

(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
6. Oktober 2016 (06.10.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/156162 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01L 9/00 (2006.01) G01L 19/04 (2006.01)
G01L 9/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/056436

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. März 2016 (23.03.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102015105057.9 1. April 2015 (01.04.2015) DE

(71) Anmelder: ENDRESS+HAUSER GMBH+CO. KG
[DE/DE]; Hauptstr. 1, 79689 Maulburg (DE).

(72) Erfinder: KRAUS, Stefan; Eichenstraße 15, 85464
Eicherloh (DE). HAUPTVOGEL, Karl-Peter; Rue des
Violettes 4, 68870 Bartenheim (DE). KOCH, Sascha;
Ernst-Friedrich-Gottschalk-Weg 15, 79650 Schopfheim
(DE). ROSSBERG, Andreas; Albert-Gersbach-Allee 5,
79713 Bad Säckingen (DE). UEHLIN, Thomas;
Weiermattstr. 33, 79650 Schopfheim (DE). BURGARD,
Martin; Statthalterstr. 1c, 79650 Schopfheim (DE).

PONATH, Nils; Herrenstr. 4, 79539 Lörrach (DE).
DREWES, Ulfert; Winzerstraße 12g, 79379 Müllheim
(DE).

(74) Anwalt: ANDRES, Angelika; Colmarer Str. 6,
Endress+Hauser (Deutschland) AG+Co. KG, 79576 Weil
am Rhein (DE).

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

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CAPACITIVE PRESSURE SENSOR

(54) Bezeichnung : KAPAZITIVER DRUCKSENSOR

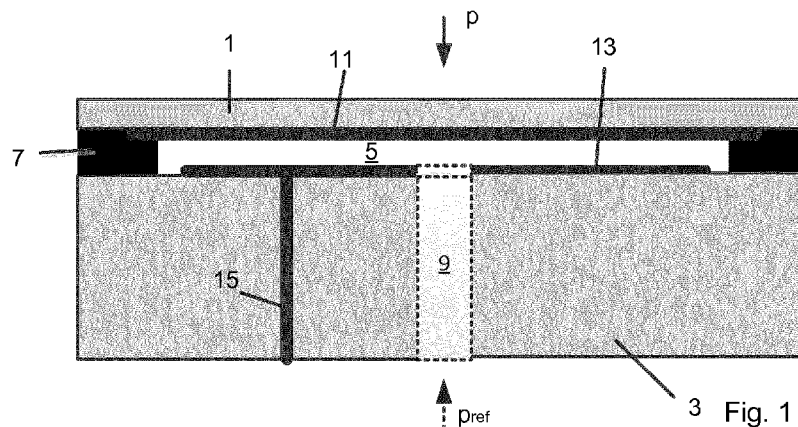


Fig. 1

(57) Abstract: The invention describes a capacitive pressure sensor comprising a measuring diaphragm (1) which is arranged on a main body (3) with the inclusion of the pressure chamber (5), can be subjected to the action of a pressure (p) and can be elastically deformed in a pressure-dependent manner, comprising an active hard solder (7) which connects an outer edge of the measuring diaphragm (1) to an outer edge of an end face of the main body (3) which faces the measuring diaphragm (1), with the inclusion of a pressure chamber (5), and comprising a capacitive electromechanical transducer for detecting by measurement a deflection of the measuring diaphragm (1), which deflection is dependent on the pressure (p) which is to be measured, said capacitive electromechanical transducer comprising at least one capacitor which is formed by a diaphragm electrode (11), which is arranged on a side of the measuring diaphragm (1) which faces the main body (3), and a main body electrode (13), which is formed on an end face of the main body (3) which faces the measuring diaphragm (1), which capacitive pressure sensor can be produced in a cost-effective manner, in particular with little variance in respect of the level of quality, and which is distinguished in that the diaphragm electrode (11) is composed of a semiconducting, doped tantalum oxide, in particular semiconducting, doped tantalum pentoxide (Ta₂O₅).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/156162 A1



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)

Es ist ein kapazitiver Drucksensor mit einer unter Einschluss einer Druckkammer (5) auf einem Grundkörper (3) angeordneten, mit einem Druck (p) beaufschlagbaren, druckabhängig elastisch verformbaren Messmembran (1), einer einen äußeren Rand der Messmembran (1) unter Einschluss der Druckkammer (5) mit einem äußeren Rand einer der Messmembran (1) zugewandten Stirnseite des Grundkörpers (3) verbindenden Aktivhartlötung (7), und einem kapazitiven elektromechanischen Wandler zur messtechnischen Erfassung einer vom zu messenden Druck (p) abhängigen Auslenkung der Messmembran (1), der mindestens einen durch eine auf einer dem Grundkörper (3) zugewandten Seite der Messmembran (1) angeordnete Membran-Elektrode (11) und eine auf einer der Messmembran (1) zugewandten Stirnseite des Grundkörpers (3) angeordnete Grundkörper-Elektrode (13) gebildeten Kondensator umfasst, beschrieben, der kostengünstiger, insb. mit geringer Varianz in hoher Qualität, herstellbar ist, und sich dadurch auszeichnet, dass die Membran-Elektrode (11) aus halbleitendem, dotiertem Tantaloxyd, insb. halbleitendem, dotiertem Ditantalpentoxid (Ta_2O_5), besteht.

Kapazitiver Drucksensor

Die Erfindung betrifft einen kapazitiven Drucksensor, mit einer unter Einschluss einer Druckkammer auf einem Grundkörper angeordneten, mit einem Druck beaufschlagbaren, druckabhängig elastisch verformbaren Messmembran, einer einen äußeren Rand der Messmembran unter Einschluss der Druckkammer mit einem äußeren Rand einer der Messmembran zugewandten Stirnseite des Grundkörpers verbindenden Fügung, insb. einer Aktivhartlötung, und einem kapazitiven elektromechanischen Wandler zur messtechnischen Erfassung einer vom zu messenden Druck abhängigen Auslenkung der Messmembran, der mindestens einen durch eine auf einer dem Grundkörper zugewandten Seite der Messmembran angeordnete Membran-Elektrode und eine auf einer der Messmembran zugewandten Stirnseite des Grundkörpers angeordnete Grundkörper-Elektrode gebildeten Kondensator umfasst.

Kapazitive Drucksensoren können als Absolutdrucksensoren, als Relativedrucksensoren oder als Differenzdrucksensoren ausgebildet sein, und werden in der industriellen Messtechnik zur Messung von Drücken eingesetzt.

Dabei weisen kapazitive keramische Drucksensoren, bei denen zumindest die Messmembran aus Keramik besteht, den Vorteil auf, dass die keramische Messmembran unmittelbar dem Medium ausgesetzt werden kann, dessen Druck gemessen werden soll. Keramik weist insoweit für die Anwendung in der Druckmesstechnik besonders vorteilhafte chemische und mechanische Eigenschaften auf. Insb. sind Druckmittler, die den zu messenden Druck mittels einer Druck übertragenden Flüssigkeit auf den Drucksensor übertragen, nicht erforderlich.

In der EP 0 445 382 A2 ist ein kapazitiver keramischer Drucksensor beschrieben, mit

- einer unter Einschluss einer Druckkammer auf einem Grundkörper angeordneten, mit einem Druck beaufschlagbaren, druckabhängig elastisch verformbaren Messmembran,
- einer einen äußeren Rand der Messmembran unter Einschluss der Druckkammer mit einem äußeren Rand einer der Messmembran zugewandten Stirnseite des Grundkörpers verbindenden Aktivhartlötung, und
- einem kapazitiven elektromechanischen Wandler zur messtechnischen Erfassung einer vom zu messenden Druck abhängigen Auslenkung der Messmembran, der mindestens einen durch eine auf einer dem Grundkörper zugewandten Seite der Messmembran angeordnete Membran-Elektrode und eine auf einer der Messmembran zugewandten Stirnseite des Grundkörpers angeordnete Grundkörper-Elektrode gebildeten Kondensator umfasst.

Die Herstellung dieser Drucksensoren erfolgt, indem Messmembran und Grundkörper vorgefertigt werden, und die Membran-Elektrode auf die Messmembran und die Grundkörper-Elektrode auf den Grundkörper aufgebracht werden. Anschließend wird eine Lotschicht aus einem Aktivhartlot zwischen Messmembran und Grundkörper eingebracht, und die Anordnung unter Vakuum insgesamt auf eine oberhalb der Schmelztemperatur des Lots liegende Löttemperatur aufgeheizt.

In der EP 0 445 382 A2 DE ist beschrieben, auf den Elektroden eine Schutzschicht aus einem Oxid des Elektrodenmaterials aufzubringen, die verhindert, dass beim Aktivhartlöten aufschmelzendes Lot über die Elektroden fließt. Gemäß der EP 0 445 382 A2 DE werden hierzu vorzugsweise Elektroden aus Tantal verwendet, auf denen eine Schutzschicht aus Tantalpentoxid angeordnet ist.

Tantalpentoxid ist bekannt als Isolator mit sehr hoher Permittivität, und wird z.B. in Elektrolytkondensatoren, sowie in der Halbleiterindustrie als – häufig als high-k Dielektrikum bezeichnetes - hochwertiges Dielektrikum eingesetzt.

Die in der EP 0 445 382 A2 DE beschriebene Schutzschicht aus Tantalpentoxid wird durch thermische oder anodische Oxidation der Tantal-Elektroden erzeugt wird.

Dabei stellen das Aufbringen der Elektroden und das Erzeugen der Oxidschicht auf den Elektroden zwei separate Verfahrensschritte dar, die in zwei verschiedenen Anlagen ausgeführt werden. Während das Aufbringen der Elektroden z.B. in einer Sputter-Anlage erfolgt, in der die Elektroden als Beschichtung auf Messmembran und Grundkörper aufgesputtert werden, erfolgt die thermische Oxidation in einem von der Sputter-Anlage getrennten Ofen. Dabei besteht die Gefahr, dass die Oberflächen der Elektroden beim Transport von der Sputter-Anlage zum Ofen durch Partikel, Fasern oder Berührung verschmutzen, was zu Ausschuss führt.

Die thermische Oxidation von Tantal-Elektroden ist ein zeitaufwendiges Verfahren, das regelmäßig mehrere Stunden, z. B. 4 bis 5 Stunden, in Anspruch nimmt. Dabei können sich neben dem gewünschten Ditantalpentoxid auch niederwertigere Tantaloxide bilden, was zu einer Varianz der Oxidschichten führt.

Dabei führen insb. bei der thermischen Oxidation entstehende niederwertige Oxide dazu, dass der Temperaturbereich, in dem die Tantaloxidschicht zuverlässig als Lotstopp einsetzbar ist, nach oben begrenzt ist. Um während der Aktivhartlötung von Messmembran und Grundkörper einen zuverlässigen Lotstopp zu gewährleisten ist folglich die Löttemperatur, bei der die Aktivhartlötung erfolgt, entsprechend nach oben zu begrenzen.

Darüber hinaus weisen die Tantalschicht und die darauf erzeugte Oxidschicht unterschiedliche thermischem Ausdehnungskoeffizienten, was bei einem Einsatz des Drucksensors in einem größerem Temperaturbereich zu thermomechanischen Spannungen führen kann, die sich auf die Druckempfindlichkeit der Messmembran auswirken können.

In der DE 10 2013 106 045 A1 ist ein Drucksensor beschrieben, bei dem Lotstopp und Membran-Elektrode aus dem gleichen Werkstoffsystem präpariert werden. Hierzu wird eine Membran-Elektrode eingesetzt, die Titanoxid aufweist. Im Gegensatz zu Tantalpentoxid ist Titanoxid leitfähig und kann somit als Elektrodenwerkstoff eingesetzt werden. Dabei wird vorzugsweise nichtstöchiometrisches Titanoxid eingesetzt, da letzteres eine höhere Leitfähigkeit aufweist als stöchiometrisches Titanoxid. Darüber hinaus ist in der DE 10 2013 106 045 A1 beschrieben, die Leitfähigkeit des Elektrodenmaterials durch eine Dotierung mit Cr, Nb oder W, zu erhöhen. Die Präparation der Membran-Elektrode erfolgt gemäß der DE 10 2013 106 045 A1 vorzugsweise durch reaktives Sputtern.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung einen alternativ hierzu einsetzbaren kapazitiven Drucksensor anzugeben, der kostengünstig, und insb. mit geringerer Varianz in hoher Qualität hergestellt werden kann, sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung anzugeben.

Hierzu umfasst die Erfindung einen Drucksensor, mit

- einer unter Einschluss einer Druckkammer auf einem Grundkörper angeordneten, mit einem Druck beaufschlagbaren, druckabhängig elastisch verformbaren Messmembran,
- einer einen äußeren Rand der Messmembran unter Einschluss der Druckkammer mit einem äußeren Rand einer der Messmembran zugewandten Stirnseite des Grundkörpers verbindenden Fügung, insb. einer Aktivhartlötung, und
- einem kapazitiven elektromechanischen Wandler zur messtechnischen Erfassung einer vom zu messenden Druck abhängigen Auslenkung der Messmembran, der mindestens einen durch eine auf einer dem Grundkörper zugewandten Seite der Messmembran angeordnete Membran-Elektrode und eine auf einer der Messmembran zugewandten Stirnseite des Grundkörpers angeordnete Grundkörper-Elektrode gebildeten Kondensator umfasst,

der sich dadurch auszeichnet, dass

die Membran-Elektrode aus halbleitendem, dotiertem Tantaloxid, insb. halbleitendem, dotiertem Ditantalpentoxid, besteht.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung besteht die Grundkörper-Elektrode aus halbleitendem, dotiertem Tantaloxid, insb. halbleitendem, dotiertem Ditantalpentoxid.

Eine Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Dotierung Titan (Ti) umfasst, wobei das dotierte Tantaloxid insb. dotiertes Ditantalpentoxid (Ta_2O_5) ist, bei dem ein Titananteil am Titan-Tantal-Metallgehalt des dotierten Ditantalpentoxids in der Größenordnung von 10 Mol. % liegt.

5

Eine bevorzugte Weiterbildung zeichnet sich dadurch aus, dass

- die halbleitende Membran-Elektrode eine von der Temperatur der Messmembran abhängige Impedanz aufweist, und
- eine Messschaltung vorgesehen ist, die die temperatur-abhängige Impedanz, insb. deren ohmschen Anteil, oder eine von der temperatur-abhängigen Impedanz abhängige Messgröße, insb. eine Zeitkonstante eines Lade- und/oder Entladevorgangs des durch die Membran-Elektrode und die Grundkörper-Elektrode gebildeten Kondensators oder eine von einer durch den Kondensator in einem Wechselstromkreis bewirkten Phasenverschiebung zwischen Wechselstrom und Wechselspannung abhängige Messgröße, insb. eine dielektrische Verlustleistung des Kondensators oder ein Tangens eines Verlustwinkels, oder eine Güte oder Dämpfung eines den Kondensator enthaltenden, insb. in Resonanz betriebenen, Schwingkreises, bestimmt.

10

15

20

Eine Weiterbildung der bevorzugten Weiterbildung sieht vor, dass die Messschaltung anhand der Impedanz oder der von der Impedanz abhängigen Messgröße eine Temperatur der Messmembran bestimmt, und insb. zur Kompensation eines temperatur-abhängigen Messfehlers des Drucksensors zur Verfügung stellt oder verwendet.

25

Eine weitere Weiterbildung der bevorzugten Weiterbildung sieht vor, dass

- die Messschaltung anhand der Impedanz oder der von der Impedanz abhängigen Messgröße eine Temperatur der Messmembran bestimmt, und
- die Messschaltung bei der Bestimmung der Temperatur eine Kompensation einer Abhängigkeit der Impedanz von der druckabhängigen Verformung der Messmembran vornimmt.

30

Weiter umfasst die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Drucksensors, das sich dadurch auszeichnet, dass

- Grundkörper und Messmembran bereitgestellt werden,
- die Membran-Elektrode auf der dem Grundkörper zugewandten Seite der Messmembran aufgebracht wird, insb. durch Gasphasenabscheidung, insb. durch physikalische Gasphasenabscheidung, insb. durch Sputtern, insb. durch Gleichstrom- oder Magnetron-Sputtern, aufgebracht wird,
- die Grundkörper-Elektrode auf der der Messmembran zugewandten Stirnseite des Grundkörpers aufgebracht wird, insb. durch Gasphasenabscheidung, insb. durch

35

40

physikalische Gasphasenabscheidung, insb. durch Sputtern, insb. durch Gleichstrom- oder Magnetron-Sputtern, aufgebracht wird, und
- Grundkörper und Messmembran durch Aktivhartlötten miteinander verbunden werden.

- 5 Gemäß einer Ausgestaltung des Verfahrens erfolgt das Sputtern mittels eines aus halbleitendem, dotiertem Ditantalpentoxid, insb. mit Titan dotiertem Ditantalpentoxid, bestehenden Sputter-Targets.

10 Die Erfindung weist den Vorteil auf, dass die aus halbleitendem, dotiertem Tantaloxid, insb. dotiertem Ditantalpentoxid, bestehende Membran-Elektrode zugleich einen Lotstopp bildet, der während des Aktivhartlötens einem Einfließen von geschmolzenem Aktivhartlot in die Druckkammer des Drucksensors entgegen wirkt. Darüber hinaus können die Membran-Elektroden in einem einzigen Verfahrensschritt vergleichsweise schnell und kostengünstig mit geringer Varianz hergestellt werden. Da das dotierte Tantalpentoxid halbleitend ist,
15 kann die Membran-Elektrode mittels Gleichstrom- oder Magnetron-Sputtern aufgebracht werden. Es wird somit keine Hochfrequenz-Sputteranlage benötigt, wie sie zum Sputtern von Isolatoren erforderlich ist. Durch Gleichstrom-, sowie durch Magnetron-Sputtern können dünne, im Wesentlichen porenfreie Schichten in reproduzierbar hoher Qualität hergestellt werden. Gleichstrom- und Magnetron-Sputtern weisen darüber hinaus den
20 Vorteil auf, dass die Zusammensetzung der durch Sputtern erzeugten Schichten leichter zu kontrollieren ist, als beim reaktiven Sputtern.

Es ist kein separater Arbeitsgang zur Erzeugung einer Lotstopp-Schicht auf der Membran-Elektrode erforderlich. Entsprechend entfällt auch der dazu erforderliche Transport
25 zwischen zwei Anlagen, und die damit verbundene Gefahr einer Verschmutzung.

Die Erfindung und deren Vorteile werden nun anhand der Figur der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel dargestellt ist, näher erläutert.

30 Fig. 1 zeigt: einen kapazitiven Drucksensor.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines Drucksensors. Dieser umfasst eine mit einem Druck p beaufschlagbare und druckabhängig elastisch verformbare Messmembran 1, die auf einem Grundkörper 3 angeordnet ist. Die Messmembran 1 und
35 vorzugsweise auch der Grundkörper 3 bestehen aus Keramik, z.B. aus Aluminiumoxid (Al_2O_3), und sind miteinander unter Einschluss einer Druckkammer 5 druckdicht verbunden. Hierzu ist ein äußerer Rand einer dem Grundkörper 3 zugewandten Seite der Messmembran 1 unter Einschluss der Druckkammer 5 mittels einer Fügung 7, vorzugsweise einer Aktivhartlötung, mit einem äußeren Rand einer der Messmembran 1
40 zugewandten Stirnseite des Grundkörpers 3 verbunden.

Der dargestellte Drucksensor kann als Absolutdrucksensor ausgebildet sein. In dem Fall ist die unter der Messmembran 1 eingeschlossene Druckkammer 5 evakuiert. Alternativ kann er als Relativdrucksensor ausgebildet werden, indem der Druckkammer 5 über eine durch den Grundkörper 3 hindurch führende, in Fig. 1 gestrichelt eingezeichnete Bohrung 9 ein Referenzdruck p_{ref} , z.B. ein Atmosphärendruck, zugeführt wird, bezogen auf den der auf die Messmembran 1 einwirkende Druck p erfasst werden soll.

Der Drucksensor umfasst einen elektromechanischen Wandler, der dazu dient, eine druckabhängige Verformung der Messmembran 1 messtechnisch zu erfassen. Dieser umfasst z.B. mindestens einen Kondensator mit einer sich in Abhängigkeit von der druckbedingten Auslenkung der Messmembran 1 verändernden Kapazität, der eine auf einer dem Grundkörper 3 zugewandten Seite der Messmembran 1 aufgebrachte Membran-Elektrode 11 und eine auf einer der Messmembran 1 zugewandten Stirnseite des Grundkörpers 3 aufgebrachte Grundkörper-Elektrode 13 aufweist. Die Membran-Elektrode 11 erstreckt sich über die dem Grundkörper 3 zugewandte Seite der Messmembran 1 bis zur Fügung 7, und wird vorzugsweise über die vorzugsweise als Aktivhartlötung ausgebildete Fügung 7 elektrisch kontaktiert. Der elektrische Anschluss der Gegenelektrode 13 erfolgt vorzugsweise über einen in eine durch den Grundkörper 3 führende Bohrung eingesetzten Kontaktstift 15, z.B. einen Tantalstift, der eine elektrisch leitfähige Verbindung zur Grundkörper-Elektrode 13 herstellt.

Die druckabhängige Kapazität dieses Kondensators bzw. deren Änderungen werden über eine an die Membran-Elektrode 11 und die Grundkörper-Elektrode 13 angeschlossene, hier nicht dargestellte Messschaltung erfasst und in ein druckabhängiges Messsignal umgewandelt, das dann zur Anzeige, zur weiteren Verarbeitung und/oder Auswertung zur Verfügung steht.

Erfindungsgemäß besteht die Membran-Elektrode 11 aus halbleitendem, dotiertem Tantaloxid, vorzugsweise aus halbleitendem, dotiertem Ditantalpentoxid (Ta_2O_5).

Als Dotierung eignet sich hierzu insb. eine Dotierung mit Titan (Ti). Hierzu eignet sich insb. eine Dotierung, bei der der Titananteil am Titan-Tantal-Metallgehalt des dotierten Ditantalpentoxids in der Größenordnung von etwa 10 Mol. % liegt.

Eine solche Dotierung ist in der US 3, 402,078 A beschrieben, wo sie zur Erzeugung einer porösen Kathode einer Brennstoffzelle verwendet wird. Zur Erzeugung der Kathoden ist dort ein Verfahren beschrieben, bei dem Titanoxid und Tantalpentoxid in einem dem gewünschten Titananteil entsprechenden Mischungsverhältnis gemischt, und in Ethanol gemahlen, getrocknet, geröstet und gesiebt werden, und hieraus mittels einer wasserbasierten Lösung eine streichbare Masse erzeugt wird, die dann am Einsatzort

aufgetragen, getrocknet und anschließend gebrannt wird. Poröse Elektroden sind jedoch für den Einsatz in Drucksensoren ungeeignet, da poröse Elektroden in die Druckkammer 5 eindringende Feuchtigkeit aufnehmen, die dann zu Beeinträchtigungen der Messeigenschaften des Drucksensor führt.

5

Vorzugsweise besteht nicht nur die Membran-Elektrode 11, sondern auch die Grundkörper-Elektrode 13 aus dem dotierten, halbleitenden Tantaloxid, vorzugsweise dem dotierten, halbleitenden Ditantalpentoxid (Ta_2O_5).

10

Dotiertes Ditantalpentoxid bietet den Vorteil, dass es aufgrund der Dotierung in ausreichendem Maße leitfähig ist, um als Elektrodenmaterial geeignet zu sein, und zugleich während der Aktivhartlötung von Messmembran 1 und Grundkörper 3 einen Lotstopp für das zur Aktivhartlötung verwendete Aktivhartlot bildet, der ein Einfließen des Aktivhartlots in die Druckkammer 5 während des Lötvorgangs verhindert.

15

Darüber hinaus bietet die halbleitende Membran-Elektrode 11 den Vorteil, dass sie als Halbleiter eine von der Temperatur abhängige Impedanz aufweist. Diese Temperaturabhängigkeit kann auf die in der noch unveröffentlichten Deutschen Patentanmeldung DE 10 2013 114 734.8 der Anmelderin vom 20.12.2013 beschriebene

20

Weise dazu eingesetzt werden, die Temperatur der Messmembran 1 mittels einer entsprechenden Messschaltung zu bestimmen, die diese Messschaltung dann vorzugsweise zur Kompensation eines temperatur-abhängigen Messfehlers des Drucksensors zur Verfügung stellt oder verwendet. Hierzu wird mittels einer hier nicht

25

dargestellten Messschaltung die Impedanz der Membran-Elektrode 11, insb. deren ohmscher Anteil, oder eine von der temperaturabhängigen Impedanz abhängige Messgröße bestimmt. Wie in der DE 10 2013 114 734.8 beschrieben, kann hierzu eine von der temperaturabhängigen Impedanz der Membran-Elektrode 11 abhängige Messgröße des durch die Membran-Elektrode 11 und die Grundkörper-Elektrode 13 gebildeten

30

Kondensators mittels der Messschaltung messtechnisch erfasst werden. Als Messgröße eignen sich insb. eine Zeitkonstante eines Lade- und/oder Entladevorgangs des Kondensators, oder eine von einer durch den Kondensator in einem Wechselstromkreis bewirkten Phasenverschiebung φ zwischen Wechselstrom und Wechselspannung abhängige Messgröße, wie zum Beispiel eine dielektrische Verlustleistung des

35

Kondensators oder ein Tangens des Verlustwinkels δ , oder eine Güte oder Dämpfung eines den Kondensator enthaltenden, z.B. in Resonanz betriebenen, Schwingkreises.

40

Dabei wird bei der Bestimmung der Temperatur der Messmembran 1 anhand der von der Impedanz abhängigen Messgröße vorzugsweise eine Kompensation einer Abhängigkeit der Impedanz von der druckabhängigen Verformung der Messmembran 1 vorgenommen, wobei die Verformung der Messmembran 1 über die Kapazität des Kondensators ermittelt werden kann.

Auch wenn die Erfindung vorliegend am Beispiel eines nur eine einzige Membran-Elektrode 11 und eine einzige Grundkörper-Elektrode 13 aufweisenden Drucksensors beschrieben ist, ist sie natürlich völlig analog auch in Verbindung mit kapazitiven Drucksensoren einsetzbar, die weitere Elektroden aufweisen. Ein Beispiel hierfür sind in
5 der DE 10 2011 078 557 A1 beschriebene Drucksensoren, deren elektromechanische Wandler zwei Kondensatoren aufweisen, von denen einer durch die Membran-Elektrode und eine mittig auf der der Messmembran zugewandten Stirnseite des Grundkörpers angeordnete erste Grundkörper-Elektrode gebildet ist, und einer durch die Membran-Elektrode und eine die erste Grundkörper-Elektrode außenseitlich umgebende zweite
10 Grundkörper-Elektrode gebildet ist.

Ebenso ist die Erfindung natürlich völlig analog auch in kapazitiven keramischen Differenzdrucksensoren einsetzbar, die mindestens eine unter Einschluss einer Druckkammer auf einem Grundkörper angeordnete mit einem Druck beaufschlagbare,
15 druckabhängig elastisch verformbare Messmembran aufweisen, deren äußerer Rand unter Einschluss einer Druckkammer mit einem äußeren Rand einer der Messmembran zugewandten Stirnseite des Grundkörpers über eine Fügung, insb. eine Aktivhartlötung, verbunden ist, und die mindestens einen kapazitiven elektromechanischen Wandler aufweisen, der mindestens einen durch eine auf einer dem Grundkörper zugewandte Seite
20 der Messmembran angeordnete Membran-Elektrode und eine auf einer der Messmembran zugewandten Stirnseite des Grundkörpers angeordnete Grundkörper-Elektrode gebildeten Kondensator umfasst.

Erfindungsgemäße Drucksensoren werden hergestellt, indem Messmembran 1 und
25 Grundkörper 3 vorgefertigt werden, die Membran-Elektrode 11 auf die dem Grundkörper 3 zugewandte Seite der Messmembran 1 aufgebracht wird, und die Grundkörper-Elektrode 13 auf die der Messmembran 1 zugewandte Stirnseite des Grundkörpers 3 aufgebracht wird.

30 Das Aufbringen der Membran-Elektrode 11 und der Grundkörper-Elektrode 13 erfolgt vorzugsweise durch Gasphasenabscheidung, vorzugsweise durch physikalische Gasphasenabscheidung, insb. durch Sputtern. Hierzu wird vorzugsweise ein aus halbleitendem, dotiertem Ditantalpentoxid (Ta_2O_5) bestehendes Sputtertarget eingesetzt, das zum Beispiel mit Titan dotiert ist. Das Aufbringen der Membran-Elektrode 11 und der
35 Grundkörper-Elektrode 13 erfolgt vorzugsweise mittels Gleichstrom- oder Magnetron-Sputtern. Durch Gleichstrom-, sowie durch Magnetron-Sputtern können dünne, im Wesentlichen porenfreie Schichten in reproduzierbar hoher Qualität hergestellt werden. Gleichstrom- und Magnetron-Sputtern weisen darüber hinaus den Vorteil auf, dass die Zusammensetzung der durch Sputtern erzeugten Schichten leichter zu kontrollieren ist, als
40 das beim reaktiven Sputtern der Fall ist.

Beim Aufbringen der Membran-Elektrode 11 kann zugleich ein elektrischer Anschluss der Gegenelektrode 13 vorgesehen werden, indem der Kontaktstift 15, z.B. ein Tantalstift, in die durch den Grundkörper 3 führende Bohrung eingesetzt wird, und eine elektrisch leitfähige Verbindung zur Grundkörper-Elektrode 13 herstellt.

5

Im Unterschied zu den eingangs genannten aus dem Stand der Technik bekannten mit einer durch thermischen Oxidation erzeugten Schutzschicht aus Ditantalpentoxid versehenen Tantal-Elektroden, ist zur Herstellung der erfindungsgemäßen Elektroden kein weiterer Arbeitsgang erforderlich. Der gesamte Herstellungsprozess der Elektroden erfolgt somit in einer einzigen Anlage. Entsprechend ist kein Transport der Bauteile von einer Anlage zur anderen erforderlich, bei dem die Oberflächen der Bauteile durch Partikel, Fasern oder Berührung verschmutzen könnten. Hierdurch wird Ausschuss vermieden. Darüber hinaus ist der Sputtervorgang ein vergleichsweise schnell ausführbarer Prozess, der in der Regel ca. 30 Minuten dauert. Im Vergleich dazu werden für eine thermische Oxidation von Tantal-Elektroden regelmäßig mehrere Stunden, z.B. 4 bis 5 Stunden, benötigt.

10

15

20

25

30

Nachfolgend werden Messmembran 1 und Grundkörper 3 unter Einschluss der Druckkammer 5 durch Aktivhartlötten druckdicht miteinander verbunden. Hierzu wird zwischen den durch die Fügung 7 zu verbindenden äußeren einander zugewandten Rändern von Grundkörper 3 und Messmembran 1 eine Lotschicht angeordnet. Die Lotschicht kann z.B. auf die in der EP 490 807 A1 beschriebene Weise als Lotpaste aufgetragen oder in Form eines vorgefertigten Lotformteils, z.B. eines Lotrings, eingebracht werden. Hierdurch lassen sich Fügungen 7 mit einer Höhe von größer gleich 30 µm herstellen. Eine geringere Mindesthöhe der Messmembran 1 und Grundkörper 3 verbindenden Fügung 7 und damit einhergehend ein zur Erzielung einer höheren Messgenauigkeit vorteilhafterer geringerer Elektrodenabstand kann gemäß einem in der DE 10 2010 043 119 A1 beschriebenen Verfahren erzielt werden, indem die Lotschicht mittels Gasphasenabscheidung auf eine der Fügeflächen oder anteilig auf beide Fügeflächen aufgebracht wird. Hierdurch können Fügungen 7 mit einer Höhe in der Größenordnung von 10 µm hergestellt werden.

35

Nach dem Einbringen bzw. Aufbringen der Lotschicht wird die durch den Grundkörper 3, die Lotschicht und die Messmembran 1 gebildete Anordnung insgesamt unter Vakuum auf eine oberhalb der Schmelztemperatur des Aktivhartlots liegende Löttemperatur aufgeheizt und dort über einen längeren Zeitraum, insb. einen Zeitraum von 5 min bis 15 min, gehalten. Alternativ kann ein in der DE 10 2011 005 665 A1 beschriebenes Aktivhartlötverfahren verwendet werden, bei dem die Lotschicht unter Vakuum durch Laserstrahlung vollständig aufgeschmolzen wird.

40

Während des Aktivhartlötens wirkt die an das Aktivhartlot angrenzende Membran-Elektrode 11 als Lotstopp, der einem Einfließen von geschmolzenem Aktivhartlot in die Druckkammer 5 entgegenwirkt. Dabei bietet die durch Gleichstrom- oder Magnetron-Sputtern erzielte präzise Einstellung der Zusammensetzung der Membran-Elektrode 11 den Vorteil, dass
5 über die gezielte Einstellung der Zusammensetzung der Temperaturbereich, indem die Membran-Elektrode 11 einen wirksamen Lotstopp bildet, erhöht werden kann.

- 1 Messmembran
- 3 Grundkörper
- 5 Druckkammer
- 7 Fügung
- 5 9 Bohrung
- 11 Membran-Elektrode
- 13 Grundkörper-Elektrode
- 15 Kontaktstift

Patentansprüche

1. Drucksensor, mit
 - einer unter Einschluss einer Druckkammer (5) auf einem Grundkörper (3) angeordneten, mit einem Druck (p) beaufschlagbaren, druckabhängig elastisch verformbaren Messmembran (1),
 - einer einen äußeren Rand der Messmembran (1) unter Einschluss der Druckkammer (5) mit einem äußeren Rand einer der Messmembran (1) zugewandten Stirnseite des Grundkörpers (3) verbindenden Fügung (7), insb. einer Aktivhartlötung, und
 - einem kapazitiven elektromechanischen Wandler zur messtechnischen Erfassung einer vom zu messenden Druck (p) abhängigen Auslenkung der Messmembran (1), der mindestens einen durch eine auf einer dem Grundkörper (3) zugewandten Seite der Messmembran (1) angeordnete Membran-Elektrode (11) und eine auf einer der Messmembran (1) zugewandten Stirnseite des Grundkörpers (3) angeordnete Grundkörper-Elektrode (13) gebildeten Kondensator umfasst,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Membran-Elektrode (11) aus halbleitendem, dotiertem Tantaloxid, insb. halbleitendem, dotiertem Ditantalpentoxid (Ta_2O_5) besteht.
2. Drucksensor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Grundkörper-Elektrode (13) aus halbleitendem, dotiertem Tantaloxid, insb. halbleitendem, dotiertem Ditantalpentoxid (Ta_2O_5) besteht.
3. Drucksensor gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Dotierung Titan (Ti) umfasst, wobei das dotierte Tantaloxid insb. dotiertes Ditantalpentoxid (Ta_2O_5) ist, bei dem ein Titananteil am Titan-Tantal-Metallgehalt des dotierten Ditantalpentoxids in der Größenordnung von 10 Mol. % liegt.
4. Drucksensor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die halbleitende Membran-Elektrode (11) eine von der Temperatur der Messmembran (1) abhängige Impedanz aufweist, und
 - eine Messschaltung vorgesehen ist, die die temperatur-abhängige Impedanz, insb. deren ohmschen Anteil, oder eine von der temperatur-abhängigen Impedanz abhängige Messgröße, insb. eine Zeitkonstante eines Lade- und/oder Entladevorgangs des durch die Membran-Elektrode (11) und die Grundkörper-Elektrode (13) gebildeten Kondensators oder eine von einer durch den Kondensator in einem Wechselstromkreis bewirkten Phasenverschiebung (φ) zwischen Wechselstrom und Wechselspannung abhängige Messgröße, insb. eine dielektrische Verlustleistung des Kondensators oder ein Tangens eines Verlustwinkels (δ), oder

eine Güte oder Dämpfung eines den Kondensator enthaltenden, insb. in Resonanz betriebenen, Schwingkreises, bestimmt.

5. Drucksensor gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
 - 5 die Messschaltung anhand der Impedanz oder der von der Impedanz abhängigen Messgröße eine Temperatur der Messmembran (1) bestimmt, und insb. zur Kompensation eines temperatur-abhängigen Messfehlers des Drucksensors zur Verfügung stellt oder verwendet.
- 10 6. Drucksensor gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Messschaltung anhand der Impedanz oder der von der Impedanz abhängigen Messgröße eine Temperatur der Messmembran (1) bestimmt, und
 - die Messschaltung bei der Bestimmung der Temperatur eine Kompensation einer Abhängigkeit der Impedanz von der druckabhängigen Verformung der
 - 15 Messmembran (1) vornimmt.
7. Verfahren zur Herstellung eines Drucksensor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - Grundkörper (3) und Messmembran (1) bereitgestellt werden,
 - 20 - die Membran-Elektrode (11) auf der dem Grundkörper (3) zugewandten Seite der Messmembran (1) aufgebracht wird, insb. durch Gasphasenabscheidung, insb. durch physikalische Gasphasenabscheidung, insb. durch Sputtern, insb. durch Gleichstrom- oder Magnetron-Sputtern, aufgebracht wird,
 - die Grundkörper-Elektrode (13) auf der der Messmembran (1) zugewandten
 - 25 Stirnseite des Grundkörpers (3) aufgebracht wird, insb. durch Gasphasenabscheidung, insb. durch physikalische Gasphasenabscheidung, insb. durch Sputtern, insb. durch Gleichstrom- oder Magnetron-Sputtern, aufgebracht wird, und
 - Grundkörper (3) und Messmembran (1) durch Aktivhartlötten miteinander verbunden
 - 30 werden.
8. Verfahren gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Sputtern mittels eines aus halbleitendem, dotiertem Ditantalpentoxid (Ta_2O_5), insb. mit Titan (Ti) dotiertem Ditantalpentoxid (Ta_2O_5), bestehenden Sputter-Targets erfolgt.

1/1

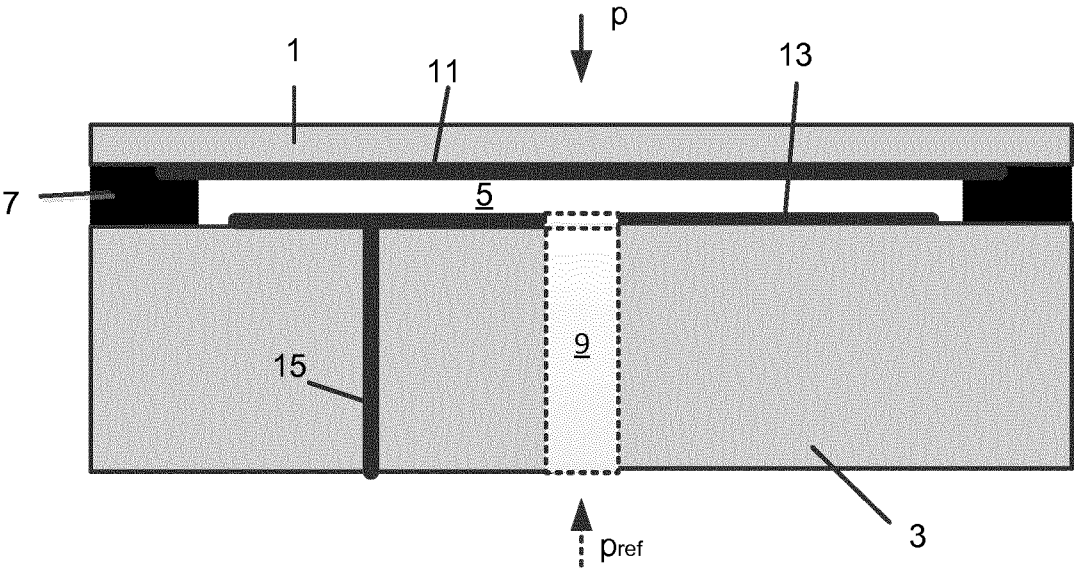


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/056436

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01L9/00 G01L9/12 G01L19/04
ADD.

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)
G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/081058 A1 (SILVERBROOK KIA [AU] ET AL) 20 April 2006 (2006-04-20) abstract page 1 - page 11 figures 1-32	1-3,8
X	US 6 278 379 B1 (ALLEN MARK G [US] ET AL) 21 August 2001 (2001-08-21) abstract column 1 - column 26 figures 1-31	1,4-7
X	EP 2 463 635 A1 (GRIESHABER VEGA KG [DE]) 13 June 2012 (2012-06-13) abstract column 1 - column 4 figure 1	1,7
	----- -/-	



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

10 June 2016

Date of mailing of the international search report

23/06/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ridha, Philipp

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/056436

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/040382 A1 (PETERSON THOMAS [US] ET AL) 4 March 2004 (2004-03-04) abstract page 1 - page 9 figures 1-23 -----	1,7
X	US 2007/013014 A1 (GUO SHUWEN [US] ET AL) 18 January 2007 (2007-01-18) abstract page 1 - page 19 figures 1-66 -----	1,7
X	US 2008/110269 A1 (STRIETZEL CARSTEN [AU] ET AL) 15 May 2008 (2008-05-15) abstract page 1 - page 5 figures 1-3 -----	1,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/056436

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006081058	A1	20-04-2006	US 2006081058 A1 20-04-2006
			US 2006219020 A1 05-10-2006
			US 2007266794 A1 22-11-2007
			US 2009272196 A1 05-11-2009

US 6278379	B1	21-08-2001	NONE

EP 2463635	A1	13-06-2012	CN 102564682 A 11-07-2012
			EP 2463635 A1 13-06-2012
			ES 2414230 T3 18-07-2013
			US 2012137785 A1 07-06-2012

US 2004040382	A1	04-03-2004	CN 1809736 A 26-07-2006
			JP 5033421 B2 26-09-2012
			JP 2006529027 A 28-12-2006
			KR 20060012296 A 07-02-2006
			TW I341920 B 11-05-2011
			US 2004040382 A1 04-03-2004
			WO 2004105091 A2 02-12-2004

US 2007013014	A1	18-01-2007	EP 2082204 A2 29-07-2009
			JP 5570811 B2 13-08-2014
			JP 2010504528 A 12-02-2010
			US 2007013014 A1 18-01-2007
			WO 2008036701 A2 27-03-2008

US 2008110269	A1	15-05-2008	DE 112007002372 A5 17-09-2009
			JP 5289321 B2 11-09-2013
			JP 2010509573 A 25-03-2010
			US 2008110269 A1 15-05-2008
			WO 2008058406 A1 22-05-2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01L9/00 G01L9/12 G01L19/04 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/081058 A1 (SILVERBROOK KIA [AU] ET AL) 20. April 2006 (2006-04-20) Zusammenfassung Seite 1 - Seite 11 Abbildungen 1-32 -----	1-3,8
X	US 6 278 379 B1 (ALLEN MARK G [US] ET AL) 21. August 2001 (2001-08-21) Zusammenfassung Spalte 1 - Spalte 26 Abbildungen 1-31 -----	1,4-7
X	EP 2 463 635 A1 (GRIESHABER VEGA KG [DE]) 13. Juni 2012 (2012-06-13) Zusammenfassung Spalte 1 - Spalte 4 Abbildung 1 ----- -/-	1,7
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
10. Juni 2016		23/06/2016
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Ridha, Philipp

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/040382 A1 (PETERSON THOMAS [US] ET AL) 4. März 2004 (2004-03-04) Zusammenfassung Seite 1 - Seite 9 Abbildungen 1-23 -----	1,7
X	US 2007/013014 A1 (GUO SHUWEN [US] ET AL) 18. Januar 2007 (2007-01-18) Zusammenfassung Seite 1 - Seite 19 Abbildungen 1-66 -----	1,7
X	US 2008/110269 A1 (STRIETZEL CARSTEN [AU] ET AL) 15. Mai 2008 (2008-05-15) Zusammenfassung Seite 1 - Seite 5 Abbildungen 1-3 -----	1,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/056436

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
US 2006081058	A1	20-04-2006	US	2006081058	A1		20-04-2006	
			US	2006219020	A1		05-10-2006	
			US	2007266794	A1		22-11-2007	
			US	2009272196	A1		05-11-2009	

US 6278379	B1	21-08-2001	KEINE					

EP 2463635	A1	13-06-2012	CN	102564682	A		11-07-2012	
			EP	2463635	A1		13-06-2012	
			ES	2414230	T3		18-07-2013	
			US	2012137785	A1		07-06-2012	

US 2004040382	A1	04-03-2004	CN	1809736	A		26-07-2006	
			JP	5033421	B2		26-09-2012	
			JP	2006529027	A		28-12-2006	
			KR	20060012296	A		07-02-2006	
			TW	1341920	B		11-05-2011	
			US	2004040382	A1		04-03-2004	
			WO	2004105091	A2		02-12-2004	

US 2007013014	A1	18-01-2007	EP	2082204	A2		29-07-2009	
			JP	5570811	B2		13-08-2014	
			JP	2010504528	A		12-02-2010	
			US	2007013014	A1		18-01-2007	
			WO	2008036701	A2		27-03-2008	

US 2008110269	A1	15-05-2008	DE	112007002372	A5		17-09-2009	
			JP	5289321	B2		11-09-2013	
			JP	2010509573	A		25-03-2010	
			US	2008110269	A1		15-05-2008	
			WO	2008058406	A1		22-05-2008	
