

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **718 380 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: 00200/21

(71) Anmelder:
Resea Tech GmbH, Pestalozzistrasse 16
3400 Burgdorf (CH)

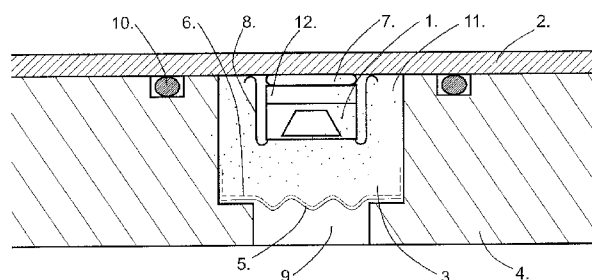
(22) Anmeldedatum: 25.02.2021

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.08.2022

(72) Erfinder:
Simon Zumbrunnen, 3414 Oberburg (CH)
Philipp Haslebacher, 3400 Burgdorf (CH)
Jürg Prof. Dr. De Pietro, 5634 Sins (CH)

(54) **Druckmesszelle.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Druckmesszelle mit einem einen Innenraum einschliessenden Grundkörper (4), der eine erste Öffnung (9) aufweist. Ein Drucksensor (1) ist im Innenraum des Grundkörpers (4) angeordnet und der Innenraum (4) ist mit einem Drucktransfermedium (3) befüllt. Die Druckmesszelle weist weiters eine unebene Membran (5) aus Kunststoff auf. Die Membran (5) deckt die erste Öffnung (9) des Grundkörpers vollständig ab und ist zumindest an einer ihrer beiden Seiten metallisch beschichtet (6).



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Druckmessgerät, insbesondere ein Druckmessgerät für Durchflusssensoren mit einem Mikro Elektro Mechanische Systeme (MEMS) Drucksensorelement.

Stand der Technik

[0002] Piezoresistive Druckmessung basiert auf dem Prinzip, dass sich die der Widerstandswert des piezoresistiven Sensors unter Verformung infolge einer Druckeinwirkung ändert. Diese Widerstandänderung wird gemessen, um den ausgeübten Druck und/oder die Druckdifferenz zu bestimmen.

[0003] Piezoresistive Drucksensoren können kosteneffizient und in kleiner Baugrösse produziert werden. Sie weisen zusätzlich eine ausgezeichnete Sensitivität auf. Diese vorteilhaften Eigenschaften machen piezoresistive Drucksensoren besonders attraktiv für Anwendungen in Bereichen, in denen geringe Druckdifferenzen gemessen werden, wie zum Beispiel im medizinisch/biotechnologischen Bereich, sowie in der Lebensmittel- und pharmazeutischen Industrie.

[0004] Um das Silizium-Drucksensorelement des piezoresistiven Drucksensors vor aggressiven Flüssigkeiten zu schützen, wird dieses Element üblicherweise mit einem elastischen Gel, üblicherweise ein Silikon oder Fluorsilikon, verkapselt. Dieses sehr elastische und weiche Material weist generell eine gute Beständigkeit gegen viele Kohlenwasserstoffe und Lösungsmittel auf.

[0005] Wenn die Fluorsilikon Verkapselung allerdings starken Säuren, starken Basen oder Halogenkohlenwasserstoffen, wie beispielsweise Fluorchlorkohlenwasserstoffen und Hydrofluorchlorkohlenwasserstoffen, auch Freone genannt, ausgesetzt wird, quillt das Silikongel auf, versprödet und/oder löst sich auf, wodurch das Messresultat verfälscht oder das Drucksensorelement sowie die darunterliegende Elektronik beschädigt werden können.

[0006] Aus dem Stand der Technik sind Ansätze bekannt, in denen der piezoelektrische Drucksensor in einem geeigneten Medium und/oder Gehäuse eingebettet ist. Das Medium und/oder das Gehäuse schützen den Silikon-verkapselte Drucksensorelement vor korrosiven, aggressiven oder reaktiven Substanzen. Allerdings bewirken diese Schutzmaterialien auch, dass der Druck nicht direkt auf den Drucksensor ausgeübt wird, sondern mittels beweglicher oder elastischer Schichten und/oder Barrieren an den Drucksensor übertragen wird. Dies ist problematisch, da die Sensitivität oder Empfindlichkeit des Druckmessgeräts durch eine reduzierte oder ineffiziente Druckübertragung des Mediendrucks auf das Füllmedium der Druckmesszelle reduziert wird.

[0007] Ein Verlust an Empfindlichkeit der Messzelle eines MEMS Druck- und Durchflussmesser, der zum Messen geringer Druckdifferenzen geeignet sein soll, stellt ein erhebliches Problem dar.

[0008] Besonders bei Druckmesszellen mit kleinen Dimensionen führen bekannte Schutzschichten aus Metall aufgrund ihrer hohen Eigensteifigkeit zu einer reduzierten oder ineffizienten Druckübertragung. Dadurch ist die minimale Grösse solcher metallischer Druckmesszellen begrenzt.

Darstellung der Erfindung

[0009] Es ist ein Ziel dieser Erfindung, die Mängel des Stands der Technik zu beheben und eine Druckmesszelle zu finden, die beständig ist und sensitiv Drücke und Druckänderungen messen kann. Die Druckmesszelle soll insbesondere für MEMS Drucksensoren geeignet sein, und insbesondere die Messsensitivität der Drucksensorelemente nicht wesentlich beeinträchtigen.

[0010] Vorzugsweise soll die Druckmesszelle medienbeständig sein und eine gute chemische Resistenz gegen aggressive und korrosive Substanzen aufweisen.

[0011] Die Druckmesszelle soll des Weiteren vorzugsweise für medizintechnische und / oder biotechnische Anwendungen, sowie für Anwendungen im Lebensmittel-Bereich geeignet sein.

[0012] Erfindungsgemäss werden diese Ziele durch die unabhängigen Ansprüche 1 und 15, sowie deren Unteransprüche erreicht.

[0013] Spezifisch werden die Ziele durch eine Druckmesszelle mit einem einen Innenraum einschliessenden Grundkörper, der eine erste Öffnung aufweist, erreicht. Ein Drucksensor ist im Innenraum des Grundkörpers angeordnet, wobei der Innenraum mit einem Drucktransfermedium, das eine flüssige, eine gelartige oder eine ölige Substanz, oder ein verfestigtes Elastomer sein kann, befüllt ist. Die Druckmesszelle weist weiters eine Membran aus Kunststoff mit einer unebenen Form auf. Die Membran deckt die erste Öffnung des Grundkörpers vollständig ab und ist zumindest an einer Seite metallisch beschichtet.

[0014] Die unebene Form der Membran trägt zur verbesserten Empfindlichkeit der Druckmesszelle bei. Im Vergleich zu einer flachen Membran reagiert die unebene Membran schneller und sensitiver auf Druckdifferenzen.

[0015] Die Membran wird als uneben bezeichnet, sofern sie nicht flach ist und ihre beiden Seiten oder Oberflächen uneben sind. Vorzugsweise ist die Dicke der Membran konstant. Eine unebene Membran, kann beispielsweise eine Wellenform

aufweisen. Vorzugsweise sind die Wellen konzentrisch angeordnet, wobei das Zentrum der Wellen in der Druckmesszelle sich im geometrischen Zentrum der ersten Öffnung befindet. Die Membran kann aber auch eine oder mehrere konzentrische Halbsphären, oder aber auch Wölbungen oder Vertiefungen unterschiedlichster Ausführungen aufweisen. Andere unebene Formen der Membran sind ebenfalls geeignet.

[0016] Vorteilhaft gewährleistet diese Anordnung, dass der hydrostatische Druck auf der Aussenseite der Messzelle ohne wesentliche Verzögerung oder Druckdifferenz auf den Drucksensor übertragen wird. Die ist unter anderem auf das flexible Kunststoffmaterial der Membran, sowie die unebene, vorzugsweise gewellte oder gewölbte Form der Membran zurückzuführen.

[0017] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0018] Gemäss einem Aspekt der Erfindung weist der Grundkörper eine zweite Öffnung auf, die der ersten Öffnung gegenüberliegt, sodass der Innenraum sich zwischen den beiden Öffnungen befindet. In dieser Ausführung deckt ein Abdeckelement, das vorzugsweise eine Leiterplatte ist, die zweite Öffnung vollständig ab. Das Abdeckelement ist an dem Grundkörper hermetisch angebracht.

[0019] Das Abdeckelement kann am Grundkörper verschraubt angebracht sein. Das Abdeckelement kann allerdings auch mittels anderer Befestigungsmittel am Grundkörper angebracht sein. Vorzugsweise wird ein Dichtungselement, beispielsweise ein Dichtungsring, verwendet, um die hermetische Barriere des an dem Grundkörper angebrachten Abdeckelement zu gewährleisten.

[0020] Vorteilhaft schliesst der Grundkörper gemeinsam mit der Membran, beziehungsweise der Membran und dem Abdeckelement, den von der Aussenwelt hermetisch abgeschlossenen Innenraum ein.

[0021] Weiterhin vorteilhaft füllt das Drucktransfermedium das freie Volumen des Innenraums, das heisst jenes Volumen, das nicht von dem Drucksensor oder anderen Bestandteilen der Druckmesszelle eingenommen sind, vollständig aus. Dies ermöglicht eine effiziente Übertragung des auf die Membran ausgeübten Drucks auf den Drucksensor.

[0022] In einem Aspekt der Erfindung ist der Drucksensor an der dem Innenraum zugewandten Seite des Abdeckelements angeordnet. Der Drucksensor kann beispielsweise an das Abdeckelement geklebt oder andersartig befestigt sein. Allerdings muss der Drucksensor nicht unbedingt am Abdeckelement befestigt sein.

[0023] Der Drucksensor ist mit dem Abdeckelement, vorzugsweise der Leiterplatte, elektrisch verbunden.

[0024] In einer bevorzugten Ausführung ist der Drucksensor ein MEMS Sensor, zum Beispiel ein piezoresistiver Drucksensor. Der Drucksensor kann beispielsweise auf einem Glasträger vorgelegt werden. Allerdings ist die Erfindung nicht auf piezoresistive Drucksensoren beschränkt. Andere MEMS Drucksensoren können ebenfalls im Rahmen dieser Erfindung verwendet werden.

[0025] Die maximale transversale Dimension eines MEMS Drucksensors reicht üblicherweise von einschliesslich 0.5 Millimeter bis 3 Millimeter.

[0026] In einer MEMS Ausführung dieser Erfindung beträgt die maximale transversale Dimension des Innenraums der Druckmesszelle vorzugsweise weniger als 1 Zentimeter, zum Beispiel von 1 bis 10 Millimeter, vorzugsweise von 2 bis 5 Millimeter.

[0027] In dieser Ausführung beträgt die maximale transversale Dimension der ersten Öffnung weniger als 6 Millimeter, zum Beispiel 2 bis 4 Millimeter.

[0028] Für herkömmliche Druckmesszellen, die Membranen aus Metall zum Empfang der Druckkraft verwenden, stellt diese geringe Öffnungsgrösse ein grundlegendes Hindernis in der Leistungsfähigkeit der Druckmesszelle dar. Insbesondere sind die Dynamik der Messzelle, sowie die Linearität der Druckübertragung, welche mit einer Metallmembran nicht mehr gewährleistet werden kann, eingeschränkt. Auf Grund ihrer relativen inhärenten Steifigkeit der metallischen Membranen verliert eine Druckmesszelle mit einer Metallmembran mit Durchmessern von weniger als 10 Millimeter an Sensitivität, Dynamik und/oder Linearität. Metallmembranen von weniger als 7 mm sind zum Zweck der Druckübertragung in einer Druckmesszelle daher ungeeignet.

[0029] Diese Erfindung verwendet allerdings ein Kunststoffmaterial oder ein Kunststoffverbundmaterial für die Membran. Geeignete Kunststoffe sind beispielsweise Polyetheretherketon (PEEK), Polyimid, fluorierte Kunststoffe, einschliesslich Polytetrafluorethylen, Perfluoralkoxycopolymer, oder Tetrafluorethylen/Hexafluorpropylencopolymer. Andere Kunststoffmaterialien, beziehungsweise deren Verbundwerkstoffe, sind ebenfalls geeignet, sofern sie ein Zug-E-Modul im geeigneten Bereich aufweisen.

[0030] Ein geeigneter Zug-E-Modul Bereich umfasst bei 23° Celsius 0.01 Giga Pascal bis 6 Giga Pascal. Eine Elastizität des Membranmaterials in diesem Bereich gewährleistet, dass die Membran eines Durchmessers von 6 Millimetern oder weniger als 6 Millimeter ausreichend elastisch ist, um die erforderliche Sensitivität der MEMS Druckmesszelle zu ermöglichen.

[0031] Vorzugsweise liegt das E-Modul der Kunststoffmembran einer Dicke zwischen 10 Mikrometer und 30 Mikrometer bei 23°C in einem Bereich von 1.5 Giga Pascal bis 2 Giga Pascal, vorzugsweise von 1.7 Giga Pascal bis 1.9 Giga Pascal.

[0032] Auf Grund seiner Beständigkeit und Temperaturfestigkeit, sowie seiner guten Biokompatibilität, ist PEEK ein bevorzugtes Material für die Membran. Diese Eigenschaften machen PEEK auch besonders geeignet für alle Elemente, die eine dem Medium zugewandte Oberfläche aufweisen, wie zum Beispiel der Grundkörper.

[0033] Vorteilhaft, wird in dieser Erfindung die Sensitivität der Druckmesszelle des Weiteren durch die Form der Membran verbessert.

[0034] Spezifisch liegt die Membran in einer gewellten Form vor, wodurch ihre Steifigkeit minimiert wird und die Membran somit sensibler und schneller auf Druckänderungen reagiert. Dadurch wird die Sensitivität der Druckmesszelle zusätzlich erhöht.

[0035] Vorzugsweise wird die Membran thermisch in der Wellenform vorgeformt, bevor sie in der Druckmesszelle eingesetzt wird.

[0036] Vorzugsweise beträgt die Dicke der Membran weniger als 50 Mikrometer, vorzugsweise von 10 Mikrometer bis 20 Mikrometer.

[0037] Um den Ansprüchen medizinischer, pharmazeutischer und biologischer Anwendungen zu gerecht zu werden, bestehen die Membran und der Grundkörper der Druckmesszelle vorzugsweise im Wesentlichen aus biokompatiblen Materialien.

[0038] Die Membran und der Grundkörper sind vorzugsweise aus Kunststoffmaterialien, wie beispielsweise PEEK, oder Verbundmaterialien hergestellt, die inert oder chemisch resistent gegenüber korrosiven und/oder aggressiven Verbindungen sind. Idealerweise weisen diese Materialien eine gute Resistenz gegen starke Säuren, starke Basen, Lösemittel, sowie gegen Halogenkohlenwasserstoffe, einschliesslich Fluorchlorkohlenwasserstoffe und Hydrofluorchlorkohlenwasserstoffe auf.

[0039] Da PEEK Kunststoffe gut autoklavierbar sind, ist eine Druckmesszelle aus PEEK Material auch gut für sterile Anwendungen geeignet. PEEK Kunststoffe sind biokompatibel, wodurch sie insbesondere für medizintechnische Anwendungen geeignet sind.

[0040] In einer bevorzugten Ausführungsform besteht die Membran aus PEEK oder einem PEEK Verbundwerkstoff. Der Grundkörper ist vorzugsweise ebenfalls aus PEEK oder einem PEEK Verbundwerkstoff angefertigt. Die nicht-elektronischen Bauteile des optionalen Abdeckelements, können ebenfalls aus PEEK oder einem PEEK Verbundwerkstoff bestehen.

[0041] Vorteilhaft weist die Kunststoffmembran eine metallische Beschichtung auf. Die metallische Beschichtung dient dazu, die chemische Beständigkeit der Membran weiter zu verbessern. Die metallische Beschichtung bietet insbesondere den Vorteil, dass eine Diffusion durch die Membran fast vollkommen unterbunden wird. Dadurch wird das Drucktransfermedium und das Sensorelement vor aggressiven Flüssigkeiten beziehungsweise Gasen geschützt die durch die Membran diffundieren könnten. Dies trägt wesentlich zur Langlebigkeit der Druckmesszelle bei.

[0042] Die Schichtdicke der Metallbeschichtung reicht vorzugsweise von 100 Nanometer bis 600 Nanometer, vorzugsweise von 300 Nanometer bis 500 Nanometer. Die Schichtdicke der Beschichtung sollte ausreichend dünn gewählt werden, um ein Versteifen der Membran zu verhindern.

[0043] Verschiedene Beschichtungsverfahren sind im Stand der Technik bekannt und können zur Beschichtung der Membran angewandt werden. In einer bevorzugten Ausführung wird die Membran mit einer Nickel-Legierung gesputtert.

[0044] Die Membran kann beidseitig, das heisst an ihrer dem Innenraum zugewandten Innenseite als auch der abgewandten Aussenseite, beschichtet sein. Die Membran kann allerdings auch nur einseitig, vorzugsweise an ihrer Innenseite beschichtet sein.

[0045] Es ist möglich, dass die Membran vor dem Zusammenbau der Druckmesszelle beschichtet wird. Es ist aber auch möglich, dass die Membran in Rahmen der Anfertigung der Druckmesszelle beschichtet wird. In diesem Fall wird die Membran vorzugsweise an ihrer Innenseite beschichtet.

[0046] Die metallische Beschichtung ist vorzugsweise eine Nickel-Basislegierung. Beispielsweise ist die Metallbeschichtung eine Nickel / Molybdän / Chrom / Eisen / Wolfram Legierung. Allerdings können auch andere Metallbeschichtungen, vorzugsweise Nickel-, oder Chrom- Beschichtungen, sowie Nickellegierungen oder Chromnickelstahl verwendet werden. Andere chemikalienbeständige Legierungen sind ebenfalls geeignet.

[0047] Das Drucktransfermedium ist vorzugsweise ein Gel, beispielsweise ein Silikongel, spezifisch ein Fluor-Silikongel. Weiter ist das Drucktransfermedium nicht auf Gele beschränkt. Das Drucktransfermedium kann auch eine Flüssigkeit, eine ölige Substanz oder ein verfestigtes Elastomer sein.

[0048] Der Drucksensor ist vorzugsweise mittels konduktiver Elemente, zum Beispiel mittels Bonddrähten, mit dem Abdeckelement, das vorzugsweise eine Leiterplatte ist, verbunden.

[0049] Um die Fertigstellung der Druckmesszelle zu vereinfachen, ist es von Vorteil, wenn der Drucksensor an dem Abdeckelement angebracht ist. Der Drucksensor kann an das Abdeckelement befestigt, beispielsweise angeklebt sein. Der Drucksensor kann aber auch an dem Abdeckelement gebondet sein. Es ist auch möglich, dass der Drucksensor nicht

direkt an dem Abdeckelement fixiert ist. Es ist weiterhin möglich, dass der Drucksensor lediglich elektrisch mit dem Abdeckelement in Verbindung steht.

[0050] Andere Anbringungsmechanismen des Drucksensors, beispielsweise durch Einrasten in eine zur Anbringung vorgesehene Struktur des Abdeckelements, oder durch Befestigen mittels geeigneter Befestigungselemente, sind ebenfalls möglich.

[0051] Die Erfindung bezieht sich des Weiteren auf ein Herstellungsverfahren der Druckmesszelle. In diesem Verfahren wird die gewellte Membran derart an dem Grundkörper, vorzugsweise der Innenseite des Grundkörpers positioniert, dass die Membran die erste Öffnung des Grundkörpers vollständig abdeckt. Die Membran wird daraufhin entlang des Perimeters der ersten Öffnung, beziehungsweise in einer geeigneten Distanz zum Perimeter der ersten Öffnung derart laserver-schweisst, dass die Membran die erste Öffnung hermetisch abschliesst. In einer bevorzugten Methode wird die dem Innenraum zugewandten Seite der Membran mit einer Metalllegierung, vorzugsweise einer Nickellegierung beschichtet. Die Beschichtung erfolgt vorzugsweise im „Physical Vapour Deposition“ (PVD) Verfahren, auch als Sputtern bezeichnet.

[0052] Vorzugsweise ist die Membran lediglich an ihrer dem Innenraum zugewandten Seite metallisch beschichtet. Die Membran kann aber auch lediglich an ihrer Aussenseite oder aber auch an beiden Seiten beschichtet sein.

[0053] In einem weiteren Schritt wird der Innenraum des Grundkörpers mit dem Drucktransfermedium vollständig befüllt. Das Abdeckelement, an welchem der Drucksensor angebracht ist, wird daraufhin vorzugsweise unter Unterdruck oder in Vakuum-Verhältnissen, derart hermetisch an den Grundkörper angebracht, dass Drucksensor in den Innenraum hineinragt und so dass das Drucktransfermedium den von Abdeckelement, Grundkörper und Membran begrenzten Innenraum vollständig ausfüllt.

[0054] Um ein Herausquellen des von dem Drucksensor verdrängten Volumens des Drucktransfermediums aus dem Innenraum während der Anbringung des Abdeckelements zu ermöglichen, kann das Abdeckelement eine kleine Apertur aufweisen, beispielsweise eine kleine Bohröffnung, durch die das verdrängte Drucktransfermittel entweichen kann. Die Apertur, beziehungsweise die Bohröffnung wird nach Anbringen des Abdeckelements wieder verschlossen. Das Druck-transfermedium ist somit hermetisch im Innenraum der Druckmesszelle eingeschlossen.

[0055] Die hier vorgestellte Druckmesszelle eignet sich vorzugsweise zur Messung von Drucken und/oder Druckdifferenzen von 0 bar bis 10 bar, vorzugsweise von 0 bar und 5 bar. Die hier beschriebene Druckmesszelle kann beispielsweise als Druckmessgerät, Differenzdruckmessgerät oder auch als Durchflussmessgerät verwendet werden.

[0056] Auf Grund der geringen Baugrösse der Druckmesszelle, ist es einfach möglich mehrere Druckmesszellen seriell oder planar anzuordnen, um lokale Drucke und Druckdifferenzen bestimmen zu können. Dabei können mehrere Druckzellen einen gemeinsamen Grundkörper aufweisen, der mehrere Innenräume zur Aufnahme der Drucksensoren und des Drucktransfermediums, sowie mehrere erste Öffnungen aufweist. Ein Grundkörper, der mehrere Messzellen beinhaltet kann beispielsweise als Monoblock angefertigt werden.

[0057] Die Druckmesszelle ist unter anderem zum Einsatz als Differenzdruck-Durchflussmesser für Flüssigkeiten zur Messung eines Volumenstroms von 0.1 Milliliter pro Minute bis 10 Liter pro Minute geeignet.

[0058] Auf Grund ihrer geringen Grösse, und ihres Leistungsbereiches, ist die Druckmesszelle unter anderem für Dosiergeräte im medizinischen und biotechnologischen Bereich, einschliesslich steriler Anwendungen, geeignet. Des Weiteren kann die Druckmesszelle auch für Analysegeräte, Abfüllmaschinen und Verpackungsmaschinen eingesetzt werden.

[0059] In einer bevorzugten, biokompatiblen, korrosions- und medienresistenten Ausführungsform ist die Druckmesszelle insbesondere auch für medizintechnische Geräte und/oder medizinische Implantate geeignet.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0060] Die Erfindung wird anhand der beigefügten Figuren näher erläutert, wobei zeigen

- Fig. 1** eine schematische Schnittansicht eines möglichen Ausführungsbeispiels;
- Fig. 2A bis 2D** Schritte eines Herstellungsverfahrens des in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiels, wobei zeigen
- Fig. 2A** Einführen der gewellten Kunststoffmembran in den Grundkörper der Druckmesszelle,
- Fig. 2B** Beschichten der an der Innenseite des Grundkörpers angebrachten Membran mit einer Metalllegierung,
- Fig 2C** Befüllen des Innenraums mit Drucktransfermedium
- Fig. 2D** Anbringen des Abdeckelements mit Drucksensor an dem Grundkörper.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0061] Ein erfindungsgemässes Ausführungsbeispiel ist in den Figuren 1 bis 2D dargestellt und nachstehend beschrieben.

[0062] Figur 1 ist eine schematische Schnittansicht einer möglichen Ausführung einer Druckmesszelle mit einem Grundkörper 4 und einem Abdeckelement 2. Das Abdeckelement 2 kann an den Grundkörper 4 angeschraubt sein, wobei ein Dichtungsring 10 angeordnet ist, um eine hermetische Verbindung zwischen Abdeckelement 2 und Grundkörper 4 zu erstellen.

[0063] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Abdeckelement 2 eine Leiterplatte. Der Drucksensor 1, der im dargestellten Beispiel ein piezoresistiver MEMS Drucksensor ist, ist auf einer Glasplatte 12 angebracht und mittels der Glasplatte 12 am Abdeckelement 2 befestigt. In diesem Ausführungsbeispiel sind Drucksensor 1 mit Glasplatte 12 mittels eines Klebstoffs 7 am Abdeckelement 2 fixiert.

[0064] Der dargestellte Drucksensor 1 ist über Bonddrähte 8 mit der Elektronik des Abdeckelements 2, im vorliegenden Fall eine Leiterplatte, konduktiv verbunden.

[0065] Der Grundkörper schliesst gemeinsam mit dem Abdeckelement 2 einen Innenraum ein, in den der Drucksensor 1 hineinragt. Der Grundkörper weist an seiner dem Abdeckelement 2 gegenüberliegenden Seite eine erste Öffnung 9 auf. Diese erste Öffnung ist die Messöffnung für die Druckmessung.

[0066] Die Messöffnung 9 ist vollkommen von einer Kunststoffmembran 5 abgedeckt. Die Kunststoffmembran ist am Grundkörper 4 um die erste Öffnung angebracht, so dass die Membran 5 die Öffnung 9 hermetisch verschliesst. Vorzugsweise ist die Membran 5 am Grundkörper 4 mittels Laserverschweissen befestigt.

[0067] Wie in Figur 1 abgebildet, ist hat die Membran eine Wellenform.

[0068] In der dargestellten Ausführung weist die Membran 5 an ihrer dem Innenraum zugewandten Innenseite eine metallische Beschichtung 6 auf. In diesem Beispiel ist die Beschichtung eine Nickel-Legierung.

[0069] Zur metallischen Beschichtung der Membran 5 können handelsübliche Legierungen verwendet werden. Beispielsweise kann die Legierung folgende Elemente umfassen: Nickel bis maximal 63 Gewichtsprozent, Molybdän 15 Gewichtsprozent bis 17 Gewichtsprozent, Chrom 14.5 Gewichtsprozent bis 16.5 Gewichtsprozent, Eisen 4 Gewichtsprozent bis 7 Gewichtsprozent, Wolfram 3 Gewichtsprozent bis 4.5 Gewichtsprozent, Cobalt bis maximal 2.5 Gewichtsprozent, sowie, optional, weitere Elemente, die jeweils einen Gewichtsprozentanteil von weniger als 1 Gewichtsprozent darstellen. Es können beispielsweise Legierungen mit den Werkstoffnummern 2.4819 oder 1.4404 für die Beschichtung verwendet werden.

[0070] Allerdings ist die Erfindung nicht auf diese Legierungen beschränkt. Es können auch andere Metallbeschichtungen, beispielsweise aus Nickel, oder aus Chrom, oder auch aus Nickel und/oder Chrom-haltigen Legierungen verwendet werden. Andere chemikalienbeständige Metalle oder Metallegierungen sind ebenfalls für die Beschichtung geeignet.

[0071] Um eine effizienten Druckübertragung von der Membran 5 zum Drucksensor 1 zu gewährleisten, ist der Innenraum des Grundkörpers vollständig mit einem Drucktransfermedium 3 befüllt. In der dargestellten Ausführung ist das Drucktransfermedium ein Silikonöl. Es sind allerdings auch andere Drucktransfermedien geeignet, wie zum Beispiel Öle.

[0072] Unter Einwirkung eines Drucks oder bei einer Druckänderung, verformt sich die Membran. Bei einem positiven Druck, beziehungsweise einer positiven Druckänderung wölbt sich die Membran 5 in Richtung des Innenraums.

[0073] Die Richtung und das Ausmass dieser Formveränderung der Membran wird über das Drucktransfermedium und den Drucksensor übertragen. Die Wölbungen, beziehungsweise Formveränderungen, sind zwar minimal, aber da der Innenraum des Grundkörpers vollständig mit im Wesentlichen inkompressiblen Drucktransfermedium ausgefüllt ist, bewirkt diese minimale Veränderung eine Veränderung des hydrostatischen Drucks im Innenraum des Grundkörpers. Dieser geänderte hydrostatische Druck wirkt auf alle Flächen, die das Drucktransfermedium kontaktieren, einschliesslich der Aussenoberfläche des Drucksensors, und somit der Messoberfläche des Drucksensors, ein. In dem piezoresistiven Drucksensor wird dadurch das Drucksensorelement verformt, was eine Änderung des elektrischen Widerstandes der auf dem Drucksensorelement vorhandenen Messbrücke verursacht. Die Signalverstärkung und Digitalisierung sowie Korrektur des Signals kann auf der Leiterplatte oder auch auf einem dem Drucksensorelement beigegebenen ASIC Controller erfolgen.

[0074] In einer bevorzugten Ausführung besteht der Grundkörper 4 aus PEEK oder einem PEEK Verbundwerkstoff. Weiterhin vorzugsweise ist die Membran 5 ebenfalls aus PEEK oder einem PEEK Verbundwerkstoff und ist an ihrer dem Innenraum abgewandten Aussenseite unbeschichtet. Die Membran 5 kann aber auch an ihrer Aussenseite beschichtet sein. Die Aussenoberfläche der Druckmesszelle ist in dieser bevorzugten Ausführung demnach aus PEEK oder einem PEEK Verbundwerkstoff.

[0075] Figuren 2a bis 2d zeigen in einzelnen Schritten die Herstellung des in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiels.

[0076] In einem ersten Schritt wird, wie in Figur 2a abgebildet, die unbeschichtete Membran 5 in den Innenraum des Grundkörpers 4 eingeführt und so positioniert, dass sie dessen erste Öffnung vollständig abdeckt. Die Membran wird danach mit dem Grundkörper 4 mittels Laser verschweisst.

[0077] In einem nächsten Schritt, Figur 2b, wird die am Grundkörper 4 fixierte Membran 5 mit einer Metalllegierung 6 beschichtet. Vorzugsweise wird die Membran mit der Legierung im PVD Verfahren beschichtet, beziehungsweise gesputtert.

[0078] Daraufhin wird, wie in Figur 2c dargestellt, der Innenraum des Grundkörpers vorzugsweise vollständig mit dem Drucktransfermedium 3 befüllt.

[0079] Als letzter Schritt, Figur 2d, wird das Abdeckelement mit dem Drucksensor an dem Grundkörper angebracht, um den befüllten Innenraum 3 hermetisch abzuschliessen.

[0080] Um ein Herausquellen des von dem Drucksensor 1 verdrängten Volumens des Drucktransfermediums 3 zu ermöglichen, weist das Abdeckelement vorzugsweise eine kleine Öffnung 13 auf. Diese Öffnung wird nach Befestigen des Abdeckelements hermetisch verschlossen, beispielsweise durch Löten.

[0081] Es versteht sich, dass verschiedene Ausführungen und Modifikationen der hierin beschriebenen, gegenwärtig bevorzugten Ausführungsform für den Fachmann offensichtlich sind. Soweit diese Ausführungsformen und nicht vom Umfang der Ansprüche abzuweichen, ist es vorgesehen, dass diese ebenfalls in der hier offengelegten Erfindung enthalten sind.

Patentansprüche

1. Eine Druckmesszelle aufweisend
 - einen Innenraum einschliessenden Grundkörper (4) mit einer ersten Öffnung (9),
 - einen im Innenraum des Grundkörpers befindlichen Drucksensor (1),
 - ein im Innenraum des Grundkörpers befindliches Drucktransfermedium (3), das eine Flüssigkeit, ein Gel, ein Öl oder ein verfestigtes Elastomer ist,
 - eine Kunststoff Membran (5), die derart an dem Grundkörper (4) angebracht ist, dass sie die erste Öffnung (9) vollständig abdeckt,
 - wobei die Membran (5) eine unebene Form aufweist, und wobei die Membran (5) zumindest an einer Seite eine metallische Beschichtung (6) aufweist.
2. Druckmesszelle nach Anspruch 1, wobei der Grundkörper (4) eine der ersten Öffnung (9) gegenüberliegenden zweite Öffnung (11) aufweist, und wobei ein Abdeckelement (2), hermetisch an den Grundkörper (4) angebracht ist, so dass das Abdeckelement (2) die zweite Öffnung (11) vollständig abdeckt und so dass der Innenraum von dem Grundkörper (4) und von dem Abdeckelement (2) eingeschlossen ist.
3. Druckmesszelle nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Grundkörper (4) zumindest teilweise aus Polyetheretherketon (PEEK) oder einem PEEK Verbundwerkstoff besteht.
4. Druckmesszelle nach einem der Ansprüche 2 oder 3, wobei das Abdeckelement (2) eine Leiterplatte ist.
5. Druckmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Drucksensor (1) ein piezoresistiver Drucksensor, insbesondere ein mikroelektromechanischer System (MEMS) Drucksensor.
6. Druckmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Membran (5) aus Polyetheretherketon („PEEK“) oder einem PEEK Verbundwerkstoff besteht.
7. Druckmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die maximale transversale Dimension der ersten Öffnung (9) weniger als 6 Millimeter, vorzugsweise zwischen 2 Millimeter und 4 Millimeter beträgt.
8. Druckmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die unebene Membran (5) thermisch vorgeformt ist.
9. Druckmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei beide Oberflächen der Membran (5) uneben sind und die Membran eine gewellte Form einnimmt, wobei die Wellen vorzugsweise konzentrisch angeordnet sind.
10. Druckmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Membran (5) lediglich an ihrer dem Innenraum (3) zugewandten Seite eine metallische Beschichtung aufweist.
11. Druckmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die metallische Beschichtung (6) der Membran eine Schichtdicke von 100 Nanometer bis 600 Nanometer, vorzugsweise eine Schichtdicke zwischen 300 Nanometer und 500 Nanometer, aufweist.
12. Druckmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Membran (5) eine Dicke von weniger als 50 Mikrometer, vorzugsweise von 10 Mikrometer bis 20 Mikrometer aufweist.
13. Druckmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Membran (5) durch Laserschweissen an dem Grundkörper (4) angebracht ist.
14. Druckmesszelle nach einem der Ansprüche 4 bis 13, wobei der Drucksensor (1) mittels konduktiver Elemente (8), vorzugsweise mittels Bonddrähten, mit dem Abdeckelement (2), das vorzugsweise eine Leiterplatte ist, verbunden ist.
15. Verfahren zur Herstellung einer Druckmesszelle nach Ansprüchen 2 bis 14, umfassend folgende Schritte:
 - positionieren der vorgeformten Metall-beschichteten oder unbeschichteten Membran (5) an dem Grundkörper, so dass die Membran die erste Öffnung (9) des Grundkörpers vollständig abdeckt;

- laserverschweissen der Membran (5) entlang des Perimeters der ersten Öffnung, beziehungsweise einer geeigneten Distanz zum Perimeters der ersten Öffnung, zur hermetischen Anbringung der Membran (5) am Grundkörper (4);
- optional, sofern die Membran (5) unbeschichtet ist, beschichten der dem Innenraum zugewandten Seite der Membran (5), vorzugsweise durch Sputtern, mit einer Metalllegierung, vorzugsweise einer Nickellegierung;
- befüllen des Innenraums mit dem Drucktransfermedium (3);
- hermetisches befestigen des Abdeckelements (2) mit angebrachtem Drucksensor (1) am Grundkörper (4), vorzugsweise unter Unterdruck- oder Vakuum-Verhältnisse, so dass der Drucksensor (1) in den Innenraum hineinragt und so dass das Drucktransfermedium (3) den von Abdeckelement (2), Grundkörper (4) und Membran (5) begrenzten Innenraum vollständig ausfüllt.

Fig. 1

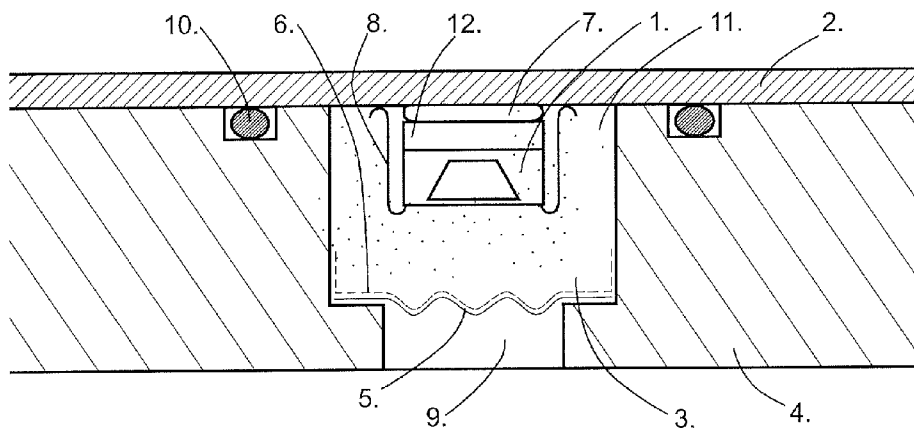
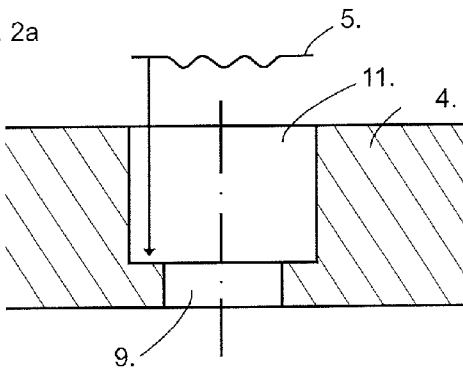
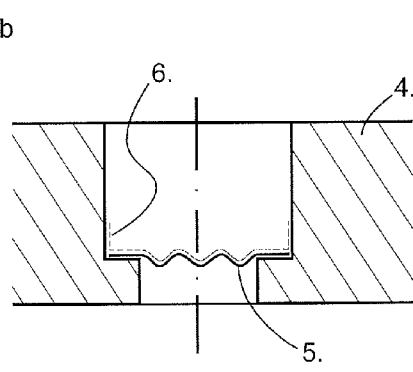


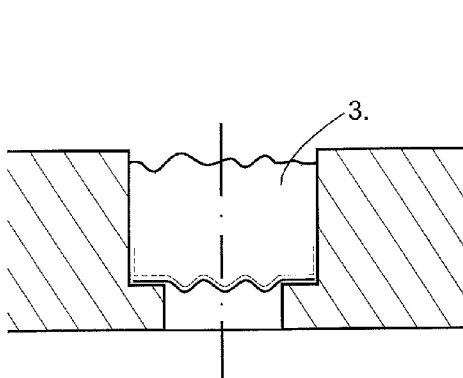
Fig. 2a



2b



2c



2d

