



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 035 230 A1** 2008.01.31

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 035 230.0**

(22) Anmeldetag: **26.07.2006**

(43) Offenlegungstag: **31.01.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G01L 7/08** (2006.01)
G01L 9/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Endress + Hauser GmbH + Co. KG, 79689
Maulburg, DE**

(74) Vertreter:

Andres, A., Pat.-Anw., 79576 Weil am Rhein

(72) Erfinder:

**Lopatin, Sergej, Dr., 79540 Lörrach, DE; Becher,
Raimund, 79238 Ehrenkirchen, DE; Humpert, Axel,
77866 Rheinau, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:

DE 30 18 856 A1

EP 07 59 547 A1

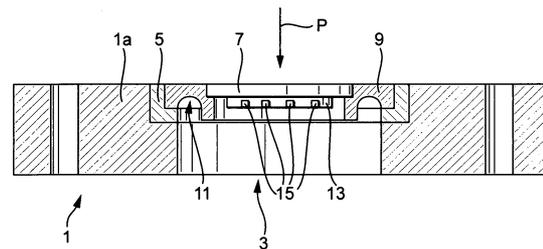
EP 07 35 353 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Druckmessaufnehmer**

(57) Zusammenfassung: Es ist ein trockener frontbündiger Druckmessaufnehmer, der in einem großen Temperaturbereich zuverlässige Messungen ermöglicht, vorgesehen, mit einem Prozessanschluss (1, 1a, 1b) aus einem Edelstahl, der dazu dient, den Druckmessaufnehmer an einem Messort zu befestigen, einem Drucksensormodul (3, 17, 29, 41), mit einer Halterung (5, 19, 31, 43) aus einem Edelstahl, in die frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung eine metallische Trennmembran (7, 23, 35, 51) eingesetzt ist, auf deren Außenseite im Messbetrieb ein zu messender Druck (p) einwirkt, die frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung in den Prozessanschluss (1, 1a, 1b) eingesetzt ist, und einer von der Halterung (5, 19, 31, 43) getragenen Titanronde (7, 27, 53), auf der ein Saphirträger (13) mit darin eingebrachten Siliziumsensoren (15) aufgebracht ist, die die Trennmembran (7) bildet oder mechanisch derart mit der Trennmembran (23, 35, 51) verbunden ist, dass eine Auslenkung der Trennmembran (23, 35, 51) eine korrespondierende Auslenkung der Titanronde (27) bewirkt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Druckmessaufnehmer.

[0002] In der Druckmesstechnik werden Druckmessaufnehmer zur Erfassung von Drücken eingesetzt. Die gemessenen Drücke werden in der Industrie beispielsweise zur Steuerung oder Regelung von Prozessen eingesetzt.

[0003] Es gibt eine Vielzahl von industriellen Anwendungen, in denen Druckmessaufnehmer drastischen, zum Teil sehr abrupten Temperaturschwankungen ausgesetzt sind. Zusätzliche gelten in einigen Industriezweigen, z.B. in der Pharmaindustrie, sehr hohe Hygieneanforderungen. Üblicher Weise werden in diesen Industriezweigen Reinigungsverfahren eingesetzt, bei denen die Drucksensoren starken Temperaturschwankungen ausgesetzt sein können. Beispiele für derartige Reinigungsverfahren sind die so genannten Cleaning-in-Place (CIP) oder Sterilisation-in-Place (SIP) Verfahren, bei denen die Behälter gereinigt bzw. sterilisiert werden, ohne dass Messgeräte oder Messaufnehmer vorher entfernt werden. Dabei wird beispielsweise ein Sprühkopf in dem Behälter angeordnet, der Reinigungsschemikalien und Wasser bzw. Dampf zuführt und den Behälter je nach Bedarf ausspült oder ausgekocht. Je nach Anwendung können Temperaturen von z.B. -20°C bis zu beispielsweise 200°C auftreten.

[0004] Ein solch breiter Temperaturbereich bereitet Probleme hinsichtlich der Messgenauigkeit der Drucksensoren. Drucksensoren sind in der Regel aus verschiedenen Bauteilen aus unterschiedlichen Werkstoffen aufgebaut, deren unterschiedliche thermische Ausdehnung über die Temperatur zu Spannungen, Verspannungen, und im schlimmsten Fall sogar zu Verformungen der Bauteile führen können.

[0005] Heute weisen eine Vielzahl von Druckmessaufnehmern Druckmittler auf, die einen auf eine Trennmembran einwirkenden zu messenden Druck über eine Druck übertragende Flüssigkeit zu einem druckempfindlichen Messelement übertragen. Druck übertragende Flüssigkeiten weisen einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf, der bewirkt, dass sich das Volumen der im Druckmessaufnehmer enthaltenen Flüssigkeit mit der Temperatur ändert. Dies führt zu Messfehlern. Hinzu kommt, dass Druck übertragende Flüssigkeiten in einigen Anwendungen bei denen hohe Sicherheits- und/oder Hygieneanforderungen bestehen gar nicht oder nur ungern eingesetzt werden, da die Gefahr besteht, dass die Flüssigkeit bei einer Beschädigung des Druckmessaufnehmers auslaufen kann. In diesen Anwendungen werden bevorzugt so genannte ‚trockene Druckmessaufnehmer‘, d.h. solche, die ohne eine Druck übertragende Flüssigkeit auskommen, eingesetzt.

[0006] Heute werden sehr gerne Halbleiter-Drucksensoren eingesetzt. Ein besonders bevorzugtes Beispiel sind Saphirträger mit darin eingeschlossenen Silizium-Sensoren, z.B. Silizium-Dehnungswiderständen oder Widerstandsbrückenschaltungen. Derartige Sensoren sind aus der Silicon on Saphir Technologie (SOS Technologie) bekannt. Sie bieten den Vorteil, dass sie bei sehr tiefen und auch bei hohen sehr Temperaturen eingesetzt werden können.

[0007] In der traditionellen Siliziumtechnologie werden die Silizium-Sensoren auf Siliziumträger aufgebracht und z.B. durch pn Übergänge isoliert. Diese Isolierung ist jedoch nur bei Temperaturen unterhalb von ca. 150°C effektiv. Demgegenüber bieten in SOS-Technologie aufgebaute Drucksensoren den Vorteil, dass Saphir ein Dielektrikum ist, das bei Temperaturen von bis zu 350°C eine gute Isolierung der eingeschlossenen Sensoren gewährleistet.

[0008] Saphir ist mechanisch äußerst stabil und weist eine Kristallstruktur auf, die kompatibel zu derjenigen von Silizium ist.

[0009] Saphirträger mit darin eingebrachten Silizium-Sensoren können in einem sehr breiten Temperaturbereich eingesetzt werden und auch sehr plötzliche große Temperaturschwankungen gut verkraften. Probleme treten jedoch z.B. dann auf, wenn diese Drucksensoren in einen Messaufnehmer aus einem Edelstahl eingesetzt werden. Saphir weist einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von $8 \times 10^{-6}/\text{K}$, Edelstahl dagegen einen von $16 \times 10^{-6}/\text{K}$.

[0010] Es gibt heute Druckmessaufnehmer, bei denen auf Saphir aufgebrachte Silizium-Sensoren auf einer Trennmembran aus Titan aufgebracht sind. Titan weist einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf, der dem von Saphir entspricht. Titan ist ein sehr hochwertiges, aber auch sehr teures Material.

[0011] Eine weitere Anforderung, die besonders in Anwendungen mit hohen hygienischen Anforderungen, an Druckmessaufnehmer gestellt wird, ist die der Frontbündigkeit. Damit ist gemeint, dass der Druckmessaufnehmer in einer Ebene zum Prozess hin abschließen muss und insbesondere keine Spalte, Ausnehmungen und/oder Hinterschneidungen aufweisen darf, in die das am Messort enthaltene Medium, dessen Druck es zu erfassen gilt, eindringen kann.

[0012] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen trockenen frontbündigen Druckmessaufnehmer mit einem in SOS Technologie hergestellten Drucksensor anzugeben, der in einem großen Temperaturbereich zuverlässige Messungen ermöglicht.

[0013] Hierzu besteht die Erfindung in einem Druckmessaufnehmer mit

- einen Prozessanschluss aus einem Edelstahl, der dazu dient, den Druckmessaufnehmer an einem Messort zu befestigen,
- einem Drucksensormodul, mit
- einer Halterung aus einem Edelstahl,
- in die frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung eine metallische Trennmembran eingesetzt ist, auf deren Außenseite im Messbetrieb ein zu messender Druck einwirkt,
- die frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung in den Prozessanschluss eingesetzt ist, und
- einer von der Halterung getragenen Titanronde,
- auf der ein Saphirträger mit darin eingebrachten Siliziumsensoren aufgebracht ist,
- die die Trennmembran bildet oder derart mechanisch mit der Trennmembran verbunden ist, dass eine Auslenkung der Trennmembran eine korrespondierende Auslenkung der Titanronde bewirkt.

[0014] Gemäß einer Ausgestaltung ist die metallische Verbindung zwischen der Halterung und dem Prozessanschluss eine Schweißung.

[0015] Gemäß einer Weiterbildung ist der Saphirträger durch Hartlötten auf die Titanronde aufgebracht.

[0016] Gemäß einer ersten Variante bildet die Titanronde die Trennmembran und die metallische Verbindung zwischen der Trennmembran und der Halterung umfasst einen ringförmigen Membranträger aus Titan,

- der frontbündig in die Halterung eingeschweißt ist und frontbündig mit dem Prozessanschluss abschließt,
- in den die Trennmembran frontbündig eingeschweißt ist, und
- der auf dessen ins Innere des Druckmessaufnehmers weisenden Innenseite eine ringförmig umlaufende Ausnehmung aufweist,
- durch die der Membranträger in der Lage ist, Spannungen, die durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Trennmembran und des Prozessanschlusses entstehen können, aufzunehmen.

[0017] Gemäß einer zweiten Variante besteht die Trennmembran aus einer Edelstahlronde, die metallische Verbindung zwischen der Trennmembran und der Halterung ist eine Schweißung, und die Titanronde ist auf einer Innenseite der Trennmembran aufgebracht.

[0018] Gemäß einer Weiterbildung der zweiten Variante ist die Titanronde auf die Trennmembran aus Edelstahl mittels einer Hartlötverbindung, insb. mittels einer Vielzahl von Hartlötverbindungspunkten, aufgebracht.

[0019] Gemäß einer dritten Variante

- ist die Halterung rohrförmig,
- ist die Trennmembran eine Edelstahlronde,
- die frontbündig in ein erstes Ende der Halterung eingesetzt ist,
- ist die metallische Verbindung zwischen der Halterung und der Trennmembran eine Schweißung,
- schließt das erste Ende der Halterung frontbündig mit dem Prozessanschluss ab,
- ist die Titanronde auf ein zweites Ende der Halterung aufgebracht,
- wobei der Saphirträger mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren auf einer von der Halterung abgewandten Seite der Titanronde angeordnet ist, und
- wobei ein äußerer Rand der Titanronde mit dem zweiten Ende der Halterung verbunden ist, und
- es ist ein mit der Trennmembran und der Titanronde verbundener Stößel vorgesehen,
- der dazu dient eine mechanische Auslenkung der Trennmembran auf die Titanronde und darüber auf den Saphirträger mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren zu übertragen.

[0020] Weiter umfasst die Erfindung eine vierte Variante, bei der

- die Halterung ein rohrförmiges Segment ist, an dessen Innenwand ein sich radial dessen Innenraum erstreckender Absatz mit einer zentralen koaxial zu einer Längsachse der Halterung verlaufenden durchgängigen Ausnehmung angeformt ist,
- die Trennmembran eine Edelstahlronde ist,
- die frontbündig in ein erstes Ende der Halterung eingesetzt ist,
- die metallische Verbindung zwischen der Halterung und der Trennmembran eine Schweißung ist,
- das erste Ende der Halterung frontbündig mit dem Prozessanschluss abschließt,
- ein endseitig von der Titanronde abgeschlossenes Trägerelement vorgesehen ist,
- auf dem der Saphirträger mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren auf einer von der Halterung abgewandten Seite der Titanronde angeordnet ist, und
- an dessen von der Titanronde abgewandten Seite ein Rohrsegment angeformt ist, dass endseitig mittels einer rein metallischen Verbindung in die Ausnehmung des Absatzes eingesetzt ist, und
- ein mit der Trennmembran und der Titanronde verbundener Stößel vorgesehen ist,
- der durch die Ausnehmung im Absatz und das Rohrsegment hindurch führt, und
- der dazu dient eine mechanische Auslenkung der Trennmembran auf die Titanronde und darüber auf den Saphirträger mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren zu übertragen.

[0021] Gemäß einer Weiterbildung der vierten Variante ist das Trägerelement ein Titangehäuse, in dessen Außenwand eine ringförmig umlaufende Ausspa-

rung vorgesehen ist.

[0022] Weiter besteht die Erfindung in einem Verfahren zur Herstellung eines Druckmessaufnehmers gemäß der ersten Variante, bei dem

- die als Trennmembran dienende Titanrunde mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in den ringförmigen Membranträger aus Titan eingeschweißt wird,
- der Saphirträger mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren durch Hartlötungen auf der Rückseite der Titanrunde aufgelötet wird,
- der Membranträger mittels einer Elektronenstrahl-Schweißung frontbündig in eine ringförmige Halterung aus Edelstahl eingesetzt wird, und
- die Halterung mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in einen Prozessanschluss aus Edelstahl eingesetzt wird.

[0023] Weiter besteht die Erfindung in einem Verfahren zur Herstellung eines Druckmessaufnehmers gemäß der zweiten Variante, bei dem

- die als Trennmembran dienende Edelstahlrunde mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in die ringförmige Halterung eingeschweißt wird,
- die Titanrunde mittels Hartlötungen, insb. mittels einer Vielzahl von Hartlötverbindungsstellen, auf der Innenseite der Edelstahlrunde aufgebracht wird,
- der Saphirträger mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren durch Hartlötungen auf die Rückseite der Titanrunde aufgelötet wird, und
- die Halterung mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in den Prozessanschluss aus Edelstahl eingesetzt wird.

[0024] Weiter besteht die Erfindung in einem Verfahren zur Herstellung eines Druckmessaufnehmers gemäß der dritten Variante, bei dem

- der Stößel mittig auf die als Trennmembran dienende Edelstahlrunde geschweißt wird,
- die Trennmembran mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in das erste Ende der rohrförmigen Halterung eingeschweißt wird,
- der Saphirträger mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren durch Hartlötungen auf die Rückseite der Titanrunde aufgelötet wird,
- die Vorderseite der Titanrunde abschließend durch Hartlötungen mit dem Stößel und dem zweiten Ende der Halterung verbunden wird, und
- das erste Ende der Halterung mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in den Prozessanschluss aus Edelstahl eingeschweißt wird.

[0025] Durch die Erfindung ist es möglich Druckmessaufnehmer mit Drucksensoren in SOS Technologie anzubieten, die einen rein metallischen frontbündigen Abschluss zum Prozess aufweisen, und ohne Druck übertragende Flüssigkeiten auskommen.

[0026] Ein besonderer Vorteil besteht darin, dass ein Drucksensormodul verwendet wird, das den Saphirträger mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren und die damit verbundene Titanrunde trägt. Dieses Modul weist eine Halterung aus Edelstahl auf, in der die Trennmembran frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung eingesetzt ist, und die unmittelbar frontbündig in Prozessanschlüsse aus Edelstahl eingeschweißt wird. Hierdurch ist es möglich das Drucksensormodul vorab zu kalibrieren und dann sehr flexibel in Verbindung mit unterschiedlichen Prozessanschlüssen einzusetzen.

[0027] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die erfindungsgemäßen Druckmessaufnehmer mit einer sehr geringen Menge des sehr teuren Werkstoffes Titan auskommen. Es wird immer nur eine einzige Titanrunde benötigt, und nur dann, wenn diese die Trennmembran bildet ist ein daran anschließender Membranträger aus Titan vorgesehen.

[0028] [Fig. 1](#) zeigt einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Druckmessaufnehmer mit einer Trennmembran aus Titan;

[0029] [Fig. 2](#) zeigt einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Druckmessaufnehmer mit einer Trennmembran aus einem Edelstahl;

[0030] [Fig. 3](#) zeigt einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Druckmessaufnehmer mit einer Trennmembran aus einem Edelstahl, die über einen Stößel mit einer Titanrunde verbunden ist; und

[0031] [Fig. 4](#) zeigt einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Druckmessaufnehmer mit einer Trennmembran aus einem Edelstahl, die über einen Stößel mit einer Titanrunde verbunden ist, bei dem die Titanrunde Bestandteil eines Trägerelements ist; und

[0032] [Fig. 5](#) zeigt eine Abwandlung des Trägerelements von [Fig. 4](#) mit einer ringförmig umlaufenden Aussparung.

[0033] die [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) zeigen die in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) dargestellten Druckmessaufnehmer, wobei anstelle der in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) dargestellten Flansche Gewindestutzen als Prozessanschlüsse vorgesehen sind.

[0034] [Fig. 1](#) zeigt einen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckmessaufnehmers. Er umfasst einen Prozessanschluss **1**, hier ein Flansch **1a**, aus einem Edelstahl, der dazu dient, den Druckmessaufnehmer an einem Messort zu befestigen. Alternativ hierzu können selbstverständlich andere dem Fachmann bekannte Prozessanschlussvarianten eingesetzt werden. [Fig. 6](#) zeigt den in [Fig. 1](#) dargestellten Druck-

messaufnehmer in Verbindung mit einem als Gewindestutzen **1b** ausgeführten Prozessanschluss **1**, der ein Außengewinde **2** aufweist, das dazu dient den Druckmessaufnehmer frontbündig in eine entsprechende Gewindebohrung am Messort einzuschrauben.

[0035] Es ist ein Drucksensormodul **3** vorgesehen, dass frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung in den Prozessanschluss **1** eingesetzt ist. Das Drucksensormodul **3** weist hierzu eine ringförmige Halterung **5** aus einem Edelstahl auf. Die ringförmige Halterung **5** ist frontbündig in den Prozessanschluss **1** eingesetzt ist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist die ringförmige Halterung **5** eine L-förmige Querschnittsfläche auf und ist mit deren äußerem Rand mit dem Prozessanschluss **1** verschweißt.

[0036] Das Drucksensormodul **3** umfasst eine metallische Trennmembran **7**, die frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung in die Halterung **5** eingesetzt ist. Im Messbetrieb wirkt auf eine Außenseite der Trennmembran **7** ein zu messender Druck p ein. In dem in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsbeispiel besteht die Trennmembran **7** aus Titan.

[0037] Die rein metallische Verbindung zwischen der Trennmembran **7** und der Halterung **5** aus Edelstahl, umfasst einen ringförmigen Membranträger **9** aus Titan.

[0038] Der ringförmige Membranträger **9** schließt frontbündig mit der Halterung **5** und dem Prozessanschluss **1** ab und die Trennmembran **7** ist frontbündig in den Membranträger **9** eingeschweißt. Hierzu weist der Membranträger **9** an dessen vorderen Innenseite eine ringförmige Absatzfläche auf, auf der die Trennmembran **7** mit einem äußeren Rand aufliegt. Der Membranträger **9** liegt damit zwischen der Trennmembran **7** aus Titan und der ringförmigen mit dem Prozessanschluss **1** verbundenen Halterung **5**. Der Membranträger **11** liegt in der Halterung **5** und dessen äußerer Rand ist derart mit einem inneren Rand der Halterung **5** verschweißt, dass beide Bauteile frontbündig mit dem Prozessanschluss **1** abschließen. Die Halterung **5** und der Prozessanschluss **1** bestehen beide aus Edelstahl. Der Membranträger **9** hat die Aufgabe, Spannungen, die durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Trennmembran **7** und der Halterung **5** bzw. des Prozessanschlusses **1** entstehen können, aufzunehmen. Hierzu weist der Membranträger **9** auf dessen ins Innere des Druckmessaufnehmers weisenden Innenseite eine ringförmig umlaufende Ausnehmung **11** auf. Hierdurch wird die Trennmembran **7** vor temperatur-abhängigen mechanischen Verspannungen geschützt, die sich auf die Reproduzierbarkeit und die Genauigkeit der Messergebnisse auswirken könnten.

[0039] Es besteht ein rein metallischer frontbündiger Abschluss zum Prozess. Der Druckmessaufnehmer ist damit sehr gut zu reinigen.

[0040] Das Drucksensormodul **3** umfasst einen Saphirträger **13** mit darin eingebrachten Siliziumsensoren **15**. Der Saphirträger **13** mit den darin eingebrachte Siliziumsensoren ist ein in SOS Technologie hergestellter Sensor-Chip. Die Siliziumsensoren **15** sind vorzugsweise einzelne Dehnungswiderstände bzw. aus diesen aufgebaute Widerstandsbrückenschaltungen.

[0041] In SOS Technologie hergestellte Drucksensoren sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt und daher hier nicht näher erläutert. Ein großer Vorteil dieser Drucksensoren ist es, dass sie in einem sehr weiten Temperaturbereich, z.B. von -70°C bis $+200^{\circ}\text{C}$, und bei sehr plötzlich auftretenden Temperaturschwankungen einsetzbar sind.

[0042] Der Saphirträger **13** ist flächig auf einer Titanronde aufgebracht. Die Verbindung erfolgt vorzugsweise durch Hartlöten. Alternativ können auch andere Lötverfahren, z.B. Vakuumlötvfahren, eingesetzt werden. Saphir und Titan weisen praktisch identische thermische Ausdehnungskoeffizienten auf, so dass die beiden Elemente auch bei großen und/oder sehr raschen Temperaturwechseln nahezu spannungsfrei miteinander verbunden sind. Der Druck p wird flächig übertragen. In dem in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsbeispiel dient die Titanronde gleichzeitig als Trennmembran **7**.

[0043] Hergestellt wird der in [Fig. 1](#) und [Fig. 6](#) dargestellte Druckmessaufnehmer vorzugsweise, indem zunächst die als Trennmembran **7** dienende Titanronde mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in den ringförmigen Membranträger **9** eingeschweißt wird. Anschließend wird der Saphirträger **13** mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren **15** durch Hartlöten auf einer ins Innere des Messaufnehmers weisenden Rückseite der Titanronde aufgelötet. Der Membranträger **9** wird vorzugsweise mittels einer Elektronenstrahl-Schweißung frontbündig in die ringförmige Halterung **5** aus Edelstahl eingesetzt. Dabei wird vorzugsweise Vanadium als Schweißzusatz verwendet. Die Halterung **5** wird vorzugsweise mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in den Prozessanschluss **1** aus Edelstahl eingesetzt.

[0044] Die [Fig. 2](#) und [Fig. 7](#) zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckmessaufnehmers. Genau wie bei dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel weist der Druckmessaufnehmer einen Prozessanschluss **1** aus einem Edelstahl auf, der dazu dient, den Druckmessaufnehmer an einem Messort zu befestigen. In dem in [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein

Flansch dargestellt. in [Fig. 7](#) ist ein Gewindestutzen dargestellt.

[0045] Auch hier ist wieder ein Drucksensormodul **17** vorgesehen, das frontbündig mittels rein metallischer Verbindungen in den Prozessanschluss **1** eingesetzt ist. Es umfasst eine ringförmige Halterung **19** aus einem Edelstahl, die in den Prozessanschluss **1** eingeschweißt ist. Die ringförmige Halterung **19** weist einen nahezu quadratischen Querschnitt auf, und ist in eine formgleiche frontbündig mit dem Prozessanschluss **1** abschließende Ausnehmung **21** eingesetzt. Die Halterung **19** ist mit deren äußerem Rand mit dem Prozessanschluss **1** verschweißt.

[0046] In die Halterung **19** ist frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung eine metallische Trennmembran **23** eingesetzt ist. Anders als bei dem vorherigen Ausführungsbeispiel besteht die Trennmembran **23** hier nicht aus Titan, sondern aus einem Edelstahl, und die rein metallische Verbindung besteht in einer Schweißung, über die die Trennmembran **23** frontbündig unmittelbar in die Halterung **19** eingesetzt ist. Hierzu weist die Halterung **19** an deren vorderen Innenseite eine ringförmige Absatzfläche **25** auf, auf der die Trennmembran **23** mit einem äußeren Rand aufliegt.

[0047] Vorzugsweise wird für die Trennmembran **23** der gleiche Werkstoff verwendet, wie für die Halterung **19** und den Prozessanschluss **1**. Dies bietet den Vorteil, dass Prozessanschluss **1**, Halterung **19** und Trennmembran **23** den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, und von der Temperatur abhängige Spannungen bzw. Verspannungen der Trennmembran **23** weitgehend vermieden werden.

[0048] Das Drucksensormodul **17** umfasst auch hier wieder den bereits beschriebenen auf einer Titanrunde **27** aufgebrachten Saphirträger **13** mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren **15**. Anders als bei dem vorherigen Ausführungsbeispiel bildet die Titanrunde **27** hier jedoch nicht unmittelbar die Trennmembran, sondern ist mechanisch derart mit der Trennmembran **23** verbunden, dass eine Auslenkung der Trennmembran **23** eine korrespondierende Auslenkung der Titanrunde **27** bewirkt. Hierzu ist die Titanrunde **27** auf der Innenseite der Trennmembran **23** aufgebracht. Hierzu wird z.B. eine Hartlötverbindung oder eine Vakuumlötung eingesetzt.

[0049] Vorzugsweise erfolgt diese mechanische Verbindung über eine Vielzahl von über die Verbindungsfläche verteilten Hartlötverbindungspunkten. Diese Punktverbindungen sind ausreichend, um den auf die Trennmembran **23** wirkenden Druck p flächig zu übertragen. Zusätzlich bieten sie genügend Spiel für die thermische Ausdehnung der verbundenen Elemente, so dass bei Änderungen der Temperatur

nur geringe Scherkräfte auf die Hartlötverbindungspunkte und darüber auf die Titanrunde **27** einwirken. Das Drucksensormodul **17** ist hierdurch trotz der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Edelstahl und Titan vor Temperatur bedingten Spannungen bzw. Verspannungen geschützt.

[0050] Hergestellt wird der zuletzt beschriebene Druckmessaufnehmer vorzugsweise, indem die als Trennmembran **23** dienende Edelstahlrunde mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in die ringförmige Halterung **19** aus Edelstahl eingeschweißt wird. Danach wird die Titanrunde **27** mittels Hartlötten, vorzugsweise mittels Hartlötverbindungspunkten, auf der Innenseite der Edelstahlrunde aufgebracht. Anschließend wird der Saphirträger **13** mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren **15** auf die Rückseite der Titanrunde **15** aufgelötet. Dies erfolgt vorzugsweise durch Hartlötten oder durch Vakuumlöten. Abschließend wird die so gebildete Einheit frontbündig in den Prozessanschluss **1** eingesetzt, indem die Halterung **19** mittels einer Wolfram-Inertgas Schweißung frontbündig in den Prozessanschluss **1** aus Edelstahl eingesetzt wird.

[0051] Die [Fig. 3](#) und [Fig. 8](#) zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckmessaufnehmers. Genau wie bei dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel weist der Druckmessaufnehmer einen Prozessanschluss **1** aus einem Edelstahl auf, der dazu dient, den Druckmessaufnehmer an einem Messort zu befestigen. In dem in [Fig. 3](#) dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Flansch dargestellt. In [Fig. 8](#) ist ein Gewindestutzen dargestellt.

[0052] Wie bei den anderen Ausführungsbeispielen ist auch hier ein Drucksensormodul **29** vorgesehen, das eine Halterung **31** aus einem Edelstahl aufweist, die frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung in den Prozessanschluss **1** eingesetzt ist. Die rein metallische Verbindung ist beispielsweise eine Schweißung.

[0053] Die Halterung **31** ist im Wesentlichen rohrförmig und weist ein erstes Ende **33** auf, das frontbündig mit dem Prozessanschluss **1** abschließt. In dieses erste Ende **33** ist frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung die metallische Trennmembran **35** eingesetzt ist. Die Halterung **31** weist hierzu auf deren Stirnseite eine ringförmige Ausnehmung auf, deren Tiefe der Dicke der Trennmembran **35** entspricht. Die Trennmembran **35** besteht in dem in [Fig. 3](#) und [Fig. 8](#) dargestellten Ausführungsbeispielen aus einem Edelstahl. Vorzugsweise wird hierfür auch hier der gleiche Werkstoff verwendet, wie für die Halterung **31** und den Prozessanschluss **1**. Dies bietet den Vorteil, dass Halterung **31**, Prozessanschluss **1** und Trennmembran **35** den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, und von der

Temperatur abhängige Spannungen bzw. Verspannungen der Trennmembran **35** weitgehend vermieden werden.

[0054] Das Drucksensormodul **29** umfasst auch hier wieder den bereits beschriebenen auf einer Titanrunde **27** aufgebrachten Saphirträger **13** mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren **15**. Die Titanrunde **27** dient hier nicht unmittelbar als Trennmembran, sondern ist mechanisch derart mit der Trennmembran **35** verbunden, dass eine Auslenkung der Trennmembran **35** eine korrespondierende Auslenkung der Titanrunde **27** bewirkt.

[0055] Sie ist auf einem zweiten Ende **37** der rohrförmigen Halterung **31** derart angeordnet, dass sie dessen zweites Ende **37** abdeckt, und ein äußerer Rand der Titanrunde **27** mit einer ringförmigen Stirnfläche des zweiten Endes **37** der Halterung **31** verbunden ist. Die Verbindung erfolgt z.B. durch Hartlöten oder durch Vakuumlöten. Dabei ist der Saphirträger **13** mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren **15** auf einer äußeren von der Halterung **31** abgewandten Seite der Titanrunde **27** angeordnet. Die Trennmembran **35** ist über eine rein mechanische Verbindung, hier einen Stößel **39**, mit der Titanrunde **27** verbunden, der dazu dient eine mechanische Auslenkung der Trennmembran **35** auf die Titanrunde **27** und darüber auf den auf den Sensor-Chip zu übertragen. Auch hier ist der Saphirträger **13** durch Hartlöten oder durch Vakuumlöten mit der Titanrunde **27** verbunden.

[0056] Hergestellt wird der zuletzt beschriebene Druckmessaufnehmer vorzugsweise, indem der Stößel **39** mittig auf die als Trennmembran **35** dienende Edelstahlrunde geschweißt wird. Anschließend wird die mit dem Stößel **39** verbundene Trennmembran **35** mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in das erste Ende **33** der rohrförmigen Halterung **31** aus Edelstahl eingeschweißt. Parallel wird der Saphirträger **13** mittels Hartlöten oder Vakuumlöten auf die Rückseite der Titanrunde **27** aufgelötet. Anschließend wird die Vorderseite der Titanrunde **27** durch Hartlöten oder Vakuumlöten mit dem Stößel **39** und dem zweiten Ende **37** der Halterung **31** verbunden.

[0057] Abschließend wird das auf diese Weise erhaltene Drucksensormodul **29** frontbündig in den Prozessanschluss **1** eingesetzt, indem das erste Ende **33** der Halterung **31** mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig den Prozessanschluss **1** eingeschweißt wird.

[0058] Die [Fig. 4](#) und [Fig. 9](#) zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckmessaufnehmers. Genau wie bei dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel weist der Druckmessaufnehmer einen Prozessanschluss **1** aus ei-

nem Edelstahl auf, der dazu dient, den Druckmessaufnehmer an einem Messort zu befestigen. In dem in [Fig. 4](#) dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Flansch dargestellt. In [Fig. 9](#) ist ein Gewindestutzen dargestellt.

[0059] Wie auch bei den anderen Ausführungsbeispielen ist auch hier ein Drucksensormodul **41** vorgesehen, das eine Halterung **43** aus einem Edelstahl aufweist, die frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung in den Prozessanschluss **1** eingesetzt ist. Die rein metallische Verbindung ist beispielsweise eine Schweißung.

[0060] Die Halterung **43** ist ein im Wesentlichen rohrförmiges Segment, an dessen Innenwand ein sich radial in dessen Innenraum hinein erstreckender Absatz **45** mit einer zentralen koaxial zu einer Längsachse L der Halterung **43** verlaufenden durchgängigen Ausnehmung **47** angeformt ist.

[0061] Die Halterung **43** weist ein erstes Ende **49** auf, das frontbündig mit dem Prozessanschluss **1** abschließt. In dieses erste Ende **49** ist frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung die metallische Trennmembran **51** eingesetzt. Die Halterung **43** weist hierzu auf deren Stirnseite eine ringförmige Ausnehmung auf, deren Tiefe der Dicke der Trennmembran **51** entspricht. Die Trennmembran **51** besteht in dem in [Fig. 4](#) und [Fig. 9](#) dargestellten Ausführungsbeispielen aus einem Edelstahl. Vorzugsweise wird hierfür auch hier der gleiche Werkstoff verwendet, wie für die Halterung **43** und den Prozessanschluss **1**. Dies bietet den Vorteil, dass Halterung **43**, Prozessanschluss **1** und Trennmembran **51** den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, und von der Temperatur abhängige Spannungen bzw. Verspannungen der Trennmembran **51** weitgehend vermieden werden.

[0062] Das Drucksensormodul **41** umfasst auch hier wieder den bereits beschriebenen auf einer Titanrunde **53** aufgebrachten Saphirträger **13** mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren **15**. Die Titanrunde **53** dient hier nicht unmittelbar als Trennmembran, sondern ist mechanisch derart mit der Trennmembran **51** verbunden, dass eine Auslenkung der Trennmembran **51** eine korrespondierende Auslenkung der Titanrunde **53** bewirkt.

[0063] In Abweichung zu dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel ist hier ein endseitig von der Titanrunde **53** abgeschlossenes Trägerelement **55** vorgesehen, auf dem der Saphirträger **13** mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren **15** auf einer von der Halterung **43** abgewandten Seite der Titanrunde **53** angeordnet ist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Trägerelement **55** ein vorzugsweise einteiliges im Wesentlichen zylindrisches Gehäuse aus Titan, dessen Boden die Titanrunde **53** bildet. An das

Gehäuse ist auf dessen von der Titanronde **53** abgewandten Seite ein Rohrsegment **57** angeformt, dass endseitig mittels einer rein metallischen Verbindung in die Ausnehmung **47** des Absatzes **45** eingesetzt ist. Die Ausnehmung **47** weist hierzu an deren von der Trennmembran **51** abgewandten Seite einen Bereich mit vergrößertem Innendurchmesser auf, in den das Rohrsegment **57** derart eingesetzt wird, dass die Innenwand des Rohrsegments **57** bündig mit der Innenwand der Ausnehmung **47** abschließt. Die rein metallische Verbindung ist vorzugsweise eine Schweißverbindung oder eine Lötung.

[0064] Genau wie bei dem zuletzt beschriebenen Ausführungsbeispiel ist auch hier ein Stößel **59** vorgesehen, der mit der Trennmembran **51** und der Titanronde **53** verbunden ist. Der Stößel **59** ist beispielsweise mittig auf die Innenseite der Trennmembran **51** aufgeschweißt und führt parallel zur Längsachse L der Halterung **43** durch die Ausnehmung **47** im Absatz **45** und das Rohrsegment **57** hindurch in das Gehäuse hinein, wo er mit der Innenseite der Titanronde **53**, beispielsweise mittels einer Hartlötverbindung, verbunden ist. Der Stößel **59** dient auch hier dazu, die mechanische Auslenkung der Trennmembran **51** auf die Titanronde **53** und darüber auf den Saphirträger **13** mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren **15** zu übertragen.

[0065] Je nach Ausgestaltung des Absatzes **45** kann in der Halterung **43** ein durch die Trennmembran **51**, den Absatz **45** und das Trägerelement **55** abgeschlossenes Innenvolumen entstehen. In dem Fall ist vorzugsweise eine durch den Absatz **45** hindurch führende Druckausgleichsbohrung **61** vorgesehen.

[0066] Ein Vorteil dieser Ausgestaltung besteht darin, dass die Verbindung zwischen Titan und Edelstahl hier über das Rohrsegment **57** erfolgt. Der Durchmesser des Rohrsegments **57** ist sehr viel geringer als der der Titanronde **53**. Dies bedingt eine geringere Kontaktfläche und eine höhere thermische Stabilität der Konstruktion. Hinzu kommt, dass Verbindung zwischen Titan und Edelstahl räumlich von der Titanronde **53** getrennt ist. Hierdurch werden Auswirkungen von thermischen Spannungen im Bereich der Kontaktflächen auf die Titanronde **53** deutlich reduziert.

[0067] Die Auswirkungen dieser thermischen Spannungen auf die Titanronde **53** können durch eine ringförmig umlaufende Aussparung **63** in der Außenwand des Trägerelements **65** noch weiter reduziert werden. [Fig. 5](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel eines solchen Trägerelements **65**. Dort ist das Trägerelement **65** ebenfalls ein Titangehäuse mit einem daran angeformten einen Gehäusehals bildenden Rohrsegment **57**, dass mittels einer metallischen Verbindung in den Absatz **45** eingesetzt ist. Der Innenraum des Trägerelements **65** ist zylindrisch. Die Außenwand

weist einen an das Rohrsegment **57** angrenzenden hohlzylindrischen Bereich **67** geringerer Wanddicke auf, in dem die ringförmig umlaufende Aussparung **63** verläuft. Durch die Aussparung **63** ist dieser Gehäuseabschnitt in der Lage, Spannungen, die durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Rohrsegmentes **57** und des Absatzes **45** entstehen können, aufzunehmen. An den Bereich **67** schließt sich ein vom Rohrsegment **57** abgewandter an die Titanronde **53** angrenzender hohlzylindrischer Bereich **69** mit größerer Wanddicke an. Die unterschiedlichen Wanddicken bieten einen zusätzlichen Schutz der Titanronde **53** gegenüber Verspannungen.

[0068] Alle beschriebenen Druckmessaufnehmer bieten den Vorteil, dass sie frontbündig sind, und über einen rein metallischen Abschluss zum Prozess hin verfügen. Dadurch sind sie insb. für Anwendungen besonders geeignet, in denen hohe Anforderungen an die Hygiene gestellt werden. Sie sind sehr leicht zu reinigen, und können aufgrund von deren Bauweise nicht nur in einem breiten Temperaturbereich eingesetzt werden, sondern auch sprunghaften Temperaturwechseln standhalten, wie sie beispielsweise bei den eingangs genannten industriellen Reinigungs- und/oder Sterilisationsverfahren auftreten können. Dies ist insb. deshalb möglich, weil alle Verbindungen metallische Verbindungen sind und völlig auf Druck übertragende Flüssigkeiten verzichtet wurde.

[0069] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass immer dort, wo Metalle mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufeinander treffen, elastische Verbindungsmittel gewählt wurden, die in der Lage sind Spannungen aufzunehmen, die durch die unterschiedlichen Ausdehnungen der einzelnen aneinander angrenzenden Elemente auftreten, aufzunehmen. Bei dem in [Fig. 1](#) dargestellten Druckmessaufnehmer umfassen diese elastischen Verbindungsmittel den Membranträger **9**. Bei dem Druckaufnehmer von [Fig. 2](#) umfassen sie die Hartlötverbindungspunkte zwischen der Trennmembran **23** aus Edelstahl und der Titanronde **27**. Bei den in den [Fig. 3](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) dargestellten Druckmessaufnehmern wird das Entstehen solcher Spannungen durch die Übertragung der Auslenkung der Trennmembran **35** über den Stößel **39** bzw. **59** vermieden.

[0070] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die erfindungsgemäßen Druckmessaufnehmer modular aufgebaut sind. Die Drucksensormodule **3**, **17**, **29**, **41** können dadurch vorab kalibriert und nachfolgend sehr flexibel in unterschiedliche Arten von Prozessanschlüssen eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Druckmessaufnehmer mit

- einen Prozessanschluss (**1**, **1a**, **1b**) aus einem Edelstahl, der dazu dient, den Druckmessaufnehmer an einem Messort zu befestigen,
- einem Drucksensormodul (**3**, **17**, **29**, **41**), mit
- einer Halterung (**5**, **19**, **31**, **43**) aus einem Edelstahl,
- in die frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung eine metallische Trennmembran (**7**, **23**, **35**, **51**) eingesetzt ist, auf deren Außenseite im Messbetrieb ein zu messender Druck (p) einwirkt,
- die frontbündig mittels einer rein metallischen Verbindung in den Prozessanschluss (**1**, **1a**, **1b**) eingesetzt ist, und
- einer von der Halterung (**5**, **19**, **31**, **43**) getragenen Titanronde (**7**, **27**, **53**),
- auf der ein Saphirträger (**13**) mit darin eingebrachten Siliziumsensoren (**15**) aufgebracht ist,
- die die Trennmembran (**7**) bildet oder mechanisch derart mit der Trennmembran (**23**, **35**, **51**) verbunden ist, dass eine Auslenkung der Trennmembran (**23**, **35**, **51**) eine korrespondierende Auslenkung der Titanronde (**27**, **53**) bewirkt.

2. Druckmessaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem die metallische Verbindung zwischen der Halterung (**5**, **19**, **31**, **43**) und dem Prozessanschluss (**1**, **1a**, **1b**) eine Schweißung ist.

3. Druckmessaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem der Saphirträger (**13**) durch Hartlöten auf die Titanronde (**7**, **27**, **53**) aufgebracht ist.

4. Druckmessaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem die Titanronde (**7**) die Trennmembran (**7**) bildet und die metallische Verbindung zwischen der Trennmembran (**7**) und der Halterung (**5**) einen ringförmigen Membranträger (**9**) aus Titan umfasst,

- der frontbündig in die Halterung (**5**) eingeschweißt ist und frontbündig mit dem Prozessanschluss (**1**, **1a**, **1b**) abschließt,
- in den die Trennmembran (**7**) frontbündig eingeschweißt ist, und
- der auf dessen ins Innere des Druckmessaufnehmers weisenden Innenseite eine ringförmig umlaufende Ausnehmung (**11**) aufweist,
- durch die der Membranträger (**9**) in der Lage ist, Spannungen, die durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Trennmembran (**7**) und des Prozessanschlusses (**1**, **1a**, **1b**) entstehen können, aufzunehmen.

5. Druckmessaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem

- die Trennmembran (**23**) aus einer Edelstahlronde besteht,
- die metallische Verbindung zwischen der Trennmembran (**23**) und der Halterung (**19**) eine Schweißung ist, und
- die Titanronde (**27**) auf einer Innenseite der Trennmembran (**23**) aufgebracht ist.

6. Druckmessaufnehmer nach Anspruch 5, bei dem die Titanronde (**27**) auf die Trennmembran (**23**) aus Edelstahl mittels einer Hartlötverbindung, insb. mittels einer Vielzahl von Hartlötverbindungspunkten, aufgebracht ist.

7. Druckmessaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem

- die Halterung (**31**) rohrförmig ist,
- die Trennmembran (**35**) eine Edelstahlronde ist,
- die frontbündig in ein erstes Ende (**33**) der Halterung (**31**) eingesetzt ist,
- die metallische Verbindung zwischen der Halterung (**31**) und der Trennmembran (**35**) eine Schweißung ist,
- das erste Ende (**33**) der Halterung (**31**) frontbündig mit dem Prozessanschluss (**1**, **1a**, **1b**) abschließt,
- die Titanronde (**27**) auf ein zweites Ende (**37**) der Halterung (**31**) aufgebracht ist,
- wobei der Saphirträger (**13**) mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren (**15**) auf einer von der Halterung (**31**) abgewandten Seite der Titanronde (**27**) angeordnet ist, und
- wobei ein äußerer Rand der Titanronde (**27**) mit dem zweiten Ende (**37**) der Halterung (**31**) verbunden ist, und
- ein mit der Trennmembran (**35**) und der Titanronde (**27**) verbundener Stößel (**39**) vorgesehen ist,
- der dazu dient eine mechanische Auslenkung der Trennmembran (**35**) auf die Titanronde (**27**) und darüber auf den Saphirträger (**13**) mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren (**15**) zu übertragen.

8. Druckmessaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem

- die Halterung (**43**) ein rohrförmiges Segment ist, an dessen Innenwand ein sich radial dessen Innenraum erstreckender Absatz (**45**) mit einer zentralen koaxial zu einer Längsachse (L) der Halterung (**43**) verlaufenden durchgängigen Ausnehmung (**47**) angeformt ist,
- die Trennmembran (**51**) eine Edelstahlronde ist,
- die frontbündig in ein erstes Ende (**49**) der Halterung (**43**) eingesetzt ist,
- die metallische Verbindung zwischen der Halterung (**43**) und der Trennmembran (**51**) eine Schweißung ist,
- das erste Ende (**49**) der Halterung (**43**) frontbündig mit dem Prozessanschluss (**1**, **1a**, **1b**) abschließt,
- ein endseitig von der Titanronde (**53**) abgeschlossenes Trägerelement (**55**, **65**) vorgesehen ist,
- auf dem der Saphirträger (**13**) mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren (**15**) auf einer von der Halterung (**43**) abgewandten Seite der Titanronde (**53**) angeordnet ist, und
- an dessen von der Titanronde (**53**) abgewandten Seite ein Rohrsegment (**57**) angeformt ist, dass endseitig mittels einer rein metallischen Verbindung in die Ausnehmung (**47**) des Absatzes (**45**) eingesetzt ist, und

- ein mit der Trennmembran (51) und der Titanronde (53) verbundener Stößel (59) vorgesehen ist,
- der durch die Ausnehmung (47) im Absatz (45) und das Rohrsegment (57) hindurch führt, und
- der dazu dient eine mechanische Auslenkung der Trennmembran (51) auf die Titanronde (53) und darüber auf den Saphirträger (13) mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren (15) zu übertragen.

- das erste Ende (33) der Halterung (31) mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in den Prozessanschluss (1, 1a, 1b) aus Edelstahl eingeschweißt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

9. Druckmessaufnehmer nach Anspruch 8, bei dem das Trägerelement (65) ein Titangehäuse ist in dessen Aussenwand eine ringförmig umlaufende Aussparung (63) vorgesehen ist.

10. Verfahren zur Herstellung eines Druckmessaufnehmers nach Anspruch 3, bei dem

- die als Trennmembran (7) dienende Titanronde mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in den ringförmigen Membranträger (9) aus Titan eingeschweißt wird,
- der Saphirträger (13) mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren (15) durch Hartlöten auf der Rückseite der Titanronde (7) aufgelötet wird,
- der Membranträger (9) mittels einer Elektronenstrahl-Schweißung frontbündig in eine ringförmige Halterung (5) aus Edelstahl eingesetzt wird, und
- die Halterung (5) mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in einen Prozessanschluss (1, 1a, 1b) aus Edelstahl eingesetzt wird.

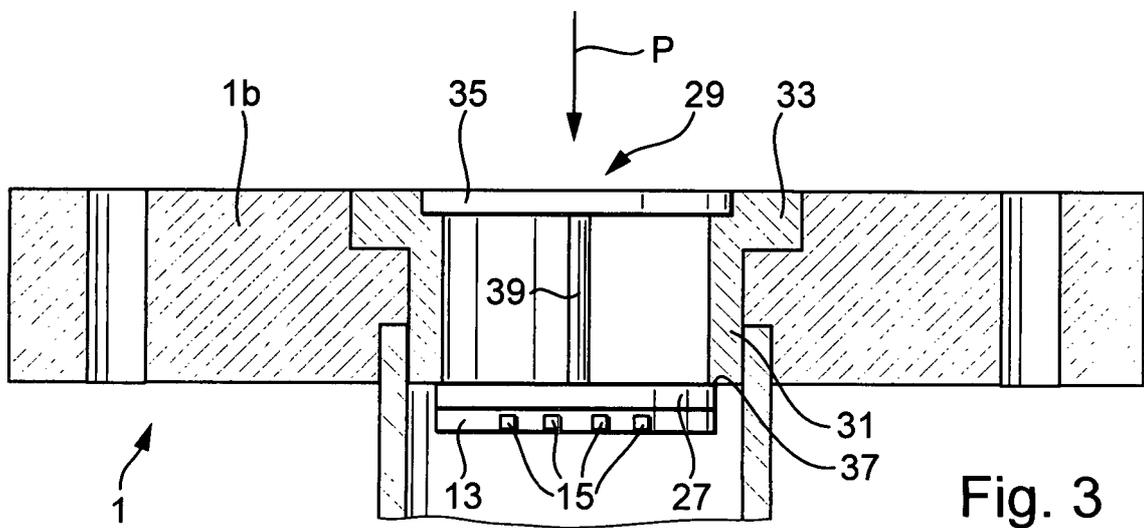
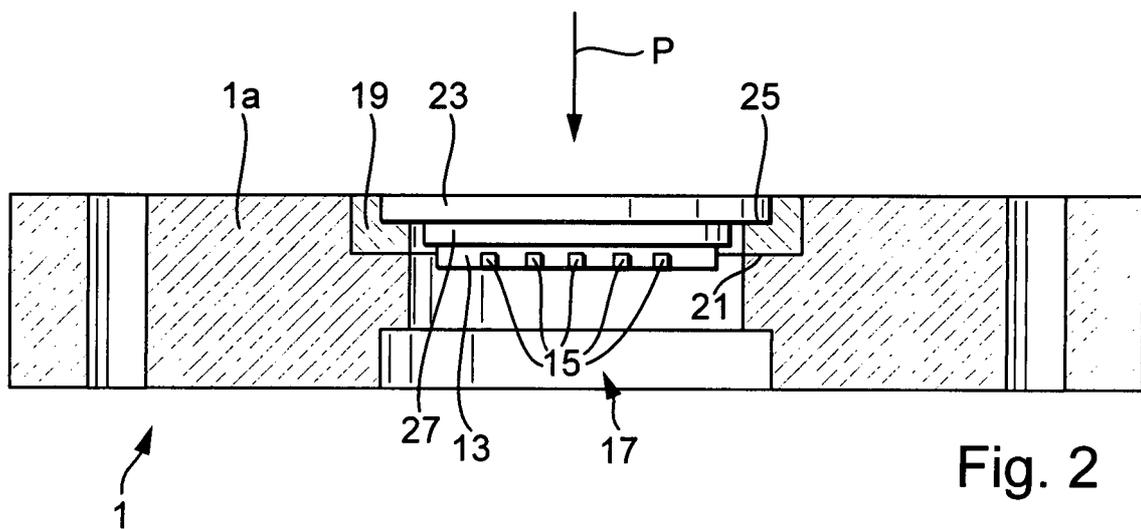
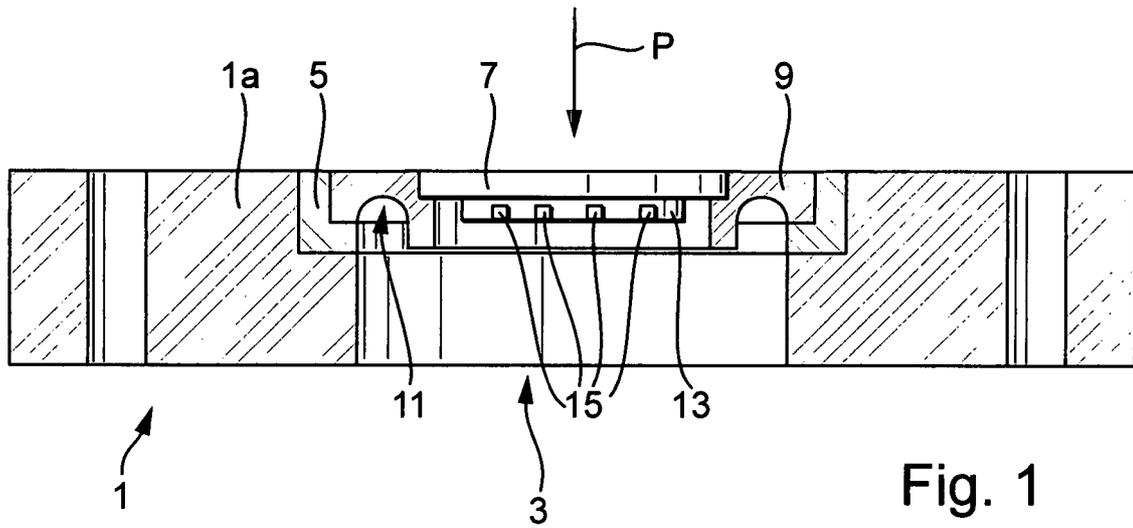
11. Verfahren zur Herstellung eines Druckmessaufnehmers nach Anspruch 5, bei dem

- die als Trennmembran (23) dienende Edelstahlronde mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in die ringförmige Halterung (19) aus einem Edelstahl eingeschweißt wird,
- die Titanronde (27) mittels Hartlöten, insb. mittels einer Vielzahl von Hartlötverbindungsstellen, auf der Innenseite der Edelstahlronde aufgebracht wird,
- der Saphirträger (13) mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren (15) durch Hartlöten auf die Rückseite der Titanronde (27) aufgelötet wird, und
- die Halterung (19) mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in den Prozessanschluss (1, 1a, 1b) aus Edelstahl eingesetzt wird.

12. Verfahren zur Herstellung eines Druckmessaufnehmers nach Anspruch 7, bei dem

- der Stößel (39) mittig auf die als Trennmembran (35) dienende Edelstahlronde geschweißt wird,
- die Trennmembran (35) mittels einer Wolfram-Inertgas-Schweißung frontbündig in das erste Ende (33) der rohrförmigen Halterung (31) aus Edelstahl eingeschweißt wird,
- der Saphirträger (13) mit den darin eingebrachten Siliziumsensoren (15) durch Hartlöten auf die Rückseite der Titanronde (27) aufgelötet wird,
- die Vorderseite der Titanronde (27) abschließend durch Hartlöten mit dem Stößel (39) und dem zweiten Ende (37) der Halterung (31) verbunden wird, und

Anhängende Zeichnungen



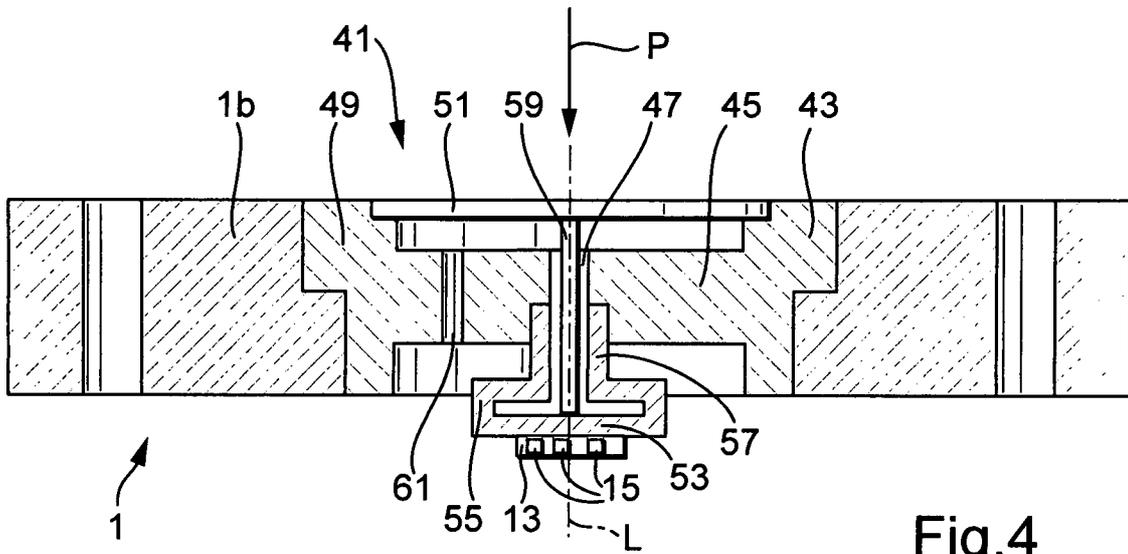


Fig. 4

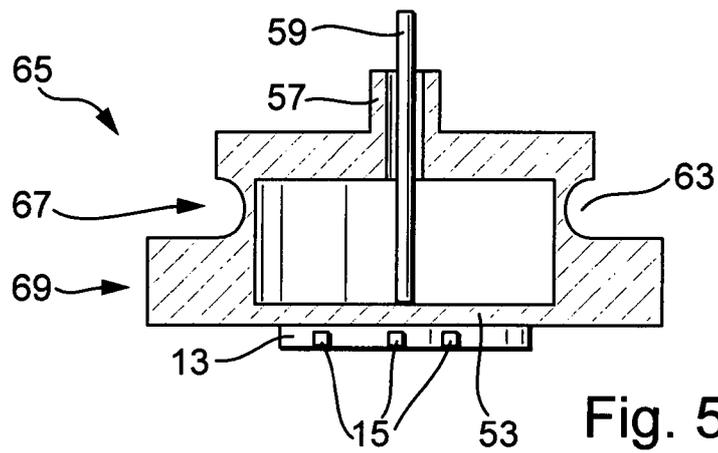


Fig. 5

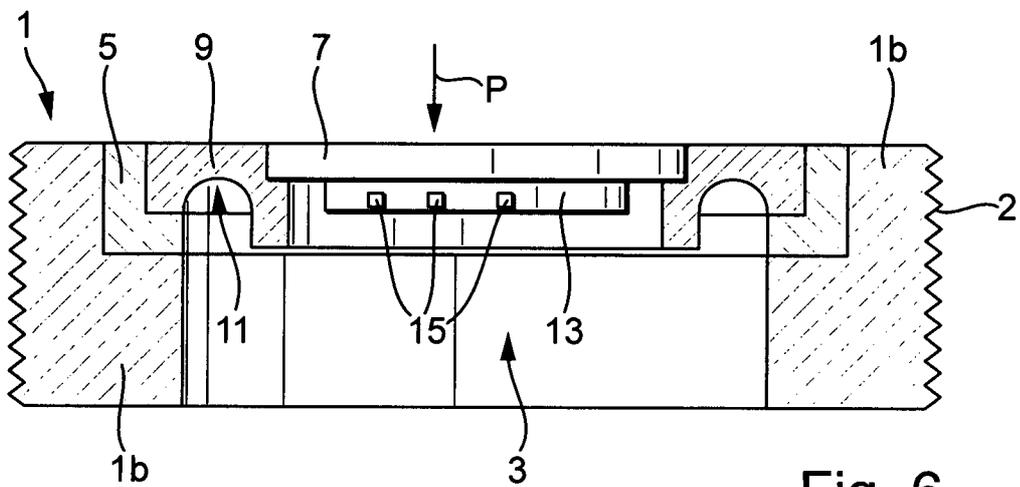


Fig. 6

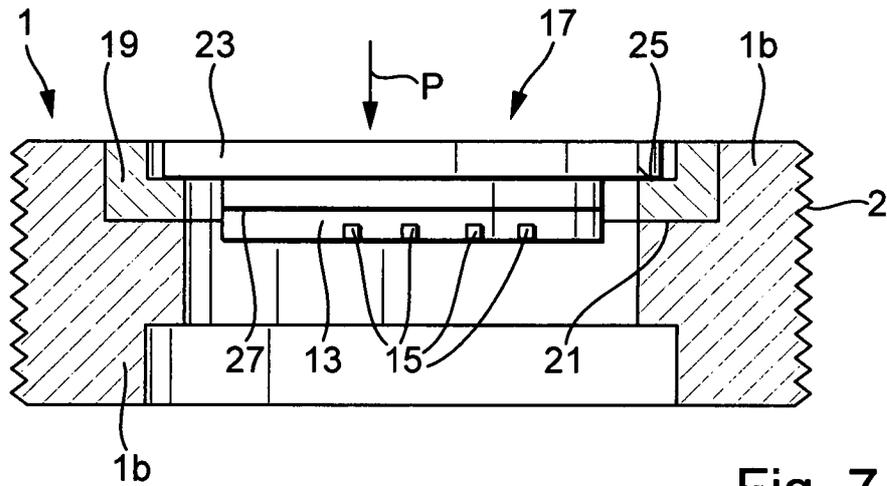


Fig. 7

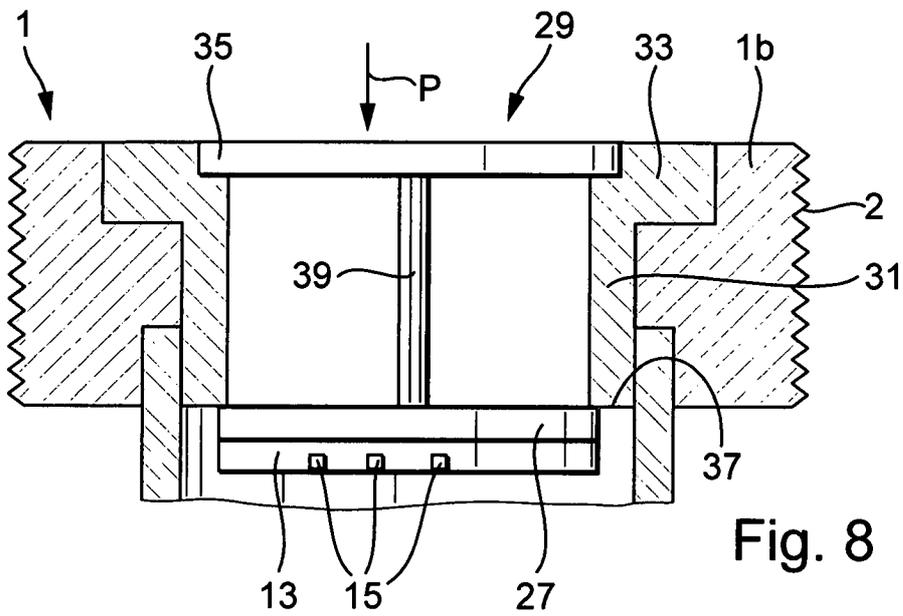


Fig. 8

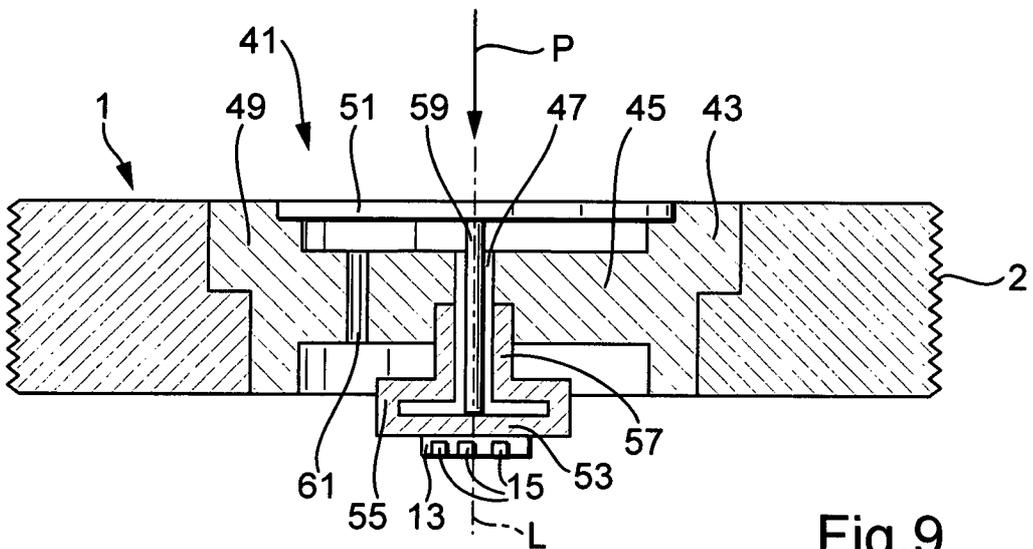


Fig. 9