(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Februar 2004 (12.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/013594 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: G01L 13/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/007842

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Juli 2003 (18.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 34 754.9 30. Juli 2002 (30.07.2002) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ENDRESS + HAUSER GMBH + CO. KG** [DE/DE]; Hauptstrasse 1, 79689 Maulburg (DE).

(72) Erfinder; und

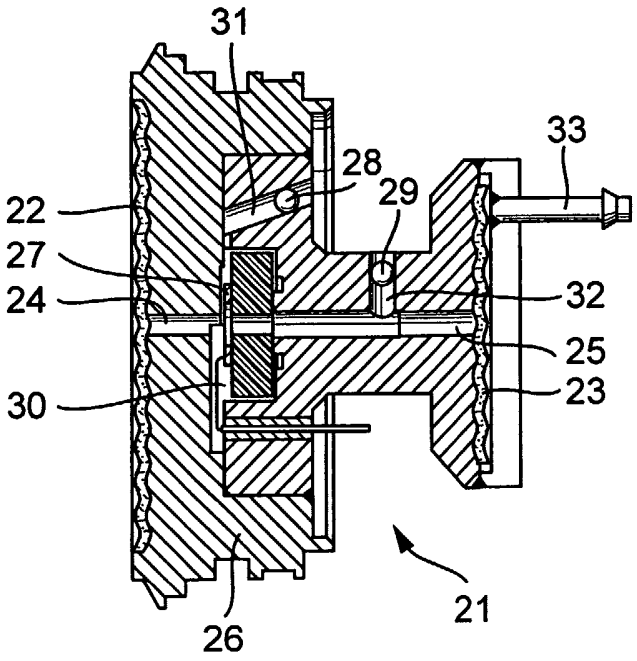
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BURCZYK, Dietfried** [DE/DE]; Iserstrasse 97, 14513 Teltow (DE). **DANNHAUER, Wolfgang** [DE/DE]; Heinersdorfer Weg 38A, 14513 Teltow (DE).

(74) Anwalt: **ANDRES, Angelika**; c/o Endress + Hauser Deutschland Holding GmbH, PatServe, Colmarer Strasse 6, 79576 Weil am Rhein (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DIFFERENTIAL PRESSURE SENSOR COMPRISING A SYMMETRIC ERROR IN THE SEPARATING BODIES

(54) Bezeichnung: DIFFERENZDRUCKSENSOR MIT SYMMETRISCHEM TRENNKÖRPERFEHLER



(57) **Abstract:** Disclosed is an asymmetrically designed differential pressure sensor comprising a measuring unit that is provided with a first half-chamber which has a first volume V_1 and is closed by a first separating membrane having a first stiffness E_1, and a second half-chamber which has a second volume V_2 and is closed by a second separating membrane having a second stiffness E_2. The first half-chamber is separated from the second half-chamber by means of a pressure-sensitive element, particularly a measuring membrane. The first half-chamber is filled with a first transducing liquid having a first thermal expansion coefficient a_1 while the second half-chamber is filled with a second transducing liquid having a second thermal expansion coefficient a_2. In order to symmetrize the temperature-related pressure error dP of the separation membranes, the inventive differential pressure sensor is designed such that a first product having the first membrane stiffness, the first volume, and the first thermal expansion coefficient is essentially identical with a second product having the second membrane stiffness, the second volume, and the second thermal expansion coefficient ($E_1 * V_1 * a_1 = E_2 * V_2 * a_2$). Additionally, at least one factor of the first product differs from the corresponding factor of the second product due to the design.

(57) **Zusammenfassung:** Ein konstruktiv asymmetrischer Differenzdrucksensor umfaßt ein Meßwerk mit einer ersten Halbkammer mit einem ersten Volumen V_1, die von einer ersten Membransteifigkeit E_1 verschlossen ist und einer zweiten Halbkammer, mit einem zweiten Volumen V_2, die von einer zweiten Trennmembran mit einer zweiten Membransteifigkeit E_2 verschlossen ist, wobei die erste Halbkammer von der zweiten Halbkammer durch ein druckempfindliches Element, insbesondere einer Meßmembran, getrennt ist und die erste Halbkammer mit einer ersten Übertragungsflüssigkeit mit einem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten α_1 und die zweite Halbkammer mit einer zweiten Übertragungsflüssigkeit mit einem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten α_2 gefüllt sind. Zur Symmetrierung des temperaturabhängigen Trennmembrandruckfehlers dP ist die Konstruktion so gestaltet, daß ein erstes Produkt

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/013594 A1

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

aus der ersten Membransteifigkeit mit dem ersten Volumen und dem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten im wesentlichen gleich einem zweiten Produkt aus der zweiten Membransteifigkeit mit dem zweiten Volumen und dem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten ist ($E_1 * V_1 * \alpha_1 = E_2 * V_2 * \alpha_2$), wobei ferner mindestens ein Faktor des ersten Produktes konstruktiv von dem entsprechenden Faktor des zweiten Produkts abweicht.

Differenzdrucksensor mit symmetrischem Trennkörperfehler

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Relativdrucksensor bzw. Differenzdrucksensor, insbesondere mit hydraulischer Druckübertragung. Derartige Drucksensoren mit hydraulischer Druckübertragung umfassen in der Regel ein Meßwerk mit zwei Halbkammern, die jeweils von einer Trennmembran verschlossen sind und mit einem Übertragungsmedium gefüllt sind. Die Trennmembranen werden jeweils mit einem Meßdruck bzw. Referenzdruck beaufschlagt, der über die Trennmembranen in die jeweilige Halbkammer übertragen wird. Die Halbkammern sind voneinander durch einen Elementarsensor getrennt, wobei der Elementarsensor ein druckempfindliches Element, insbesondere eine Meßmembran, aufweist, die auf ihrer ersten Oberfläche mit dem hydraulischen Druck in der ersten Halbzelle und auf ihrer zweiten Oberflächen mit dem hydraulischen Druck in der zweiten Halbzelle beaufschlagt wird.

Die Trennmembranen weisen eine endliche Steifigkeit auf, so daß der Druck in den Halbzellen jeweils um einen Druck dP_m von den an der Trennmembran anstehenden Druck abweicht, wobei die Druckabweichung dP_m von der Auslenkung der Trennmembran abhängt.

Insofern als das Meßelement des Elementarsensors gewöhnlich sehr steif ist, kann die Auslenkung der Trennmembran aufgrund von Schwankungen des externen Drucks in erster Linie vernachlässigt werden. Die wesentlichen Auslenkungen sind durch die thermische Ausdehnung des Übertragungsmediums in den Halbkammern des Meßwerks bedingt.

Aufgrund von konstruktiven Randbedingungen und Fertigungstoleranzen ist es sehr schwierig, bzw. praktisch unmöglich, ein Meßwerk mit perfekt symmetrischen Halbkammern aufzubauen. Das heißt, es verbleiben geringe Abweichungen zwischen den Volumina der beiden Halbkammern, und die Steifigkeit der beiden Trennmembranen ist nicht absolut identisch. Dies hat

zur Folge, daß beispielsweise bei einer Erwärmung der Übertragungsflüssigkeit in den beiden Halbkammern das Meßelement von seinen beiden druckempfindlichen Seiten mit einem unterschiedlichen hydrostatischen Druck beaufschlagt wird, obwohl beispielsweise extern ein identischer Druck auf beide Trennmembranen wirkt. Dies führt zu einer temperaturabhängigen Nullpunktverschiebung des Meßsignals. Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Differenzdrucksensor bereitzustellen, der die beschriebenen Nachteile überwindet.

Die Aufgabe wird gelöst durch den Differenzdrucksensor gemäß Anspruch 1. Weitere Vorteile und Gesichtspunkte der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

Der erfindungsgemäße Differenzdrucksensor umfaßt ein Meßwerk mit einer ersten Halbkammer mit einem ersten Volumen V_1, die von einer ersten Membransteifigkeit E_1 verschlossen ist und einer zweiten Halbkammer, mit einem zweiten Volumen V_2, die von einer zweiten Trennmembran mit einer zweiten Membransteifigkeit E_2 verschlossen ist, wobei die erste Halbkammer von der zweiten Halbkammer durch ein druckempfindliches Element, insbesondere einer Meßmembran, getrennt ist und die erste Halbkammer mit einer ersten Übertragungsflüssigkeit mit einem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten α_1 und die zweite Halbkammer mit einer zweiten Übertragungsflüssigkeit mit einem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten α_2 gefüllt sind, wobei ein erstes Produkt aus der ersten Membransteifigkeit mit dem erste Volumen und dem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten im wesentlichen gleich einem zweiten Produkt aus der zweiten Membransteifigkeit mit dem zweiten Volumen und dem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten ist ($E_1 * V_1 * \alpha_1 = E_2 * V_2 * \alpha_2$), wobei ferner mindestens ein Faktor des ersten Produktes konstruktiv von dem entsprechenden Faktor des zweiten Produkts abweicht.

Die absolute Gleichheit zweier Produktes deren jeweilige Faktoren durch technische Größen gegeben sind ist in der technischen Realisierung praktisch nie zu erreichen, wenngleich sie anzustreben ist.

Im wesentlichen gleich soll heißen, daß die Produkte um nicht mehr als 1%, bevorzugt nicht mehr als 0,3% und besonders bevorzugt nicht mehr als 0,1% voneinander abweichen. Die Gleichheit der Produkte bis auf die beschriebenen Abweichungen muß mindestens bei 20°C, bevorzugt zwischen 0°C und 40°C, weiter bevorzugt zwischen –20°C und 60°C und besonders bevorzugt zwischen –40°C und 80°C erfüllt sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Meßwerk zumindest einen abstimmbaren Füllkörper auf, der das Volumen der ersten oder der zweiten Halbkammer soweit verändert, daß die zuvor definierten Produkte erfindungsgemäß iedentisch sind. Optional weisen beide Halbkammern jeweils einen abstimmbaren Füllkörper auf.

Anstelle des beschriebenen abstimmbaren Füllkörpers bzw. der abstimmbaren Füllkörper, die beispielsweise als Stempel, Schrauben oder Kolben realisiert sind, die das Volumen der Halbkammern kontinuierlich verändern können, sind gleichermaßen Lösungen denkbar, bei denen mehrere Füllkörper in eine entsprechende Aufnahme eingesetzt werden, die jeweils mit einer Halbkammer kommuniziert. Diese Füllkörper können beispielsweise Zylinder oder Scheiben sein, die in ausreichender Menge in eine entsprechende Bohrung eingelegt werden, bis das Volumen der jeweiligen Halbkammer auf den gewünschten Wert angepaßt ist. Zur Sicherung der Füllkörper kann beispielsweise auch eine Druckfeder dienen, die selbst ein Füllkörper ist und zwischen den Zylindern bzw. Scheiben und einem Verschluß, der jeweils eine Halbkammer druckdicht abschließt, axial eingespannt ist.

Im Normalfall wird in beiden Halbkammern das gleiche hydraulische Übertragungsmedium zum Einsatz kommen, so daß der erste Wärmeausdehnungskoeffizient α_1 gleich dem zweiten Wärmeausdehungskoeffizient α_2 ist.

Im allgemeinen ist es jedoch auch möglich, den Wärmeausdehnungskoeffizienten mindestens einer Übertragungsflüssigkeit so anzupassen, daß die erfindungsgemäße gewünschte Identität der Produkte erzielt wird. Bei einer Mischung von beispielsweise einem Silikonöl und einem Mineralöl ist der Wärmeausdehnungskoeffizient eine Funktion der jeweiligen Ölanteile. Somit kann der gewünschte Wärmeausdehnungskoeffizient durch eine entsprechende Mischung der Öle eingestellt werden. Gleichermaßen läßt sich der Wärmeausdehnungskoeffizient durch Mischung von Silikonölen verschiedener Molekulargewichte einstellen. Diese Alternative ist insbesondere dann zu wählen, wenn die konstruktive Freiheit bei anderen Parametern eingeschränkt ist, d.h. wenn das Volumen nur in engen Grenzen variiert werden kann, und die Volumina der ersten Halbkammer und der zweiten Halbkammer in einem solchen Maße voneinander abweichen, daß dies nicht in sinnvoller Weise durch eine angepaßte Membransteifigkeit kompensiert werden kann.

Selbstverständlich ist jedoch auch die Steifigkeit der Trennmembranen ein Parameter, der bei gegebenem Membrandurchmesser und gegebenem Membranmaterial sowohl über die Membranstärke als auch über das Ausmaß der Korrugation einstellbar ist.

Zur Umsetzung der vorliegenden Erfindung kann daher unter konstruktiven Randbedingungen, die unterschiedliche Volumina in der ersten und der zweiten Halbkammer zwingend erforderlich machen, eine erste konstruktive Angleichung durch Einstellung der Membransteifigkeit erfolgen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Produkt der ersten Membransteifigkeit

mit dem ersten Volumen gleich dem Produkt der zweiten Membransteifigkeit mit dem zweiten Volumen. Wenn eine Gleichheit der genannten Produkte hier auch nicht zu erzielen ist, kann eine weitere Angleichung noch durch die Auswahl von Übertragungsmedien mit einem geeigneten Wärmeausdehnungskoeffizienten erfolgen. Während die beschriebene Abstimmung konstruktiver Natur ist und gewöhnlich eine gesamte Fertigungsserie von Drucksensoren betreffen wird, so kann abschließend noch eine Feinabstimmung der Halbkammervolumina in beschriebener Weise durch Füllkörper erfolgen, um individuelle thermische Nullpunktschwankungen aufgrund von Fertigungstoleranzen auszugleichen.

Die Erfindung wird nun anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsformen beschrieben.

Es zeigt:

Fig. 1: Einen Querschnitt durch einen Differenzdrucksensor mit einer hydrostatisch eingespannten Meßzelle;

Fig. 2: einen Relativdrucksensor mit einem asymmetrischen Aufbau;

Fig. 3a: eine Detailansicht einer ersten Ausführungsform einer Vorrichtung zur Kontrolle des Volumens einer Halbkammer, und

Fig. 3b: eine Detailansicht einer zweiten Ausführungsform einer Vorrichtung zur Kontrolle des Volumens einer Halbkammer.

Der in Fig. 1 gezeigte Differenzdrucksensor umfaßt ein Meßwerk 1 mit einem zylindrischen Grundkörper 6, an dessen beiden Stirnseiten jeweils ein Membranbett ausgebildet ist. Über dem Membranbett auf der linken Seite der Figur erstreckt sich eine Trennmembran 3, welche mit ihrem Rand an der Stirnfläche des Grundkörpers 6 befestigt ist. Gleichermaßen ist über einem

Membranbett an der gegenüberliegenden Stirnfläche des Grundkörpers 6 eine Trennmembran 2 befestigt. Von den Stirnflächen erstreckt sich jeweils ein Druckkanal 4, 5 axial einwärts in den Grundkörper, wobei die beiden Druckkanäle bei dieser Ausführungsform jeweils in einem Teilkammerabschnitt münden, der nahezu den gesamten Querschnitt des Grundkörpers 6 einnimmt. Zwischen den beiden Teilkammerabschnitten 10, 11 ist eine Überlastmembran 8 angeordnet, die erheblich steifer ist, als die beiden Trennmembranen 2, 3. Von den beiden Teilkammerabschnitten 10, 11 erstreckt sich jeweils ein Kanal 12, 13 zur Hochdruckseite bzw. zur Niederdruckseite einer Meßmembran 7, eines Elementarsensors, der in einem Elementarsensorgehäuse 9 angeordnet ist, welches an der Mantelfläche des Grundkörpers montiert ist. Somit trennt die Meßmembran die Halbkammern voneinander. Der Elementarsensor ist in dem Elementarsensorgehäuse 9 isostatisch gelagert, d.h., der Elementarsensor ist nicht nur im Bereich der Meßmembran, sondern auch im Bereich seiner Mantelfläche mit dem Druck der Übertragungsflüssigkeiten beaufschlagt. Hierbei wirkt der Druck der Hochdruckseite über den Kanal 12 auf die äußere Oberfläche der Meßmembran 7 und die äußeren Mantelflächen des Elementarsensors. Der Druck der Niederdruckseite wird über den Kanal 13 auf die Innenfläche der Meßmembran 7 und die inneren Mantelflächen des Elementarsensors geleitet. Es ist unmittelbar einsichtig, daß die isostatische Einspannung des beschriebenen Elementarsensors nicht ohne weiteres zu gleichem Volumina auf der Hochdruck-und der Niederdruckseite führt. Durch geeignete Anordnung der Kanäle, d.h. durch die Auswahl der Kanallänge und des Kanaldurchmessers, können jedoch wieder identische Volumina erzielt werden. Insbesondere bei einem Differenzdrucksensor sollten im Idealfall identische Trennmembranen auf der Hochdruck- und auf der Niederdruckseite verwendet werden. Gleichermaßen ist es wünschenswert, auf der Hochdruckseite und auf der Niederdruckseite die gleiche Übertragungsflüssigkeiten verwenden, da diese neben einem identischen Wärmeausdehnungskoeffizienten auch eine identische Viskosität aufweist. D.h., soweit möglich, ist die konstruktive Angleichung der Volumina in den

Teilkammern die zu bevorzugende Lösung. Hierzu kann der in Fig. 1 gezeigte Differenzdrucksensor noch mit mindestens einem abstimmbaren Füllkörper ausgestattet sein, um die Angleichung der Volumina der ersten und der zweiten Teilkammer ggfs. zu optimieren. Einzelheiten zur Feinabstimmung der Volumina werden weiter unten anhand von Figuren 3a und 3b erörtert. Sollte die Angleichung der Volumina aufgrund konstruktiver Randbedingungen nicht möglich sein, so sind bei im wesentlichen gleicher Membransteifigkeit Übertragungsmedien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten einzusetzen.

Fig. 2 zeigt einen erfindungsgemäßen Drucksensor, insbesondere einen Relativdrucksensor. Das Meßwerk 21 umfaßt einen Grundkörper 26 mit im wesentlichen axialsymmetrischer Struktur, wobei an einer ersten Stirnseite des Grundkörpers 26 ein Membranbett ausgebildet ist, über dem eine Trennmembran 22 mit ihrem Rand am Grundkörper 26 befestigt ist. Von dem Membranbett erstreckt sich ein Meßdruckkanal 24 in eine Elementarsensorkammer 30, in welcher der Elementarsensor 27 angeordnet ist. Im Grundkörper ist ebenfalls ein Befüllungskanal 31 ausgebildet, der mit der Druckkammer 30 kommuniziert und über ein Verschlußelement 28 druckdicht verschließbar ist. In der gezeigten Ausführungsform ist das Verschlußelement eine Stahlkugel, die eine definierte Tiefe in den Befüllungskanal 31 eingebracht wird, jedoch sind an dieser Stelle auch andere Verschlußformen einsetzbar, die weiter unten im Zusammenhang mit Figuren 3a und 3b beschrieben werden. Der Elementarsensor ist an seiner Basisfläche druckdicht in der Druckkammer 30 montiert und isostatisch eingespannt. Die erste Halbkammer dieses Meßwerks umfaßt somit das zwischen der Trennmembran 22 und dem Membranbett eingeschlossene Volumen, den Meßdruckkanal 24, das den Elementarsensor 27 umgebende Volumen der Sensorkammer 30 und den Befüllungskanal 31 bis zum Verschluß 28. Insofern als der vorliegende Relativdrucksensor temperaturkompensiert sein soll, wird der Atmosphärendruck nicht direkt auf die Rückseite der Meßmembran des Elementarsensors 27 geführt, sondern

es erfolgt eine hydraulische Druckübertragung des Atmosphärendrucks, der über ein Rohr 33 auf eine atmosphärenseitige Trennmembran 23 wirkt, die über einem Membranbett an der zweiten Stirnseite des Grundkörpers 26 befestigt ist. Von dem Membranbett unter der atmosphärenseitigen Trennmembran 23 erstreckt sich ein Referenzdruckkanal 25 bis zur Rückseite der Membran des Elementarsensors 27. Von dem Referenzdruckkanal 25 erstreckt sich in radialer Richtung ein Füllkanal 29 zur Mantelfläche des Grundkörpers 26, wobei der Kanal mittels eines Verschlußelements 29 verschlossen ist, welches zur Kontrolle des Volumens in beliebiger Tiefe positionierbar ist. Anstelle der hier gezeigten Kugel 29 sind wiederum andere Verschlußelemente denkbar, die weiter unten im Zusammenhang mit Figuren 3a und 3b beschrieben werden.

Das zwischen der atmosphärenseitigen Trennmembran 23 und der Rückseite der Meßmembran des Elementarsensors 27 eingeschlossene Volumen definiert die zweite Halbkammer. Insofern, als bei dieser Ausgestaltung konstruktive Randbedingungen die vollständige Angleichung der Produkte von der Membransteifigkeit mit dem jeweiligen Volumen erschweren können, ist hier ggfs. eine Auswahl geeigneter Silikonöle mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten zu erwägen, um die Unterschiede zu kompensieren.

Geeignet sind beispielsweise Silikonöle der Reihe AK, welche von Wacker Chemie erhältlich sind. Die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Silikonöle (Dimethylpolysiloxane) weisen die gleiche Grundstruktur auf und unterscheiden sich lediglich in der Kettenlänge,

Bezeichnung	**Viskosität**	**Ausdehnungskoeffizient**
AK 10	10 mm^2/s	10,0 $cm^3/(cm^3°C)x10^4$
AK 20	20 mm^2/s	9,7 $cm^3/(cm^3°C)x10^4$
AK 35	35 mm^2/s	9,5 $cm^3/(cm^3°C)x10^4$

AK 100	100 mm^2/s	9,4 $cm^3/(cm^3°C)x10^4$
AK 500	500 mm^2/s	9,25 $cm^3/(cm^3°C)x10^4$

Im Idealfall sollte die Konstruktion so abgestimmt werden, daß das Verhältnis der Produkte aus Membransteifigkeit und zugehörigem Volumen dem Verhältnis der Ausdehnungskoeffizienten zweier Ölsorten entspricht. Hierbei ist zu beachten, daß die Zähigkeit der Silikonöle mit geringem Wärmeausdehnungskoeffizienten der Wahlfreiheit enge Grenzen setzt. Zur Feinabstimmung sind theoretisch Silikonöle mit unterschiedlichem Wärmeausdehnungskoeffizienten mischbar, um einen Zwischenwert von ihrem Wärmeausdehnungskoeffizienten zu erzielen. Fertigungstechnisch wird jedoch derzeit einer Feinabstimmung der Volumina mittels einstellbarer Füllkörper bzw. Verschlußelemente jedoch der Vorzug gegenüber einer Anpassung des Wärmeausdehnungskoeffizienten der Übertragungsflüssigkeit durch Mischung gegeben.

Anhand von Figuren 3a und 3b werden nun zwei Einrichtungen zur Feinabstimmung der Volumina der Halbkammern erläutert. Fig. 3a zeigt einen Detailschnitt durch den Grundkörper 36 eines Meßwerks im Bereich seiner Mantelfläche. Von der Mantelfläche erstreckt sich ein Füllkanal 42 radial einwärts und mündet in einen Kanal, 43 der Bestandteil einer der beiden Halbkammern ist. Der Füllkanal 42 weist kurz vor der Einmündung in den Kanal 43 einen verengten Querschnitt auf, wodurch eine axiale Anschlagfläche 41 ausgebildet ist, auf der Füllkörperelemente 39, 40 aufsetzen können. Die Füllkörperelemente 39, 40 weisen jeweils ein definiertes Volumen auf, welches beispielsweise bei konstanter Höhe und konstantem Außendurchmesser durch Variation des Durchmessers einer zentralen Bohrung durch den Füllkörper einstellbar ist. Durch Auswahl geeigneter Füllkörper können selbst kleinste Abweichungen zwischen den Produkten der genannten Größen ausgeglichen werden. Die Füllkörper werden durch eine Druckfeder 38, die zwischen den Füllkörpern und einem Schraubverschluß 37 axial eingespannt ist, in Position gehalten.

Selbstverständlich dient die Feder 38 zugleich als Füllkörper. Der Vorzug der soeben beschriebenen Anordnung besteht darin, daß die von den Füllkörpern verdrängte Übertragungsflüssigkeit aus der gleichen Öffnung entweichen kann, in welche die Füllkörper eingesetzt werden. Insofern ist bei dieser Lösung keine zusätzliche Gehäuseöffnung erforderlich, da eine Öffnung zum Befüllen der Teilkammern ohnehin erforderlich ist. Diese Lösung ist jedoch insofern aufwendig, als je nach der angestrebten Genauigkeit der Kompensation eine Vielzahl von unterschiedlichen Füllkörpern bereitzuhalten ist, oder eine Maßanfertigung eines Füllkörpers mit definiertem Volumen erfolgen muß.

Fig. 3b zeigt dagegen eine Variante einer Einrichtung zur Abstimmung des Volumens einer Teilkammer, die keine Bevorratung von unterschiedlichen Füllkörpern oder gar einer Maßanfertigung von Füllkörpern erfordert. Bei dieser Variante weist der Grundkörper 46 eine Bohrung 51 mit einem Feingewinde auf, welche in einen Kanal 52 mündet, welcher Teil einer Halbkammer ist. In das Feingewinde ist ein Kolben 51 eingeschraubt, wobei das Gewinde des Kolbens so gearbeitet ist, und so stramm mit dem Gewinde der Gewindebohrung 51 in Eingriff sitzt, daß praktisch keine Übertragungsflüssigkeit durch die Gewindegänge am Kolben vorbeifließen kann. Optional ist die Mantelfläche des Kolbens noch mit einer Dichtmasse beschichtet, die ggfs. thermisch aushärtbar ist. Von dem Kanal 52 erstreckt sich ein Füllkanal 55 zur Mantelfläche des Grundkörpers 46, wobei der Füllkanal 55 in einem ersten Abschnitt einen geringeren Durchmesser aufweist, als in einem zweiten Abschnitt, der an den ersten Abschnitt anschließt und sich bis zur Mantelfläche des Grundkörpers 46 erstreckt. Zwischen dem zweiten Abschnitt und dem ersten Abschnitt ist daher eine Stufe ausgebildet, welche eine Stahlkugel 53 axial abstützt, die einen geringeren Durchmesser aufweist als der zweite Abschnitt und einen größeren Durchmesser als der erste Abschnitt. Die Kugel wird mittels einer durchbohrten Schraube 54, die mit einem Gewinde in der Wand des zweiten Abschnitts in Eingriff steht, druckdicht gegen die axiale Anschlagfläche

gepresst. Zur Feinabstimmung des Volumens wird zunächst die durchbohrte Schraube 54 gelockert, dann wird der Kolben 50 zur Korrektur des Volumens in die Bohrung 51 geschraubt, wobei die verdrängte Übertragungsflüssigkeit durch den Austrittskanal 55 an der Kugel 53 vorbei durch die durchbohrte Schraube 54 abfließen kann. Nach der Einstellung des gewünschten Volumens wird die Schraube 54 wieder fest angezogen. Zur Fixierung der Schraube 50 ist ggfs. ein Verguß 48 vorzusehen. Zudem kann die Bohrung 51 an der Mantelfläche des Grundkörpers 46 mit einer Abdeckschraube 47 verschlossen werden, um ein versehentliches Verstellen des Volumens zu vermeiden.

Patentansprüche

1. Relativdrucksensor oder Differenzdrucksensor umfassend:

ein Meßwerk (1) mit einer ersten Halbkammer (4) mit einem ersten Volumen, die von einer ersten Trennmembran (2) mit einer ersten Membransteifigkeit verschlossen ist; und einer zweiten Halbkammer (5) mit einem zweiten Volumen, die von einer zweiten Trennmembran (3) mit einer zweiten Membransteifigkeit verschlossen ist, wobei die erste Halbkammer (4) von der zweiten Halbkammer (5) durch eine Meßmembran (7) getrennt ist, und die erste Halbkammer (4) mit einer ersten Übertragungsflüssigkeit mit einem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten und die zweite Halbkammer (5) mit einer zweiten Übertragungsflüssigkeit mit einem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten gefüllt sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein erstes Produkt aus der ersten Membransteifigkeit mit dem erste Volumen und dem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten im wesentlichen gleich einem zweiten Produkt aus der zweiten Membransteifigkeit mit dem zweiten Volumen und dem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten ist, wobei mindestens ein Faktor des ersten Produktes konstruktiv von dem entsprechenden Faktor des zweiten Produkts abweicht.

2. Drucksensor nach Anspruch 1, wobei die erste Membransteifigkeit von der zweiten Membransteifigkeit abweicht.

3. Drucksensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei das erste Volumen von dem zweiten Volumen abweicht.

4. Drucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der erste Wärmeausdehnungskoeffizient vom zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten abweicht.

5. Drucksensor nach einem der Ansprüche 2 bis 3, wobei der erste Wärmeausdehnungskoeffizient gleich dem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten ist.

6. Drucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, weiterhin umfassend mindestens eine Vorrichtung zur Feinabstimmung des Volumens in einer der Halbzellen.

7. Drucksensor nach Anspruch 5, wobei für beide Halbzellen jeweils eine Vorrichtung zur Feinabstimmung des Volumens der Halbzelle vorgesehen ist.

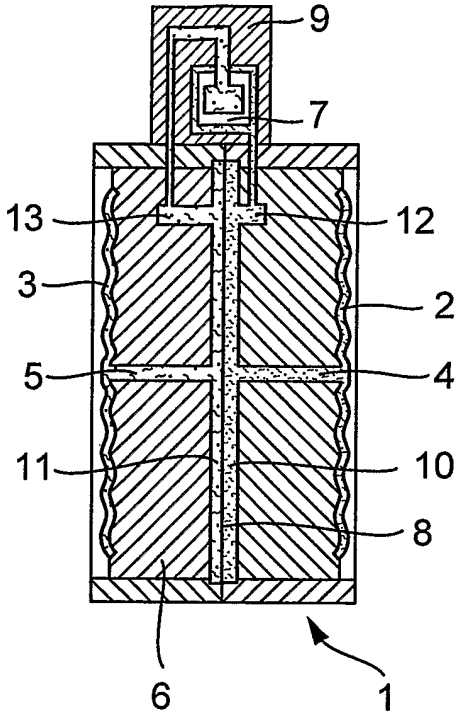


Fig. 1

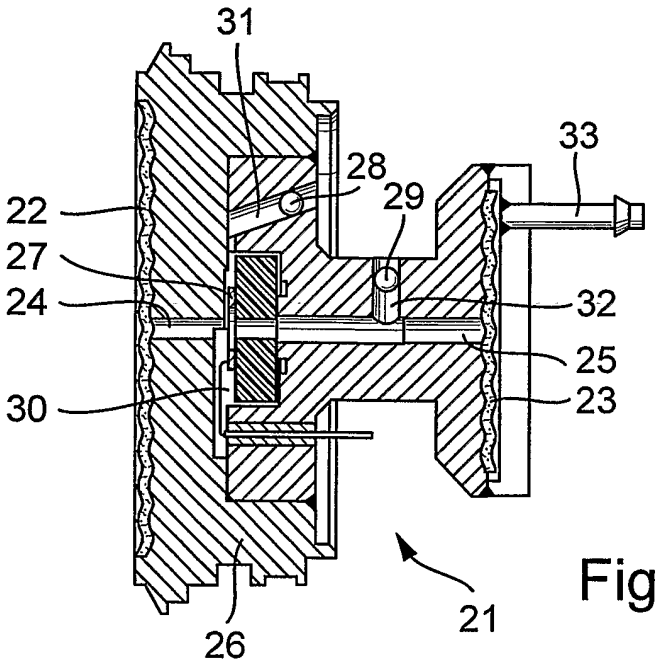


Fig. 2

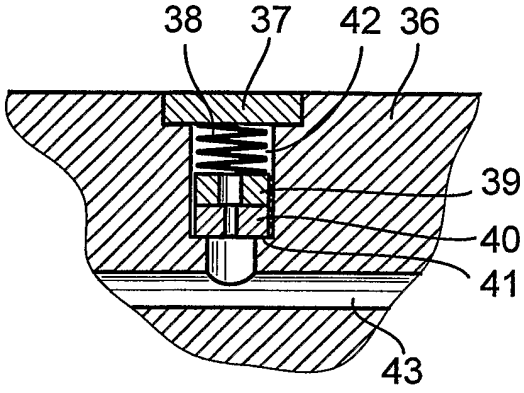


Fig. 3a

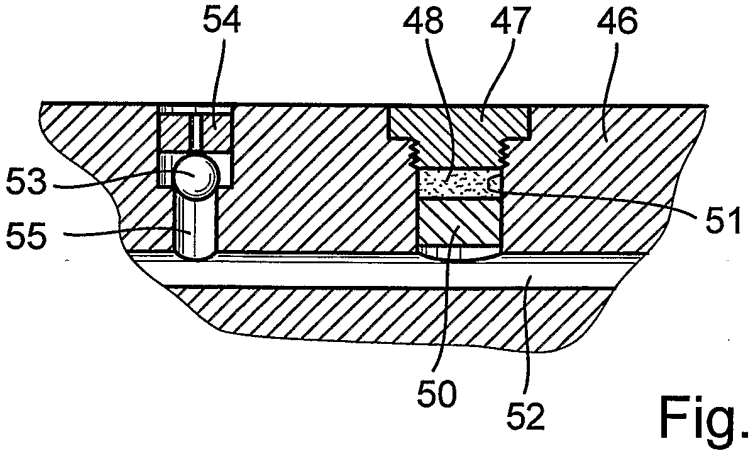


Fig. 3b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/07842

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01L13/02

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)
IPC 7 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 practical, search terms used)
PAJ, WPI Data, EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 787 249 A (DUPPUI HANS ET AL) 29 November 1988 (1988-11-29) column 1, line 54 -column 4, line 44 ---	1-7
A	US 4 782 703 A (NISHI TAKESHI) 8 November 1988 (1988-11-08) column 2, line 7 -column 3, line 53 column 5, line 12 - line 43 ---	1-7
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 153 (P-287), 17 July 1984 (1984-07-17) -& JP 59 050328 A (TOKYO SHIBAURA DENKI KK), 23 March 1984 (1984-03-23) abstract --- -/--	1-7

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

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

"E" earlier document but published on or after the international filing date

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
3 November 2003	12/11/2003

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

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/07842

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 159 (P-289), 24 July 1984 (1984-07-24) -& JP 59 056139 A (YAMATAKE HONEYWELL KK), 31 March 1984 (1984-03-31) abstract	1-7
A	US 3 895 524 A (JUROVSKY ALBERT YAKOVLEVICH) 22 July 1975 (1975-07-22) column 2, line 8 -column 4, line 47	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

[redacted]mation on patent family members

International Application No
PCT/EP 03/07842

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4787249 A	29-11-1988	DE 3621795 A1	07-01-1988
		FR 2600769 A1	31-12-1987
US 4782703 A	08-11-1988	NONE	
JP 59050328 A	23-03-1984	NONE	
JP 59056139 A	31-03-1984	NONE	
US 3895524 A	22-07-1975	SU 506224 A1	30-09-1982
		CS 168388 B1	28-05-1976
		DD 111738 A1	05-03-1975
		DE 2429123 A1	09-01-1975
		FI 184374 A ,B,	19-12-1974
		FR 2233617 A1	10-01-1975
		GB 1421098 A	14-01-1976
		HU 173865 B	28-09-1979
		IN 139649 A1	10-07-1976

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/07842

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01L13/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 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)
PAJ, WPI Data, EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 787 249 A (DUPPUI HANS ET AL) 29. November 1988 (1988-11-29) Spalte 1, Zeile 54 -Spalte 4, Zeile 44 ---	1-7
A	US 4 782 703 A (NISHI TAKESHI) 8. November 1988 (1988-11-08) Spalte 2, Zeile 7 -Spalte 3, Zeile 53 Spalte 5, Zeile 12 - Zeile 43 ---	1-7
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 153 (P-287), 17. Juli 1984 (1984-07-17) -& JP 59 050328 A (TOKYO SHIBAURA DENKI KK), 23. März 1984 (1984-03-23) Zusammenfassung --- -/--	1-7

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
3. November 2003	12/11/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Coda, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/07842

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 159 (P-289), 24. Juli 1984 (1984-07-24) -& JP 59 056139 A (YAMATAKE HONEYWELL KK), 31. März 1984 (1984-03-31) Zusammenfassung ---	1-7
A	US 3 895 524 A (JUROVSKY ALBERT YAKOVLEVICH) 22. Juli 1975 (1975-07-22) Spalte 2, Zeile 8 -Spalte 4, Zeile 47 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/07842

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4787249	A	29-11-1988	DE	3621795 A1	07-01-1988
			FR	2600769 A1	31-12-1987
US 4782703	A	08-11-1988	KEINE		
JP 59050328	A	23-03-1984	KEINE		
JP 59056139	A	31-03-1984	KEINE		
US 3895524	A	22-07-1975	SU	506224 A1	30-09-1982
			CS	168388 B1	28-05-1976
			DD	111738 A1	05-03-1975
			DE	2429123 A1	09-01-1975
			FI	184374 A ,B,	19-12-1974
			FR	2233617 A1	10-01-1975
			GB	1421098 A	14-01-1976
			HU	173865 B	28-09-1979
			IN	139649 A1	10-07-1976