

(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  
21. April 2016 (21.04.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2016/058647 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
G01L 9/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/072288

(22) Internationales Anmeldedatum:  
17. Oktober 2014 (17.10.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder: VEGA GRIESHABER KG [DE/DE];  
Hauptstr. 1-5, 77709 Wolfach (DE).

(72) Erfinder: JACOB, Jörn; Talstr. 84a, 77709 Wolfach (DE).  
WELLER, Bernhard; Spitzbergweg 7, 77709 Wolfach (DE).

(74) Anwalt: PATENTANWÄLTE WESTPHAL,  
MUSSGUG & PARTNER; Am Riettor 5, 78048 Villingen-Schwenningen (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, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

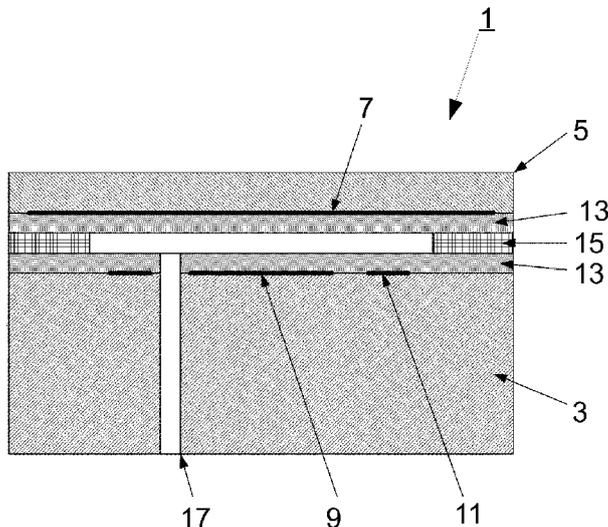
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING A PRESSURE MEASUREMENT SIGNAL, AND A PRESSURE MEASUREMENT ARRANGEMENT FOR SAME

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG EINS DRUCKMESSSIGNALS UND DRUCKMESSANORDNUNG HIERFÜR

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining a pressure measurement signal (D) in a capacitive pressure measurement cell (1) which comprises a main body (3) and a measurement membrane (5) that is arranged at the front of said main body (3). Electrodes (7, 9, 11) are arranged on said main body (3) and measurement membrane (5) and form a measurement capacitance  $C_m$  in a region of the measurement membrane (5) which has a high degree of pressure sensitivity, and form a reference capacitance ( $C_r$ ) in a region of the measurement membrane (5) which has a lower degree of pressure sensitivity, said measurement capacitance ( $C_m$ ) and reference capacitance ( $C_r$ ) being determined independently of one another, the pressure measurement signal (D) being determined in a first measurement range from the measurement capacitance  $C_m$  and the reference capacitance ( $C_r$ ) in accordance with a first evaluation (A1), said pressure measurement signal (D) being determined in a second measurement range from the reference capacitance ( $C_r$ ) in accordance with a second evaluation (A2), and a transition from the first evaluation (A1) to the second evaluation (A2) occurring if, according to the first evaluation (A1), the pressure measurement signal (D) exceeds a limiting value (x).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/058647 A1



---

Verfahren zur Ermittlung eines Druckmesssignals (D) bei einer kapazitiven Druckmesszelle (1) mit einem Grundkörper (3) und einer vorderseitig an dem Grundkörper (3) angeordneten Messmembran (5), wobei an dem Grundkörper (3) und an der Messmembran (5) Elektroden (7, 9, 11) angeordnet sind, die in einem Bereich der Messmembran (5) mit hoher Drucksensibilität eine Messkapazität  $C_m$  und in einem Bereich der Messmembran (5) mit geringerer Drucksensibilität eine Referenzkapazität ( $C_r$ ) ausbilden, wobei die Messkapazität ( $C_m$ ) und die Referenzkapazität ( $C_r$ ) unabhängig voneinander erfasst werden und das Druckmesssignal (D) in einem ersten Messbereich gemäß einer ersten Auswertung (A1) aus der Messkapazität  $C_m$  und der Referenzkapazität ( $C_r$ ) ermittelt wird und das Druckmesssignal (D) in einem zweiten Messbereich gemäß einer zweiten Auswertung (A2) aus der Referenzkapazität ( $C_r$ ) ermittelt wird, wobei ein Übergang von der ersten Auswertung (A1) zu der zweiten Auswertung (A2) erfolgt, wenn das Druckmesssignal (D) gemäß der ersten Auswertung (A1) einen Grenzwert (x) überschreitet.

Verfahren zur Ermittlung eines Druckmesssignals und Druckmessanordnung hierfür.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung eines Druckmesssignals gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Druckmessanordnung zur Durchführung eines solchen Druckmessverfahrens gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 12.

10 Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Druckmessverfahren und Druckmessanordnungen bekannt und werden eingesetzt. Aus dem Stand der Technik sind insbesondere keramisch kapazitive Druckmesszellen bekannt, die sich gegenüber anderen Messzellen u. a. durch eine sehr hohe Überlastfestigkeit auszeichnen.

15

Typische keramisch kapazitive Druckmesszellen bestehen aus einem Grundkörper, an dem vorderseitig eine Messmembran über einen Abstandshalter, beispielsweise ein Glaslot, angeordnet ist. Sowohl an der Messmembran als auch an dem Grundkörper sind Elektroden ausgebildet, die in einem drucksensitiven Bereich der Messmembran eine Messkapazität und in einem weniger drucksensitiven Bereich der Messmembran eine Referenzkapazität ausbilden. Wirkt ein Druck vorderseitig auf die Messmembran, so ändert sich der Abstand zwischen den an der Messmembran und dem Grundkörper ausgebildeten Elektroden und damit verändert sich die Kapazität insbesondere der Messkapazität, sodass durch die Kapazitätsänderung auf die Größe der Druckänderung geschlossen werden kann. Aus dem Stand der Technik ist es üblich, dass ein Druckmesssignal  $D$  zur Ermittlung des auf die Messmembran einwirkenden Druckes gemäß der Formel

25  
30

$$D = 1 - C_r / C_m$$

ermittelt wird. Dadurch, dass bei der Ermittlung des Druckmesswertes das Verhältnis aus Referenzkapazität  $C_r$  und Messkapazität  $C_m$  berücksichtigt wird, können Schwankungen der Umgebungsbedingungen, d. h. insbesondere Änderungen der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit berücksichtigt werden, da diese bei dem gebildeten Quotienten keinen Einfluss mehr entfalten.

Da aber in der Regel die Referenzkapazität  $C_r$  deutlich weniger drucksensitiv ist als die Messkapazität  $C_m$  können mit der bekannten Auswertung fast ausschließlich Änderungen der Messkapazität detektiert werden und das gemäß obiger Formel ermittelte Druckmesssignal  $D$  geht in Sättigung, sobald die Messmembran im Bereich der Messkapazität  $C_m$  an dem Grundkörper anliegt.

15

Bei diesen aus dem Stand der Technik bekannten keramisch kapazitiven Druckmesszellen, wird es daher als nachteilig empfunden, dass eine Ermittlung des Druckes über den Nennbereich der Druckmesszelle, d. h. den messtechnisch zugelassenen Bereich, hinaus nur unzureichend möglich ist und insbesondere Überschreitungen des zulässigen Nenndruckes nur unzureichend erfassbar sind. Mit den herkömmlichen Auswertungsmethoden, bei denen eine Ermittlung eines Druckmesssignals gemäß der Formel

20

$$D = 1 - C_r / C_m$$

erfolgt, kann ein anliegender Druck lediglich bis ungefähr zum zweifachen Nenndruck der Druckmesszelle erfasst werden. Bei einer Überschreitung dieses Druckes legt sich die Messmembran an den Grundkörper der Druckmesszelle an und das gemäß obiger Formel ermittelte Ausgangssignal ändert sich auf Grund des Verhältnisses zwischen Referenzkapazität und Messkapazität annähernd nicht mehr.

25

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Messwerterfassung auch deutlich über den Nennbereich einer solchen Druckmesszelle hinaus zu ermöglichen und überlastbedingte Ausfälle von Druckmesszellen besser analysieren zu können.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie eine Druckmessanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12 gelöst.

10

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Ermittlung eines Druckmesssignals bei einer kapazitiven Druckmesszelle mit einem Grundkörper und einer vorderseitig an dem Grundkörper angeordneten Messmembran, bei der an dem Grundkörper und an der Messmembran Elektroden angeordnet sind, die in einem Bereich der Messmembran mit hoher Drucksensibilität eine Messkapazität und in einem Bereich der Messmembran mit geringer Drucksensibilität eine Referenzkapazität ausbilden, wobei die Messkapazität und die Referenzkapazität unabhängig voneinander erfasst werden und das Druckmesssignal in einem ersten Messbereich gemäß einer ersten Auswertung aus der Messkapazität und der Referenzkapazität ermittelt wird und das Druckmesssignal in einem zweiten Messbereich gemäß einer zweiten Auswertung aus der Referenzkapazität ermittelt wird, zeichnet sich dadurch aus, dass ein Übergang von der ersten Auswertung zu der zweiten Auswertung erfolgt, wenn das Druckmesssignal gemäß der ersten Auswertung einen Grenzwert überschreitet.

Ausschlaggebend für das vorliegende Verfahren ist damit, dass ein Übergang von der ersten Auswertung zu der zweiten Auswertung abhängig von einem Wert des Druckmesssignals gemäß der ersten Auswertung erfolgt und damit die Grundlage für den Übergang das gemäß der ersten Auswertung durch die Referenzka-

pazität kompensierte Druckmesssignal ist. Grundsätzlich könnte zwar erwogen werden, einen Übergang von der ersten Auswertung zu der zweiten Auswertung abhängig von einem absoluten Wert der Referenzkapazität oder einem absoluten Wert der Messkapazität zu machen, hierbei bestünde jedoch der Nachteil, dass sich ändernde Umgebungsbedingungen, beispielsweise eine geänderte Temperatur und/oder Luftfeuchtigkeit diese Kapazitätswerte beeinflusst und damit ein Übergang von der ersten Auswertung zu der zweiten Auswertung abhängig von den Umgebungseinflüssen zu unterschiedlichen Bedingungen erfolgen würde. Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt damit darin, dass durch den Übergang auf Basis des kompensierten Wertes ein Übergang von der ersten Auswertung zu der zweiten Auswertung hochpräzise eingestellt und damit auch über den zulässigen Messbereich einer Messzelle hinaus eine präzise Auswertung des anliegenden Druckes ermöglicht wird.

Gemäß einer Ausgestaltung des Verfahrens werden beide Auswertungen gleichzeitig durchgeführt und die erste Auswertung wird verworfen, wenn das Druckmesssignal der ersten Auswertung den Grenzwert übersteigt und die zweite Auswertung wird verworfen, wenn das Druckmesssignal der ersten Auswertung unterhalb des Grenzwertes liegt.

Dadurch, dass beide Auswertungen gleichzeitig durchgeführt werden, wird es ermöglicht, dass abhängig von dem Ergebnis der ersten Auswertung - das wie bereits dargestellt von Schwankungen der Umgebungsbedingungen befreit ist - eine Entscheidung getroffen wird, ob das Ergebnis der ersten Auswertung oder das Ergebnis der zweiten Auswertung als Druckmesssignal ausgegeben wird.

Der Grenzwert, bei dessen Überschreitung der Übergang von der ersten Auswertung zu der zweiten Auswertung erfolgt, liegt

sinnvollerweise bei dem einfachen bis fünffachen, vorzugsweise bei dem zweifachen Nenndruck der Druckmesszelle oder einem dazu korrespondierenden Wert. Bei typischen keramisch kapazitiven Druckmesszellen tritt ein sogenanntes bottoming, d. h.

5 dass die Messmembran an dem Grundkörper auf Grund des einwirkenden Druckes anliegt, ab etwa dem zweifachen Nenndruck der Druckmesszelle auf. Es ist daher sinnvoll, in etwa bei diesem Wert einen Übergang von der ersten Auswertung zu der zweiten Auswertung vorzusehen. Abhängig von der Dimensionierung der Druckmesszelle kann aber auch ein Übergang von der

10 ersten Auswertung zu der zweiten Auswertung bei beispielsweise dem einfachen Nenndruck oder bis zum fünffachen Nenndruck der Druckmesszelle sinnvoll sein.

15 Ausschlaggebend für die Auswahl des Grenzwertes ist der Zeitpunkt, ab dem eine Sättigung oder eine gravierende Nichtlinearität des Druckmesssignals gemäß der ersten Auswertung zu erwarten ist.

20 In einem typischen Messverfahren wird das Druckmesssignal für die erste Auswertung gemäß der Formel

$$D1 = 1 - C_r / C_m$$

25 berechnet. Ausschlaggebend hierfür ist die Erkenntnis, dass die Größe der Messkapazität proportional zur Größe des anliegenden Druckes ist, wobei die Referenzkapazität in diesem Bereich eine sehr geringe Abhängigkeit von dem anliegenden Druck haben sollte.

30

Ferner ist es sinnvoll, wenn auch in dem zweiten Messbereich bei Drücken oberhalb des Grenzwertes eine Messwertkompensation erfolgt. Insbesondere sollten bei dieser Messwertkompensation

Umweltbedingungen wie beispielsweise Temperatur und Luftfeuchtigkeit berücksichtigt sein.

Eine Möglichkeit um eine solche Messwertkompensation zu erzielen liegt darin, bei dem Übergang von der ersten Auswertung zu der zweiten Auswertung den aktuellen Wert der Referenzkapazität zu ermitteln und abzuspeichern. Auf diese Weise kann bei der zweiten Auswertung eine Normalisierung des jeweils aktuell ermittelten Wertes der Referenzkapazität mit dem beim Übergang von der ersten Auswertung zu der zweiten Auswertung ermittelten Wert der Referenzkapazität erfolgen, wodurch zumindest die zu diesem Zeitpunkt herrschenden Umweltbedingungen kompensiert werden können.

Zusätzlich oder alternativ können für die zweite Auswertung auch lediglich Änderungen der Referenzkapazität im Vergleich zu dem abgespeicherten Wert berücksichtigt werden.

Bei Ausgestaltungen, die oberhalb des Grenzwertes nur einer reduzierten Genauigkeit bedürfen oder bei denen nur geringe Schwankungen der Umweltbedingungen zu erwarten sind, besteht ferner die Möglichkeit, den Wert der Referenzkapazität beim Übergang von der ersten Auswertung zur zweiten Auswertung werkseitig vorzugeben und in einem Speicher dauerhaft zu hinterlegen. In diesem Fall kann beispielsweise der Wert der Referenzkapazität bei für den Sensor typischen Umweltbedingungen hinterlegt sein.

Wie bereits erwähnt, kann auf diese Weise der Messwert der Referenzkapazität gemäß der zweiten Auswertung mit dem abgespeicherten Wert der Referenzkapazität kompensiert werden und so eine Reduktion der Einflüsse von Umweltbedingungen erfolgen. Insbesondere kann die zweite Auswertung gemäß der Formel

$$D2 = m (C_r(p) - C_r(p=x)) + x$$

berechnet werden, wobei  $C_r(p)$  den aktuellen Wert der Referenzkapazität,  $C_r(p = x)$  den Wert der Referenzkapazität beim Übergang von der ersten Auswertung zur zweiten Auswertung,  $x$  den Grenzwert und  $m$  eine Konstante darstellt. In einfachen Worten wird damit lediglich die mit einem konstanten Faktor multiplizierte Änderung der Referenzkapazität ab dem Zeitpunkt des Überganges zu der zweiten Auswertung berücksichtigt, wobei der Grenzwert und der Multiplikator werkseitig vorgegeben sind.

Es kann weiter vorteilhaft sein, wenn ein Maximalwert gemäß der zweiten Auswertung und/oder eine Anzahl der Übergänge von der ersten Auswertung zu der zweiten Auswertung in einem Speicher abgelegt wird. Auf diese Weise kann eine maximale Druckbelastung und/oder die Zahl der Überlastzyklen für spätere Auswertungen zur Verfügung gestellt werden.

Eine erfindungsgemäße Druckmessanordnung zur Bereitstellung eines Druckmesssignals mit einer kapazitiven Druckmesszelle mit einem Grundkörper und einer vorderseitig an dem Grundkörper angeordneten Messmembran, wobei an dem Grundkörper und an der Messmembran Elektroden angeordnet sind, die in einem Bereich der Messmembran mit hoher Drucksensibilität eine Messkapazität in einem Bereich der Messmembran mit geringer Drucksensibilität eine Referenzkapazität ausbilden, zeichnet sich durch eine Messelektronik aus, die geeignet ausgebildet ist, ein Druckmessverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

Vorteilhafterweise ist auf der Messmembran und/oder dem Grundkörper eine die Elektroden bedeckende Isolierung angeordnet,

die vorzugsweise als Verglasung ausgebildet ist. Bei vielen aus dem Stand der Technik bekannten Druckmesszellen liegen die, in der Regel als Metallisierung ausgebildeten Elektroden, ungeschützt auf der Messmembran und/oder dem Grundkörper der Druckmesszelle, sodass bei einem bottoming auf Grund der Be-  
5 rührung der Elektroden ein Kurzschluss derselben erfolgt und somit eine Kapazitätsbestimmung nicht mehr möglich ist.

Durch das Vorsehen einer solchen Isolierung kann die Herstellung der Druckmesszelle weiter vereinfacht werden, da es auf  
10 diese Weise möglich wird, die Elektrode der Messmembran oder des Grundkörpers durchgehend, vorzugweise als durchgehende Metallisierung, auszubilden und die andere Elektrode zur Ausbildung der Kapazitäten strukturiert, vorzugweise als strukturierte  
15 Metallisierung auszubilden.

Typischerweise wird bei einer derartigen Ausgestaltung die an der Messmembran angeordnete Elektrode bzw. Metallisierung als durchgehende Elektrode bzw. Metallisierung ausgebildet sein,  
20 da auf diese Weise lediglich eine einzige elektrische Kontaktierung der Messmembran vorgesehen sein muss. Zur Ausbildung von Mess- und Referenzelektrode ist die auf dem Grundkörper angeordnete Metallisierung strukturiert ausgebildet, wobei beispielsweise die Referenzelektrode die Messelektrode ring-  
25 förmig umgibt.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren eingehend erläutert.

30 Es zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch eine keramisch kapazitive Druckmesszelle, wie sie bei der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommt,
- 5 Fig. 2 einen schematisierten Verlauf des Druckmesssignals gemäß einer ersten Auswertung,
- Fig. 3 einen schematischen Verlauf der Referenzkapazität bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen,
- 10 Fig. 4 den Verlauf der Messkapazität sowie der Referenzkapazität bei einer keramisch kapazitiven Druckmesszelle mit einem Nenndruck von 0,1 bar und
- 15 Fig. 5 den Verlauf des Druckmesssignals gemäß der ersten Auswertung bei der Druckmesszelle aus Figur 4.

Figur 1 zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine keramisch kapazitive Druckmesszelle 1, wie sie bei der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommen kann. Die Druckmesszelle 1 ist im Wesentlichen aus einem Grundkörper 3 aus keramischem Material aufgebaut, an dem vorderseitig über einen Abstandhalter 15, beispielsweise ein Glaslot, eine Messmembran 5 beabstandet angeordnet ist.

25

An dem Grundkörper 3 und der Messmembran 5 sind einander gegenüberliegend und zueinander beabstandet Elektroden 7, 9, 11 zur Ausbildung einer Messkapazität  $C_m$  sowie einer Referenzkapazität  $C_r$  ausgebildet, wobei an dem Grundkörper 3 durch eine strukturierte Metallisierung eine zentral angeordnete Mess-  
30 selektrode 9 sowie eine diese ringförmig umgebende Referenz-  
selektrode 11 ausgebildet sind. An der Messmembran 5 ist durch eine durchgehende Metallisierung eine Membranelektrode 7 aus-

gebildet, die in Zusammenwirkung mit der Messelektrode 9 bzw. der Referenzelektrode 11 die Messkapazität  $C_m$  sowie die Referenzkapazität  $C_r$  ausbildet.

5 Die Elektroden 7, 9, 11 sind in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel über eine Isolation 13, die beispielsweise als Verglasung ausgeführt sein kann, gegeneinander isoliert und gegen mechanische Einflüsse geschützt. Wenn bei der vorliegenden Druckmesszelle 1 auf Grund von Überdruck die Messmembran 5  
10 derart stark durchgebogen wird, dass sie an dem Grundkörper 3 zur Anlage kommt, so wird durch die Isolation 13 ein Kontakt zwischen den Elektroden 7, 9, 11 und damit ein Kurzschluss zwischen denselben vermieden. Auf diese Weise ist eine Bestimmung der Messkapazität  $C_m$  sowie der Referenzkapazität  $C_r$  auch  
15 im Überdruckfall stets möglich.

Typische keramisch kapazitive Druckmesszellen 1 sind auf Grund des oben beschriebenen Effekts bei Überlast, nämlich dass sich die Messmembran 5 an den Grundkörper 3 anlegt, nur für einen  
20 bestimmten Messbereich und dabei insbesondere bis zu einem bestimmten Nenndruck  $p_{nenn}$  für die Druckmessung zugelassen. Nichts desto trotz werden derartige Druckmesszellen 1 bisweilen deutlich über den zugelassenen Nenndruck  $P_{nenn}$  hinaus mit Druck beaufschlagt. Eine Bestimmung des anliegenden Druckes ist dabei  
25 mittels der typischerweise verwendeten ersten Auswertung A1, bei der das erste Druckmesssignal D1 gemäß der Formel

$$D1 = 1 - C_r / C_m$$

bestimmt wird bis etwa zum zweifachen Nenndruck  $p_{nenn}$  der Druckmesszelle 1 möglich. In einem Bereich oberhalb dieses zweifachen Nenndrucks  $p_{nenn}$  weist die erste Auswertung A1 typischerweise Nichtlinearitäten und/oder ein Sättigungsverhalten des so ermittelten ersten Druckmesssignals D1 auf, wie dies in Fi-

gur 2 dargestellt ist. Die dargestellte Messkurve in Figur 2 zeigt das gemäß der ersten Auswertung A1 ermittelte erste Druckmesssignal D1, wobei der Druck durch den Nenndruck  $p_{\text{nenn}}$  normalisiert dargestellt ist.

5

In Figur 3 ist ebenfalls über dem durch den Nenndruck  $p_{\text{nenn}}$  normierten Druck der Wert der Referenzkapazität  $C_r$  bei unterschiedlichen Umweltbedingungen dargestellt. Insbesondere auf Grund einer sich ändernden Luftfeuchtigkeit kann sich die im Inneren der Druckmesszelle 1 sich einstellende Dielektrizitätszahl ändern, was unterschiedliche Verläufe der Referenzkapazität  $C_r$  zur Folge hat. Soll eine zuverlässige Druckbestimmung auch über beispielsweise den zweifachen Nenndruck  $p_{\text{nenn}}$ , vormals vorliegend als Grenzwert  $x$  in den dargestellten Messkurven eingezeichnet ist, genau erfolgen, so ist eine Kompensation der Umweltbedingungen zur Ermittlung des Wertes der Referenzkapazität  $C_r$  notwendig.

In Figur 4 sind die Werte der Messkapazität  $C_m$  der Referenzkapazität  $C_r$  für eine keramisch kapazitive Druckmesszelle 1 mit einem Nenndruck  $p_{\text{nenn}}$  von 0,1 bar im Bereich von 0 bis 10 bar dargestellt. Wie aus den Messkurven in Figur 4 eindeutig entnommen werden kann, beträgt der Wert der Messkapazität  $C_m$  ein Vielfaches des Wertes der Referenzkapazität  $C_r$ , wobei aber die Messkapazität  $C_m$  ein lineares Verhalten lediglich bis etwa zum zweifachen Nenndruck  $p_{\text{nenn}}$  der Messzelle 1 aufweist, und die Referenzkapazität  $C_r$  bei einem deutlichen Überschreiten des Nenndruckes  $p_{\text{nenn}}$  sich weiterhin weitestgehend linear ändert. Auf Grund dieser linearen Änderung der Referenzkapazität  $C_r$  im Überlastbereich kann bei einer Auswertung der Referenzkapazität  $C_r$  eine Bestimmung des anliegenden Druckes sogar bis zu einem hundertfachen Überschreiten des zulässigen Nenndruckes  $p_{\text{nenn}}$

der Druckmesszelle 1, vorliegend bis zu 10 bar, erreicht werden.

In Figur 5 ist das gemäß der ersten Auswertung A1 ermittelte erste Druckmesssignal D1 gezeigt, wobei aus der Darstellung in Figur 5 deutlich hervorgeht, dass mittels dieser ersten Auswertung A1 eine lineare Änderung des ersten Druckmesssignals D1 nur bis etwa zum doppelten Nenndruck  $p_{\text{nenn}}$  der Druckmesszelle 1 zu verzeichnen ist. Darüber hinaus ist das mittels der ersten Auswertung A1 erzielte erste Druckmesssignal D1 zuerst nicht mehr linear und geht dann in die Sättigung.

Das gemäß der zweiten Auswertung A2 ermittelte zweite Druckmesssignal D2 kann beispielsweise gemäß der Formel

15

$$D2 = m \times (C_r(p) - C_r(p = x)) + x$$

ermittelt werden, wobei m eine Messkonstante,  $C_r(p)$  den bei dem aktuellen Druck ermittelten Wert der Referenzkapazität  $C_r$ ,  $C_r(p = x)$  den beim Übergang von der ersten Auswertung A1 zur zweiten Auswertung A2 ermittelten Wert der Referenzkapazität  $C_r$  bei dem Grenzwert x und x den Grenzwert darstellt.

Für höhere Genauigkeitsanforderungen wäre es auch denkbar, die zweite Auswertung A2 mit einem höhergradigen Polynom beispielsweise mit einer Approximation des anliegenden Druckes auszuführen oder bei geringeren Genauigkeitsanforderungen den Wert der Referenzkapazität für eine Eigenkalibrierung werkseitig vorzugeben.

30

## Bezugszeichenliste

	1	Druckmesszelle
	3	Grundkörper
5	5	Messmembran
	7	Membranelektrode
	9	Messelektrode
	11	Referenzelektrode
	13	Isolation
10	15	Abstandshalter
	17	Druckausgleichsöffnung
	A1	erste Auswertung
	A2	zweite Auswertung
15	D1	erstes Druckmesssignal
	D2	zweites Druckmesssignal
	x	Grenzwert
20	$C_m$	Messkapazität
	$C_r$	Referenzkapazität
	D	Druckmesssignal
25	$p_{\text{nenn}}$	Nenndruck

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung eines Druckmesssignals (D) bei  
5 einer kapazitiven Druckmesszelle (1) mit einem Grundkörper (3) und einer vorderseitig an dem Grundkörper (3) angeordneten Messmembran (5), wobei an dem Grundkörper (3) und an der Messmembran (5) Elektroden (7, 9, 11) angeordnet sind, die in einem Bereich der Messmembran (5) mit hoher Drucksensibilität eine Messkapazität  $C_m$  und in einem  
10 Bereich der Messmembran (5) mit geringerer Drucksensibilität eine Referenzkapazität ( $C_r$ ) ausbilden, wobei die Messkapazität ( $C_m$ ) und die Referenzkapazität ( $C_r$ ) unabhängig voneinander erfasst werden und das Druckmesssignal (D) in  
15 einem ersten Messbereich gemäß einer ersten Auswertung (A1) aus der Messkapazität  $C_m$  und der Referenzkapazität ( $C_r$ ) ermittelt wird und das Druckmesssignal (D) in einem zweiten Messbereich gemäß einer zweiten Auswertung (A2) aus der Referenzkapazität  
20 ( $C_r$ ) ermittelt wird,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass ein Übergang von der ersten Auswertung (A1) zu der zweiten Auswertung (A2) erfolgt, wenn das Druckmesssignal (D) gemäß der ersten Auswertung (A1) einen Grenzwert (x) überschreitet.  
25
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass beide Auswertungen (A1, A2) gleichzeitig erfolgen und die  
30 erste Auswertung (A1) verworfen wird, wenn das Druckmesssignal (D) der ersten Auswertung (A1) den Grenzwert (x) übersteigt und die zweite Auswertung (A2) verworfen wird,

wenn das Druckmesssignal (D) der ersten Auswertung (A1) unterhalb des Grenzwertes (x) liegt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
5 da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Grenzwert (x) dem einfachen bis fünffachen, vorzugsweise dem zweifachen Nenndruck ( $p_{\text{nenn}}$ ) der Druckmesszelle (1) oder einem dazu korrespondierenden Wert entspricht.
- 10 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass ein erstes Druckmesssignal (D1) für die erste Auswertung (A1) gemäß der Formel
- $$D1 = 1 - C_r / C_m$$
- 15 berechnet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass in dem zweiten Messbereich eine Messwertkompensation erfolgt.  
20
6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass bei dem Übergang von der ersten Auswertung (A1) zu der  
25 zweiten Auswertung (A2) der aktuelle Wert der Referenzkapazität ( $C_r$ )  $C_r(p=x)$  ermittelt und abgespeichert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 5, da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Wert  
30 der Referenzkapazität ( $C_r$ ) beim Übergang von der ersten Auswertung zu der zweiten Auswertung (A2) werksseitig vorgegeben ist.

8. Verfahren gemäß Anspruch 6 oder 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Messwert der Referenzkapazität  $C_r$  in der zweiten Auswertung mit dem abgespeicherten Wert  $C_r(p=x)$  kompensiert wird.

5

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das Druckmesssignal  $D$  für die zweite Auswertung (A2) gemäß der Formel

10

$$A2 = m (C_r(p) - C_r(p=x)) + x$$

berechnet wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass ein Maximalwert des zweiten Druckmesssignals ( $D2$ ) gemäß der zweiten Auswertung (A2) in einem Speicher abgelegt wird.

15

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass eine Anzahl der Übergänge von dem ersten Messbereich in den zweiten Messbereich in einem Speicher abgelegt wird.

20

12. Druckmessanordnung zur Bereitstellung eines Druckmesssignals ( $D$ ) mit einer kapazitiven Druckmesszelle (1)  
mit

25

- einem Grundkörper (3) und einer vorderseitig an dem Grundkörper angeordneten Messmembran (5), wobei an dem Grundkörper (3) und an der Messmembran (5) Elektroden (7, 9, 11) angeordnet sind, die in einem Bereich der Messmembran (5) mit hoher Drucksensibilität eine Messkapazität ( $C_m$ ) und in einem Bereich der Messmembran (5) mit geringerer Drucksensibilität eine Referenzkapazität ( $C_r$ ) ausbilden,

30

- einer Messelektronik (9), die geeignet ausgebildet ist ein Druckmessverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

- 5 13. Druckmessenordnung gemäß Anspruch 12,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
auf der Messmembran (5) und/oder dem Grundkörper (3) eine  
die Elektroden (7, 9, 11) bedeckende Isolierung (13) ange-  
ordnet ist, die vorzugsweise als Verglasung ausgebildet  
10 ist.
14. Druckmessenordnung gemäß einem der Ansprüche 12 bis 13,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Elektrode (7, 9, 11) der Messmembran (5) oder des  
15 Grundkörpers (3) durchgehend, vorzugsweise als durchgehen-  
de Metallisierung, ausgebildet ist und die andere Elektro-  
de (7, 9, 11) zur Ausbildung der Kapazitäten ( $C_m$ ,  $C_r$ )  
strukturiert, vorzugsweise als strukturierte Metallisie-  
rung, ausgebildet ist.
- 20 15. Druckmessenordnung gemäß Anspruch 14,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Referenzelektrode (11) die Messelektrode (9) ring-  
förmig umgibt.

25

30

Fig. 1

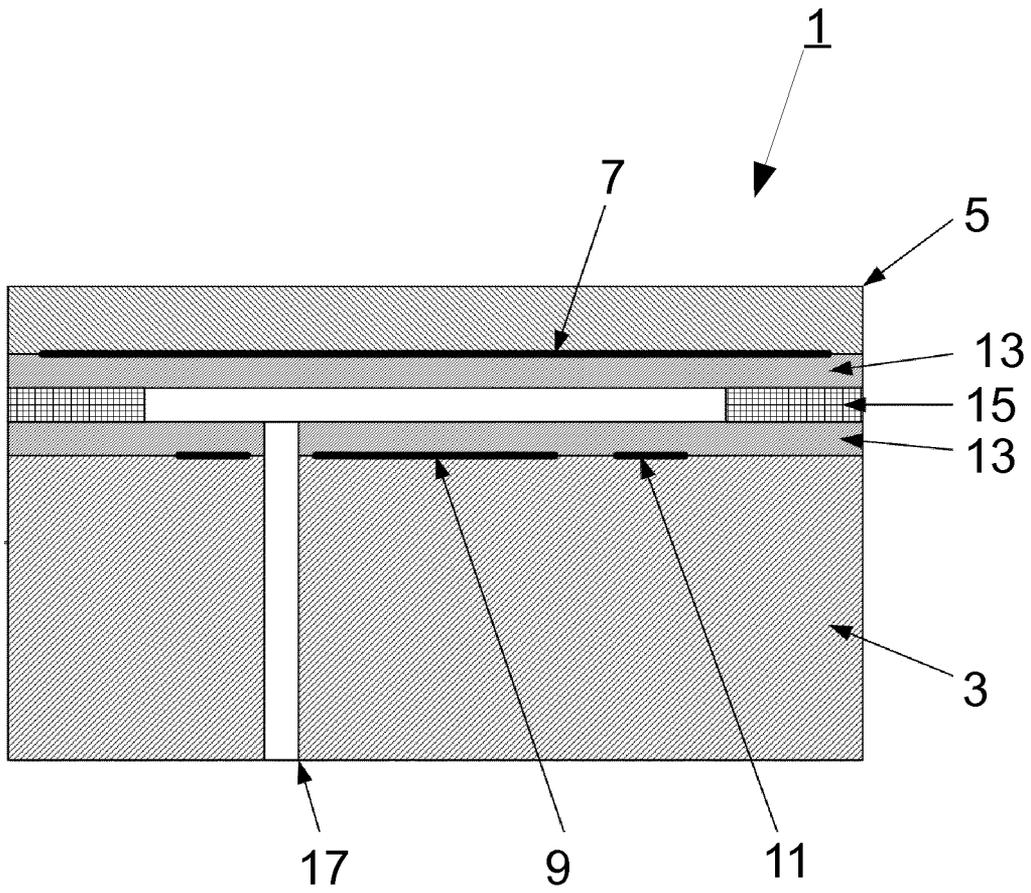


Fig. 2

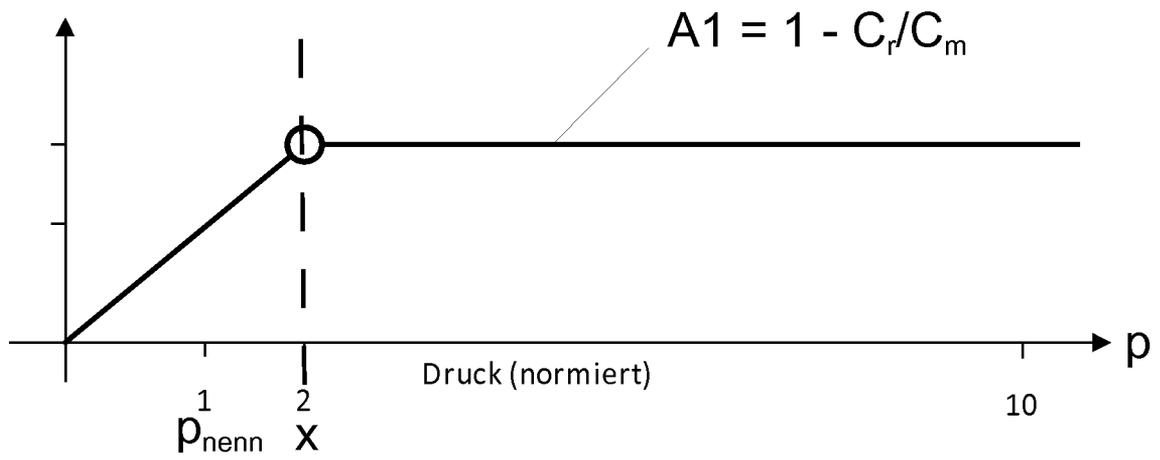


Fig. 3

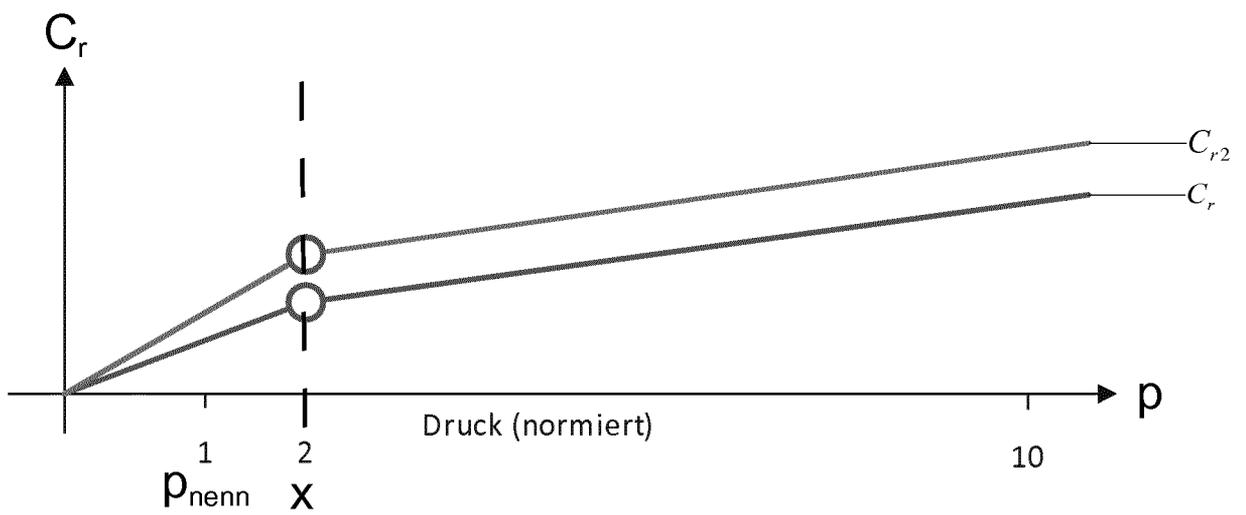


Fig. 4

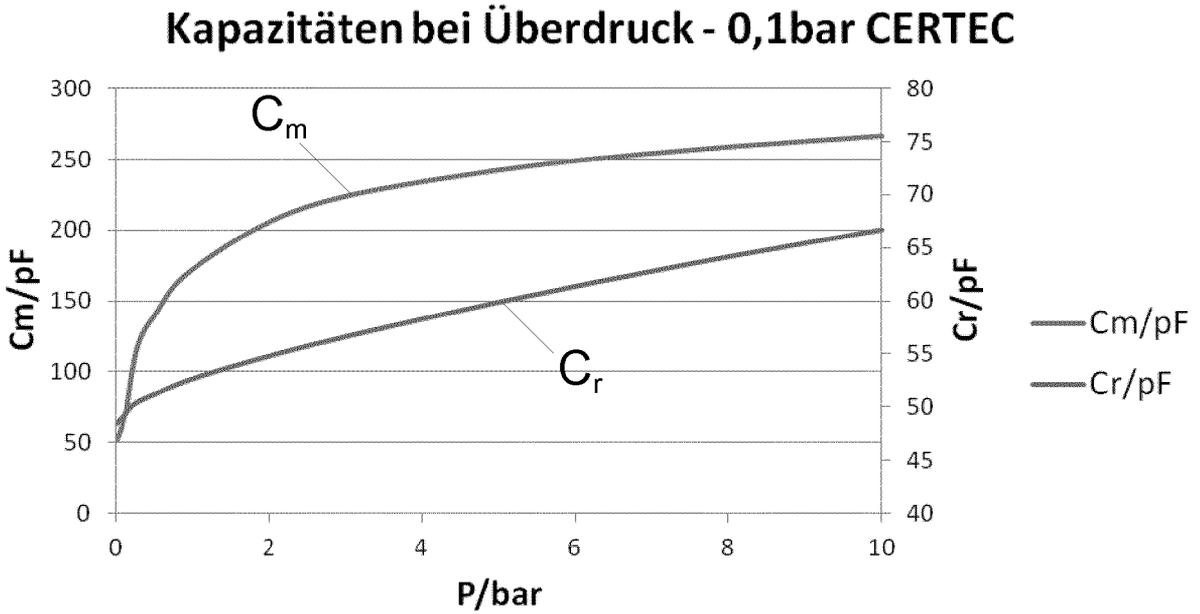
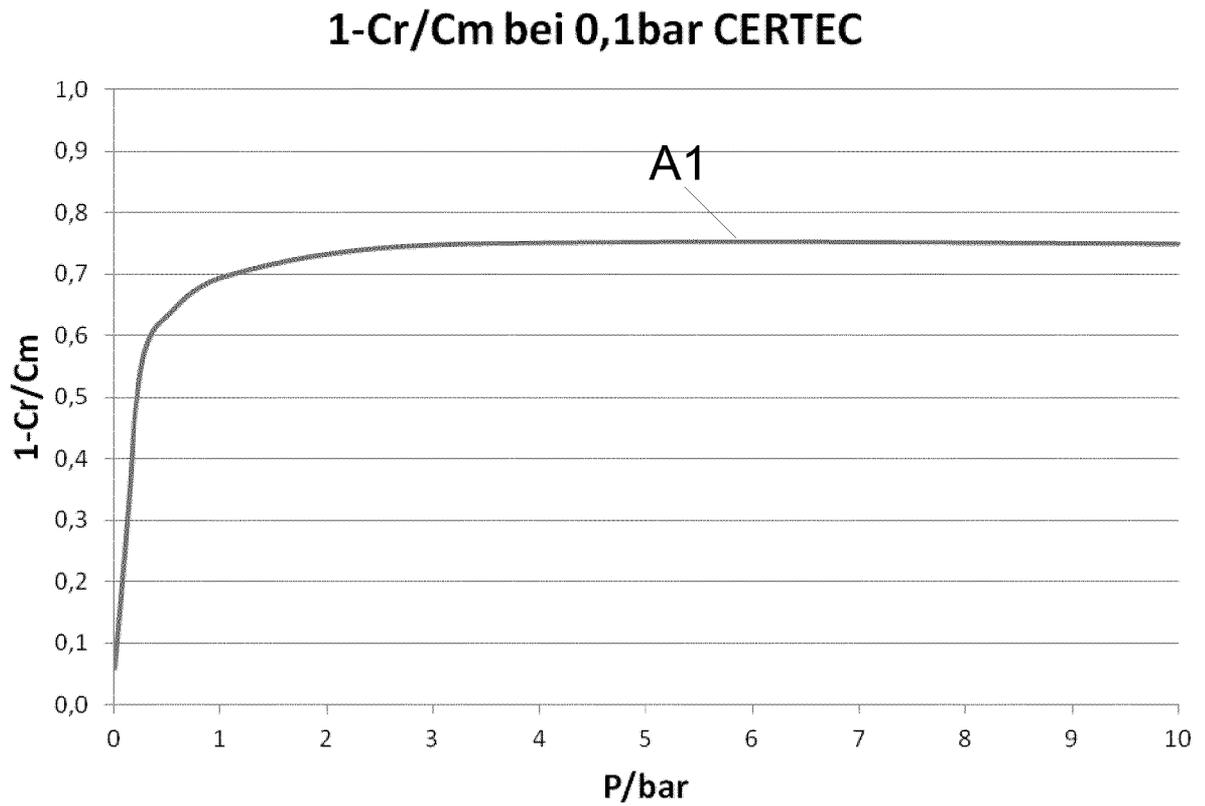


Fig. 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2014/072288

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01L9/00 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 2007/209443 A1 (YOSHIKAWA YASUhide [JP] ET AL) 13 September 2007 (2007-09-13) the whole document	1-15
A	----- EP 0 065 845 A1 (SYBRON CORP [US]) 1 December 1982 (1982-12-01) page 3, paragraph 20 - paragraph 25 figure 1	13
A	----- WO 2004/013593 A1 (ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]; DREWES ULFERT [DE]; HEGNER FRANK []) 12 February 2004 (2004-02-12) figure 3	14
A	----- DE 41 07 345 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 10 September 1992 (1992-09-10) figure 10	15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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	"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	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	
"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)	"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	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
26 June 2015	16/07/2015	
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  Kister, Clemens	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/072288

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2007209443	A1	13-09-2007	CN 1961204 A	09-05-2007
			JP 4020318 B2	12-12-2007
			JP 2005331328 A	02-12-2005
			KR 20090075731 A	08-07-2009
			US 2007209443 A1	13-09-2007
			WO 2005111566 A1	24-11-2005
-----				
EP 0065845	A1	01-12-1982	AU 546288 B2	22-08-1985
			CA 1187714 A1	28-05-1985
			EP 0065845 A1	01-12-1982
			EP 0078840 A1	18-05-1983
			JP S58501093 A	07-07-1983
			US 4458537 A	10-07-1984
			WO 8204125 A1	25-11-1982
-----				
WO 2004013593	A1	12-02-2004	AT 319984 T	15-03-2006
			AU 2003250104 A1	23-02-2004
			CN 1672023 A	21-09-2005
			DE 10235046 A1	12-02-2004
			EP 1537395 A1	08-06-2005
			WO 2004013593 A1	12-02-2004
-----				
DE 4107345	A1	10-09-1992	NONE	
-----				

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/072288

<p>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES                  INV. G01L9/00                  ADD.</p>		
<p>Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC</p>		
<p>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</p>		
<p>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )                  G01L</p>		
<p>Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen</p>		
<p>Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)                  EPO-Internal, WPI Data</p>		
<p>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</p>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2007/209443 A1 (YOSHIKAWA YASUhide [JP] ET AL) 13. September 2007 (2007-09-13) das ganze Dokument	1-15
A	EP 0 065 845 A1 (SYBRON CORP [US]) 1. Dezember 1982 (1982-12-01) Seite 3, Absatz 20 - Absatz 25 Abbildung 1	13
A	WO 2004/013593 A1 (ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]; DREWES ULFERT [DE]; HEGNER FRANK []) 12. Februar 2004 (2004-02-12) Abbildung 3	14
A	DE 41 07 345 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 10. September 1992 (1992-09-10) Abbildung 10	15
<p><input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</p>		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>		<p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
<p>Datum des Abschlusses der internationalen Recherche</p> <p>26. Juni 2015</p>		<p>Absenddatum des internationalen Recherchenberichts</p> <p>16/07/2015</p>
<p>Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde</p> <p>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2                  NL - 2280 HV Rijswijk                  Tel. (+31-70) 340-2040,                  Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Bevollmächtigter Bediensteter</p> <p>Kister, Clemens</p>

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/072288

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007209443 A1	13-09-2007	CN 1961204 A	09-05-2007
		JP 4020318 B2	12-12-2007
		JP 2005331328 A	02-12-2005
		KR 20090075731 A	08-07-2009
		US 2007209443 A1	13-09-2007
		WO 2005111566 A1	24-11-2005
EP 0065845 A1	01-12-1982	AU 546288 B2	22-08-1985
		CA 1187714 A1	28-05-1985
		EP 0065845 A1	01-12-1982
		EP 0078840 A1	18-05-1983
		JP S58501093 A	07-07-1983
		US 4458537 A	10-07-1984
		WO 8204125 A1	25-11-1982
WO 2004013593 A1	12-02-2004	AT 319984 T	15-03-2006
		AU 2003250104 A1	23-02-2004
		CN 1672023 A	21-09-2005
		DE 10235046 A1	12-02-2004
		EP 1537395 A1	08-06-2005
		WO 2004013593 A1	12-02-2004
DE 4107345 A1	10-09-1992	KEINE	