

(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
4. Dezember 2008 (04.12.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/145353 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01J 5/04 (2006.01) *G01J 5/22* (2006.01)
G01J 5/10 (2006.01)

81379 München (DE). PAULUS, Christian [DE/DE];
Tankenrainer Str. 12E, 82362 Weilheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/004246

(74) Anwalt: ELBEL, Michaela; Rothkopf Theobald ElbelIs-
torplatz 5, 80331 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

28. Mai 2008 (28.05.2008)

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

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2007 024 902.2 29. Mai 2007 (29.05.2007) DE

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): PYREOS LTD. [GB/GB]; West Mains Road EH9
3JF, Edinburgh (GB).

(72) Erfinder; und

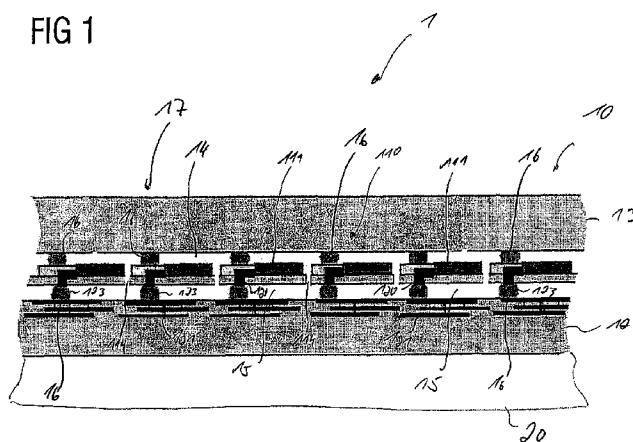
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GIEBELER, Carsten
[DE/DE]; 43 Barnton Park Avenue, EH4 6HD, Edinburgh
(DE). SCHREITER, Matthias [DE/DE]; Seumestr. 7,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE HAVING A MEMBRANE STRUCTURE FOR DETECTING THERMAL RADIATION, METHOD OF PRODUCTION AND USE OF THE DEVICE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG MIT MEMBRANSTRUKTUR ZUR DETEKTION VON WÄRMESTRÄHLUNG, VERFAHREN ZUM HERSTELLEN UND VERWENDUNG DER VORRICHTUNG

FIG 1



WO 2008/145353 A1

(57) Abstract: The invention relates to a device for detecting thermal radiation, comprising at least one membrane on which at least one thermal detector element for converting the thermal radiation to an electrical signal is arranged, and at least one circuit carrier for carrying the membrane and for carrying at least one readout circuit for reading out the electrical signal, the detector element and the readout circuit being electrically interconnected through the membrane through an electrical via. The invention also relates to a method for producing said device by way of the following process steps: a) providing the membrane having the detector element and at least one electrical via and providing the circuit carrier, and b) uniting the membrane and the circuit carrier in such a manner that the detector element and the readout circuit are electrically interconnected through the membrane through an electrical via. The production is preferably carried out on the wafer level: Functionalized silicon substrates are stacked, firmly interconnected and then subdivided. The detector elements are preferably pyroelectric detector elements. The device according to the invention is used in motion detectors, presence detectors and thermal imaging cameras.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Detektion von Wärmestrahlung, aufweisend mindestens eine Membran, auf der mindestens ein thermisches Detektorelement zur Umwandlung der Wärmestrahlung in ein elektrisches Signal angeordnet ist, und mindestens einen Schaltungsträger zum Tragen der Membran und zum Tragen mindestens einer Ausleseschaltung zum Auslesen des elektrischen Signals, wobei das Detektorelement und die Ausleseschaltung über eine elektrische Durchkontaktierung durch die Membran hindurch elektrisch miteinander verbunden sind. Daneben wird ein Verfahren zum Herstellen der Vorrichtung mit folgenden Verfahrensschritten angegeben: a) Bereitstellen der Membran mit dem Detektorelement und mindestens einer elektrischen Durchkontaktierung und Bereitstellen des Schaltungsträgers und b) Zusammenbringen der Membran und des Schaltungsträgers derart, dass das Detektorelement und die Ausleseschaltung über eine elektrische Durchkontaktierung durch die Membran hindurch elektrisch miteinander verbunden sind. Das Herstellen erfolgt vorzugsweise auf Wafer-Ebene: Es werden funktionalisierte Silizium-Substrate übereinander gestapelt, fest miteinander verbunden und anschließend vereinzelt. Vorzugsweise sind die Detektorelemente pyroelektrische Detektorelemente. Verwendung findet die Vorrichtung in Bewegungsmeldern, Präsenzmeldern und Wärmebildkameras.

Beschreibung**Vorrichtung mit Membranstruktur zur Detektion von
Wärmestrahlung, Verfahren zum Herstellen und Verwendung der
Vorrichtung**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Detektion von Wärmestrahlung mit mindestens einem thermischen Detektorelement zur Umwandlung der Wärmestrahlung in ein elektrisches Signal.

Neben der Vorrichtung werden ein Verfahren zur Herstellung der Vorrichtung und eine Verwendung der Vorrichtung angegeben.

Eine Vorrichtung zur Detektion von Wärmestrahlung ist beispielsweise aus DE 100 04 216 A1 bekannt. Diese Vorrichtung wird als Pyrodetektor bezeichnet. Das Detektorelement ist ein pyroelektrisches Detektorelement. Es weist einen Schichtaufbau mit zwei Elektrodenschichten und einer zwischen den Elektrodenschichten angeordneten pyroelektrischen Schicht mit pyroelektrisch sensitivem Material auf. Dieses Material ist Bleizirkonattitanat (PZT). Die Elektroden bestehen beispielsweise aus Platin oder aus einer die Wärmestrahlung absorbierenden Chrom-Nickel-Legierung.

Das thermische Detektorelement ist mit einem Detektorträger aus Silizium (Silizium-Wafer) verbunden. Zwischen dem Detektorelement und dem Detektorträger ist eine Isolationsschicht zur elektrischen und thermischen Isolierung des Detektorelements und des Detektorträgers voneinander angeordnet. Die Isolationsschicht verfügt dabei über einen evakuierten Hohlraum, der sich über eine Grundfläche des Detektorelements hinweg erstreckt, eine Stützschicht des Hohlraums und eine Abdeckung der Stützschicht und des Hohlraums. Die Stützschicht besteht aus Polysilizium. Die Abdeckung ist aus einem Bor-Phosphor-Silikat-Glas (BPSG). Zum Auslesen, Verarbeiten und/oder Weiterleiten des vom Detektorelement erzeugten elektrischen Signals ist im Detektorträger ein Ausleseschaltkreis integriert. Der Ausleseschaltkreis ist durch die CMOS (Complementary Metalloxide Semiconductors)-Technik

realisiert.

Eine damit vergleichbare Vorrichtung zur Detektion von Wärmestrahlung ist aus der DE 195 25 071 A1 bekannt. Das 5 thermische Detektorelement ist ebenfalls ein oben beschriebenes pyroelektrisches Detektorelement. Das Detektorelement ist auf einem mehrschichtigen Detektorträger angeordnet. Über eine seiner Elektrodenschichten ist das Detektorelement auf einer Siliziumschicht des Detektorträgers aufgebracht. Die 10 Siliziumschicht befindet sich auf einer elektrisch isolierenden Membran des Detektorträgers. Die Membran besteht beispielsweise aus einer $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ - Dreifach-Schicht. Die Membran ist wiederum auf einem Silizium-Substrat des Detektorträgers 15 aufgebracht. Das Silizium-Substrat weist ein Bestrahlungsfenster (Detektionsfenster) auf mit einer Grundfläche, die im Wesentlichen einer Grundfläche des pyroelektrischen Detektorelements entspricht. Das Bestrahlungsfenster ist ein Ausschnitt des Silizium-Substrats. Dabei ist Trägermaterial (Silizium) des Substrats bis zur Membran 20 hin entfernt. Durch das Bestrahlungsfenster gelangt die Wärmestrahlung auf das Detektorelement und führt dort zu einem auswertbaren elektrischen Signal. Dazu zeichnet sich die Membran durch eine geeignete Transmission für die Wärmestrahlung aus. In der Siliziumschicht, seitlich zum Detektorelement versetzt, ist 25 ein Ausleseschaltkreis für das elektrische Signal integriert. Der Detektorträger fungiert auch als Schaltungsträger des Ausleseschaltkreises.

Bei den bekannten Vorrichtungen kann eine Vielzahl von 30 Detektorelementen vorhanden sein (Detektorelement-Array). Dabei ist das elektrische Signal jedes der Detektorelemente separat auszulesen. Üblicherweise sind dazu die Elektrodenschichten jedes der Detektorelemente über Bonddrähte elektrisch kontaktiert. Dies bedeutet aber einen erheblichen Platzbedarf 35 für eine Verdrahtung der Detektorelemente mit dem Ergebnis einer begrenzten, relativ niedrigen Detektorelement-Dichte (Anzahl der Detektorelemente pro Oberflächenabschnitt des Detektorträgers).

Aufgabe der Erfindung ist es, eine kompakte Vorrichtung zur Detektion von Wärmestrahlung anzugeben, die einen im Vergleich zum Stand der Technik geringeren Platzbedarf aufweist.

5

Zur Lösung der Aufgabe wird eine Vorrichtung zur Detektion von Wärmestrahlung angegeben, aufweisend mindestens eine Membran, auf der mindestens ein thermisches Detektorelement zur Umwandlung der Wärmestrahlung in ein elektrisches Signal

10 angeordnet ist, und mindestens einen Schaltungsträger zum Tragen der Membran und zum Tragen mindestens einer Ausleseschaltung zum Auslesen des elektrischen Signals, wobei das Detektorelement und die Ausleseschaltung über eine elektrische Durchkontaktierung durch die Membran hindurch elektrisch miteinander verbunden

15 sind.

Zur Lösung der Aufgabe wird auch ein Verfahren zum Herstellen der Vorrichtung mit folgenden Verfahrensschritten angegeben: a) Bereitstellen der Membran mit dem Detektorelement und mindestens 20 einer elektrischen Durchkontaktierung und Bereitstellen des Schaltungsträgers und b) Zusammenbringen der Membran und des Schaltungsträgers derart, dass das Detektorelement und die Ausleseschaltung über eine elektrische Durchkontaktierung durch die Membran hindurch elektrisch miteinander verbunden sind.

25

Die Membran, die als Detektorträger fungiert, besteht aus einer Membranschicht oder aus mehreren Membranschichten. Dabei kann eine Vielzahl von anorganischen oder organischen Materialien eingesetzt werden. Beispielsweise ist die Membranschicht aus 30 Siliziumdioxid (SiO_2) oder Siliziumnitrid (Si_3N_4). Denkbar ist auch ein Verbund aus mehreren der genannten Schichten. Der besondere Vorteil an Schichten aus diesen Materialien liegt in der elektrischen und thermischen Isolationswirkung der Materialien. Diese Materialien fungieren als elektrischer und 35 thermischer Isolator.

Durch die Erfindung wird eine kompakte, Platz sparende mehrschichtige Struktur aus Membran und Schaltungsträger

realisiert. Der Auswerteschaltkreis kann direkt im Schaltungsträger integriert sein, beispielsweise durch die CMOS-Technik. Denkbar ist auch, dass der Schaltungsträger lediglich eine Verdrahtung des Detektorelements bereitstellt.

5 Durch die Verdrahtung ist das Detektorelement mit einem im Schaltungsträger angeordneten internen ASIC (Applied Specific Integrated Circuit, anwendungsspezifische integrierte Schaltung) oder mit einem externen ASIC elektrisch verbunden. Das externe ASIC kann gebondet sein. Vorteilhaft ist das externe ASIC

10 mittels „Flip Chip“-Technik (Siehe unten) kontaktiert.

Die zu detektierende Wärmestrahlung weist eine Wellenlänge von über 1 µm auf. Vorzugsweise ist die Wellenlänge aus dem Bereich von 5 bis 15 µm ausgewählt. Das thermische Detektorelement

15 basiert beispielsweise auf dem Seebeck-Effekt. Vorzugsweise ist das thermische Detektorelement ein pyroelektrisches Detektorelement. Das pyroelektrische Detektorelement besteht, wie eingangs beschrieben, aus einer pyroelektrischen Schicht mit einem pyroelektrisch sensitiven Material und beidseitig

20 angebrachten Elektrodenschichten. Das pyroelektrisch sensitive Material ist beispielsweise eine Keramik wie Lithiumniobat (LiNbO_3) oder Bleizirkonattitanat. Denkbar ist auch ein ferroelektrisches Polymer wie Polyvinylidenfluorid (PVDF). Als Elektrodenmaterial der Elektrodenschichten kommt beispielsweise

25 Platin oder eine Platinlegierung in Frage. Denkbar ist auch eine Chrom-Nickel-Elektrode oder eine Elektrode aus einem elektrisch leitenden Oxid. Das Detektorelement verfügt beispielsweise über eine rechteckige Grundfläche mit einer Kantenlänge von 25 µm bis 200 µm.

30 Gemäß einer besonderen Ausgestaltung sind der Schaltungsträger und die Membran derart aneinander angeordnet, dass zwischen der Membran und dem Schaltungsträger mindestens ein vom Schaltungsträger und von der Membran begrenzter

35 schaltungsseitiger Hohlraum vorhanden ist. Der Hohlraum bewirkt eine thermische Entkopplung des Schaltungsträgers und der Membran voneinander.

In einer besonderen Ausgestaltung ist mindestens eine Abdeckung zum Abdecken des Detektorelements vorhanden. Dabei sind der Schaltungsträger, die Membran und die Abdeckung derart zu einem Stapel angeordnet sind, dass die Membran zwischen dem

5 Schaltungsträger und der Abdeckung angeordnet ist. Durch die Abdeckung ist das Detektorelement vor einem schädlichen Umwelteinfluss geschützt. Der Umwelteinfluss ist beispielsweise Staub, Luftfeuchtigkeit oder eine ätzende Chemikalie, die einen Bestandteil des Detektorelements angreifen oder die

10 Funktionsweise des Detektorelements beeinträchtigen würde.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung sind die Membran und die Abdeckung derart aneinander angeordnet, dass zwischen der Membran und der Abdeckung mindestens ein abdeckungsseitiger Hohlraum vorhanden ist. Der abdeckungsseitige Hohlraum dient der

15 thermischen Entkopplung der Membran bzw. des Detektorelements auf der Membran und der Abdeckung voneinander.

Zur Verbesserung der thermischen Entkopplungen sind der

20 schaltungsseitige Hohlraum und/oder der abdeckungsseitige Hohlraum evakuiert oder evakuierbar. Dabei können die beiden Hohlräume unabhängig voneinander evakuierbar sein. Vorzugsweise stehen der schaltungsseitige Hohlraum und der abdeckungsseitige Hohlraum durch eine Öffnung in der Membran hindurch miteinander

25 in Verbindung. Die Öffnung ist beispielsweise ein Schlitz in der Membran. Durch Evakuieren eines der Hohlräume wird der andere Hohlraum automatisch mit evakuiert.

Unabhängig vom Effekt, der zur Detektion der Wärmestrahlung

30 ausgenutzt wird, ist eine Absorption der Wärmestrahlung durch jeweils ein den entsprechenden Effekt auslösendes, thermisch sensitives Material des Detektorelements notwendig. Die Absorption erfolgt direkt durch das thermisch sensitive Material. Denkbar ist aber auch, dass die Wärmestrahlung durch

35 eine Elektrode bzw. Elektrodenschicht des Detektorelements absorbiert wird. Zudem ist es auch möglich, dass die Wärmestrahlung durch einen Absorptionsgegenstand in unmittelbarer Nähe des Detektorelements absorbiert und eine

dadurch aufgenommene Wärmemenge durch Konvektion oder
Wärmeleitung an das thermisch sensitive Material abgegeben wird.
Der Absorptionsgegenstand fungiert als Energietransmitter.
Beispielsweise ist der Absorptionsgegenstand als Beschichtung
5 direkt auf das Detektorelement aufgebracht.

Die Vorrichtung zur Detektion der Wärmestrahlung ist
vorzugsweise derart ausgestaltet, dass die Wärmestrahlung direkt
auf das Detektorelement gelangt. Dazu weisen in einer besonderen
10 Ausgestaltung die Membran, der Schaltungsträger und/oder die
Abdeckung mindestens ein Bestrahlungsfenster mit einer
bestimmten Transmission für die Wärmestrahlung zum Bestrahlen
des Detektorelements mit der Wärmestrahlung auf. Das
Bestrahlungsfenster ist in der Abdeckung, im Detektorträger
15 und/oder im Schaltungsträger integriert. Das Detektorelement und
das Bestrahlungsfenster sind derart aneinander angeordnet, dass
die Bestrahlung des Detektorelements von einer dem
Detektorträger abgewandten Vorderseite des Detektorelements
20 (Vorderseitenbestrahlung) und/oder von einer dem Detektorträger
zugewandten Rückseite des Detektorelements
(Rückseitenbestrahlung) erfolgt. Das Bestrahlungsfenster weist
in Richtung des Detektionselements eine bestimmte Transmission
auf. Die Transmission ist möglichst hoch und beträgt
beispielsweise über 50% und insbesondere über 70% bis nahe 95%.

25 Als Material des Schaltungsträgers bzw. der Abdeckung kommen
beliebige Materialien in Frage. Halbleitende Materialien,
beispielsweise elementares Germanium oder verschiedene
halbleitende Verbindungen eignen sich wegen der Möglichkeit der
30 Integration von elektrischen Schaltungen oder Bauteilen
besonders. Gemäß einer besonderen Ausgestaltung weisen der
Schaltungsträger und/oder die Abdeckung Silizium auf. Es wird
jeweils ein Silizium-Substrat als Abdeckung und/oder als
Schaltungsträger verwendet. Durch die CMOS-Technik können
35 beliebige Strukturen und Funktionalitäten in die Substrate
integriert werden. Da Silizium bezüglich der Wärmestrahlung
einen niedrigen Absorptionskoeffizienten aufweist, kann zudem
das Bestrahlungsfenster sehr leicht in einem Silizium-Substrat

integriert werden: Das Silizium-Substrat selbst bildet das Bestrahlungsfenster. Durch eine geeignete Anordnung der entsprechenden Funktionalitäten im Silizium-Substrat wird dafür gesorgt, dass die Wärmestrahlung ungehindert, also ohne
5 Abschattung, auf das Detektorelement gelangt.

Die Transmission hängt nicht nur vom Absorptionskoeffizienten des Materials ab, aus dem das Bestrahlungsfenster besteht. Entscheidend ist auch eine Dicke des Bestrahlungsfensters.
10 Vorteilhaft wird das Bestrahlungsfenster von einem ausgedünnten Bereich des Detektorträgers oder des Schaltungsträgers gebildet. In einer besonderen Ausgestaltung ist das Detektorelement gegenüber einer Abdeckungsausnehmung der Abdeckung angeordnet. Die Abdeckungsausnehmung ist ein Bereich der Abdeckung mit
15 relativ niedriger Dicke. In diesem Bereich ist die Abdeckung ausgedünnt, beispielsweise durch Materialabtrag. Die Abdeckungsausnehmung bildet das Bestrahlungsfenster, das in der Abdeckung integriert ist und durch das die Wärmestrahlung auf das Detektorelement gelangt. Das Detektorelement ist vorzugsweise
20 von der Abdeckungsausnehmung beabstandet. Die Abdeckungsausnehmung ist Bestandteil des abdeckungsseitigen Hohlraums zwischen der Membran und der Abdeckung.

In einer besonderen Ausgestaltung sind die Membran und der
25 Schaltungsträger und/oder die Membran und die Abdeckung und/oder die Durchkontaktierung und der Schaltungsträger und/oder die Durchkontaktierung und die Abdeckung durch einen Stoffschluss und insbesondere durch einen hermetischen Stoffschluss fest miteinander verbunden. Zum festen Verbinden wird ein
30 Stoffschluss hergestellt. Ein festes Verbinden der Membran und des Schaltungsträgers wird durch Herstellen eines Stoffschlusses zwischen der elektrischen Durchkontaktierung der Membran und dem Schaltungsträger hergestellt. Ein festes Verbinden der Membran und der Abdeckung wird durch Herstellen eines Stoffschlusses
35 zwischen der Membran und der Abdeckung hergestellt. Die Stoffschlüsse zwischen den verschiedenen Bestandteilen der Vorrichtung können nacheinander oder gleichzeitig hergestellt werden. Die Stoffschlüsse sind derart ausgestaltet, dass

evakuierbaren (abdeckungsseitige oder schaltungsseitige) Hohlräume gebildet werden. Komponenten der Vorrichtung, die sich in den Hohlräumen befinden, beispielsweise das Detektorelement im abdeckungsseitigen Hohlraum, sind durch den hermetischen Stoffschluss von einer Umgebung abgeschirmt. Es findet kein Stoffaustausch mit der Umgebung statt. Somit kann die Vorrichtung auch in einer aggressiven Umgebung eingesetzt werden.

Der jeweilige Stoffschluss kann von einem beliebigen Stoff, beispielsweise einem Klebstoff gebildet werden. Besonders vorteilhaft ist es, mit dem Stoffschluss gleichzeitig eine elektrisch leitende Verbindung zwischen den Elektrodenschichten des Detektorelements und der Ausleseschaltung herzustellen. Dazu weist in einer besonderen Ausgestaltung der Stoffschluss einen elektrisch leitfähigen Stoff auf. Dies betrifft insbesondere den Stoffschluss zwischen der in der Membran integrierten elektrischen Durchkontaktierung und dem Schaltungsträger bzw. dem Ausleseschaltkreis des Schaltungsträgers. Aber auch ein Stoffschluss mit einem elektrisch leitfähigen Stoff kann zwischen der Abdeckung und der Membran bzw. dem Detektorelement auf der Membran vorteilhaft sein, wenn in der Abdeckung Verdrahtungsbestandteile für das Detektorelement integriert sind.

Prädestiniert für die Herstellung des Stoffschlusses ist die so genannte „Flip-chip“-Technik. Darunter wird ein Montageverfahren aus dem Bereich der Aufbau und Verbindungstechnik (AVT) verstanden, die sich vor allen Dingen in der Mikroelektronik zur Kontaktierung von Halbleiter-Mikrochips oder von integrierten Schaltungen in ungehäuster Form bewährt hat. Bei der Flip-Chip-Technik wird ein Chip direkt, ohne weitere Anschlussdrähte, mit einer aktiven Kontaktierungsseite nach unten zum Substrat (Schaltungsträger) hin montiert. Eine Montage erfolgt über sogenannte „Bumps“ aus elektrisch leitendem Material. Dies führt zu sehr kurzen Leiterlängen. Dies wird bei der vorliegenden Erfindung ausgenutzt: Es resultiert ein kompakter Aufbau. Durch die sehr kurzen Leiterlängen werden zudem unerwünschte, das auszulesende

elektrische Signal störende Streuinduktivitäten und -kapazitäten auf ein Mindestmaß reduziert. Dieser Einfluss wirkt sich insbesondere vorteilhaft bei einer relativ kleinen Anzahl von zu kontaktierenden Detektorelementen aus. Mit Hilfe der 5 Flip-Chip-Technik kann zudem eine Vielzahl von elektrischen Verbindungen gleichzeitig hergestellt werden, was einen enormen Zeit- und damit Kostenvorteil mit sich bringt.

- Zur Realisierung der „Flip-Chip“-Technik und damit zum 10 Herstellen des Stoffschlusses können verschiedene Techniken eingesetzt werden. In einer besonderen Ausgestaltung wird zum Herstellen des Stoffschlusses ein aus der Gruppe Kleben, Löten und/oder Bonden ausgewähltes Verfahren durchgeführt. Dabei sind adhäsives Bonden oder eutektisches Bonden denkbar. Zum Löten 15 werden Bumps aus einem Lot (Lotkugeln) auf einem oder auf beide miteinander zu verbindenden Träger bzw. Bestandteile der Vorrichtung aufgebracht. Die genannten Verfahren sind an sich gegenüber dem Kleben zu bevorzugen, da es bei einem Klebstoff zu Ausgasungen von organischen Bestandteilen (Lösungsmittel, 20 Klebstoffkomponente,...) kommen kann. Dies spielt insbesondere im Hinblick auf die Evakuierung der Hohlräume eine Rolle. Nichtsdestotrotz kann es aber notwendig oder vorteilhaft sein, auf das Kleben zurückzugreifen.
- 25 Beim Kleben kann auf verschiedene Varianten zurückgegriffen werden: Das Kleben kann mit einem elektrisch nicht leitfähigem Klebstoff erfolgen. Dazu sind auf Kontaktflächen des entsprechenden Trägers Bumps aufgebracht. Die Bumps bestehen beispielsweise aus Aluminium oder Gold. Danach wird auf den 30 Träger eine Klebstoffschicht des Klebstoffs aufgetragen und das entsprechende Gegenstück auf der Klebstoffschicht angeordnet. Beim Trocknen schrumpft der Klebestoff und es bilden sich die elektrischen Kontakte.
- 35 Ebenso kann zum Kleben ein isotrop leitfähiger Klebstoff verwendet werden. Auf die Kontaktflächen eines Trägers wird leitfähiger Klebstoff aufgebracht. Danach wird das Gegenstück mit seinen Kontaktflächen auf die Klebepunkte gesetzt. Der

Klebstoff kann thermisch oder mittels UV-Strahlung ausgehärtet werden und stellt so den elektrisch leitfähigen Stoffschluss her.

Alternativ dazu wird ein anisotrop leitfähiger Klebstoff verwendet. Anisotrop leitfähiger Klebstoff ist ein Verbundmaterial aus elektrisch nicht leitfähigem Klebstoff und darin mit geringem Füllgrad enthaltenen, elektrisch leitfähigen Partikeln. Der anisotrop leitfähige Klebstoff wird auf den Kontaktflächen des Trägers (Schaltungsträger, Membran) aufgetragen. Durch den geringen Füllgrad stehen die elektrisch leitfähigen Partikel nach dem Auftragen nicht in Verbindung miteinander. Es bildet sich keine elektrisch leitfähige Verbindung. Beim Aufsetzen des Gegenstücks wird der elektrisch nicht leitfähige Klebstoff verdrängt, bis die Partikel zwischen den Kontaktflächen des Trägers und den Kontaktflächen des Gegenstücks eingeklemmt werden und eine elektrisch leitfähige Verbindung zwischen den Kontaktflächen entsteht.

Zum Bereitstellen der Membran werden insbesondere folgende weiteren Verfahrensschritte durchgeführt: d) Bereitstellen eines Opferträgers mit Opfermaterial, c) Anordnen einer Membran auf einem Oberflächenabschnitt des Opferträgers und Zusammenbringen der Membran und eines Membranträgers zum Tragen der Membran und e) Entfernen von Opfermaterial, so dass die Membran zumindest teilweise freigelegt wird. Der Opferträger ist vorzugsweise aus Silizium. Der Membranträger dient beispielsweise zwischenzeitlich als Träger der Membran. Der Membranträger kann aber auch als spätere Abdeckung des Detektorelements fungieren. Das Anordnen der Membran auf dem Opferträger und das Zusammenbringen der Membran und des Membranträgers kann gleichzeitig oder nacheinander erfolgen. Das Entfernen des Materials bedeutet hier beispielsweise ein rückseitiges Wegätzen von Silizium bis hin zur Membran. Übrig bleibt die Membran auf dem Membranträger mit der Durchkontaktierung, die anschließend mit dem Schaltungsträger verbunden wird.

Das Erzeugen der Durchkontaktierung kann in beliebigen Verfahrensstufen erfolgen. Gemäß einer besonderen Ausgestaltung werden vor dem Anordnen der Membran auf dem Opferträger oder nach dem Anordnen der Membran auf dem Opferträger folgende weiteren 5 Verfahrensschritte durchgeführt: f) Erzeugen einer Bohrung in der Membran und g) Befüllen der Bohrung mit elektrisch leitfähigem Material, so dass die elektrische Durchkontaktierung entsteht.

- 10 Gemäß einer besonderen Ausgestaltung des Verfahrens werden während und/oder nach dem festen Verbinden der abdeckungsseitige Hohlraum und/oder der schaltungsseitige Hohlraum evakuiert. Beispielsweise erfolgt das Herstellen des Stoffschlusses zwischen den Bestandteilen des Stapels im Vakuum. Mit der 15 Ausbildung des Stoffschlusses wird der jeweilige Hohlraum evakuiert. Denkbar ist auch, dass die Hohlräume zunächst hergestellt und im Nachhinein evakuiert werden. Auch hier gilt: Die Hohlräume können nacheinander oder gleichzeitig evakuiert werden. Zum gleichzeitigen Evakuieren können die Hohlräume 20 isobar miteinander verbunden sein. Dies bedeutet, dass der Druck in den beiden Stapelhohlräumen gleich ist und beispielsweise durch eine Öffnung in der Membran miteinander in Verbindung stehen.
- 25 Die Vorrichtung kann ein einziges Detektorelement aufweisen. Im Hinblick auf eine Anwendung der Vorrichtung als Präsenzmelder oder insbesondere als Wärmebildkamera ist es aber vorteilhaft bzw. notwendig, dass mehrere Detektorelemente vorhanden sind. In einer besonderen Ausgestaltung ist daher mindestens ein 30 Detektorarray mit mehreren Detektorelementen vorhanden. Ein Detektorelement ist dabei ein Pixel des Detektorarrays. Das Detektorarray zeichnet sich beispielsweise durch eine spalten- und/oder zeilenförmige Anordnung der Detektorelemente aus. Bei einer zeilenförmigen oder spaltenförmigen Anordnung sind die 35 Detektorelemente eindimensional in einer Richtung verteilt. Bei einer spalten- und zeilenförmigen Anordnung liegt eine zweidimensionale Verteilung vor. Das Detektorarray besteht beispielsweise aus 240 x 320 einzelnen Elementen. Dies entspricht

dem relativ niedrigen Auflösungsstandard QVGA. Denkbar ist übrigens auch eine willkürliche, flächige Verteilung der Detektorelemente. Für jedes der Detektorelemente kann ein eigenes Bestrahlungsfenster vorgesehen sein. Vorteilhaft ist 5 aber, dass die Vorrichtung ein einziges Bestrahlungsfenster für mehrere oder für alle Detektorelemente aufweist. Damit kann die Herstellung der Vorrichtung vereinfacht werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung weist die Vorrichtung eine 10 Umhüllung auf. Durch das feste Verbinden der Membran und des Schaltungsträgers und durch das feste Verbinden der Membran und der Abdeckung entsteht ein Stapel, an den eine Umhüllung abgeordnet wird. Die Umhüllung schützt den Stapel mit seinen 15 Bestandteilen vor schädlichen Umwelteinflüssen, beispielsweise Feuchtigkeit, oder vor mechanischer Zerstörung. Zu beachten ist dabei lediglich, dass die Bestrahlung des Detektorelements durch die Umhüllung nicht beeinträchtigt wird. Dazu wird ein Bestrahlungsfenster mit hoher Transmission für die Wärmestrahlung in die Umhüllung integriert.

20 Die Umhüllung kann dabei ein Gehäuse aus einem beliebigen Material sein. Vorzugsweise ist die Umhüllung eine Vergussmasse. Dazu wird zum Anordnen der Umhüllung ein aus der Gruppe Spritzgussverfahren oder Moldverfahren ausgewähltes Verfahren 25 durchgeführt. Diese Verfahren sind aus Kostengründen besonders vorteilhaft. Dabei wird un- oder teilvernetzter Kunststoff auf den Stapel aufgebracht. Nach dem Auftragen wird der Kunststoff thermisch induziert oder durch Bestrahlung mit UV-Licht ausgehärtet. Zur Integration des Bestrahlungsfensters wird 30 beispielsweise eine Maske benutzt, die nach dem Anordnen des Kunststoffs oder nach dem Aushärten des Kunststoffs entfernt wird. Dies gelingt beispielsweise durch Transfermolden mit einem gefederten Insert. Denkbar ist auch die Verwendung eines Bestrahlungsfensters aus einem Material mit hoher Transmission 35 für die Wärmestrahlung, die nach dem Auftragen und Aushärten des Kunststoffs in der Umhüllung verbleibt.

Mit dem beschriebenen Verfahren kann eine einzige Vorrichtung zur Detektion von Wärmestrahlung hergestellt werden. Vorteilhaft werden aber mehrere Vorrichtungen gleichzeitig, also parallel hergestellt. Die Herstellung erfolgt im Nutzen. In einer besonderen Ausgestaltung wird daher eine Vielzahl von Vorrichtungen zur Detektion von Wärmestrahlung auf Wafer-Ebene hergestellt. Nach dem Herstellen wird ein Vereinzeln der Vorrichtungen bzw. der Stapel der Vorrichtungen durchgeführt. Es werden der Schaltungsträger und eventuell die Abdeckung als Wafer, insbesondere als Silizium-Wafer mit jeweils einer Vielzahl von entsprechenden Bestandteilen und Funktionalitäten verwendet und wie oben beschriebenen zusammengebracht. Nach dem Zusammenbringen und vorteilhaft vor dem Anordnen der Umhüllungen werden die Stapel voneinander getrennt. Das Trennen bzw. Vereinzeln geschieht beispielsweise durch Sägen, durch Erodieren oder durch ähnliche Verfahren. Nach dem Vereinzeln wird an die Stapel der Vorrichtungen jeweils eine Umhüllung angebracht.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird die Vorrichtung als Bewegungsmelder, als Präsenzmelder und/oder als Wärmebildkamera verwendet. Für einen Bewegungsmelder kann eine Vorrichtung mit einem einzigen Detektorelement ausreichend sein. Für einen Präsenzmelder kann die Vorrichtung mit mehreren Detektorelementen ausgestattet sein. Für die Wärmebildkamera ist die Vorrichtung mit einer Vielzahl von Detektorelementen, beispielsweise 240 X 320 Detektorelemente (QVGA-Standard) und mehr ausgestattet. Dies ist durch die einfache und Platz sparende Verdrahtung der Detektorelemente möglich.

Zusammenfassend sind folgende Vorteile der Erfindung hervorzuheben:

- Die Vorrichtung zur Detektion von Wärmestrahlung ist kompakt.
- Durch die Sandwichbauweise kann eine Vielzahl von Detektorelementen Platz sparend kontaktiert werden.

- Die elektrischen Leitungen zwischen den Elektroden eines Detektorelements und dem zugeordneten Ausleseschaltkreis bzw. Ausleseelement sind kurz. Induktivitäten und Kapazitäten, die zu Störsignalen führen und damit die Detektivität des

5 Detektorelements beeinflussen könnten, sind im Vergleich zu Bonddrähten deutlich reduziert.

- Durch die Art der Kontaktierung ist ein hohes Maß an Parallelisierung bei der Herstellung möglich.

10

- Durch den hermetischen Stoffschluss sind die zur Verbesserung der Empfindlichkeit der Vorrichtung und zum Schutz des Detektorelements beitragenden evakuierbaren Hohlräume einfach zugänglich.

15

Anhand mehrerer Ausführungsbeispiele und der dazugehörigen Figuren wird im Folgenden eine Vorrichtung zur Detektion von Wärmestrahlung vorgestellt. Die Figuren sind schematisch und stellen keine maßstabsgetreuen Abbildungen dar.

20

Figur 1 zeigt eine Vorrichtung zur Detektion von Wärmestrahlung in einem seitlichen Querschnitt.

25

Figur 2 zeigt ein Detektorelement auf einem Detektorträger in einem seitlichen Querschnitt.

30

Die Vorrichtung 1 zur Detektion von Wärmestrahlung weist einen Stapel 10 mit einer Membran 11 mit einem Detektorarray 110 von thermischen Detektorelementen 111 zur Umwandlung der

35

Wärmestrahlung in elektrische Signale, einem Schaltungsträger 12 mit einer Ausleseschaltung 121 zum Auslesen der elektrischen Signale, und mindestens einer Abdeckung 13 zum Abdecken der Detektorelemente, wobei die Membran und die Abdeckung derart aneinander angeordnet sind, dass zwischen den Detektorelementen des Detektorträgers und der Abdeckung ein, vom Detektorträger und von der Abdeckung begrenzter, abdeckungsseitiger Hohlraum 14 des Stapels vorhanden ist, der Schaltungsträger und die derart aneinander angeordnet sind, dass zwischen dem Detektorträger und

dem Schaltungsträger mindestens ein, vom Schaltungsträger und vom Detektorträger begrenzter, schaltungsseitiger Hohlraum 15 des Stapels vorhanden ist und die Hohlräume evakuiert sind. Die Hohlräume stehen durch Slitze durch die Membran hindurch
5 miteinander in Verbindung.

Die Detektorelemente sind pyroelektrische Detektorelemente in Dünnschichtbauweise mit zwei Elektrodenschichten 112 und einer zwischen den Elektrodenschichten angeordneten pyroelektrischen 10 Schicht 113 (Figur 3). Die pyroelektrische Schicht ist eine ca. 1 µm dicke Schicht aus PZT als pyroelektrisch sensitives Material. Die Elektrodenschichten sind aus Platin und einer Chrom-Nickel-Legierung mit Schichtdicken von etwa 20 nm.

15 Die Membran ist eine $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ - Dreifach-Schicht. Für die Detektorelemente ist im Schaltungsträger eine Auslesschaltung integriert.

Der Schaltungsträger und die Abdeckung sind jeweils 20 Siliziumsubstrate. Die Detektorelemente sind innerhalb des ersten Stapelhohlraums gegenüber einer nicht dargestellten Abdeckungsausnehmung der Abdeckung angeordnet. Im Bereich der Ausnehmung ist ein gemeinsames Bestrahlungsfenster 17 angeordnet, durch das die Wärmestrahlung auf Detektorelemente 25 gelangt. Die Bestrahlung erfolgt von der Vorderseite aus.

Sowohl die Membran und die Abdeckung als auch der Detektorträger und der Schaltungsträger sind durch einen hermetischen Stoffschluss 16 fest miteinander verbunden. Gemäß einer ersten 30 Ausführungsform besteht der Stoffschluss aus einem Lot. Die Träger (Siliziumsubstrate) sind miteinander verlötet. Alternativ dazu wird der Stoffschluss durch Bonden hergestellt.

Durch den Stoffschluss zwischen dem Schaltungsträger und der 35 Membran ist für eine elektrische Verdrahtung 123 der Detektorelemente gesorgt. Über die Verdrahtung bzw. über die Ausleseschaltung werden die elektrischen Signale der Detektorelemente ausgelesen. Der Stoffschluss zwischen der

Abdeckung und der Membran ist ebenfall aus elektrisch leitfähigem Material. Allerdings ist hier jeweils eine elektrische Isolierung 161 vorgesehen.

- 5 Zum Bereitstellen der Membran wird wie folgt vorgegangen: Bereitstellen eines Opferträgers aus Silizium, Anordnen einer Membran mit Durchkontakteierungen auf einem Oberflächenabschnitt des Opferträgers und Entfernen von Opfermaterial, so dass die Membran zumindest teilweise freigelegt wird. Zum Entfernen des
10 Siliziums wird ein rückseitiges Wegätzen von Silizium bis hin zur Membran durchgeführt. Übrig bleibt die Membran mit der Durchkontakteierung, die anschließend mit dem Schaltungsträger verbunden wird.
- 15 Das Erzeugen der Durchkontakteierung kann in beliebigen Verfahrensstufen erfolgen. Gemäß einer besonderen Ausgestaltung werden vor dem Anordnen der Membran auf dem Opferträger oder nach dem Anordnen der Membran auf dem Opferträger folgende weiteren Verfahrensschritte durchgeführt: f) Erzeugen einer Bohrung in der Membran und g) Befüllen der Bohrung mit elektrisch leitfähigem Material, so dass die elektrische Durchkontakteierung entsteht.
20

Während des Herstellens der Stoffschlüsse wird Vakuum angelegt,
25 so dass sich ein Unterdruck in den entstehenden Stapelhohlräumen ausbildet. Die Stapelhohlräume werden bei deren Bildung evakuiert. Alternativ dazu werden die Stapelhohlräume nach dem Herstellen der Stoffschlüsse evakuiert.

- 30 Nach dem Herstellen des Stapels wird der Stapel mit einer Umhüllung 20 versehen. Dazu wird ein unvernetzter Kunststoff in einem Spritzgussverfahren auf den Stapel aufgetragen und anschließend vernetzt. Alternativ dazu wird ein Moldverfahren durchgeführt. Dabei wird dafür gesorgt, dass das
35 Bestrahlungsfenster der Abdeckung frei bleibt, also nicht bedeckt wird.

Zum Herstellen der Vorrichtung werden die Membran mit dem

Detektorarray, der Schaltungsträger mit der Ausleseschaltung und die Abdeckung bereitgestellt und wie oben beschrieben fest miteinander verbunden. Das Herstellen erfolgt dabei auf Wafer-Ebene. Dazu werden Silizium-Wafer mit einer Vielzahl von 5 entsprechenden Funktionalitäten (Ausleseschaltungen eventuell Abdeckungsausnahmungen) versehen. Es werden auf Wafer-Ebene der Schaltungsträger mit der Membran und die Abdeckung bereitgestellt. Diese funktionalisierten Silizium-Wafer werden wie oben beschrieben fest miteinander verbunden. Es wird ein 10 Wafer-Stapel mit einer Vielzahl von Einzel-Stapeln hergestellt. Nach dem Verbinden werden die Einzel-Stapel durch Zersägen des Wafer-Stapels vereinzelt und mit jeweils einer Umhüllung versehen.

15 Verwendung findet die Vorrichtung in einem Bewegungsmelder oder Präsenzmelder. Für die Anwendung in einer Wärmebildkamera ist eine Vielzahl Stapeln bzw. von Vorrichtungen mit jeweils einem Stapel vorhanden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Detektion von Wärmestrahlung, aufweisend
 - mindestens eine Membran (11), auf der mindestens ein
- 5 thermisches Detektorelement (111) zur Umwandlung der Wärmestrahlung in ein elektrisches Signal angeordnet ist, und
 - mindestens einen Schaltungsträger (12) zum Tragen der Membran und zum Tragen mindestens einer Ausleseschaltung (121) zum Auslesen des elektrischen Signals, wobei
 - das Detektorelement und die Ausleseschaltung über eine elektrische Durchkontaktierung (120) durch die Membran hindurch elektrisch miteinander verbunden sind.
- 10
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Schaltungsträger und die Membran derart aneinander angeordnet sind, dass zwischen der Membran und dem Schaltungsträger mindestens ein vom Schaltungsträger und von der Membran begrenzter schaltungsseitiger Hohlraum (15) vorhanden ist.
- 15
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei
 - mindestens eine Abdeckung (13) zum Abdecken des Detektorelements vorhanden ist und
 - der Schaltungsträger, die Membran und die Abdeckung derart zu einem Stapel angeordnet sind, dass die Membran zwischen dem Schaltungsträger und der Abdeckung angeordnet ist.
- 20
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Membran und die Abdeckung derart aneinander angeordnet sind, dass zwischen der Membran und der Abdeckung mindestens ein abdeckungsseitiger Hohlraum (14) vorhanden ist.
- 25
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der schaltungsseitige Hohlraum und/oder der abdeckungsseitige Hohlraum evakuiert oder evakuierbar sind.
- 30
- 35
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, wobei der schaltungsseitige Hohlraum und der abdeckungsseitige Hohlraum

durch eine Öffnung (114) in der Membran hindurch miteinander in Verbindung stehen.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei die
5 Membran, der Schaltungsträger und/oder die Abdeckung mindestens ein Bestrahlungsfenster (17) mit einer bestimmten Transmission für die Wärmestrahlung zum Bestrahlen des Detektorelements mit der Wärmestrahlung aufweisen.

10 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Schaltungsträger und/oder die Abdeckung Silizium aufweisen.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei das
15 Detektorelement gegenüber einer Abdeckungsausnehmung der Abdeckung angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Membran und der Schaltungsträger und/oder die Membran und die Abdeckung und/oder die Durchkontaktierung und der
20 Schaltungsträger und/oder die Durchkontaktierung und die Abdeckung durch einen Stoffschluss (16) fest miteinander verbunden sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei der Stoffschluss einen
25 elektrisch leitfähigen Stoff aufweist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei
mindestens ein Detektorarray mit mehreren Detektorelementen vorhanden ist.

30 13. Vorrichtung, nach einem der Ansprüche 1 bis 12 wobei der die Vorrichtung eine Umhüllung (20) aufweist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei die Umhüllung eine
35 Vergussmasse aufweist.

15. Verfahren zum Herstellen einer Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche mit folgenden Verfahrensschritten:

- a) Bereitstellen der Membran mit dem Detektorelement und mindestens einer elektrischen Durchkontaktierung und Bereitstellen des Schaltungsträgers und
 - b) Zusammenbringen der Membran und des Schaltungsträgers derart,
- 5 dass das Detektorelement und die Ausleseschaltung über eine elektrische Durchkontaktierung durch die Membran hindurch elektrisch miteinander verbunden sind.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei folgende weiteren

10 Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- d) Bereitstellen eines Opferträgers mit Opfermaterial,
- c) Anordnen einer Membran auf einem Oberflächenabschnitt des Opferträgers und Zusammenbringen der Membran und eines Membranträgers und

15 e) Entfernen von Opfermaterial, so dass die Membran zumindest teilweise freigelegt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei vor dem Anordnen der Membran auf dem Opferträger oder nach dem Anordnen der Membran auf dem 20 Opferträger folgende weiteren Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- f) Erzeugen einer Bohrung in der Membran und
- g) Befüllen der Bohrung mit elektrisch leitfähigem Material, so dass die elektrische Durchkontaktierung entsteht.

25

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17 mit folgendem weiteren Verfahrensschritt:

- h) festes Verbinden der Membran und des Schaltungsträgers durch Herstellen eines Stoffschlusses zwischen der elektrischen Durchkontaktierung der Membran und dem Schaltungsträger.

30

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18 mit folgendem weiteren Verfahrensschritt:

- i) festes Verbinden der Membran und einer Abdeckung durch Herstellen eines Stoffschlusses zwischen der Membran und der Abdeckung.

35

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, wobei zum Herstellen des Stoffschlusses ein aus der Gruppe Kleben, Löten und/oder Bonden ausgewähltes Verfahren durchgeführt wird.

- 5 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, wobei während und/oder nach dem festen Verbinden der schaltungsseitige Hohlraum und/oder der abdeckungsseitige Hohlraum evakuiert werden.
- 10 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, wobei durch das feste Verbinden der Membran und des Schaltungsträgers und durch das feste Verbinden der Membran und der Abdeckung ein Stapel (10) entsteht, an den eine Umhüllung (20) abgeordnet wird.
- 15 23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei zum Anordnen der Umhüllung ein aus der Gruppe Spritzgussverfahren oder Moldverfahren ausgewähltes Verfahren durchgeführt wird.
- 20 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 23, wobei eine Vielzahl von Vorrichtungen zur Detektion von Wärmestrahlung auf Wafer-Ebene hergestellt wird und nach dem Herstellen ein Vereinzeln der Vorrichtungen durchgeführt wird.
- 25 25. Verwendung der Vorrichtung als Bewegungsmelder, Präsenzmelder und/oder Wärmebildkamera.

1/1

FIG 1

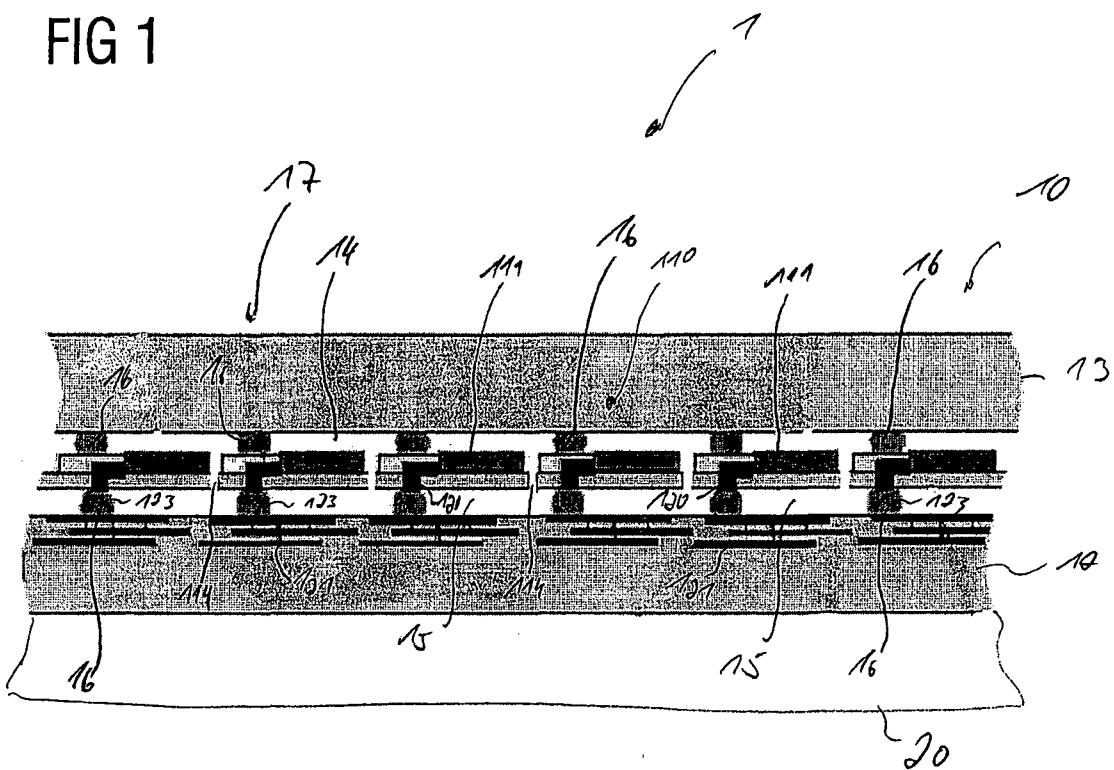
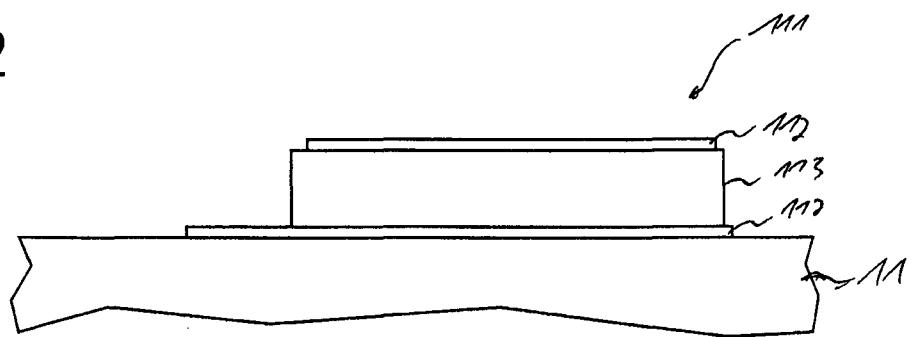


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/004246

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01J5/04 G01J5/10 G01J5/22

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)
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 practical, 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	WO 2007/054111 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; VOGT HOLGER [DE]) 18 May 2007 (2007-05-18) page 1, line 7 - line 10 page 8, line 32 - page 11, line 3 figure 1 -----	1-3, 7-9, 12-14, 25
X	WO 2007/000172 A (HL PLANAR TECHNIK GMBH [DE]; HERRNSDORF JOHANNES [DE]; STUTE GEORG [DE]) 4 January 2007 (2007-01-04) the whole document -----	1-25
A	US 2006/208189 A1 (VILAIN MICHEL [FR]) 21 September 2006 (2006-09-21) paragraph [0127] - paragraph [0148] figures 3, 7 -----	16, 17



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 document 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 27 August 2008	Date of mailing of the international search report 04/09/2008
---	--

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Haller, Mirjam

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/004246

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 2007054111	A 18-05-2007	NONE		
WO 2007000172	A 04-01-2007	CN 101213429 A		02-07-2008
		DE 202006010085 U1		28-12-2006
		EP 1907807 A1		09-04-2008
US 2006208189	A1 21-09-2006	CA 2538436 A1		16-09-2006
		CN 1834599 A		20-09-2006
		EP 1703266 A1		20-09-2006
		FR 2883417 A1		22-09-2006
		JP 2006258815 A		28-09-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/004246

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01J5/04 G01J5/10 G01J5/22

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01J

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprässtoff 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	WO 2007/054111 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; VOGT HOLGER [DE]) 18. Mai 2007 (2007-05-18) Seite 1, Zeile 7 – Zeile 10 Seite 8, Zeile 32 – Seite 11, Zeile 3 Abbildung 1 -----	1-3, 7-9, 12-14, 25
X	WO 2007/000172 A (HL PLANAR TECHNIK GMBH [DE]; HERRNSDORF JOHANNES [DE]; STUTE GEORG [DE]) 4. Januar 2007 (2007-01-04) das ganze Dokument -----	1-25
A	US 2006/208189 A1 (VILAIN MICHEL [FR]) 21. September 2006 (2006-09-21) Absatz [0127] – Absatz [0148] Abbildungen 3,7 -----	16, 17



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. August 2008	04/09/2008
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensleter Haller, Mirjam

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/004246

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007054111 A	18-05-2007	KEINE	
WO 2007000172 A	04-01-2007	CN 101213429 A DE 202006010085 U1 EP 1907807 A1	02-07-2008 28-12-2006 09-04-2008
US 2006208189 A1	21-09-2006	CA 2538436 A1 CN 1834599 A EP 1703266 A1 FR 2883417 A1 JP 2006258815 A	16-09-2006 20-09-2006 20-09-2006 22-09-2006 28-09-2006