dem Substrat angeordnet und elektrisch leitend mit dem Bauteilkörper 3 verbunden. Auch die Strahlung emittierenden Halbleiterkomponenten 6 sind druckbare Komponenten, die mittels des oben beschriebenen Mikrotransferdrucks auf dem Bauteilkörper 3 aufgebracht worden sind.

15

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

**Bezugszeichenliste**

|    |               |                          |
|----|---------------|--------------------------|
|    | 1             | Halbleiterbauteil        |
|    | 3             | Bauteilkörper            |
| 5  | 5             | Halbleiterkomponente     |
|    | 7             | Substrat                 |
|    | 8             | Detektionsbereich        |
|    | 9             | integrierter Schaltkreis |
|    | 11            | aktive Zone              |
| 10 | 13            | Diffusoroptik            |
|    | 16            | Optik                    |
|    | 21, 22        | Kontakt                  |
|    | 25            | Absorptionsschicht       |
|    | 30            | Haltestruktur            |
| 15 | 32            | Steg                     |
|    | 34            | Ankerstruktur            |
|    | 38            | Fortsatz                 |
|    | 40            | Abrissstelle             |
|    | 52            | Opfersubstrat            |
| 20 | 54            | Zielsubstrat             |
|    | 55            | Zelle                    |
|    | 100           | Licht                    |
|    | 101, 102, 103 | Bereich                  |
|    | X, Y          | Wellenlänge              |

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterbauteils (1) umfassend Aufbringen einer Halbleiterkomponente (5) oder eine  
5 Vielzahl von Halbleiterkomponenten (5) mittels Mikrotransferdrucks auf einem Bauteilkörper (3) mit einem Substrat (7) und einem integrierten Schaltkreis (9), wobei die Halbleiterkomponente (5) oder jede aus der Vielzahl von Halbleiterkomponenten (5) eine aktive Zone (11) zum Strahlungsempfang aufweist,  
10 wobei in einem parallelen Bestückungsprozess die Halbleiterkomponenten (5) gleichzeitig auf die Bauteilkörper (3) aufgesetzt und miteinander verbunden werden, solange letztere sich noch im Verbund befinden, wobei mittels eines Stempels eine Mehrzahl von Halbleiterkomponenten (5) von  
15 einem Opferwafer (52) zu einem Zielwafer (54) mit den noch verbundenen Bauteilkörpern (3) transferiert und auf diesen aufgesetzt werden, wobei beim Paralleltransfer der Stempel auf die zu transferierenden Halbleiterkomponenten (5) gedrückt wird, sodass sie am Stempel  
20 anhaften, wobei sobald der Stempel sich in die Gegenrichtung bewegt, die Halbleiterkomponenten (5) von Haltestrukturen (30) getrennt werden, indem Stege (32) oder deren Ansätze am zweiten Halbleiterkörper (5) abreißen und direkt an einer Außenseite der Halbleiterkomponente (5) eine Abrissstelle (40) bleibt.

2. Halbleiterbauteil (1) hergestellt nach einem Verfahren gemäß Anspruch 1, umfassend  
- einen Bauteilkörper (3) mit einem Substrat (7) und einem  
30 integrierten Schaltkreis (9),  
- eine Halbleiterkomponente (5) oder eine Vielzahl von Halbleiterkomponenten (5), wobei die Halbleiterkomponente (5) oder

jede aus der Vielzahl von Halbleiterkomponenten (5) eine aktive Zone (11) zum Strahlungsempfang und eine Abrissstelle (40) aufweist, auf dem Bauteilkörper (3) angeordnet und elektrisch leitend mit dem integrierten Schaltkreis (9) verbunden ist.

3. Halbleiterbauteil (1) nach Anspruch 2,  
wobei die Halbleiterkomponente (5) oder die Vielzahl von Halbleiterkomponenten (5) mittels Mikrotransferdrucks auf dem Bauteilkörper (3) aufgebracht worden sind.

4. Halbleiterbauteil (1) nach Anspruch 2 oder 3,  
wobei die Vielzahl von Halbleiterkomponenten (5) zumindest eine Halbleiterkomponente (5) umfasst, deren sensitiver Spektralbereich sich von dem einer anderen Halbleiterkomponente (5) aus der Vielzahl von Halbleiterkomponenten (5) unterscheidet.

5. Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 4,  
wobei die Vielzahl von Halbleiterkomponenten (5) zumindest eine Halbleiterkomponente (5) umfasst, deren Materialsystem sich von dem einer anderen Halbleiterkomponente (5) aus der Vielzahl von Halbleiterkomponenten (5) unterscheidet.

6. Halbleiterbauteil (1) nach Anspruch 5,  
wobei die unterschiedlichen Materialsysteme zumindest eines aus der Gruppe mit Silizium, Germanium, III-V-Verbindungen und II-IV-Verbindungen umfassen.

7. Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 6,  
bei dem das Substrat (7) des Bauteilkörpers (3) Silizium aufweist.

8. Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 7,

wobei der Bauteilkörper (3) einen Transimpedanzverstärker oder  
5 eine Auswerteeinheit umfasst.

9. Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 8,

ferner umfassend einen Diffusor (13) oder ein lichtbrechendes  
10 Mittel, angeordnet auf der Halbleiterkomponente (5) oder der  
Vielzahl von Halbleiterkomponenten (5).

10. Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 9,

15 ferner umfassend ein in einem gegebenen Wellenlängenbereich  
absorbierendes Mittel (25), das auf der Halbleiterkomponente  
(5) oder der Vielzahl von Halbleiterkomponenten (55) angeordnet  
ist oder auf einem Detektionsbereich (8) der Halbleiterkomponente  
(5) oder auf einem Detektionsbereich (8) zumindest  
20 einer aus der Vielzahl von Halbleiterkomponenten (5) aufgebracht  
ist.

11. Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 10,

25 wobei die Vielzahl von Halbleiterkomponenten (5) in einem Array  
von Zellen (55) angeordnet ist, und jede Zelle (55) umfasst  
mehrere Halbleiterkomponenten (5).

12. Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 11,

30 wobei die Halbleiterkomponenten (5) einer Zelle (55) sich hinsichtlich  
ihrer sensitiven Spektralbereiche unterscheiden.

13. Halbleiterbauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 12,  
ferner umfassend zumindest eine aktive Zone zur Strahlungserzeugung.

5

14. Halbleiterbauteil (1) nach Anspruch 13,  
ferner umfassend eine Strahlung emittierende weitere Halbleiterkomponente (6) oder eine Vielzahl von Strahlung emittierenden weiteren Halbleiterkomponenten (6), wobei die Strahlung  
10 emittierende weitere Halbleiterkomponente (6) oder jede aus der Vielzahl von Strahlung emittierenden weiteren Halbleiterkomponenten (6) eine aktive Zone zur Strahlungserzeugung und eine Abrissstelle (40) aufweist, auf dem Bauteilkörper (3) angeordnet und elektrisch leitend mit dem integrierten Schalt-  
15 kreis (9) verbunden ist.

FIG 1

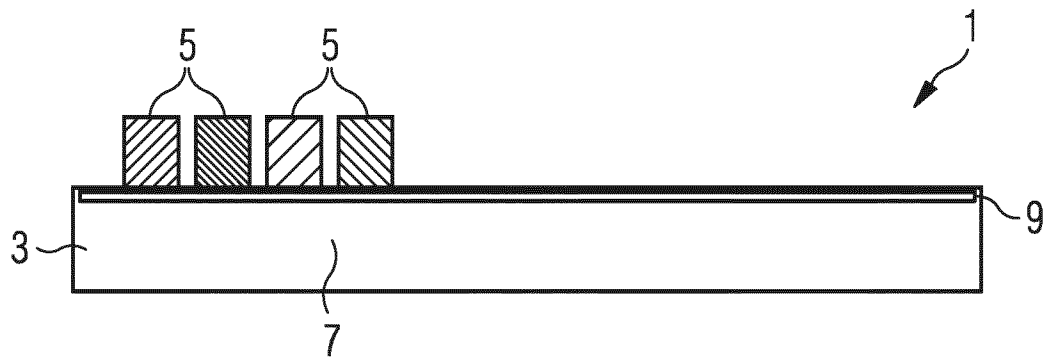


FIG 2A

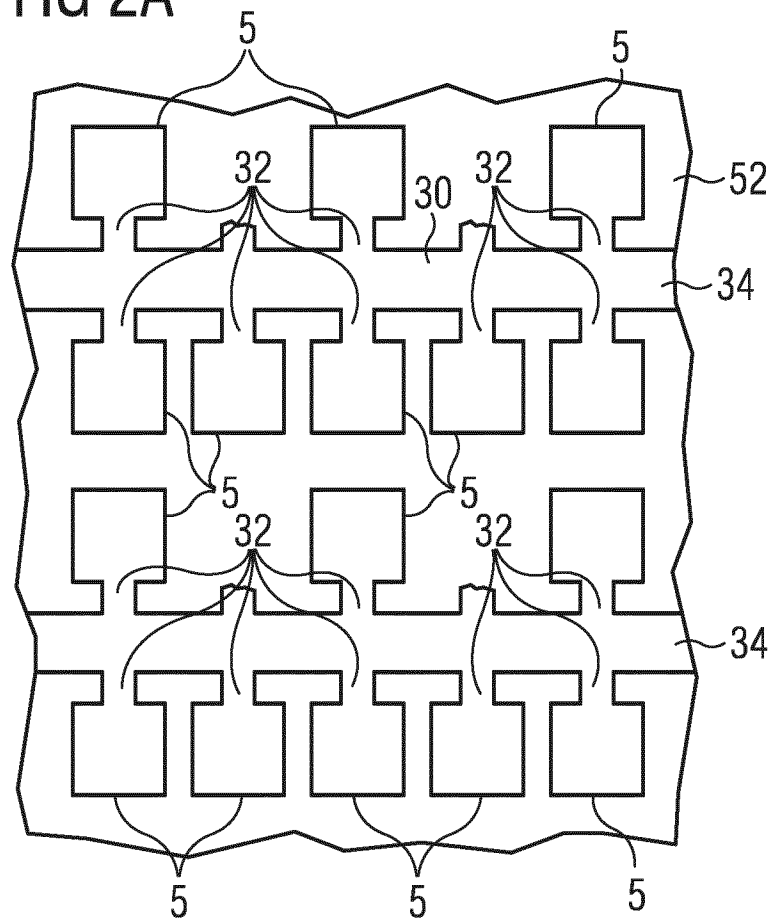


FIG 2B

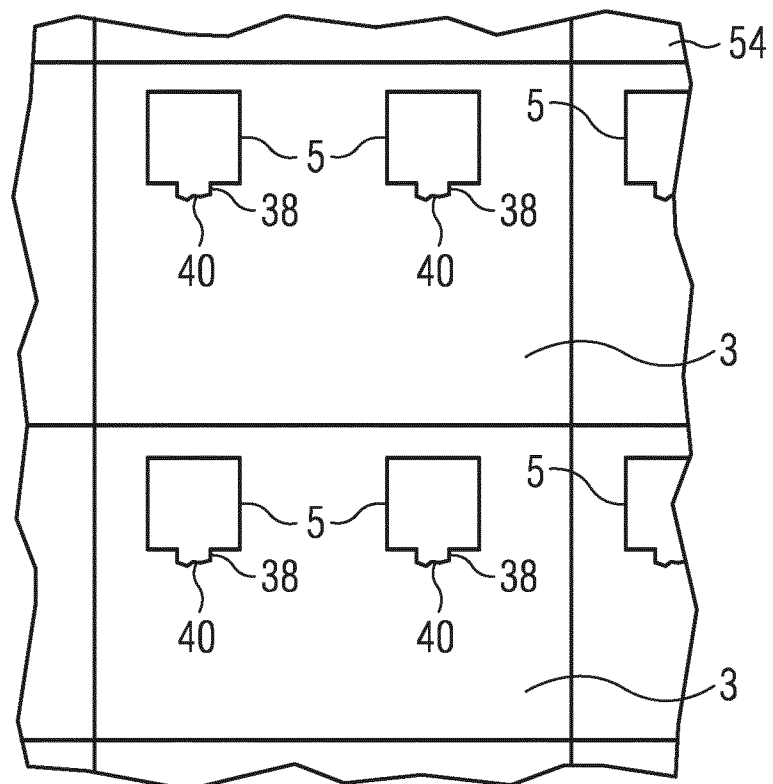


FIG 3

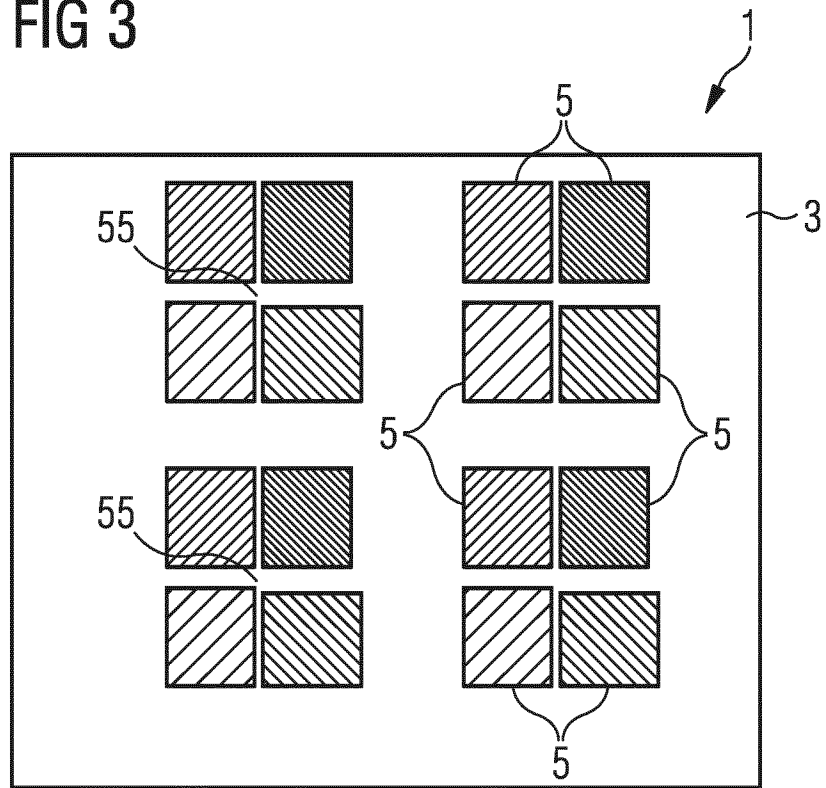


FIG 4

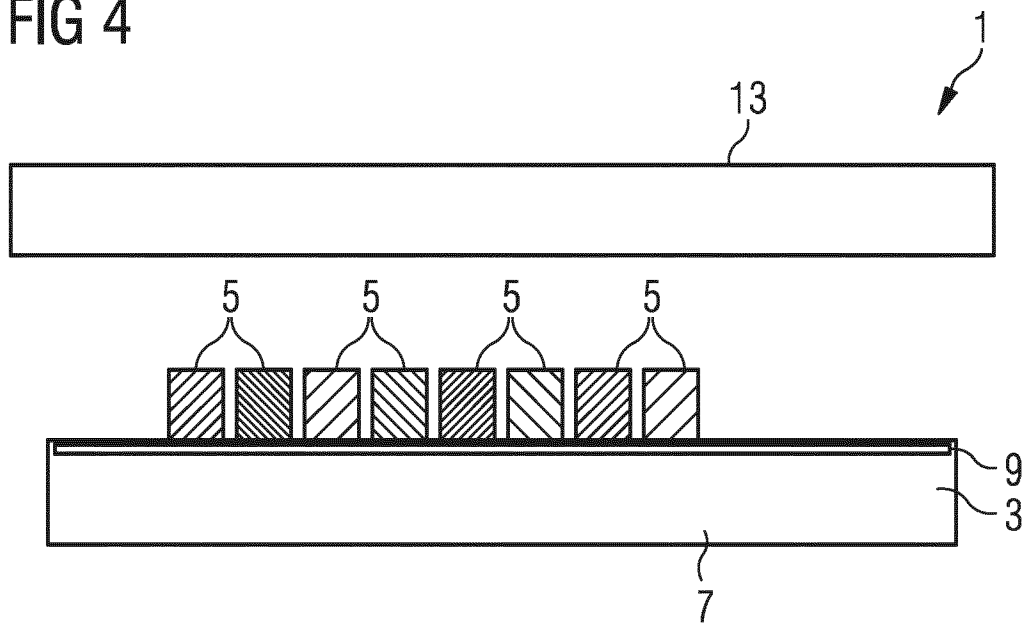


FIG 5

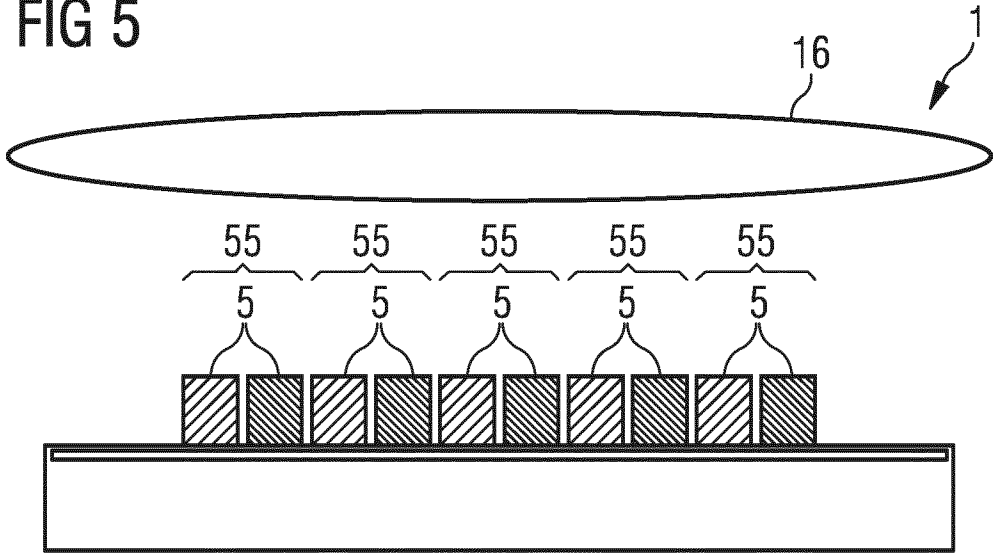


FIG 6A

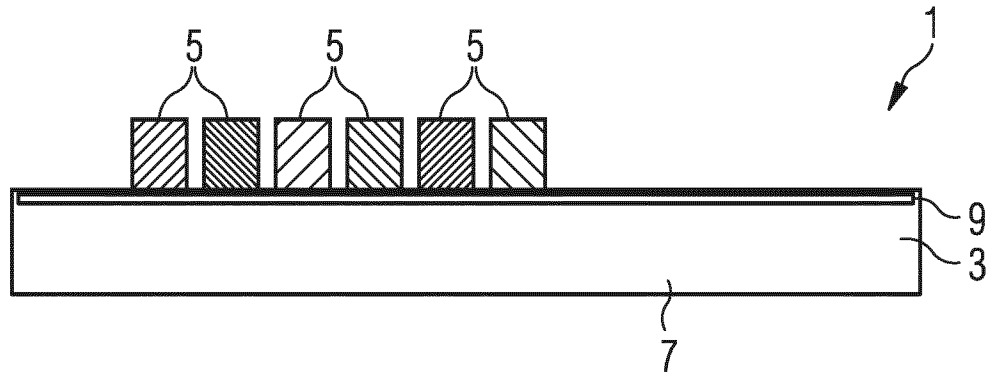


FIG 6B

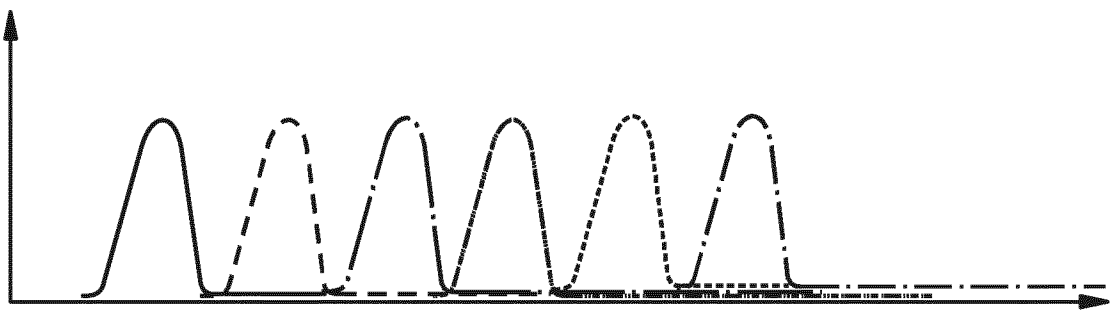


FIG 6C

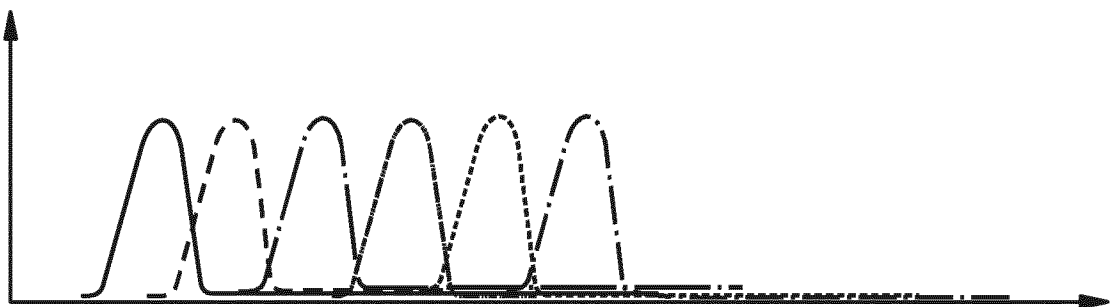


FIG 7

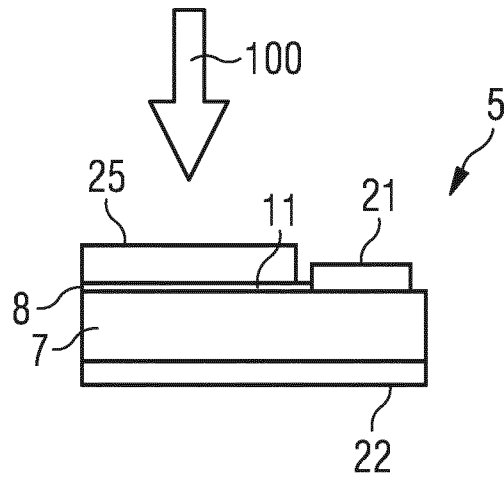


FIG 8

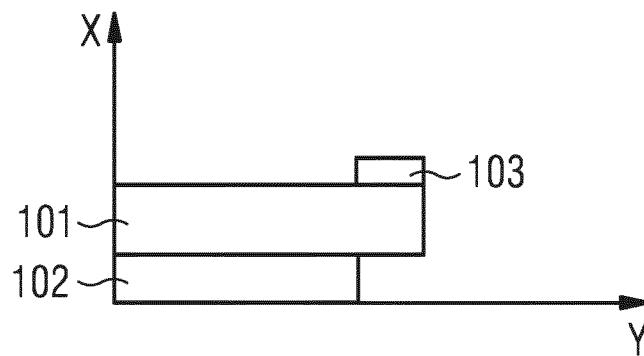
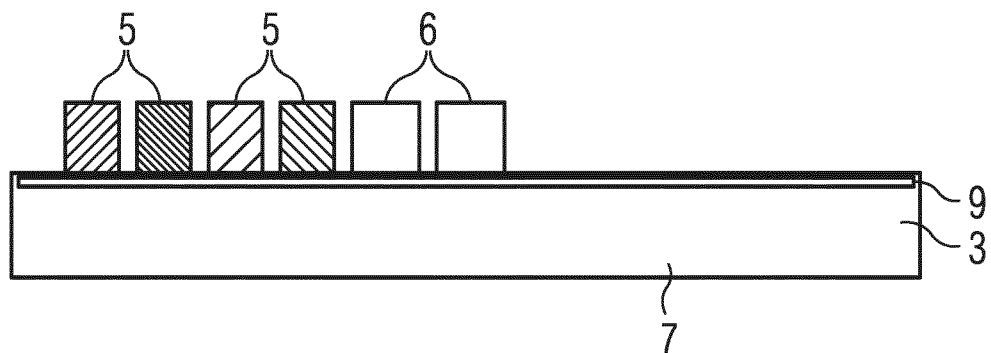


FIG 9



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/055331****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

**G01J 3/28**(2006.01)i; **H01L 25/16**(2006.01)i; **H01L 31/0216**(2014.01)i; **H01L 31/109**(2006.01)i; **H01L 31/173**(2006.01)i;  
**G01J 3/02**(2006.01)i; **G01J 3/10**(2006.01)i; **G01J 3/12**(2006.01)i

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L; G01J

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                          | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | US 2017225945 A1 (COK RONALD S [US]) 10 August 2017 (2017-08-10)<br>paragraphs [0069], [0070], [0075] - [0078]<br>paragraphs [0082] - [0086]<br>paragraphs [0090] - [0095]<br>figures 1,3,5 | 1-14                  |
| A         | DE 2546253 A1 (OPTRONIK GMBH) 14 April 1977 (1977-04-14)<br>page 5, paragraph 2 - page 7, paragraph 1<br>figure 1                                                                           | 2,4,10                |
| E         | WO 2019076900 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 25 April 2019 (2019-04-25)<br>page 2, line 27 - page 5, line 15<br>page 11, lines 6-14<br>claims 1,9                                 | 1-3,7,8,13            |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**17 June 2019**

Date of mailing of the international search report

**26 June 2019**

Name and mailing address of the ISA/EP

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

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

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

Authorized officer

**Weis, Thomas**

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/055331**

| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> |                                                                                                                                                                                                                   |                       |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                     | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                | Relevant to claim No. |
| A                                             | EP 2366985 A2 (SEIKO EPSON CORP [JP]) 21 September 2011 (2011-09-21)<br>paragraphs [0064] - [0075]<br>paragraphs [0088] - [0093]<br>paragraphs [0143], [0144]<br>paragraphs [0190] - [0192]<br>figures 1-3, 9, 21 | 4,7,8,10,13,14        |
| A                                             | DE 102005061206 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 05 April 2007<br>(2007-04-05)<br>cited in the application<br>paragraphs [0035] - [0038]<br>paragraphs [0052] - [0060]<br>figure 1                        | 2,6-8,10              |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/055331**

| Patent document<br>cited in search report |              |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|--------------|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------|----|--------------------------------------|
| US                                        | 2017225945   | A1 | 10 August 2017                       | NONE                    |              |    |                                      |
| DE                                        | 2546253      | A1 | 14 April 1977                        | NONE                    |              |    |                                      |
| WO                                        | 2019076900   | A1 | 25 April 2019                        | DE                      | 102017124319 | A1 | 18 April 2019                        |
|                                           |              |    |                                      | WO                      | 2019076900   | A1 | 25 April 2019                        |
| EP                                        | 2366985      | A2 | 21 September 2011                    | EP                      | 2366985      | A2 | 21 September 2011                    |
|                                           |              |    |                                      | JP                      | 5663900      | B2 | 04 February 2015                     |
|                                           |              |    |                                      | JP                      | 2011185634   | A  | 22 September 2011                    |
|                                           |              |    |                                      | KR                      | 20110101054  | A  | 15 September 2011                    |
|                                           |              |    |                                      | US                      | 2011216315   | A1 | 08 September 2011                    |
|                                           |              |    |                                      | US                      | 2014333932   | A1 | 13 November 2014                     |
|                                           |              |    |                                      | US                      | 2016305868   | A1 | 20 October 2016                      |
| DE                                        | 102005061206 | A1 | 05 April 2007                        | CN                      | 101278405    | A  | 01 October 2008                      |
|                                           |              |    |                                      | DE                      | 102005061206 | A1 | 05 April 2007                        |
|                                           |              |    |                                      | EP                      | 1929541      | A2 | 11 June 2008                         |
|                                           |              |    |                                      | JP                      | 2009510732   | A  | 12 March 2009                        |
|                                           |              |    |                                      | KR                      | 20080069981  | A  | 29 July 2008                         |
|                                           |              |    |                                      | TW                      | I376784      | B  | 11 November 2012                     |
|                                           |              |    |                                      | US                      | 2008246105   | A1 | 09 October 2008                      |
|                                           |              |    |                                      | WO                      | 2007036187   | A2 | 05 April 2007                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                             |                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                             |                                                     |
| INV.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | G01J3/28<br>G01J3/02                                                                                                                                                                        | H01L25/16<br>G01J3/10                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | H01L31/0216<br>G01J3/12                                                                                                                                                                     | H01L31/109<br>H01L31/173                            |
| ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                             |                                                     |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                             |                                                     |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                             |                                                     |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                             |                                                     |
| H01L G01J                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                             |                                                     |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                             |                                                     |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                             |                                                     |
| Kategorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                          | Betr. Anspruch Nr.                                  |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | US 2017/225945 A1 (COK RONALD S [US])<br>10. August 2017 (2017-08-10)<br>Absätze [0069], [0070], [0075] - [0078]<br>Absätze [0082] - [0086]<br>Absätze [0090] - [0095]<br>Abbildungen 1,3,5 | 1-14                                                |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | DE 25 46 253 A1 (OPTRONIK GMBH)<br>14. April 1977 (1977-04-14)<br>Seite 5, Absatz 2 - Seite 7, Absatz 1<br>Abbildung 1                                                                      | 2,4,10                                              |
| E                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WO 2019/076900 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE])<br>25. April 2019 (2019-04-25)<br>Seite 2, Zeile 27 - Seite 5, Zeile 15<br>Seite 11, Zeilen 6-14<br>Ansprüche 1,9                   | 1-3,7,8,13                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -/-                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                             |                                                     |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"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)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"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<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"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<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |                                                                                                                                                                                             |                                                     |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                             | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 17. Juni 2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                             | 26/06/2019                                          |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                             | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Weis, Thomas   |

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |                                                                                                                                                                                                                         |                    |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Kategorie*                                            | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                                                      | Betr. Anspruch Nr. |
| A                                                     | EP 2 366 985 A2 (SEIKO EPSON CORP [JP])<br>21. September 2011 (2011-09-21)<br>Absätze [0064] - [0075]<br>Absätze [0088] - [0093]<br>Absätze [0143], [0144]<br>Absätze [0190] - [0192]<br>Abbildungen 1-3,9, 21<br>----- | 4,7,8,<br>10,13,14 |
| A                                                     | DE 10 2005 061206 A1 (OSRAM OPTO<br>SEMICONDUCTORS GMBH [DE])<br>5. April 2007 (2007-04-05)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Absätze [0035] - [0038]<br>Absätze [0052] - [0060]<br>Abbildung 1<br>-----                   | 2,6-8,10           |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/055331

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie                                                                                                                    | Datum der<br>Veröffentlichung                                                                                |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| US 2017225945 A1                                   | 10-08-2017                    | KEINE                                                                                                                                                |                                                                                                              |
| DE 2546253 A1                                      | 14-04-1977                    | KEINE                                                                                                                                                |                                                                                                              |
| WO 2019076900 A1                                   | 25-04-2019                    | DE 102017124319 A1<br>WO 2019076900 A1                                                                                                               | 18-04-2019<br>25-04-2019                                                                                     |
| EP 2366985 A2                                      | 21-09-2011                    | EP 2366985 A2<br>JP 5663900 B2<br>JP 2011185634 A<br>KR 20110101054 A<br>US 2011216315 A1<br>US 2014333932 A1<br>US 2016305868 A1                    | 21-09-2011<br>04-02-2015<br>22-09-2011<br>15-09-2011<br>08-09-2011<br>13-11-2014<br>20-10-2016               |
| DE 102005061206 A1                                 | 05-04-2007                    | CN 101278405 A<br>DE 102005061206 A1<br>EP 1929541 A2<br>JP 2009510732 A<br>KR 20080069981 A<br>TW I376784 B<br>US 2008246105 A1<br>WO 2007036187 A2 | 01-10-2008<br>05-04-2007<br>11-06-2008<br>12-03-2009<br>29-07-2008<br>11-11-2012<br>09-10-2008<br>05-04-2007 |