



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 717 608 A2

(51) Int. Cl.: G01L 9/00 (2006.01)
G01L 19/06 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 70004/21

(71) Anmelder:
VEGA Grieshaber KG, Hauptstrasse 1-5
77709 Wolfach (DE)

(22) Anmeldedatum: 01.07.2021

(72) Erfinder:
Julian Epting, 78132 Homberg (DE)
Jochen Huber, 77709 Wolfach (DE)

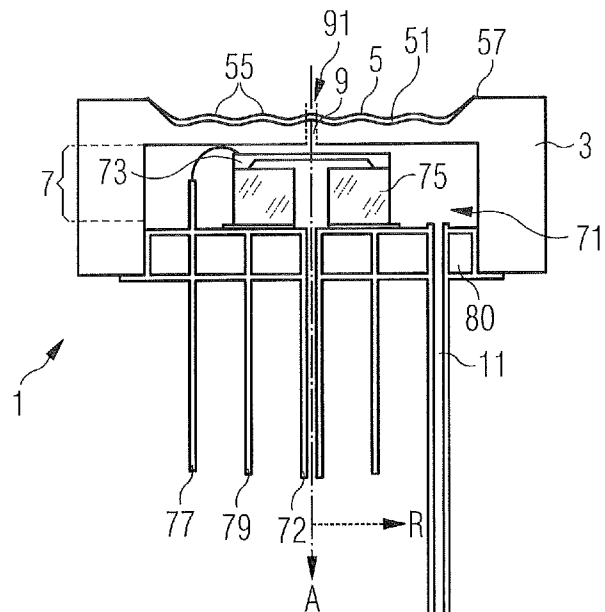
(43) Anmeldung veröffentlicht: 14.01.2022

(30) Priorität: 10.07.2020
DE 102020118313.5

(74) Vertreter:
R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14
6300 Zug (CH)

(54) Druckmesszelle mit oberflächenstrukturierter Membran zur Optimierung der Membranfunktion von ölgefüllten Drucksensoren.

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer metallischen Druckmesszelle (1), sowie eine metallische Druckmesszelle (1) mit einem Grundkörper (3), einer an dem Grundkörper (3) angeordneten metallischen Membran (5), wobei zwischen der Membran (5) und dem Grundkörper (3) eine Membrankammer (51) ausgebildet ist, einem in einer Sensor-kammer (71) des Grundkörpers (3) angeordneten Drucksensor (7), wobei zwischen der Membrankammer (51) und der Sensor-kammer (71) ein Verbindungskanal (9) ausgebildet ist und die Kammern mit einem Druckmittlermedium zur Übermittlung eines auf die Membran (5) wirkenden Drucks gefüllt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (5) eine Oberflächenstruktur aufweist, die in einer Draufsicht eine Aussenkontur einer Eintrittsflächedes Verbindungs-kanals (9) in die Membrankammer (51) wenigstens überschneidet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine metallische Druckmesszelle gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Herstellen einer metallischen Druckmesszelle mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Formen von Druckmesszellen bekannt. Solche Druckmesszellen werden in Druckmessgeräten eingesetzt und überführen einen Druck in ein elektrisches Signal, das dann weiterverarbeitet werden kann. Druckmesszellen werden nach dem zugrundeliegenden Messprinzip, den zum Prozess hin orientierten Materialien sowie danach unterschieden, ob absolute oder relative Drücke gemessen werden können.

[0003] Dementsprechend gibt es bspw. kapazitive Druckmesszellen, die eine Druckänderung durch Verformung einer Membran und einer daraus resultierenden Änderung einer Kapazität erfassen, resistive und piezoresistive Druckmesszellen, bei denen Verformung einer Membran bspw. mittels Dehnungsmessstreifen erfasst und aus einer Widerstandsänderung der Dehnungsmessstreifen auf den Druck geschlossen wird, und piezoelektrische Druckmesszellen die den piezoelektrischen Effekt zur Druckbestimmung ausnutzen.

[0004] Die Unterscheidung nach den zum Prozess hin orientierten Materialien, also den Materialien, die mit der Prozessumgebung und den Prozessmedien in Kontakt kommen, unterscheidet in der Regel zwischen metallischen und keramischen Druckmesszellen, wobei die einen eine metallische und die anderen eine keramische Membran aufweisen. Aus fertigungs- und messtechnischen Gründen ist häufig ein Grundkörper der Druckmesszelle aus dem gleichen Material wie die Membran gefertigt. Fertigungstechnisch ist eine Verbindung zwischen gleichen oder gleichartigen Materialien häufig einfacher herzustellen, als zwischen verschiedenen Materialien. Messtechnisch ist es von Vorteil, Materialien mit ähnlichen oder idealerweise identischen thermischen Ausdehnungskoeffizienten zu verwenden - auch dies ist bei gleichen oder gleichartigen Materialien einfacher zu erreichen.

[0005] Ob absolute oder relative Drücke gemessen werden können, richtet sich in der Regel danach, ob einer Membranrückseite ein zweiter Druck, bspw. ein Aussendruck, zugeführt wird, oder ob die Membranrückseite evakuiert ist.

[0006] Die vorliegende Anmeldung geht von einer metallischen Druckmesszelle mit einem metallischen Grundkörper, einer an dem Grundkörper angeordneten metallischen Membran aus. Zwischen der Membran und dem Grundkörper ist eine Membrankammer ausgebildet, die mit einer Sensorkammer, in der ein Drucksensor angeordnet ist, über einen Verbindungskanal in Verbindung steht. Die Kammern und der Verbindungskanal sind mit einem Druckmittlermedium gefüllt.

[0007] Der eigentliche Drucksensor wird in der Regel von einem Siliziumchip gebildet. Dieser Chip besteht aus einer mit piezoresistiven Widerständen strukturierten Membran, die sich unter Druck wölbt. Der Piezochip ist sehr empfindlich gegenüber äusseren Einflüssen und muss deshalb in den meisten Fällen hermetisch gekapselt werden und wird daher druckdicht in ein Edelstahlgehäuse eingebaut, das frontseitig mit einer dünnen Edelstahlmembran verschlossen ist und damit die Membrankammer und die Sensorkammer ausbildet.

[0008] Die Kammern sind mit dem Druckmittlermedium, typischerweise einem synthetischen Öl, gefüllt. Bei einem solchen Sensor ist also nur die metallische, vorliegend aus Edelstahl gefertigte Membran mit dem Prozess in Kontakt und der Prozessdruck wird über das Öl an die Chipmembran übertragen.

[0009] Um Temperatureinflüsse auf die Druckmessung so gering wie möglich zu halten ist es notwendig, ein in den Kammern befindliches Volumen und insbesondere das Volumen der Membrankammer so gering wie möglich zu halten. Ausserdem ist es notwendig, dass die metallische Membran in Axialrichtung gut auslenkbar, in Radialrichtung jedoch gleichsweise steif ausgebildet ist.

[0010] Im Stand der Technik wird dies dadurch erreicht, dass die Membran in einem Querschnitt eine Wellenkontur aufweist, die eine Verformung in Axialrichtung, also in der Richtung in der die Druckkraft auf die Membran wirkt, bevorzugt und in Radialrichtung dadurch möglichst steif ist. Um das Volumen der Kammer so gering wie möglich zu halten weist eine zu der Membran weisende Oberfläche des Grundkörpers eine daran angepasste Kontur auf. Fertigungstechnisch ist es vorteilhaft, wenn der Teil des Grundkörpers, der zur Membran weist, entsprechend geformt ist und die Membran, erst wenn sie an dem Grundkörper befestigt ist, von dieser Form des Grundkörpers abgeformt wird. Konkret wird die Membran an dem Grundkörper angeordnet, bspw. mit diesem verschweisst und anschliessend auf den Grundkörper gedrückt und von diesem abgeformt. Dies kann bspw. durch einen Stempel oder durch das Anlegen eines Überdrucks erfolgen.

[0011] Bei dieser Abformung wird nicht nur die Wellenform der zur Membran weisenden Oberfläche des Grundkörpers abgeformt, sondern auch der Teil, in dem der Verbindungskanal zwischen der Membrankammer und der Sensorkammer in die Membrankammer mündet. Diese Abformung der Einmündung des Verbindungskanals kann dazu führen, dass die Membran derart in den Verbindungskanal hinein abgeformt wird, dass dieser von der Membran verschlossen wird. Die Membran bildet quasi einen Stopfen aus, der die Einmündung des Verbindungskanals verschliesst und so eine anschliessende Befüllung der Kammern mit dem Druckmittlermedium erschwert oder verhindert.

[0012] Im Stand der Technik wird die Membran durch Anlegen eines Unterdrucks wieder aus der Mündung des Verbindungskanals gezogen oder vor der Verbindung mit dem Grundkörper mit der gewünschten Kontur versehen.

[0013] Durch das Anlegen eines Unterdrucks wird die Membran allerdings wieder in die Gegenrichtung verformt, sodass eine Minimierung des Volumens der Membrankammer nicht optimal ist. Bei einer Formung der Membran vor einer Ver-

bindung mit dem Grundkörper kann es sowohl bei der Formgebung als auch bei der Ausrichtung der Membran relativ zum Grundkörper zu Abweichungen kommen, sodass auch bei diesem Vorgehen eine Minimierung des Volumens der Membrankammer nicht optimal ist.

[0014] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine metallische Druckmesszelle sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Druckmesszelle anzugeben, bei der bzw. dem die Nachteile aus dem Stand der Technik vermieden werden.

[0015] Diese Aufgabe wird durch eine metallische Druckmesszelle mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung einer metallischen Druckmesszelle mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12 gelöst.

[0016] Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand abhängiger Patentansprüche.

[0017] Eine erfindungsgemässe metallische Druckmesszelle mit einem Grundkörper, einer an dem Grundkörper angeordneten metallischen Membran, wobei zwischen der Membran und dem Grundkörper eine Membrankammer ausgebildet ist, einem in einer Sensorkammer des Grundkörpers angeordneten Drucksensor, wobei zwischen der Membrankammer und der Sensorkammer ein Verbindungskanal ausgebildet ist und die Kammern mit einem Druckmittlermedium zur Übermittlung eines auf die Membran wirkenden Drucks gefüllt sind, zeichnet sich dadurch aus, dass die Membran eine Oberflächenstruktur aufweist, die in einer Draufsicht eine Aussenkontur einer Eintrittsfläche des Verbindungskanals in die Membrankammer wenigstens überschneidet.

[0018] Eine Oberflächenstruktur im Sinne der vorliegenden Anmeldung ist eine über die natürliche Oberflächenrauigkeit des Materials der Membran hinausgehende Rauigkeit oder eine in die Membran zusätzlich eingebrachte Struktur durch Vertiefungen oder Erhöhungen. Insbesondere handelt es sich hierbei um Oberflächenstrukturen, die in die Membran eingebracht werden, bevor diese mit dem Grundkörper verbunden wird.

[0019] Auf diese Weise wird eine Oberfläche der Membran geschaffen, die ein Abdichten einer Eintrittsöffnung des Verbindungskanals in die Membrankammer verhindert. Durch die Oberflächenstruktur wird sichergestellt, dass immer wenigstens eine erste Menge Druckmittlermedium in die Membrankammer eindringt und die Membran durch den Druck des Druckmittlermediums beim Befüllen angehoben und gefüllt wird.

[0020] Richtungsangaben werden in der vorliegenden Anmeldung wie folgt definiert:

Die Membran definiert eine Membranebene, die durch eine umfänglich verlaufende Verbindung der Membran mit dem Grundkörper aufgespannt wird. Ausgehend von dieser Membranebene ist eine Axialrichtung durch eine Oberflächennormale auf die Membranebene definiert. Die Radialrichtung erstreckt sich in einer Draufsicht auf die Membranebene von einem Mittelpunkt der Membran ausgehend. In Draufsicht bedeutet mit Blickrichtung in Axialrichtung auf die Membran der Messzelle. Einem Querschnitt soll ein Schnitt mit einer durch die Axialrichtung und die Radialrichtung aufgespannten Ebene verstanden werden.

[0021] Die Membran weist in Draufsicht vorzugsweise eine kreisförmige Aussenkontur auf.

[0022] In einer bevorzugten Ausgestaltungsform kann die Membran wenigstens einen Kanal aufweisen, der in einer Draufsicht die Aussenkontur der Eintrittsfläche des Verbindungskanals in die Membrankammer wenigstens einmal schneidet. Ein solcher Kanal stellt durch seine Ausgestaltung als Vertiefung gegenüber der Membranoberfläche sicher, dass Druckmittlermedium selbst dann, wenn die Membran in den Verbindungskanal hinein verformt wird, in die Membrankammer eindringt und diese befüllt. Kanäle können besonders einfach in die Membran eingebracht werden und stellen damit eine kostengünstige Variante für eine erfindungsgemässe Oberflächenstruktur dar.

[0023] Um ein Volumen der Membrankammer so gering wie möglich auszugestalten, ist es sinnvoll, wenn die Membran in einem Schnitt senkrecht zu einer Membranebene eine zu einer der Membran unmittelbar gegenüberliegenden Wandung des Grundkörpers korrespondierende Oberflächenkontur aufweist. Eine solche korrespondierende Oberflächenstruktur kann durch eine unmittelbare Abformung einer Oberflächenform des Grundkörpers erreicht werden.

[0024] Eine solche Abformung kann bspw. dadurch erfolgen, dass die Membran mit einem Überdruck, bspw. durch ein Gas oder eine Flüssigkeit, beaufschlagt und so gegen die ihr zugewandte Oberfläche des Grundkörpers gedrückt wird. Aufgrund der geringen Dicke der Membran erfährt diese dadurch eine plastische Verformung und übernimmt die Oberflächenkontur des Grundkörpers.

[0025] Die Oberflächenkontur ist dafür vorteilhafterweise wellenförmig ausgestaltet. Eine wellenförmige Kontur ermöglicht eine Flexibilität der Membran in Axialrichtung und eine Steifigkeit der Membran in Radialrichtung. Es ist vorteilhaft, wenn die Oberflächenkontur in einem Querschnitt ausgehend von einem Mittelpunkt der Membran einen cosinusförmigen Verlauf aufweist. Das bedeutet, dass die Kontur am Mittelpunkt einen Wellenberg aufweist, was einer Abdichtung des in der Regel zentrisch in die Membrankammer mündenden Verbindungskanals entgegenwirkt.

[0026] Der wenigstens eine Kanal ist in Draufsicht auf die Membran bevorzugt wenigstens abschnittsweise in Radialrichtung verlaufend ausgebildet. In einer Ausgestaltungsform verläuft der wenigstens eine Kanal vollständig in Radialrichtung.

[0027] In einer Variante kann der wenigstens eine Kanal in Draufsicht auf die Membran wenigstens abschnittsweise spiralförmig ausgebildet sein. Eine solche spiralförmige Ausgestaltung hat den Vorteil, dass sie eine wellenförmige Kontur der Membran überlagert und dadurch weniger als in Radialrichtung verlaufende Kanäle auffällt.

[0028] Um sicherzustellen, dass die Membrankammer sicher befüllt wird, ist es vorteilhaft, wenn der wenigstens eine Kanal gemessen ausgehend von einem Mittelpunkt der Membran in Draufsicht bis zu wenigstens 1/4, insbesondere wenigstens 1/3 eines Radius der Membran ausgebildet ist. Es wird darauf hingewiesen, dass lediglich die Messung der Erstreckung des Kanals ausgehend vom Mittelpunkt der Membran aus erfolgt. Der Kanal selbst muss nicht zwangsläufig am Mittelpunkt der Membran beginnen. Insbesondere, wenn mehrere Kanäle vorgesehen sind, ist es sogar von Vorteil, wenn diese nicht am Mittelpunkt der Membran beginnend ausgebildet sind, da die Membran an dieser Stelle ansonsten aufgrund der mehrfachen Bearbeitung geschwächt werden könnte.

[0029] Es kann vorteilhaft sein, wenn die Membran wenigstens 2, vorzugsweise wenigstens 3, 4, 6 oder 8 Kanäle aufweist. Durch eine Mehrzahl von Kanälen kann sichergestellt werden, dass die Membrankammer durch die Abformung der Oberflächenkontur des Grundkörpers im Bereich des Eintritts des Verbindungskanals nicht abgedichtet wird.

[0030] Insgesamt ist es vorteilhaft, wenn sich die Kanäle, sofern mehrere Kanäle vorgesehen sind, nicht kreuzen, um eine Schwächung der Membran zu verhindern. Zusätzlich oder alternativ ist es vorteilhaft, wenn die zum Grundkörper weisende Oberfläche der Membran wenigstens abschnittsweise aufgeraut ist. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn die zum Grundkörper weisende Oberfläche der Membran in einem die Aussenkontur der Eintrittsfläche des Verbindungskanals in die Membrankammer in Durchsicht überlappenden Bereich aufgeraut ausgebildet ist.

der Drucksensor kann als Piezosensor, insbesondere piezoelektrisch oder piezoresistiv arbeitender Drucksensor ausgebildet sein.

[0031] Der Verbindungskanal mündet vorzugsweise zentrisch in die Membrankammer. Eine zentrische Einmündung des Verbindungskanals in die Membrankammer hat einen symmetrischen Aufbau zur Folge, was insbesondere hinsichtlich thermisch oder anderweitig induzierter Spannungen von Vorteil ist.

[0032] Ein erfindungsgemässes Verfahren zum Herstellen einer metallischen Druckmesszelle gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche weist folgende Schritte auf:

- Bereitstellen eines Grundkörpers mit einer Membrankammer mit vorgegebenen Oberflächenkontur, einer Sensorkammer und einem Verbindungskanal zwischen der Membrankammer und der Sensorkammer,
- Bereitstellen einer metallischen Membran mit wenigstens einer Oberflächenstruktur, die in einer Draufsicht eine Aussenkontur einer Eintrittsfläche des Verbindungskanals in die Membrankammer wenigstens überschneidet,
- Befestigen der metallischen Membran an dem Grundkörper,
- Abformen der Oberflächenkontur des Grundkörpers auf die Membran und
- Befüllen von wenigstens Membrankammer, Sensorkammer und Verbindungskanal mit einem Druckmittlermedium.

[0033] Dadurch, dass die metallische Membran wenigstens eine Oberflächenstruktur aufweist, die in einer Draufsicht auf eine Aussenkontur einer Eintrittsfläche des Verbindungskanals in die Membrankammer wenigstens überschneidet, wird erreicht, dass eine Einmündung des Verbindungskanals beim Abformen der Oberflächenkontur des Grundkörpers nicht abgedichtet wird. Es wird damit sichergestellt, dass die Membrankammer mit Druckmittlermedium befüllbar ist. Da die Oberflächenstruktur der Membran in eine zu dem Grundkörper weisende Oberfläche der Membran eingebracht ist, wird die Oberflächenstruktur in die Membran eingebracht, bevor diese mit dem Grundkörper verbunden wird.

[0034] Die Oberflächenstruktur umfasst dabei vorzugsweise wenigstens einen Kanal, der in die Membran eingebracht wird. Ein solcher Kanal kann insbesondere durch ein spanendes Verfahren, insbesondere durch Fräsen, Drehen oder Gravieren in die Membran eingebracht werden. Bspw. kann der wenigstens eine Kanal bereits bei der Herstellung der Membran in diese eingebracht werden.

[0035] Alternativ zu einem spanenden Verfahren kann der wenigstens eine Kanal durch ein umformendes Verfahren, insbesondere durch Prägen in die Membran eingebracht werden. Dies kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn die Membran als Zukaufteil bezogen wird, oder aus anderen Gründen nicht in den Herstellungsprozess der Membran eingegriffen werden kann. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn eine nachträgliche spanende Bearbeitung der Membran, die typischerweise eine Dicke zwischen 0,01 mm und 0,2 mm aufweist aus fertigungstechnischen Gründen nicht möglich ist.

[0036] In einer Ausgestaltungsform wird die Membran an dem Grundkörper angeschweisst. Das Verschweissen der Membran mit dem Grundkörper kann bspw. durch Laserschweissen oder Widerstandsschweissen erfolgen.

[0037] Zusätzlich oder alternativ kann die Oberflächenstruktur durch Aufrauen, insbesondere Sandstrahlen und/oder Laserbearbeitung hergestellt werden. Durch eine aufgeraute Oberfläche wird ein Abdichteffekt durch die Membran beim Abformen der Oberflächenkontur des Grundkörpers vermieden. Es kann damit zusätzlich zu Kanälen oder alternativ dazu ein Befüllen der Membrankammer sichergestellt werden.

[0038] Bevorzugte Ausführungsformen, Merkmale und Eigenschaften des vorschlagsgemässen Feldgeräts entsprechen denjenigen des vorschlagsgemässen Verfahrens und umgekehrt.

[0039] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Varianten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Die in den Unteransprüchen einzeln aufgeführten Merkmale können in beliebiger, technisch sinnvoller Weise miteinander als auch mit den in der nachfolgenden Beschreibung näher erläuterten Merkmalen kombiniert werden und andere vorteilhafte Ausführungsvarianten der Erfindung darstellen.

[0040] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beige-fügten Figuren eingehend erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine metallische Druckmesszelle gemäss der vorliegenden Anmeldung,

Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Membran gemäss der vorliegenden Anmeldung,

Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Membran gemäss der vorliegenden Anmeldung,

Figur 4 ein drittes Ausführungsbeispiel einer Membran gemäss der vorliegenden Anmeldung und

Figur 5 in einer schematischen Darstellung zwei Schritte der Befüllung der Druckmesszelle mit einem Druckmittlermedium.

[0041] In den Figuren bezeichnen - soweit nicht anders angegeben - gleiche Bezugszeichen gleiche oder einander entsprechende Komponenten mit gleicher Funktion.

[0042] Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer metallischen Druckmesszelle 1 gemäss der vorliegenden Anmeldung in einem Querschnitt.

[0043] Die Druckmesszelle 1 weist im Wesentlichen einen metallischen Grundkörper 3, eine in Axialrichtung A vorderseitig an dem Grundkörper 3 angeordnete metallische Membran 5 sowie einen in einer in dem Grundkörper 3 ausgebildeten Sensorkammer 71 angeordneten Drucksensor 7 auf.

Die Sensorkammer 71 steht über einen Verbindungskanal 9 mit einer zwischen dem Grundkörper 3 und der Membran 5 ausgebildeten Membrankammer 51 in Fluidverbindung.

[0044] Die Sensorkammer 71 ist in rückseitiger Richtung durch ein Verschlusselement 80 verschlossen, wobei das Verschlusselement 80 eine Mehrzahl von Kabeldurchführungen aufweist. In der Sensorkammer 71 ist der Drucksensor 7 angeordnet. Der Drucksensor 7 weist als drucksensitives Element einen Sensorchip 73 auf, der über einen Sensorträger 75 an dem Verschlusselement 80 angeordnet ist. Vorderseitig ist der Sensorchip 73 durch einen vorderseitigen Kontakt 77 und rückseitig durch einen Rückseitenkontakt 79, die jeweils durch eine der Durchführungen durch das Verschlusselement 80 geführt sind, kontaktiert. Ein rückseitiger Teil einer Membran des Sensorchip 73 ist über eine Druckausgleichsleitung 72, die ebenfalls durch das Verschlusselement 80 zur Rückseite des Sensorchip 73 geführt ist, entweder mit einem Umgebungsdruck oder einem Referenzdruck beaufschlagbar oder der hinter dem Sensorchip 73 liegende Hohlraum kann evakuiert sein, sodass eine absolute Druckmessung (Referenzdruck ist das Vakuum) durchgeführt werden kann.

[0045] In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel weist das Verschlusselement 80 ferner eine Befüllöffnung 11 mit einem daran angeordneten Rohrabschnitt auf, über die die Sensorkammer 71, der Verbindungskanal 9 sowie die Membrankammer 51 mit einem Druckmittlermedium, beispielsweise einem synthetischen Öl befüllbar sind. In der Darstellung der Figur 1 ist dieses Druckmittlermedium 13 jedoch der besseren Übersichtlichkeit halber noch nicht eingeführt.

[0046] Die Membran 5 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel über eine umlaufende Verbindung 57, vorliegend eine Verschweissung, mit dem Grundkörper 3 verbunden. Die Membran 5 weist in der vorliegenden Querschnittsdarstellung eine wellenförmige Oberflächenkontur auf, die korrespondierend zu einer Oberflächenkontur einer der Membran 5 zugewandten Wandung des Grundkörpers 3 korrespondierend ausgebildet ist. Durch diese wellenförmige Oberflächenkontur 55 wird erreicht, dass die Membran 5 in Axialrichtung A flexibel ist, wohingegen in Radialrichtung R eine möglichst grosse Steifigkeit erzielt wird.

Die Oberflächenkontur 55 der Membran 5 wird bei der Fertigung der Druckmesszelle 1 vom Grundkörper 3 auf die Membran 5 übertragen. Hierfür wird die Membran 5 nachdem sie an dem Grundkörper 3 befestigt wurde, von vorne her mit einem Überdruck beaufschlagt, sodass sie sich in das von dem Grundkörper 3 ausgebildete Membranbett abformt.

[0047] Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Membran 5 wie sie in einer Druckmesszelle 1 gemäss Figur 1 zum Einsatz kommen kann.

[0048] Die Membran 5 ist in Figur 2 in einer Draufsicht von unten, d. h. mit Blickrichtung in Axialrichtung und vom Grundkörper 3 der Druckmesszelle 1 aus gesehen dargestellt.

[0049] Zur Veranschaulichung ist im Zentrum der Membran 5 eine Eintrittsfläche 91, mit der der Verbindungskanal 9 durch den Grundkörper 3 in die Membrankammer 51 eintritt, dargestellt. Diese Eintrittsfläche 91 formt sich bei der Druckbeaufschlagung der Membran 5 zur Abformung der Oberflächenkontur des Grundkörpers 3 ebenfalls auf die Membran 5 ab, sodass diese Eintrittsfläche 91 bzw. deren Aussenkontur deutlich auf der Membran 5 erkennbar ist. Die wellenförmige Oberflächenkontur 55 der Membran 5, wie sie durch die Verformung der Oberflächenkontur des Grundkörpers 3 auf die Membran 5 übertragen wird ist der besseren Übersichtlichkeit halber in Figur 2 nicht dargestellt.

[0050] Um eine Befüllung der Membrankammer 51 mit Druckmittlermedium 13 sicherzustellen weist die Membran 5 in dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel eine als Kanäle ausgebildete Oberflächenstruktur 53 auf. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Membran 5 acht in Radialrichtung R verlaufende und jeweils in einem Winkel von 45° zueinander angeordnete Kanäle 53 auf, die die Aussenkontur der Eintrittsfläche 91 jeweils schneiden, jedoch so dimensioniert sind, dass sich die einzelnen Kanäle 53 untereinander nicht schneiden.

[0051] Die Kanäle 53 sind so dimensioniert, dass sie sich in Radialrichtung R nach aussen etwa einem Drittel eines Radius r der Membran 5 erstrecken.

[0052] Die Kanäle 53 werden in eine Oberfläche der Membran 5 eingebracht, bevor diese mit dem Grundkörper 3 der Druckmesszelle 1 verbunden wird. Bei der ab Verformung des Membranbetts bleiben die zuvor in die Membranoberfläche eingebrachten Kanäle 53 erhalten, sodass anschliessend bei einer Befüllung der Druckmesszelle 1 mit dem Druckmittlermedium 13 dieses durch die Kanäle 53 in die Membrankammer 51 Strömen und diese zuverlässig befüllen kann.

[0053] Figur 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Membran 5 gemäss der vorliegenden Anmeldung.

[0054] Auch die in Figur 3 dargestellte Membran 5 kann in einer Druckmesszelle 1, wie in Figur 1 beispielhaft dargestellt ist, zum Einsatz kommen. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäss Figur 2 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Oberflächenstruktur 53 der Membran 5 durch einen einzigen, spiralförmig verlaufenden Kanal gebildet. In der dargestellten Draufsicht von unten verläuft der Kanal 53 spiralförmig ausgehend von einem innerhalb der Eintrittsfläche 91 des Verbindungskanals liegenden Punkt aus nach aussen. Durch die spiralförmige Ausgestaltung des Kanals 53 ist die Oberflächenstruktur 53 an die Oberflächenkontur 55 der Membran 5 angenähert und überlagert diese, sodass der so ausgebildete Kanal 53 nur einen geringen Einfluss auf die Flexibilität der Membran 5 in Axialrichtung und die Steifigkeit in Radialrichtung hat.

[0055] Figur 4 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer Membran 5 gemäss der vorliegenden Anmeldung in einer Draufsicht von unten.

[0056] Wie auch die Membranen den Figuren 2 und 3 kann auch in die Membran gemäss Figur 4 in der Druckmesszelle 1 gemäss Figur 1 zum Einsatz kommen. In dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Oberflächenstruktur 53 der Membran 5 durch ein Aufrauen der Membranoberfläche im Bereich der schraffiert dargestellten Fläche hergestellt. Die Oberfläche der Membran 5 ist in diesem Bereich durch Sandstrahlen gegenüber der ursprünglichen Oberflächengenauigkeit der Membran 5 deutlich erhöht, sodass sichergestellt ist, dass beim Befüllen der Druckmesszelle 1 Druckmittlermedium 13 in die Membrankammer 51 eindringt.

[0057] Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass ein Aufrauen der Oberfläche der Membran 5 auch zusätzlich zu einem Einbringen von Kanälen, wie dies im Zusammenhang mit den Figuren 2 und 3 beschrieben wurde, erfolgen kann.

[0058] Figur 5 zeigt in einer schematischen Darstellung zweier Schritte des Herstellungsverfahrens der Druckmesszelle 1 gemäss Figur 1, wobei in den beiden Teildarstellungen der Figur 5 die Befüllung der Druckmesszelle 1 mit dem Druckmittlermedium 13 dargestellt ist.

[0059] In einem ersten Schritt eines Verfahrens zum Herstellen einer metallischen Druckmesszelle 1 gemäss der vorliegenden Anmeldung, wird ein metallischer Grundkörper mit einer Membran, mit einer vorgegebenen Oberflächenkontur, einer Sensorkammer 71 und einem Verbindungskanal 9 zwischen der Membrankammer 51 und der Sensorkammer 71 bereitgestellt. Ferner wird eine metallische Membran 5 bereitgestellt, die wenigstens eine Oberflächenstruktur 53 aufweist, die in einer Draufsicht eine Aussenkontur der Eintrittsfläche 91 des Verbindungskanals 9 in die Membrankammer 51 wenigstens überschneidet. In einem nächsten Schritt wird die metallische Membran 5 an dem Grundkörper 3 befestigt und in einem weiteren Schritt eine Oberflächenkontur des Grundkörpers 3 auf die Membran abgefasst. In einem weiteren Schritt wird der Drucksensor 7 in der Sensorkammer 71 angeordnet und diese mittels eines Verschlusselements 80 rückseitig verschlossen. In einem letzten Schritt wird die Membrankammer, die Sensorkammer und der Verbindungskanal mit dem Druckmittlermedium 13 befüllt. Dieser Schritt ist in den Figuren 5a) und Ziffer 5b) dargestellt.

[0060] Wie aus Figur und Ziffer 5a) hervorgeht, wird in einem ersten Teilschritt der gesamte Sensor 1 in einer Vakuumkammer evakuiert, sodass sowohl in der Sensorkammer 71 als auch in der Membrankammer 51 und auch in der Umgebung der Druckmesszelle 1, Vakuum herrscht. Sobald die Druckmesszelle 1 entsprechend evakuiert wurde, wird die mit der Befüllöffnung 11 in Verbindung stehende Rohrleitung in ein Behältnis mit Druckmittlermedium 13 getaucht und der Umgebungsdruck der Druckmesszelle 1 wieder auf Normaldruck reguliert. Durch den in der Sensorkammer 71, der Membrankammer 51 und dem Verbindungskanal 9 vorherrschenden Unterdruck wird nun das Druckmittlermedium 13 in die Kammern 51,71 der Druckmesszelle 1 gesaugt, sodass die Kammern 51,71 vollständig mit Druckmittlermedium Ziffer 13 gefüllt sind. Abschliessend kann die Befüllöffnung 11 verschlossen und somit die Druckmesszelle 1 hermetisch versiegelt werden. Durch die zuvor beschriebene Oberflächenstruktur 53 der Membran 5 werden auch die in Figur 5b) dargestellten Hohlräume der Membrankammer 51 zuverlässig mit Druckmittlermedium Ziffer 13 gefüllt, sodass die Druckmesszelle 1 vollständig und ohne Einschlüsse mit dem Druckmittlermedium 13 befüllt ist.

Bezugszeichenliste

[0061]

- 1 Druckmesszelle
- 3 Grundkörper
- 5 Membran
- 7 Drucksensor
- 9 Verbindungskanal

- 11 Befüllöffnung
- 13 Druckmittlermedium

- 51 Membrankammer
- 53 Oberflächenstruktur/Kanal
- 55 Oberflächenkontur
- 57 Verbindung

- 71 Sensorkammer
- 72 Druckausgleich
- 73 Sensorchip
- 75 Sensorträger
- 77 Vorderseitenkontakt
- 79 Rückseitenkontakt

- 80 Verschlusselement

- 91 Eintrittsfläche

- A Axialrichtung

- R Radialrichtung

- r Radius

Patentansprüche

1. Metallische Druckmesszelle (1) mit einem Grundkörper (3), einer an dem Grundkörper (3) angeordneten metallischen Membran (5), wobei zwischen der Membran (5) und dem Grundkörper (3) eine Membrankammer (51) ausgebildet ist, einem in einer Sensorkammer (71) des Grundkörpers (3) angeordneten Drucksensor (7), wobei zwischen der Membrankammer (51) und der Sensorkammer (71) ein Verbindungskanal (9) ausgebildet ist und die Kammern mit einem Druckmittlermedium (13) zur Übermittlung eines auf die Membran (5) wirkenden Drucks gefüllt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (5) eine Oberflächenstruktur (53) aufweist, die in einer Draufsicht eine Aussenkontur einer Eintrittsfläche (91) des Verbindungskanals (9) in die Membrankammer (51) wenigstens überschneidet.
2. Metallische Druckmesszelle (1) gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (5) wenigstens einen Kanal aufweist, der in einer Draufsicht die Aussenkontur der Eintrittsfläche (91) des Verbindungskanals (9) in die Membrankammer (51) wenigstens einmal schneidet.
3. Metallische Druckmesszelle (1) gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (5) in einem Querschnitt eine zu einer der Membran (5) unmittelbar gegenüberliegenden Wandung des Grundkörpers (3) korrespondierende Oberflächenkontur (55) aufweist.
4. Metallische Druckmesszelle (1) gemäss Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenkontur (55) einen cosinusförmigen Verlauf aufweist.
5. Metallische Druckmesszelle (1) gemäss einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Kanal wenigstens abschnittsweise in Radialrichtung (R) verlaufend ausgebildet ist.
6. Metallische Druckmesszelle (1) gemäss einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Kanal in Draufsicht auf die Membran (5) wenigstens abschnittsweise spiralförmig ausgebildet ist.

7. Metallische Druckmesszelle (1) gemäss einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Kanal ausgehend von einem Mittelpunkt der Membran (5) in Draufsicht bis zu wenigstens 1/4, insbesondere wenigstens 1/3 eines Radius (r) der Membran (5) ausgebildet ist.
8. Metallische Druckmesszelle (1) gemäss einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (5) wenigstens 2, vorzugsweise wenigstens 3, 4, 6 oder 8 Kanäle aufweist.
9. Metallische Druckmesszelle (1) gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche der Membran (5) wenigsten abschnittsweise aufgeraut ist.
10. Metallische Druckmesszelle (1) gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensor (7) als Piezosensor ausgebildet ist.
11. Metallische Druckmesszelle (1) gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbindungskanal (9) zentrisch in die Membrankammer (51) mündet.
12. Verfahren zum Herstellen einer metallischen Druckmesszelle (1) gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, mit folgenden Schritten:
 - Bereitstellen eines Grundkörpers (3) mit einer Membrankammer (51) mit vorgegebenen Oberflächenkontur (55), einer Sensorkammer (71) und einem Verbindungskanal (9) zwischen der Membrankammer (51) und der Sensorkammer (71),
 - Bereitstellen einer metallischen Membran (5) mit wenigstens einer Oberflächenstruktur (53), die in einer Draufsicht eine Aussenkontur einer Eintrittsfläche (91) des Verbindungskanals (9) in die Membrankammer (51) wenigstens überschneidet
 - Befestigen der metallischen Membran (5) an dem Grundkörper (3),
 - Abformen der Oberflächenkontur (55) des Grundkörpers (3) auf die Membran (5) und
 - Befüllen von wenigstens Membrankammer (51), Sensorkammer (71) und Verbindungskanal (9) mit einem Druckmittlermedium (13).
13. Verfahren gemäss Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstruktur (53) wenigstens einen Kanal umfasst, der in die Membran (5) eingebracht wird.
14. Verfahren gemäss Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Kanal durch ein spanendes Verfahren, insbesondere durch Fräsen, Drehen oder Gravieren in die Membran (5) eingebracht wird.
15. Verfahren gemäss Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Kanal durch ein umformendes Verfahren, insbesondere durch Prägen in die Membran (5) eingebracht wird.
16. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (5) an dem Grundkörper (3) angeschweisst wird.
17. Verfahren gemäss der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstruktur (53) wenigstens teilweise durch Aufrauen, insbesondere Sandstrahlen und/oder Laserbearbeitung hergestellt wird.

FIG 1

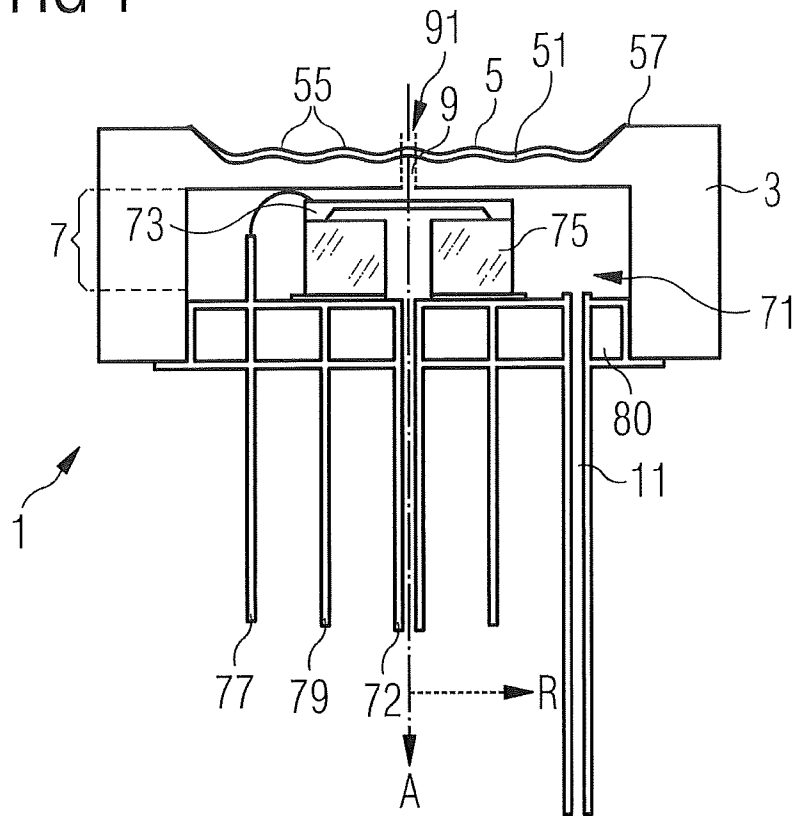


FIG 2

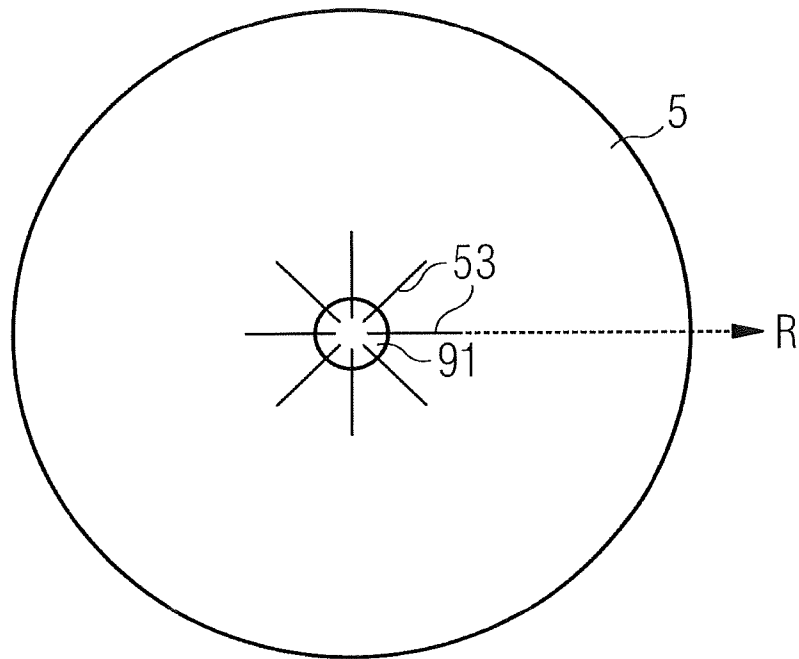


FIG 3

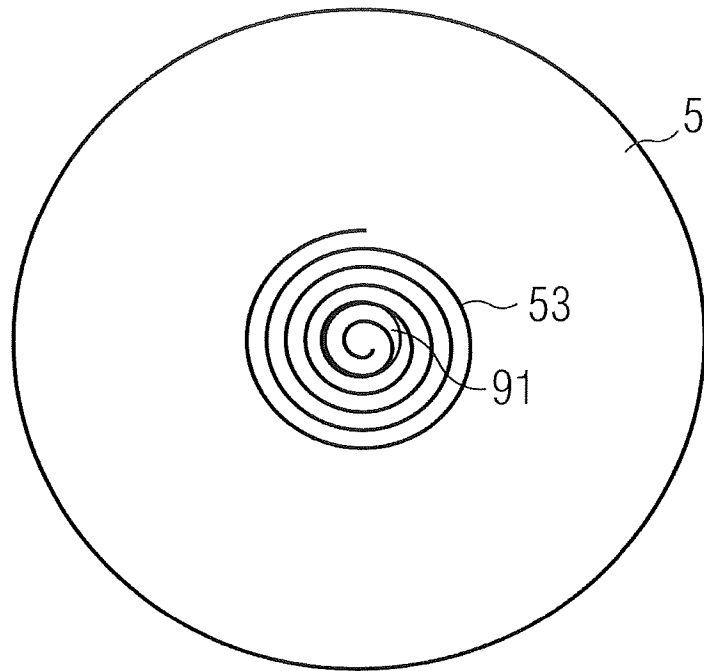


FIG 4

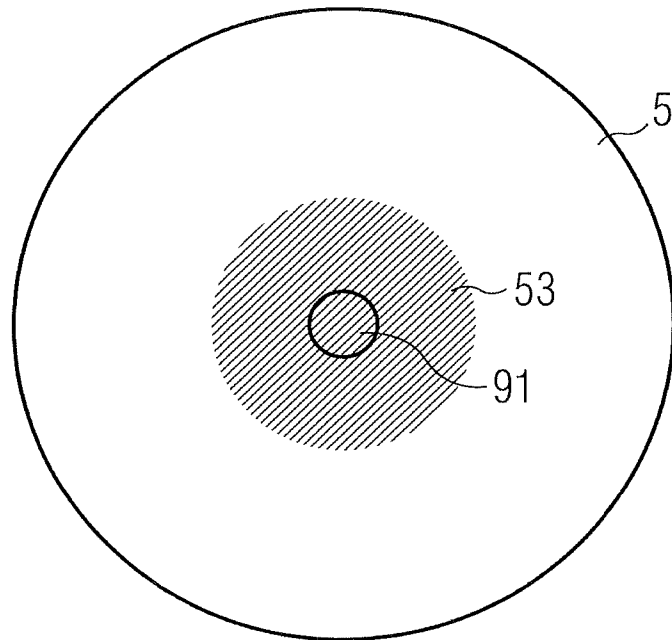


FIG 5

