

(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
31. August 2017 (31.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/144101 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01L 9/00 (2006.01) **G01L 21/00** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/053976
- (22) Internationales Anmeldedatum:
25. Februar 2016 (25.02.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (71) Anmelder: **INFICON AG** [LI/LI]; Alte Landstrasse 6,
9496 Balzers (LI).
- (72) Erfinder: **STRIETZEL, Carsten**; Kapfstrasse 24b, 6800
Feldkirch (AT).
- (74) Anwalt: **TROESCH SCHEIDEGGER WERNER AG**;
Peter D. Rigling, Schwäntenmos 14, 8126 Zumikon (CH).
- (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,
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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: CAPACITIVE VACUUM MEASURING CELL HAVING A MULTI-ELECTRODE

(54) Bezeichnung : KAPAZITIVE VAKUUMMESSZELLE MIT MULTIELEKTRODE

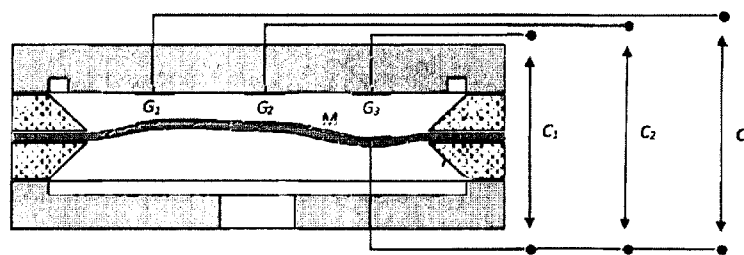


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a capacitive vacuum measuring cell having a first housing body (1) with a membrane (2) which is arranged at a distance therefrom so as to form a seal in the edge region (3) in such a way that a reference vacuum space (9) is formed in between, wherein opposite surfaces (7, 8) of the first housing body and of the membrane (2) comprise at least one electrode (G, G₁, G₂,... G_n; M₁, M₂,... M_n). A second housing body (4) is provided so as to form a seal with respect to the membrane (2) in the edge region and forms, with said membrane, a measuring vacuum space (10) in which connection means (5) for connection to a process space are present. In this case, the electrode (G, G₁, G₂,... G_n; M₁, M₂,... M_n) comprises, on the housing surface (7) and/or the membrane surface (8), at least two housing electrodes (G₁, G₂,... G_n) which are electrically insulated with respect to one another and/or membrane electrodes (M₁, M₂,... M_n) which are arranged in such a manner that they form at least two measuring capacitances (C₁, C₂,... C_n) with at least one opposite electrode (G, M), as a result of which it is possible to capacitively detect the deflection of the membrane at a plurality of points. The housing electrode (G) or the housing electrodes (G₁, G₂,... G_n) and/or the membrane electrode (M) or the membrane electrodes (M₁, M₂,... M_n) can be operatively connected to a signal processing unit in this case.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/144101 A1



Die Erfindung betrifft eine kapazitive Vakuummesszelle mit einem ersten Gehäusekörper (1) mit einer davon beabstandeten im Randbereich (3) dichtend angeordneten Membran (2), derart dass dazwischen ein Referenzvakuumraum (9) ausgebildet ist, wobei gegenüberliegende Oberflächen (7, 8) des ersten Gehäusekörpers und der Membran (2) zumindest eine Elektrode (G, G₁, G₂,... G_n; M₁, M₂,... M_n) umfassen. Ein zweiter Gehäusekörper (4) ist gegenüber der Membran (2) im Randbereich dichtend vorgesehen und bildet mit dieser einen Messvakuumraum (10), in welchem Anschlussmittel (5) zur Verbindung mit einem Prozessraum vorhanden sind. Dabei umfasst die Elektroden (G, G₁, G₂,... G_n; M₁, M₂,... M_n) auf der Gehäuseoberfläche (7) oder/und der Membranoberfläche (8) zumindest zwei, voneinander elektrisch isolierte Gehäuseelektroden (G₁, G₂,... G_n) oder/und Membranelektroden (M₁, M₂,... M_n), die so angeordnet sind, dass sie mit zumindest einer gegenüberliegenden Elektrode (G, M) zumindest zwei Messkapazitäten (C₁, C₂,... C_n) bilden, wodurch die Auslenkung der Membran an mehreren Stellen kapazitiv erfassbar ist. Gehäuseelektrode (G) oder die Gehäuseelektroden (G₁, G₂,... G_n) oder/und die Membranelektrode (M) oder die Membranelektroden (M₁, M₂,... M_n) sind dabei mit einer Signalverarbeitungseinheit wirkverbindbar.

Kapazitive Vakuummesszelle mit Multielektrode

Die Erfindung bezieht sich auf eine kapazitive Vakuum-
5 messzelle gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie
auf ein Verfahren zur kapazitiven Druckmessung gemäss
Oberbegriff von Anspruch 13.

Die kapazitive Auslese von Sensoren ist eine häufige
10 angewendete Methode, um Weglängen, respektive Abstände zu
messen. „Capacitive Sensors“: Design and Applications,, von
Larry K. Baxter (Wiley-IEEE Press August 1996, ISBN 978-0-
7803-5351-0) werden die Prinzipien und Ausleseverfahren
erschöpfend beschrieben. Kennzeichnend ist für die
15 bekannten Konfigurationen, dass die zu messende Kapazität
mit einer feststehenden Standardkapazität verglichen wird.
Diese ist das Referenzelement für eine solche Messung, sie
kann als Fixkondensator ausgeführt werden oder aber in den
Sensor integriert sein.

20 Die Anwendung von kapazitiven Messungen bzw. Messzellen zur
Druckmessung ist beispielsweise aus US 323 21 14 sowie der
US 482 36 03 bekannt. Eine speziell für die Messung
niedriger Drücke optimierte Vakuummesszelle ist aus der EP
25 1 070 239 B1 bekannt, die den grundsätzlichen Aufbau einer
keramischen CDG (Capacitive Diaphragm Gauges) beschreibt.

Sollen niedrige Drücke von ca. 0,1 mbar bis 10^{-6} mbar
gemessen werden, sind herkömmliche Membran-
30 Herstellungsverfahren aufgrund der dabei auftretenden

Verspannungen in den Materialien dafür nicht geeignet. Dem gegenüber verschafft die in der EP 1 070 239 B1 beschriebene Vakuummesszelle zwar durch den dort beschriebenen Aufbau und das beschriebene Herstellungsverfahren eine deutliche Verbesserung, jedoch gelingt es auch mit diesem Herstellungsverfahren nicht, die Membran allseitig vollständig gleichmässig einzuspannen. Eine möglichst gleichmässige Einspannung der Membran sowie das vollkommene Ausschalten von intrinsischen Spannungszuständen ist aber für Messverfahren und Messzellen Voraussetzung für eine möglichst genaue Messung, da sich dafür die Membran unter dem Einfluss des Druckes idealerweise vollständig rotationssymmetrisch verformen sollte.

So ist es bekannt, dass insbesondere in der Nähe des sogenannten 0-Punktes - d.h. in dem Zustand der Membran, wo auf die Membran kein Druck wirkt - die Abweichung der Membran von der idealen Auslenkungsgleichung am grössten ist, da die Membran sich hier einem entspannten Zustand nähert. Somit wird das Messergebnis verfälscht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und eine Messzelle zur Verfügung zu stellen, mit der eine präzisere und zuverlässigere Messung möglich ist.

Eine Vakuummesszelle, die eine präzisere und/oder zuverlässigere Messung von niedrigen Drücken ermöglicht, wird in Anspruch 1 offenbart und umfasst einen ersten Gehäusekörper mit einer davon beabstandeten, im Randbereich

dichtend angeordneten Membran, wodurch ein dazwischenliegender Referenzvakuumraum ausgebildet ist.

Die vorliegende Erfindung ist sowohl für eine Vakuummesszelle mit keramischer Membran und/oder Gehäuse als auch für eine Vakuummesszelle mit metallischer Membran und/oder Gehäuse oder beispielsweise für Zellen mit keramischem Gehäuse und metallischer Membran, oder umgekehrt mit metallischem Gehäuse und keramischer Membran geeignet.

Unter Randbereich wird hier im Allgemeinen ein Umfangsbereich der Membran, bspw. zwischen 0 mm und ca. 2 bis 7 mm vom äusseren Rand einer üblicherweise kreisförmigen Membran verstanden, der aber zumindest die Dichtflächen mit umfasst. Die in geringem Abstand, bspw. von 2 bis 50 μm , gegenüberliegenden Oberflächen des ersten Gehäusekörpers der Membran umfassen jeweils zumindest eine elektrisch leitende Schicht. Darunter werden erfindungsgemäss auch Ausführungsformen verstanden, bei denen insbesondere die Membran, alternativ jedoch auch der erste Gehäusekörper, bzw. das Gehäuse als Ganzes oder teilweise, bspw. durch Einsätze oder als Ganzes elektrisch leitend ist bzw. sind. Ein Beispiel für das Material einer besonders gut geeigneten elektrisch leitenden Schicht ist Gold, das sich auf Grund seiner hohen Leitfähigkeit und chemischen Widerstandsfähigkeit besonders eignet. Als Alternative mit noch höherer chemischer Widerstandsfähigkeit kann bspw. Platin verwendet werden. Wird die Membran selbst oder ein Gehäusekörper aus leitendem Material gewählt, so kann dies bspw. auch rostfreier Stahl sein, der bei Bedarf

noch zusätzlich mit einem besser leitenden Material, bspw. wie oben beschichtet werden kann. Dankbar ist aber auch die Verwendung von Aluminium oder transparente, leitende Oxide (TCO oder „Transparent Conductive Oxyd“).

5

Ein zweiter Gehäusekörper ist gegenüber der Membran im Randbereich dichtend vorgesehen und bildet mit dieser einen Messvakuumraum, in welchem Anschlussmittel zur Verbindung mit einem Prozessraum münden. Dieser kann bspw. eine

10 Vakuumkammer mit dem zu messenden Medium wie bspw. Rest-, Inert-, Reaktivgas oder eine Mischung daraus sein, die das Prozessgas bildet. Der erste Gehäusekörper und der zweite Gehäusekörper sind dabei mit der dazwischenliegenden Membran im Randbereich auch gegen eine Umgebung der

15 Messzelle dichtend und, soweit im Rahmen bspw. bekannter Produktionsprozesse möglich, symmetrisch verbunden. Die elektrisch leitende Schicht auf der Gehäuseoberfläche oder/und der Membranoberfläche umfasst dabei zumindest zwei voneinander elektrisch isolierte Gehäuseelektroden (G_1 ,

20 $G_2, \dots G_n$), bzw. Membranelektroden ($M_1, M_2, \dots M_n$), die so angeordnet sind, dass sie mit zumindest einer gegenüberliegenden Elektrode ($G, G_1, \dots G_n; M, M_1, \dots M_n$) zumindest zwei Messkapazitäten ($C_1, C_2, \dots C_n$) bilden, damit die Auslenkung der Membran an mehreren Stellen separat kapazitiv erfassbar

25 ist, wobei die Elektroden mit einer Signalverarbeitungseinheit wirkverbundbar sind. Die Messkapazitäten sind dabei getrennt messbare, d.h. die Messung und Auswertung kann dabei durch die Signalverarbeitungseinheit gleichzeitig, d.h. parallel bspw. zur Erfassung sehr rascher

Druckschwankungen, oder alternativ sequentiell, insbesondere periodisch sequentiell erfolgen. Die Messfolge kann dabei, bspw. durch den Taktgeber der Signalverarbeitungseinheit entsprechend der benötigten zeitlichen Signalauflösung gesteuert werden.

Die Elektroden sind dabei flächig ausgebildet und können, je nach Bedarf, in unterschiedlichen Geometrien bspw. kreisförmig, rechteckförmig, ringförmig oder sektorförmig ausgeführt werden. Um die Verformung der Membran besonders gut zu verfolgen und grössere Unterscheidungskraft der Messwerte zu erreichen, kann die elektrisch leitende Schicht zumindest drei, vier oder mehr voneinander elektrisch isolierte Gehäuseelektroden ($G_1, G_2, \dots G_n$) oder/und voneinander elektrisch isolierte Membranelektroden ($M_1, M_2, \dots M_n$) umfassen, wobei zumindest drei, vier oder mehr insbesondere getrennt messbare Messkapazitäten ($C_1, C_2, \dots C_n$) ausgebildet sind. Dabei kann eine erste in der Mitte der Gehäuseoberfläche oder/und der Membranoberfläche gebildete Elektrode (G_1, M_1) von zumindest drei oder mehr dazu beispielsweise symmetrisch angeordneten, weiteren Elektroden ($G_2, G_3, \dots G_n; M_2, M_3, \dots M_n$) umgeben sein. Alternativ können die weiteren Elektroden auch asymmetrisch oder willkürlich angeordnet werden, wobei dann mit einem grösseren Rechenaufwand eine Kompensation erreicht werden kann.

Ein Teil der weiteren Elektroden ($G_2, G_3, \dots G_n; M_2, M_3, \dots M_n$) kann auf zumindest einem Umkreis zur ersten Elektrode ($G_1,$

M₁) angeordnet sein. Dabei können zumindest vier Membranelektroden (M₁, M₂, ... M_n) oder/und zumindest vier Gehäuseelektroden (G₁, G₂, ... G_n) symmetrisch in zumindest vier unterschiedlichen Kreisausschnitten, bspw. in zumindest vier unterschiedlichen Kreisringstücken zumindest eines Kreisrings, des Membrankreises angeordnet sein.

Zumindest eine der gegenüberliegenden Flächen der einzelnen Messkapazitäten, durch deren Messung ein dem jeweiligen Druck zugeordneter Vektor gebildet werden kann, ist dabei klein im Verhältnis zu den von herkömmlichen Messzellen bekannten Abmessungen, so kann die Fläche (AG, AM) der Gehäuseelektroden (G₁, G₂, ... G_n) oder/und der Membranelektroden (M₁, M₂, ... M_n) jeweils kleiner 5000 mm², insbesondere kleiner 200 mm². Dabei sollte die Fläche aber aus fertigungstechnischen Gründen, bzw. Zwecks Reproduzierbarkeit der Einzelmessungen mindestens 0.1 mm² betragen.

In einer Ausführungsform umfasst die elektrische Schicht M dabei nur eine Membranelektrode, die in diesem Fall mit der der elektrischen Schicht M gleichgesetzt werden kann, da eventuelle Zuleitungen hier nicht ins Gewicht fallen. Andererseits kann auch die Membran als Ganze die eine Membranelektrode M bilden, wenn die Membran eine metallische Membran ist. Durch eine solche Anordnung weist lediglich die der Membran in geringem Abstand gegenüberliegende Oberfläche des ersten Gehäusekörpers eine Mehrzahl von Elektroden auf, was fertigungstechnisch leichter zu verwirklichen ist, als auf der für Vakuummessungen sehr

dünnen Membran zusätzliche Elektroden vorzusehen, die eventuell ihrerseits noch das Auslenkungsverhalten der Membran verändern könnten. In einem solchen Fall sind mehrere Gehäuseelektroden einer gegenüberliegenden, grösseren, d.h. einer in senkrechter Projektion zu den Oberflächen zumindest die Flächen der Gehäuseelektroden ($G_1, G_2, \dots G_n$) umfassenden, Membranelektrode kapazitiv zugeordnet. Die Messkapazitäten ($C_1 \dots C_n$) können dabei, bzw. auch bei einer beidseitig mit Mehrfachelektroden vorgesehenen Anordnung jeweils eine sehr kleine Kapazität von beispielsweise $C_n \leq 1 \text{ nF}$, insbesondere $C_n \leq 50 \dots 60 \text{ pF}$, insbesondere $C_n \leq 30 \text{ pF}$ aufweisen. Zusätzlich kann die Messzelle eine feststehende Standardkapazität C_s umfassen, welche bspw. als Fixkondensator ausgeführt oder aber in den Sensor integriert ist.

Die Gehäuseelektroden ($G_1, G_2, \dots G_n$) können mit der Signalverarbeitungseinheit 16 und die Membranelektrode M oder die Membranelektroden ($M_1, M_2, \dots M_n$) mit einer Versorgung verbunden sein oder alternativ, umgekehrt die Membranelektroden ($M_1, M_2, \dots M_n$) mit der Signalverarbeitungseinheit und eine einzelne Gehäuseelektrode G, die in diesem Fall mit der elektrisch leitenden Schicht G gleichgesetzt werden kann oder die Gehäuseelektroden ($G_1, G_2, \dots G_n$) mit der Versorgung. Die Messzelle kann dabei den jeweiligen Messkapazitäten ($C_1, C_2, \dots C_n$) zugeordnete Konverter, insbesondere CDC-Konverter umfassen (CDC steht hier für „capacitivy to digital converter“), die mit der Signalverarbeitungseinheit wirkverbundbar sind. Alternativ

können die Konverter auch Bestandteil der Signalverarbeitungseinheit sein.

Um die Vakuumzelle möglichst kompakt zu gestalten und ohne weitere Massnahmen gebrauchsfertig einbauen zu können, kann eine Signalverarbeitungseinheit in die Messzelle integriert werden, die ein Rechenwerk mit zumindest einem Speicher und einer Ausgabeeinheit zum Ausgeben des berechneten Druckwerts umfassen. Dabei können auch die Konverter sowie, bei Bedarf eine Eingabeeinheit, bspw. zum Erfassen externer Parameter wie Umgebungstemperatur und Umgebungsdruck und/oder eine Standardkapazität C_s in der Signalverarbeitungseinheit eingebaut sein. Im Speicher der Signalverarbeitungseinheit können Referenzwerte abgelegt werden, um einen gemessenen Ist-Wert damit zu vergleichen. Des Weiteren kann im Speicher auch ein Algorithmus, dabei insbesondere ein Best-Fit-Algorithmus zum Vergleich der Referenzwerte mit den gemessenen Ist-Werten abgelegt sein. Dieser Algorithmus kann auch in bekannter Weise von aussen, bspw. über einen externen Controller der Anlagensteuerung zugeführt werden oder aber fix verdrahtet im Mikroprozessor des Rechenwerk vorgesehen sein.

Die Erfindung wird auch in einem Verfahren zur kapazitiven Druckmessung verwirklicht. Für das Verfahren wird analog eine Vakuummesszelle mit einem ersten Gehäusekörper mit einer davon beabstandeten, im Randbereich dichtend angeordneten Membran verwendet, wobei zwischen Membran und erstem Gehäusekörper ein Referenzvakuumraum ausgebildet wird und die in geringem Abstand gegenüberliegenden

Oberflächen des ersten Gehäusekörpers und der Membran mit einer elektrisch leitenden Schicht beschichtet oder selbst ganz oder teilweise elektrisch leitend sind. Zusätzlich umfasst die Vakuummesszelle einen zweiten Gehäusekörper, 5 der ebenfalls gegenüber der Membran im Raumbereich dichtend vorgesehen ist, um mit dieser einen Messvakuumraum zu bilden, in welchem Anschlussmittel zur Verbindung mit dem zu messenden Medium münden. Erster und zweiter Gehäusekörper mit der dazwischenliegenden Membran ist somit 10 dichtend verbunden, sodass einerseits Referenz- und Messvakuumraum voneinander getrennt und andererseits die Dichtung nach aussen gegeben ist. Dies kann in bekannter Weise durch elastische Dichtungen und/aber insbesondere für die Hochvakuummessung durch Glaslote erfolgen. Für das 15 Verfahren werden zumindest an zwei, besser jedoch an zumindest drei, insbesondere an vier oder mehr Messkapazitäten ($C_1, C_2, \dots, C_n$), die jeweils zwischen Gehäuseelektrode bzw. Gehäuseelektroden ($G, G_1, G_2, \dots, G_n$) und Membranelektrode bzw. Membranelektroden ($M, M_1, M_2, \dots, M_n$) 20 gebildet sind, parallel also gleichzeitig oder alternativ in zeitlicher Abfolge sequentiell Kapazitätsmessungen vorgenommen. Auf dies Art und Weise ist es individuell möglich, intrinsische Vorspannungen und/oder Fertigungstoleranzen bei der Einspannsymmetrie der jeweiligen Membran 25 zu kompensieren, da dadurch für jeden Druck, bspw. im Rahmen einer Eichung der Messzelle ein Referenzvektor ($C_{R1}, C_{R2}, \dots, C_{Rn}$) zum Vergleich mit späteren Messungen in der Praxis erzeugt werden kann. Besonders einfach lässt sich dies mit Messkapazitäten verwirklichen, bei denen zwischen 30 mehreren Gehäuseelektroden ($G_1, G_2, \dots, G_n$) und einer grossen,

die Flächen der einzelnen Gehäuseelektroden umfassenden, Membranelektrode (M) gemessen wird. Die Umwandlung der Kapazitätsmessungen erfolgt mittels Konvertern, wobei sich CDC-Konverter besonders eignen, da in diesem Fall die

5 Ausgangswerte der Konverter bereits in digitalisierter Form vorliegen. Zur Auswertung können Messwerte, bspw. bei einer an die Messzelle angeschlossenen oder in die Messzelle integrierten Signalverarbeitungseinheit, an das Rechenwerk der Einheit weitergeleitet und mittels eines Algorithmus

10 mit den im Speicher abgelegten Referenzwerten verglichen werden, um daraus den Ausgabewert zu berechnen, der bspw. über eine Ausgabeeinheit weitergeleitet wird. Für den Vergleich kann dabei ein Best-Fit-Algorithmus verwendet werden.

15 Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren und einzelnen Ausführungsbeispielen erläutert. Dabei ist anzumerken, dass alle, wenn auch nur im Zusammenhang mit einzelnen Ausführungsbeispielen oder der Beschreibung

20 einzelner Figuren genannte Merkmale grundsätzlich mit anderen Merkmalen oder Ausführungsbeispielen der Erfindung kombinierbar sind, sofern sich nicht aus dem allgemeinen Wissen des Fachmanns unmittelbar eine Widersinnigkeit oder Unvereinbarkeit der Kombination solcher Merkmale ergibt.

25 Dies gilt auch für alle im allgemeinen Teil der Beschreibung erwähnten Merkmale und Ausführungsformen, womit eine Kombination solcher Merkmale offenbart ist.

Die Figuren zeigen dabei

Fig. 1 eine Messzelle des Standes der Technik;

Fig. 2 die Funktionsweise einer Vakuummesszelle;

5 Fig. 3 eine Ausführung einer erfindungsgemässen
Vakuummesszelle;

Fig. 4 eine numerische Darstellung eines aus einzelnen
Messwerten gebildeten Vektorfeldes;

10

Fig. 5a und 5b
erfindungsgemässe Elektrodenanordnungen; und

Fig. 6 ein Schaltschema einer erfindungsgemässen
15 Vakuummesszelle.

Die in Fig. 1 dargestellte Messzelle des Standes der
Technik ist im Querschnitt dargestellt und hat, zumindest
20 die benachbarten Flächen 8, 9 betreffend, einen im
Wesentlichen, rotationssymmetrischen Aufbau. Das erste
Gehäuse ist im vorliegenden Fall aus einem isolierenden
Material bspw. einer keramischen Platte aus Aluminiumoxid,
welche in einem geringen Abstand gegenüber der keramischen
25 Membran mit dieser im Randbereich dichtend verbunden ist
und dadurch einen Referenzvakuumraum 9 bildet. Der Abstand
zwischen den beiden Flächen wird in der Regel beim
Montieren über das Dichtungsmaterial 11, welches zwischen
dem Membranrand 3 und dem Gehäuserand liegt, eingestellt.
30 Auf diese Weise kann eine weitgehend plane Gehäuseplatte 1

verwendet werden. Auf die gleiche Art und Weise ist in einem zweiten Gehäuse 4 auf der gegenüberliegenden Membranseite ein Messvakuumraum 10 ausgebildet, welcher über einen Anschlussstutzen 5 durch eine Öffnung im Gehäuse 4 mit einem Prozessraum verbindbar ist. Die Dichtung 3 beidseitige der Membran 2 kann bspw. aus Glaslot ausgebildet sein, welches einfach händelbar ist und bspw. durch Siebdruck aufgebracht werden kann. In einer typischen Messzelle mit einem Aussendurchmesser vom 38 mm und einem freien Membran-Innendurchmesser von 30 mm beträgt der Abstand d_0 zwischen den kapazitiv wirksamen Flächen etwa 2 μm bis 50 μm , vorzugsweise 12 μm bis 35 μm . Hierbei ist bspw. das erste Gehäuse 1 beispielsweise ca. 5 mm dick, das zweite Gehäuse 4 beispielsweise ca. 3 bis 6 mm, vorzugsweise 5 mm, dick. Das zweite Gehäuse 4 kann dabei im Innenbereich, wie in Fig. 1 dargestellt, mit einer ca. 0,5 mm tiefen Ausnehmung versehen sein, um den Messvakuumraum 10 zu vergrößern. Da im vorliegenden Fall sowohl das Gehäuse 1 als auch die Membran 2 aus einer isolierenden Keramik bestehen, ist referenzvakuumseitig das Gehäuse 1 mit einer leitenden Schicht, die die Gehäuseelektrode G bildet und die Membran entsprechend referenzvakuumraumseitig mit einer elektrisch leitenden Schicht, die die Membranelektrode M bildet, beschichtet. Die beiden Schichten stehen miteinander elektrisch nicht in Verbindung. Sie können bspw. aufgemalt, aufgedruckt, aufgesprayt oder mit einem für die präzise Herstellung von dünnen Schichten besonders geeigneten Vakuumverfahren, bspw. Bedampfen oder Sputtern, aufgebracht werden. Des Weiteren sind für jede Elektrode vakuumdichte, elektrisch

leitende Durchführungen 6 zum Anschluss an entsprechende Messmittel oder Messwertwandlern, wie bspw. CDG-Konverter vorgesehen. Zusätzlich können, um ein langzeitstabiles Referenzvakuum im Raum 9 aufrechterhalten zu können auch hier nicht dargestellte Getter vorgesehen sein. Bezüglich der vorteilhaften Ausführung und eventuellen Ausdünnung der Elektrodenschichten bzw. der Gestaltung von Gettern sei auf die Absätze [0028] bis einschliesslich [0030] der EP 1 070 239 B1 verwiesen, die hiermit zu einem integralen Bestandteil der vorliegenden Beschreibung erklärt werden.

Für Druckmessungen an bspw. bezüglich ihrer korrosiven Eigenschaften weniger kritischen Medien kann, wie bekannt, auch eine metallische Membran verwendet werden, welche aufgrund ihrer elektrisch leitenden Eigenschaften als Ganze die Membranelektrode bilden kann. Wird anstelle eines keramischen Materials auch für den ersten Gehäusekörper 1 ein Metall verwendet, muss die Gehäuseelektrode G sowie die elektrisch leitenden Durchführungen 6 gegenüber dem Gehäuse 1 isoliert ausgeführt sein.

Die prinzipielle Funktionsweise einer solchen Vakuummesszelle ist in Fig. 2 dargestellt, die eine Membran in Ruhelage 2 und eine mit Druck beaufschlagte Membran 2' zeigt. Die Membran 2, 2' mit der Dicke t wird dabei in den Referenzvakuumraum 9 mit der Tiefe d_0 um den Betrag $w(p)$ in Abhängigkeit des Drucks und des Einspannradius $2 \cdot R$ der Membran 2, 2' ausgelenkt. Entsprechend erfolgt eine Auslenkung in entgegengesetzter Richtung bei Anlegen eines Vakuums über die Anschlussmittel 5.

Analog zu den in den Fig. 1 und 2 dargestellten Vakuummesszellen wird in Fig. 3 eine erfindungsgemässe Vakuummesszelle dargestellt, die bezüglich der Materialwahl und
5 Geometrie, mit Ausnahme der Elektrodengeometrie und Beschaltung, entsprechend den Beispielen des Standes der Technik gestaltet sein kann. Im Gegensatz zu der in Fig. 1 dargestellten Messzelle sind bei der erfindungsgemässen Ausführung hier drei Gehäuseelektroden vorgesehen, die
10 einer einzelnen Membranelektrode gegenüberliegend angeordnet sind. Dadurch können jedem spezifischen Druckwert p_j für diese Messzelle charakteristische Kapazitätswerte (C_{j1} , C_{j2} , C_{j3}) zugeordnet werden.

15 Erfindungsgemäss kann auf jeder der gegenüberliegenden Oberflächen 7, 8 des Gehäuses 1 bzw. der Membran 2, insbesondere jedoch, aus den oben erwähnten Gründen, auf der Gehäuseoberfläche 7 eine, wie in den Fig. 5A und 5B dargestellte, Multielektrodenanordnung ausgebildet sein.
20 Die entsprechenden Elektroden sind dabei, wie dargestellt, symmetrisch bspw. um eine zentrale Gehäuseelektrode G_1 angeordnet. Dadurch kann bspw. für eine Anzahl m gemessener Druckwerte p_j jeweils ein, entsprechend der Anzahl n der Elektroden, n Kapazitätsmessungen enthaltender Vektor
25 erstellt werden und die Summe m der jeweils erhaltenen Vektoren als Vektorfeld wie in Fig. 4 dargestellt werden. Je nach gewünschter Genauigkeit der Messauflösung können dabei beliebig viele, durch einen jeweils n -dimensionalen Vektor festgelegte Referenzmesspunkte erfasst und für
30 Vergleichszwecke gespeichert werden. Dies kann auch

asymmetrisch erfolgen, bspw. in der Art, dass in einem Zieldruckbereich feinere Druckschritte Δp gemessen und als Referenzvektoren abgelegt werden als in einem weniger relevanten Druckbereich.

5

Fig. 6 zeigt das Schaltschema eines erfindungsgemässen, hier aus einer Membranelektrode und aus sechs Gehäuseelektroden, bzw. umgekehrt, d.h. aus einer Gehäuseelektrode und aus sechs Membranelektroden, aufgebauten Drucksensor 12, der mit einer Signalverarbeitungseinheit 13 verbunden ist. Wenngleich die Signalverarbeitungseinheit 13 auch extern, bspw. in einer Vakuumanlagensteuerung vorgesehen sein kann, ist es, aufgrund der fortschreitenden Miniaturisierung, heute auch bei klein zu bauenden Vakuummesszellen ohne weiteres möglich und vorteilhaft, die Signalverarbeitungseinheit in die Messzelle zu integrieren, da damit die sensorbezogenen Daten grundsätzlich mit dem richtigen Sensor verbunden und eventuelle Verwechslungen durch falsch gelegte Kabel ausgeschlossen sind. Die Signalverarbeitungseinheit umfasst dabei eine Versorgung 14 als Signalgeber für den Sensor und hier auch Spannungsquelle für die Einheit, die batteriebetrieben oder/und ans Stromnetz angeschlossen sein kann. Zentraler Bestandteil ist das Rechenwerk 15, das einen Speicher 17 mit den dort abgelegten Referenzwerten umfasst oder Zugriff auf diesen Speicher hat. Des Weiteren ist dort oder an einem anderen Speicherplatz, alternativ auch fest verdrahtet oder durch die Struktur des Halbleiters vorgegeben, ein Algorithmus hinterlegt, mit dessen Hilfe das Rechenwerk 15 die über die Konverter 16 an das Rechenwerk gesendeten bspw. bereits

30

digitalisierten Kapazitätswerte bzw. Vektoren mit den im Speicher 17 abgelegten Referenzvektoren vergleicht. Dies kann beispielsweise mit einem Best-Fit Verfahren erfolgen. Zusätzlich können bei Bedarf die hier lediglich beispielhaft über separate Eingänge gelieferten Werte für Umgebungstemperatur T_{amb} bzw. Umgebungsdruck P_{amb} sowie die Messung einer hier nicht dargestellten Standardkapazität C_s zur Korrektur und weiteren Verbesserung der Genauigkeit der Messwerte verwendet werden.

10

Mit einer nach oben beschriebener Bauweise ausgelegten und einem, wie oben im Detail ausgeführten Verfahren zum Betreiben einer Messzelle kann der Messdruck durch Vergleich von individuell für unterschiedliche Drücke gemessenen Referenzwerten der Kapazitäten, bspw. als Referenzwertvektoren $(C_{R11}, C_{R12}, \dots C_{R1n})$, $(C_{R21}, C_{R22}, \dots C_{R2n})$, $\dots (C_{Rm1}, C_{Rm2}, \dots C_{Rmn})$, mit den bei einem Messdruck gemessenen Kapazitätsmesswert $(C_1, C_2, \dots C_n)$, bspw. als Kapazitätsvektor, ermittelt werden, wodurch es gelingt individuelle, bspw. durch Fertigungstoleranzen bedingte Unterschiede in der Geometrie unterschiedlicher Messzellen, insbesondere bezüglich der Geometrie und Vorspannung der Membran, individuell zu berücksichtigen und auszugleichen. Dadurch sind nicht nur präzisere und verlässlichere Messungen möglich, sondern es können auch für gewünschte, bspw. besonders verfahrensrelevanten Messbereiche durch Hinterlegen einer grösseren Anzahl von Referenzwerten eine besonders feine Auflösung Δp des zu messenden Drucks erreicht werden. Damit bietet die vorliegende Erfindung die

25

Möglichkeit, Vakuummesszellen für ganz unterschiedliche Drücke optimal auszulegen.

Patentansprüche

1. Kapazitive Vakuummesszelle mit einem ersten
5 Gehäusekörper (1) mit einer davon beabstandeten im
Randbereich (3) dichtend angeordneten Membrane (2), derart
dass dazwischen ein Referenzvakuumraum (9) ausgebildet ist,
wobei gegenüberliegende Oberflächen (7, 8) des ersten
10 Gehäusekörpers und der Membran (2) zumindest eine Elektrode
(G, G₁, G₂, ... G_n; M₁, M₂, ... M_n) umfassen, wobei ein zweiter
Gehäusekörper (4) gegenüber der Membrane (2) im Randbereich
dichtend vorgesehen ist und mit dieser einen Messvakuumraum
(10) bildet, in welchem Anschlussmittel (5) zur Verbindung
15 mit einem Prozessraum vorhanden sind, dadurch
gekennzeichnet, dass die Elektroden (G, G₁, G₂, ... G_n; M₁,
M₂, ... M_n) auf der Gehäuseoberfläche (7) oder/und der
Membranoberfläche (8) zumindest zwei, voneinander
elektrisch isolierte Gehäuseelektroden (G₁, G₂, ... G_n)
oder/und Membranelektroden (M₁, M₂, ... M_n) umfasst, die so
20 angeordnet sind, dass sie mit zumindest einer gegenüber-
liegenden Elektrode (G, G₁, G₂, ... G_n; M₁, M₂, ... M_n) zumindest
zwei Messkapazitäten (C₁, C₂, ... C_n) bilden, damit eine
Auslenkung der Membran an mehreren Stellen kapazitiv
erfassbar ist, wobei die Gehäuseelektrode (G) oder die
25 Gehäuseelektroden (G₁, G₂, ... G_n) und die Membranelektrode
(M) oder die Membranelektroden (M₁, M₂, ... M_n) mit einer
Signalverarbeitungseinheit wirkverbundbar sind.

2. Messzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
30 die Elektroden (G, G₁, G₂, ... G_n; M₁, M₂, ... M_n) zumindest

5 drei, oder mehr voneinander elektrisch isolierte Gehäuseelektroden ($G_1, G_2, \dots G_n$) oder/und voneinander elektrisch isolierte Membranelektroden ($M_1, M_2, \dots M_n$) umfassen und zumindest drei oder mehr Messkapazitäten ($C_1, C_2, \dots C_n$) ausgebildet sind.

10 3. Messzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste in der Mitte der Gehäuseoberfläche (7) oder/und der Membranoberfläche (8) gebildete Elektrode (G_1, M_1) von zumindest vier, dazu symmetrisch angeordneten weiteren Elektroden ($G_2, G_3, \dots G_n; M_2, M_3, \dots M_n$) umgeben ist.

15 4. Messzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest vier Membranelektroden ($M_1, M_2, \dots M_n$) und/oder vier Gehäuseelektroden ($G_1, G_2, \dots G_n$) symmetrisch in zumindest vier unterschiedlichen Kreisausschnitten angeordnet sind.

20 5. Messzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fläche (A_G, A_M) der Gehäuseelektroden ($G_1, G_2, \dots G_n$) oder/und Membranelektroden ($M_1, M_2, \dots M_n$) jeweils kleiner 5000 mm^2 , dabei insbesondere kleiner 200 mm^2 , dabei aber mindestens 0.1 mm^2 ist.

25

6. Messzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (2) nur eine Membranelektrode (M) umfasst oder die Membranelektrode ist.

7. Messzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messkapazitäten ($C_1 \dots C_n$) jeweils eine Kapazität von $C_n \leq 100 \text{ pF}$, vorzugsweise $C_n \leq 50 \dots 60 \text{ pF}$, vorzugsweise $C_n \leq 30 \text{ pF}$ aufweisen.

5

8. Messzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gehäuseelektroden ($G_1, G_2, \dots G_n$) mit der Signalverarbeitungseinheit (16) und die Membranelektrode (M) oder die Membranelektroden ($M_1, M_2, \dots M_n$) mit einer Versorgung (14) verbunden sind, oder umgekehrt die Membranelektroden ($M_1, M_2, \dots M_n$) mit der Signalverarbeitungseinheit (16) und die Gehäuseelektrode (G) oder die Gehäuseelektroden ($G_1, G_2, \dots G_n$) mit einer Versorgung (14).

10
15

9. Messzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messzelle den jeweiligen Messkapazitäten ($C_1, C_2, \dots C_n$) zugeordnete Konverter umfasst, die mit der Signalverarbeitungseinheit wirkverbundbar sind.

20

10. Messzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messzelle mit einer integrierten Signalverarbeitungseinheit (13), die ein Rechenwerk (13), zumindest einen Speicher (15) und eine Ausgabeinheit umfasst, wirkverbunden ist.

25

11. Messzelle nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass im Speicher (15) Referenzwerte zum Vergleich eines gemessenen Ist-Werts mit den Referenzwerten abgelegt sind.

30

12. Verfahren zur kapazitiven Druckmessung mit einer Vakuummesszelle mit einem ersten Gehäusekörper (1) mit einer davon beabstandeten, im Randbereich (3) dichtend angeordneten Membran (2), derart dass dazwischen ein

5 Referenzvakuumraum (9) ausgebildet wird, wobei gegenüberliegende Oberflächen des ersten Gehäusekörpers (1) und der Membrane (3) mit einer elektrisch leitenden Schicht beschichtet sind, die als Elektrode ($G, G_1, G_2, \dots G_n; M, M_1, M_2, \dots M_n$) ausgebildet ist, und ein zweiter Gehäusekörper

10 (4) gegenüber der Membrane (2) im Randbereich dichtend vorgesehen ist um mit dieser einen Messvakuumraum (10) mit Anschlussmittel (5) zur Verbindung mit einem Prozessraum zu bilden, dadurch gekennzeichnet, dass an zumindest zwei, insbesondere aber an zumindest drei Messkapazitäten ($C_1,$

15 $C_2, \dots C_n$), die jeweils zwischen Gehäuseelektrode (G) oder Gehäuseelektroden ($G_1, G_2, \dots G_n$) und Membranelektrode (M) oder Membranelektroden ($M_1, M_2, M_3 \dots M_n$) gebildet sind, Kapazitätsmessungen so vorgenommen werden, dass die Messergebnisse der einzelnen Messkapazitäten ($C_1, C_2, \dots C_n$)

20 für jeden gemessenen Druck p_m einzeln auslesbar sind.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass Kapazitätsmessungen zwischen zumindest drei Gehäuseelektroden ($G_1, G_2, \dots G_n$) und einer Membranelektrode (M)

25 vorgenommen werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Messwerte an ein Rechenwerk (15) mit zumindest einem Speicher weitergeleitet und mittels

30 eines Algorithmus mit im Speicher abgelegten Referenzwerten

verglichen werden um daraus den Ausgabewert zu berechnen und bereitzustellen.

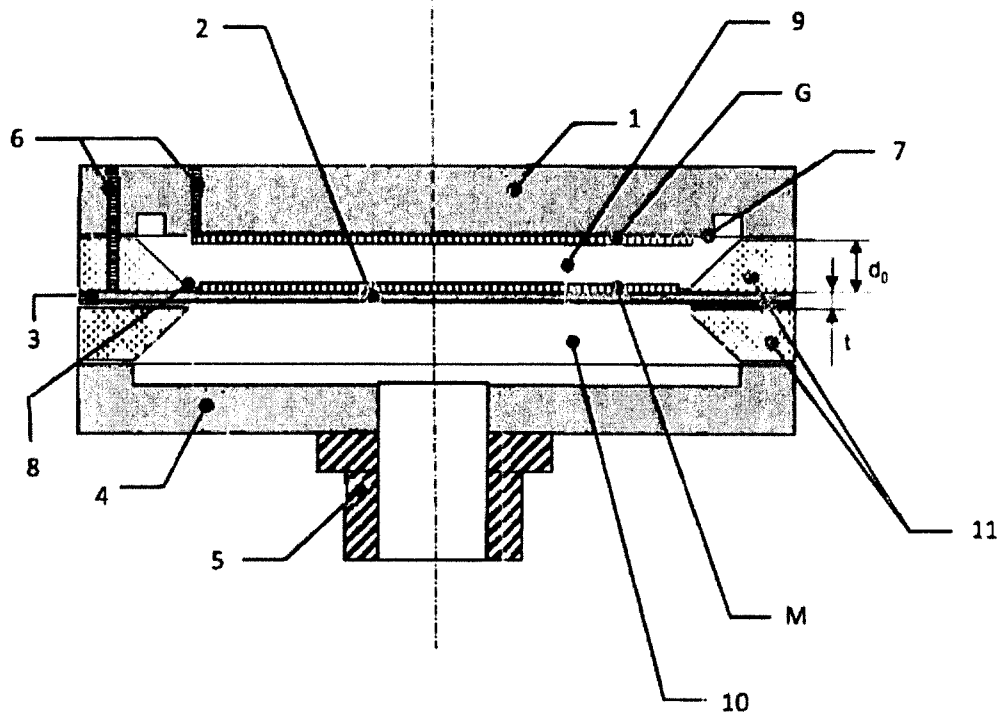


Fig. 1

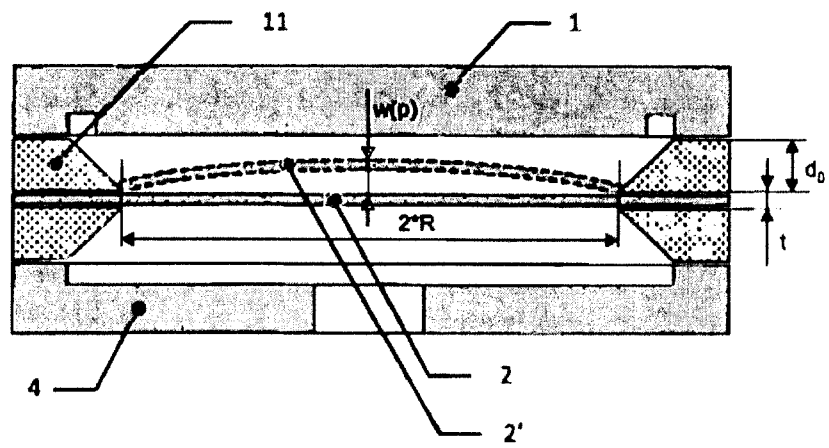


Fig. 2

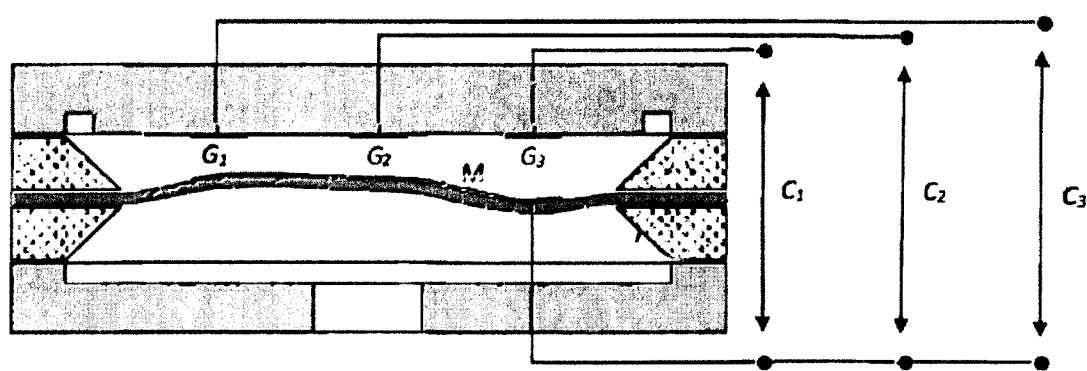


Fig. 3

$$\begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_l \\ \vdots \\ C_n \end{bmatrix}_{p=0} \quad \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_l \\ \vdots \\ C_n \end{bmatrix}_{p=p_l} \quad \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_l \\ \vdots \\ C_n \end{bmatrix}_{p=p_m}$$

Fig. 4

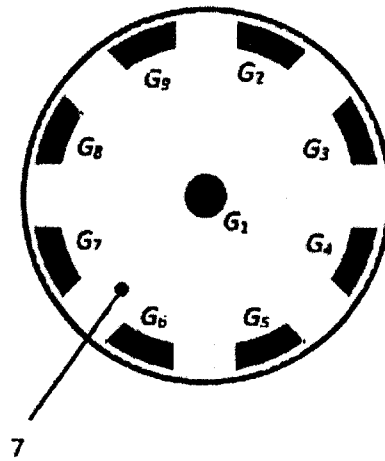


Fig. 5A

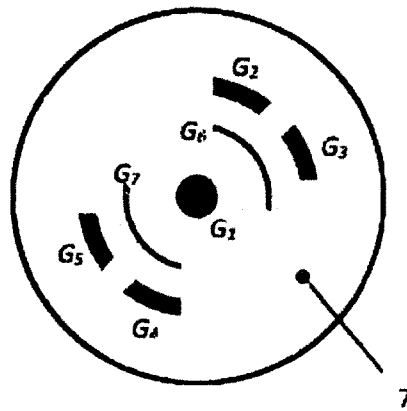


Fig. 5B

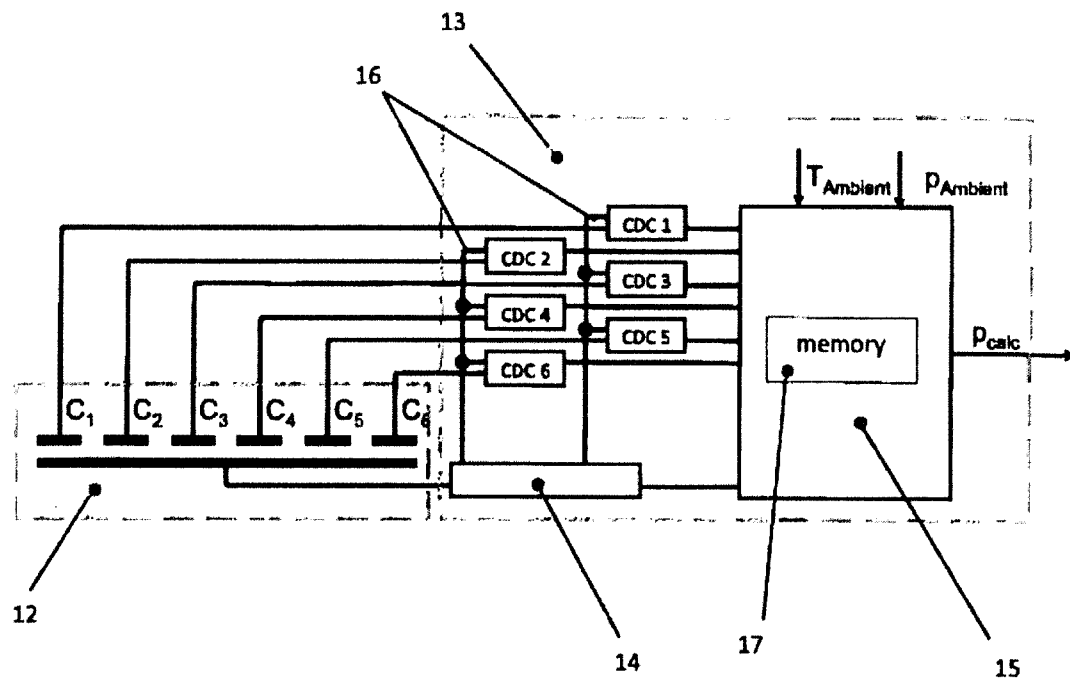


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/053976

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01L9/00 G01L21/00
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 4 823 603 A (FERRAN ROBERT J [US] ET AL) 25 April 1989 (1989-04-25) cited in the application	1,6,8,12
Y	column 7, line 13 - column 8, line 10; figure 4	2-5,7, 9-11,13, 14
X	----- US 2009/255342 A1 (GRUDZIEN CHRIS P [US]) 15 October 2009 (2009-10-15)	1,6,8,12
Y	paragraphs [0014] - [0019]; figure 1	2-5,7, 9-11,13, 14
Y	----- US 6 675 656 B1 (PLOECHINGER HEINZ [AT]) 13 January 2004 (2004-01-13) abstract; figure 2 ----- -/-	2-5,7, 9-11,13, 14



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

21 October 2016

Date of mailing of the international search report

28/10/2016

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

Debesset, Sébastien

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/053976

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2014/054731 A1 (GRAHAM ANDREW [US] ET AL) 27 February 2014 (2014-02-27) paragraphs [0031] - [0037]; figures 5,6 -----	2,4,5,7, 9-11,13, 14
Y	WO 2011/015302 A1 (BAUMER INNOTECH AG [CH]; IHLEFELD JOACHIM [DE]; ZUELLIG DANIEL [CH]; TA) 10 February 2011 (2011-02-10) pages 11-16; figure 2 -----	2,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/053976

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4823603	A	25-04-1989	CH 674263 A5 15-05-1990
			DE 3838333 A1 16-11-1989
			FR 2631120 A1 10-11-1989
			GB 2218207 A 08-11-1989
			JP H0364813 B2 08-10-1991
			JP H01307632 A 12-12-1989
			US 4823603 A 25-04-1989

US 2009255342	A1	15-10-2009	NONE

US 6675656	B1	13-01-2004	AT 213326 T 15-02-2002
			EP 1071934 A1 31-01-2001
			US 6675656 B1 13-01-2004
			WO 9953286 A1 21-10-1999

US 2014054731	A1	27-02-2014	CN 104854436 A 19-08-2015
			DE 112013004125 T5 07-05-2015
			JP 2015529819 A 08-10-2015
			KR 20150091298 A 10-08-2015
			TW 201418144 A 16-05-2014
			US 2014054731 A1 27-02-2014
			WO 2014031592 A1 27-02-2014

WO 2011015302	A1	10-02-2011	DE 102009035973 A1 14-04-2011
			WO 2011015302 A1 10-02-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01L9/00 G01L21/00
 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 4 823 603 A (FERRAN ROBERT J [US] ET AL) 25. April 1989 (1989-04-25) in der Anmeldung erwähnt	1,6,8,12
Y	Spalte 7, Zeile 13 - Spalte 8, Zeile 10; Abbildung 4	2-5,7, 9-11,13, 14
X	----- US 2009/255342 A1 (GRUDZIEN CHRIS P [US]) 15. Oktober 2009 (2009-10-15)	1,6,8,12
Y	Absätze [0014] - [0019]; Abbildung 1	2-5,7, 9-11,13, 14
Y	----- US 6 675 656 B1 (PLOECHINGER HEINZ [AT]) 13. Januar 2004 (2004-01-13) Zusammenfassung; Abbildung 2 ----- -/-	2-5,7, 9-11,13, 14



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

21. Oktober 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/10/2016

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

Debesset, Sébastien

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2014/054731 A1 (GRAHAM ANDREW [US] ET AL) 27. Februar 2014 (2014-02-27) Absätze [0031] - [0037]; Abbildungen 5,6 -----	2,4,5,7, 9-11,13, 14
Y	WO 2011/015302 A1 (BAUMER INNOTECH AG [CH]; IHLEFELD JOACHIM [DE]; ZUELLIG DANIEL [CH]; TA) 10. Februar 2011 (2011-02-10) Seiten 11-16; Abbildung 2 -----	2,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/053976

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4823603	A	25-04-1989	CH 674263 A5 15-05-1990
			DE 3838333 A1 16-11-1989
			FR 2631120 A1 10-11-1989
			GB 2218207 A 08-11-1989
			JP H0364813 B2 08-10-1991
			JP H01307632 A 12-12-1989
			US 4823603 A 25-04-1989

US 2009255342	A1	15-10-2009	KEINE

US 6675656	B1	13-01-2004	AT 213326 T 15-02-2002
			EP 1071934 A1 31-01-2001
			US 6675656 B1 13-01-2004
			WO 9953286 A1 21-10-1999

US 2014054731	A1	27-02-2014	CN 104854436 A 19-08-2015
			DE 112013004125 T5 07-05-2015
			JP 2015529819 A 08-10-2015
			KR 20150091298 A 10-08-2015
			TW 201418144 A 16-05-2014
			US 2014054731 A1 27-02-2014
			WO 2014031592 A1 27-02-2014

WO 2011015302	A1	10-02-2011	DE 102009035973 A1 14-04-2011
			WO 2011015302 A1 10-02-2011
