(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 43 538 A1** 2004.03.25

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **102 43 538.3**
(22) Anmeldetag: **16.09.2002**
(43) Offenlegungstag: **25.03.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G01L 7/08**
G01L 9/04

(71) Anmelder:
EBM Brosa Messgeräte GmbH & Co. KG, 88069 Tettnang, DE

(74) Vertreter:
Witte, Weller & Partner, 70178 Stuttgart

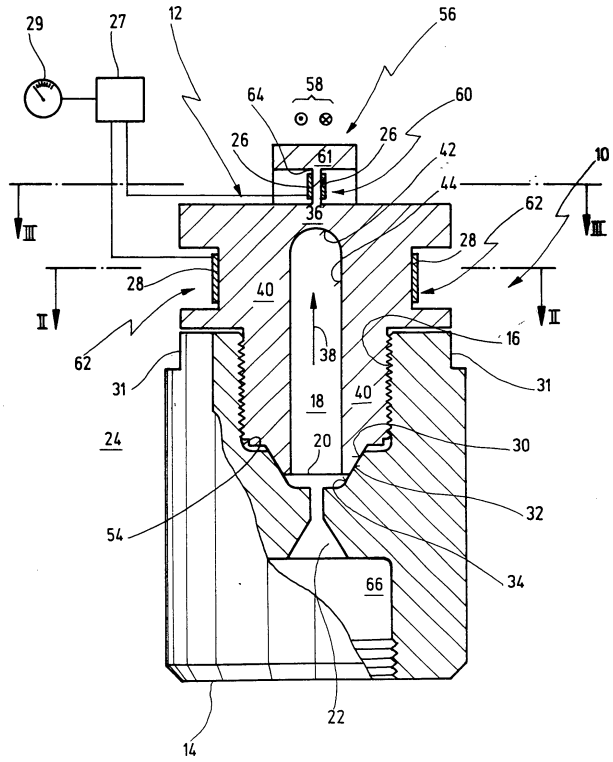
(72) Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Hochdruckaufnehmer**

(57) Zusammenfassung: Vorgestellt wird ein Hochdruckaufnehmer (10) mit einem Membranteil (12) und mit einem weiteren Teil (14), das mit dem Membranteil (12) durch eine Verschraubung (16) zusammengefügt ist, wobei das Membranteil (12) und das weitere Teil (14) eine Hochdruck-Medienkammer (18) einschließen, die über Öffnungen (20, 22) in dem Membranteil (12) oder dem weiteren Teil (14) dem zu messenden Druck ausgesetzt ist und die im übrigen gegen den Außenraum (24) druckdicht abgegrenzt ist, wobei Druckänderungen in der Hochdruckmedienkammer (18) Formänderungen des Membranteils (12) hervorrufen, die sich in dem Signal einer Sensorik (26, 28) abbilden. Der Hochdruckaufnehmer zeichnet sich dadurch aus, daß das Membranteil (12) eine konische Teilfläche (30) aufweist, die mit einer konischen Teilfläche (32) des weiteren Teils (14) durch die Verschraubung (16) zu einem druckdichten Kegelsitz zusammengefügt ist, wobei die konische Teilfläche (32) des weiteren Teils (14) an ihrer der Hochdruckmedienkammer (18) zugewandten Seite durch eine allseitig gekrümmte Teilfläche (34) begrenzt wird (Fig. 1).



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hochdruckaufnehmer mit einem Membranteil und mit einem weiteren Teil, das mit dem Membranteil durch eine Verschraubung zusammengefügt ist, wobei das Membranteil und das weitere Teil eine Hochdruckmedienkammer einschließen, die über Öffnungen in dem Membranteil oder dem weiteren Teil dem zu messenden Druck ausgesetzt ist und die im übrigen gegen den Außenraum druckdicht abgegrenzt ist, wobei Druckänderungen in der Hochdruckmedienkammer Formänderungen des Membranteils hervorrufen, die sich in dem Signal einer Sensorik abbilden.

[0002] Dabei soll der Begriff der Verschraubung jede Verbindung umfassen, bei der durch ein Verdrehen der zu verschraubenden Teile eine axiale Kraft erzeugt wird, mit der die genannten Teile elastisch gegeneinander verspannt werden. Daher umfaßt der Begriff der Verschraubung sowohl übliche Gewinde mit einer Vielzahl von Gewindegängen als auch bajonettartige Ausgestaltungen, bei denen eine Spannwirkung oder Kraftwirkung durch das formschlüssige Führen eines Elementes, beispielsweise eines Zapfens oder Bolzens an einem der zu verbindenden Teile, längs einer mit einer Steigung versehenen Führungsbahn an dem anderen Teil, beispielsweise einer Nut, erzeugt wird. Dabei kann die Länge der Führungsbahn einem Teilumfang oder mehreren Umfängen entsprechen und/oder es können mehrere Element/Führungsbahn-Paarungen parallel im Eingriff sein.

[0003] Der Begriff der Membran umfaßt jedes unter Druckwirkung elastisch nachgiebige Element. Bei Hochdruckanwendungen kommt dafür insbesondere Metall in Frage. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, auch andere elastisch nachgiebige Materialien zu verwenden, beispielsweise elastische Karbonfaserstrukturen oder hochfeste Verbundwerkstoffe aus Metall- oder Karbon-Gitter- oder Netzstrukturen, die zur Abdichtung in hochfesten Kunststoff eingebettet sind. Wesentlich ist diesem Zusammenhang die elastische Nachgiebigkeit in Verbindung mit einer hohen Festigkeit und Dichtigkeit.

[0004] Ein solcher Hochdruckaufnehmer mit einem üblichen Gewinde und einer Membrane aus Metall ist aus der DE 33 03 980 A1 bekannt. Hochdruckaufnehmer der eingangs genannten Art werden zur Messung von Drücken von Gasen oder Flüssigkeiten mit einer Größenordnung von mehreren tausend Bar eingesetzt.

[0005] Der bekannte Hochdruckaufnehmer weist einen zweiteiligen Aufbau auf, wobei ein Teil, das die Membrane enthält, und ein weiteres Teil, das die genannte Öffnung enthält, durch eine Verschraubung mit großem Durchmesser zusammengefügt werden. Dazu trägt eines der beiden Teile ein Außengewinde, das in ein Innengewinde des anderen Teils gedreht wird. Im zusammengefügten Zustand schließen beide Teile ein vergleichsweise kleines, als Hochdruckmedienkammer dienendes Volumen ein. Zusätzlich zu der Verschraubung werden beide Teile des zweiteiligen Aufbaus miteinander verschweißt.

[0006] Durch den zweiteiligen Aufbau wird der Durchmesser oder Querschnitt der Hochdruckmedienkammer aus fertigungstechnischer Sicht unabhängig vom Durchmesser der Öffnung zu dem druckführenden System. Dies ist der erwünschte Effekt, der durch den zweiteiligen Aufbau erreicht werden soll.

[0007] Problematisch bei dem zweiteiligen Aufbau ist jedoch die Abdichtung des Membranteils gegen das weitere Teil bei den genannten hohen Drücken in der Größenordnung von mehreren tausend Bar.

[0008] Der bekannte Hochdruckaufnehmer weist zur Abdichtung der Hochdruckmedienkammer eine erste Dichtung auf, die zwischen der Hochdruckmedienkammer und der Verschraubung konzentrisch zwischen beiden Teilen angeordnet ist. Zur weiteren Abdichtung sind die beiden Teile des bekannten Hochdruckaufnehmers hinter der Verschraubung miteinander verschweißt, so daß sie sich nicht mehr voneinander lösen lassen, ohne zerstört zu werden.

[0009] Es ist jedoch wünschenswert, beide Teile voneinander lösen zu können, um beispielsweise die Membrane auszutauschen.

[0010] Ein weiteres Problem bei Hochdruckaufnehmern zur Messung von Drücken in der Größenordnung von über 10.000 Bar liegt darin, daß bei Änderungen des Querschnitts im Hochdruckbereich des Hochdruckaufnehmers Rißbildungen im angrenzenden Material auftreten können.

Aufgabenstellung

[0011] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe eines Hochdruckaufnehmers zur Messung von Spitzendrücken über 10.000 Bar, der bei diesen Spitzendrücken eine hohe Dichtigkeit im zusammengefügten Zustand sowie eine verringerte Neigung zur Rißbildung aufweist und dessen Verbindung des Membranteils mit dem weiteren Teil ohne Zerstörung lösbar ist.

[0012] Diese Aufgabe wird bei einem Hochdruckaufnehmer der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß das Membranteil eine konische Teilfläche aufweist, die mit einer konischen Teilfläche des weiteren Teils durch die Verschraubung zu einem druckdichten Kegelsitz zusammengefügt ist, wobei die konische Teilfläche des weiteren Teils an ihrer der Hochdruckmedienkammer zugewandten Seite durch eine allseitig gekrümmte Teilfläche begrenzt wird.

[0013] Neben dem Vorteil der Lösbarkeit liefert die Verschraubung als weiteren Vorteil einen sehr hohen Anpreßdruck für den Kegelsitz.

[0014] In Verbindung mit dem Kegelsitz der beiden konischen Teilflächen ergibt sich durch den hohen Anpreßdruck der Vorteil einer sehr guten Dichtheit

selbst bei Drücken im Bereich von über 10.000 Bar.

[0015] Die allseitig gekrümmte Übergangsfläche liefert den Vorteil einer verringerten Kerbwirkung im Hochdruckbereich bei der Querschnittsänderung zwischen dem Kegelsitz und dem Bereich der Druckeinleitung durch die vergleichsweise kleine Bohrung im weiteren Teil.

[0016] Eine bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, daß das Membranteil eine Membrane aufweist, die die Hochdruckmedienkammer in einer ersten Raumrichtung begrenzt und die weiter einen Wandbereich aufweist, der die Hochdruckmedienkammer quer zu der ersten Raumrichtung begrenzt und mit der Membrane einstöckig verbunden ist.

[0017] Die einstückige Ausführung des Membranteils mit einer Membrane und einem Wandbereich ergibt eine Hochdruckfeste Hochdruckmedienkammer. Durch die Aufteilung in eine Membrane und einen Wandbereich ergeben sich konstruktive Freiheitsgrade, die beispielsweise eine Veränderung des Volumens der Hochdruckmedienkammer durch Verlängerung des Wandbereichs ohne Veränderung der Abmessungen und damit der Eigenschaften der Membrane erlauben.

[0018] Vorteilhafterweise wird der Hochdruckaufnehmer so konstruiert, daß die Hochdruckmedienkammer mit dem druckführenden System über eine vergleichsweise kleine Bohrung in Verbindung steht, während die Hochdruckmedienkammer selbst ein im Vergleich zu den Abmessungen der Bohrung größeres Volumen einnimmt. Der kleine Bohrungsdurchmesser verhindert bei dynamischer Druckeinleitung oder bei kurzzeitig auftretenden Druckspitzen ein ungedämpftes Durchschlagen der Druckwirkung auf den eigentlichen Membrankörper. Ein solches Durchschlagen muß vermieden werden, da ein ungedämpftes Durchschlagen die Standzeit der Membrane erheblich verkürzen würde.

[0019] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, daß die Grenzfläche zwischen der Hochdruckmedienkammer und der Membrane und die Grenzfläche zwischen der Hochdruckmedienkammer und dem Wandbereich in einem Winkel α ineinander übergehen, der größer als 90° ist.

[0020] Damit ist der Vorteil einer verringerten Kerbwirkung verbunden, was insbesondere bei den genannten hohen Drücken von über 10.000 Bar die Neigung zur Rißbildung verringert und damit die Standzeit des Membranteils erhöht.

[0021] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, daß der Winkel α = 180° ist, so daß die genannten Grenzflächen ohne Kantenbildung ineinander übergehen.

[0022] Auf diese Weise wird eine Kerbwirkung am Übergang der genannten Grenzflächen vorteilhafterweise völlig ausgeschlossen.

[0023] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, daß die Grenzfläche zwischen der Hochdruckmedienkammer und der Membrane wenigstens teilweise allseitig gekrümmt ist.

[0024] Die wenigstens teilweise allseitige Krümmung verringert ebenfalls eine Neigung zur Rißbildung und sorgt darüber hinaus für eine homogene Einleitung der Kraftwirkung des Druckes in der Hochdruckmedienkammer in die Membrane sowie für eine gleichmäßige Verteilung der eingeleiteten Kraft innerhalb der Membrane.

[0025] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, daß die räumliche Ausdehnung der Hochdruckmedienkammer in der ersten Raumrichtung größer ist als quer zu der ersten Raumrichtung.

[0026] Dadurch läßt sich auf einfache Weise ein beliebig großes Volumen der Hochdruckmedienkammer bei wählbarem Querschnitt der Hochdruckmedienkammer erzeugen. Ein vergleichsweise großes Volumen der Hochdruckmedienkammer führt zu einer guten Dämpfung von Druckspitzen und verlängert damit die Standzeit der Membrane.

[0027] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die Hochdruckmedienkammer wenigstens teilweise eine zylinderförmige Form auf, deren Längsachse sich in der ersten Raumrichtung erstreckt.

[0028] Eine zylinderförmige Form läßt sich besonders leicht durch Bohren und/oder Ausdrehen herstellen und ist darüber hinaus einer Oberflächenbearbeitung zugänglich. Eine Oberflächenbearbeitung, beispielsweise durch Honen, verringert ebenfalls eine bei den genannten hohen Drücken von über 10.000 Bar auftretende Neigung zu Rißbildung.

[0029] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, daß die Verschraubung ein Außengewinde an dem Wandbereich des Membranteils in Verbindung mit einem Innengewinde an dem weiteren Teil oder ein Innengewinde an dem Wandbereich des Membranteils in Verbindung mit einem Außengewinde an dem weiteren Teil aufweist, wobei sowohl das Innengewinde als auch das Außengewinde jeweils einstückig mit einer der konischen Teilflächen verbunden ist und wobei eine zwischen dem Innengewinde und der mit dem Innengewinde verbundenen konischen Teilfläche angeordnete weitere Teilfläche allseitig gekrümmt ist.

[0030] Jede dieser bevorzugten Ausgestaltungen stellt zunächst jeweils eine alternative Ausgestaltung der Verschraubung dar. Wesentlich ist auch hier die allseitige Krümmung der genannten Teilfläche, die den hohen Drücken in der Hochdruckmedienkammer ausgesetzt ist und die, aufgrund ihrer allseitigen Krümmung, eine mögliche Rißbildungsneigung verringert.

[0031] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, daß die Membrane an der dem Kegelsitz gegenüberliegenden Seite angeordnet ist.

[0032] Durch die Anordnung der Membrane an der dem Kegelsitz gegenüberliegenden Seite ergibt sich vorteilhafterweise ein größtmöglicher Abstand der Membrane zum Ort der Druckeinleitung in die Hochdruckmedienkammer. Dadurch liegt das Volumen der

Hochdruckmedienkammer zwischen der Membrane und dem Ort der Druckeinleitung, was zu einer guten Dämpfung von Druckspitzen führt.

[0033] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, daß die Membrane eine Versteifungsstruktur aufweist, die längs einer bestimmten Richtung geringere Wölbungen der Membrane erlaubt als außerhalb dieser bestimmten Richtung.

[0034] Eine solche Versteifungsstruktur stellt konstruktive Möglichkeiten bereit, eine Anisotropie der Wölbung der Membrane zu erzeugen. Eine solche Anisotropie ermöglicht, wie weiter unten ausgeführt wird, die Ausbildung einer Stauchzone als Teil der Membran, was eine meßtechnische Erfassung der Wölbung der Membran in Verbindung mit einer durch die Versteifungsstruktur verbesserten Druckfestigkeit der Membran ermöglicht.

[0035] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, daß die Versteifungsstruktur auf der der Hochdruckmedienkammer in der ersten Raumrichtung abgewandten Seite der Membrane angeordnet ist.

[0036] Durch diese Ausgestaltung ist die Versteifungsstruktur gewissermaßen außerhalb der Hochdruckmedienkammer angeordnet, was die Anbringung und die elektrische Verbindung einer Sensorik in der Versteifungsstruktur ermöglicht.

[0037] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, daß sich die Versteifungsstruktur quer zu der ersten Raumrichtung erstreckt und mit der Membrane eine einstückige Einheit bildet.

[0038] Durch diese Anordnung treten in der Versteifungsstruktur bei einer längs der ersten Raumrichtung erfolgenden Krafteinleitung in die Membran elastische Verspannungen der Versteifungsstruktur quer zu der ersten Raumrichtung auf. Die aus der elastischen Verspannung resultierenden Kräfte wirken einer weiteren Auswölbung der Membran entgegen, wodurch konstruktiv vorbestimmte Bereiche der Versteifungsstruktur gestaucht werden. Dadurch ergibt sich vorteilhafterweise die Möglichkeit, Dehnungen und Stauchungen in Teilbereichen des Membranteils zu erfassen.

[0039] Es hat sich gezeigt, daß dadurch die Qualität der Druckmessung verbessert werden kann.

[0040] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, daß die Versteifungsstruktur eine Stauchzone aufweist, die bei steigendem Druck in der Hochdruckmedienkammer gestaucht wird, wobei sich die Stauchung im Signal einer Stauch-Sensorik abbildet.

[0041] Wie weiter unten ausgeführt wird, läßt sich an anderen Stellen des Membranteils eine Biege- oder Dehn-Sensorik anordnen, wodurch sich der genannte Vorteil der gleichzeitigen Messung von Dehnungen/Biegungen und Stauchungen einstellt.

[0042] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Stauchzone als Zone verringerter Materialstärke in der Versteifungsstruktur realisiert.

[0043] Diese Ausgestaltung ist einfach zu fertigen und ermöglicht eine Einstellung von gewünschten Eigenschaften der Stauchzone über eine Variation des Ortes und des Ausmaßes der Verringerung der Materialstärke in der Versteifungsstruktur.

[0044] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, daß der Wandbereich des Membranteils eine Biegezone aufweist, deren Biegung sich bei steigendem Druck in der Hochdruckmedienkammer ändert, wobei sich die Änderung in dem Signal einer Biege-Sensorik abbildet.

[0045] Diese Ausgestaltung erlaubt eine Erfassung von Formänderungen des Membranteils auch außerhalb der Membrane, wodurch sich die Qualität der Druckmessung verbessern läßt.

[0046] Vorteilhafterweise wird die Biege-Sensorik in der Biegezone angebracht, um den größtmöglichen Meßeffekt zu erzielen.

[0047] Die Biegezone ist vorteilhafterweise als Teil des Wandbereichs mit verringertem Querschnitt realisiert.

[0048] Dadurch ergeben sich ähnliche Vorteile, wie sie weiter oben in Verbindung mit der Ausgestaltung der Stauchzone beschrieben wurden. Bei der Einleitung eines hohen Druckes in die Hochdruckmedienkammer wölbt sich die Membrane und staucht die Sensorik auf der Oberseite der Membran, während gleichzeitig die seitliche Sensorik in den Biegezonen gedehnt wird.

[0049] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, daß die Grenzfläche zwischen der Hochdruckmedienkammer und der Membrane in der ersten Raumrichtung über die als Teil des Wandbereichs mit verringertem Querschnitt realisierte Biegezone hinausragt.

[0050] Mit anderen Worten: Die Hochdruckmedienkammer ist so ausgeformt, daß das membranseitige Ende, das ballig oder als Kalotte ausgeformt sein kann, den oberen Rand der Stauchzone überragt. Es hat sich gezeigt, daß bei dieser Anordnung einerseits die Wandstärke zwischen den beiden Biegezonen vergrößert werden kann und daß gleichzeitig die Dicke des verbleibenden Materials der Stauchzone in der Versteifungsstruktur oberhalb der Membrane verringert werden kann. Als Folge kann eine erheblich verbesserte Standzeit der Membrane bei gleichzeitig deutlich verringerter Hysterese der Formänderungen erreicht werden.

[0051] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, daß das Membranteil und das weitere Teil aus Materialien unterschiedlicher Härte oder Zähigkeit gefertigt sind.

[0052] Dadurch wird insbesondere erreicht, daß sich die konische Teilfläche des Materials geringerer Härte besonders gut an die konische Teilfläche des Materials höherer Härte anpaßt. Als Folge stellt sich die beobachtete hervorragende Abdichtung der Hochdruckmedienkammer auch bei Drücken von über 10.000 Bar ein. Dieser Effekt ist unabhängig davon, ob das Membranteil oder das weitere Teil aus dem Material geringerer Härte oder Zähigkeit gefer-

tigt ist. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang nur die Verwendung unterschiedlich fester oder harter Materialien.

[0053] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht jedoch vor, daß das Membranteil aus einem Material höherer Härte oder Zähigkeit und das weitere Teil aus einem Material geringerer Härte oder Zähigkeit gefertigt ist.

[0054] Durch diese Festlegung wird erreicht, daß sich die beschriebene hervorragende Dichtheit in Verbindung mit einer möglichst hohen Lebensdauer des Membranteils einstellt.

[0055] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, daß die Stauch-Sensorik und/oder die Biege-Sensorik elektrische und/oder magnetische Eigenschaften aufweist, die von der räumlichen Ausdehnung der Stauchzone und/oder der Biegezonen abhängen.

[0056] Auf diese Weise lassen sich die als Folge von Änderungen des Druckes in der Hochdruckmedienkammer einstellenden Formänderungen des Membranteils meßtechnisch erfassen.

[0057] Als Ausführungsbeispiele der genannten Sensorik kommen insbesondere Dehnungsmeßstreifen, piezo-resistive oder magneto-resistive Elemente in Frage.

[0058] Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und den beigefügten Figuren.

[0059] Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiel

[0060] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0061] **Fig.** 1 eine Gesamtansicht eines erfindungsgemäßen Hochdruckaufnehmers mit einem Membranteil und einem weiteren Teil im zusammengefügten Zustand in einer Schnittdarstellung;

[0062] **Fig.** 2 einen Querschnitt entlang der Linie II-II in **Fig.** 1 in der Höhe der Stauchzone des Hochdruckaufnehmers in **Fig.** 1;

[0063] **Fig.** 3 einen weiteren Querschnitt entlang der Linie III-III in Höhe der Biegezonen des Hochdruckaufnehmers in **Fig.** 1;

[0064] **Fig.** 4 Einzelheiten eines ersten Ausführungsbeispiels einer Verschraubung eines erfindungsgemäßen Hochdruckaufnehmers;

[0065] **Fig.** 5 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Verschraubung eines erfindungsgemäßen Hochdruckaufnehmers;

[0066] **Fig.** 6 eine perspektivische Gesamtansicht des Membranteils eines Hochdruckaufnehmers;

[0067] **Fig.** 7 schematisch verschiedene Ausführungsbeispiele der Hochdruckmedienkammer an ihrem membranseitigen Ende in einer Schnittdarstellung.

[0068] Die Ziffer **10** in der **Fig.** 1 bezeichnet die Gesamtansicht eines Hochdruckaufnehmers mit zweiteiligem Aufbau.

[0069] Ein Membranteil **12** ist mit einem weiteren Teil **14** über eine Verschraubung **16** zusammengefügt. Im zusammengefügten Zustand schließen das Membranteil **12** und das weitere Teil **14** eine Hochdruckmedienkammer **18** ein, die über eine Öffnung **20** in dem Membranteil **12**, eine Öffnung **22** in dem weiteren Teil **14** und über einen Hochdruckanschluß **66** an ein hochdruckführendes System angeschlossen werden kann.

[0070] Im übrigen ist die Hochdruckmedienkammer **18** gegen den Außenraum **24** druckdicht abgeschlossen. Zur Abdichtung dient ein Kegelsitz aus einer konischen Teilfläche **30** des Membranteils **12** und einer dazu als Gegenstück passenden konischen Teilfläche **32** des weiteren Teils **14**. Über die Verschraubung **16** werden die beiden konischen Teilflächen **30**, **32** aufeinandergepreßt, so daß sich insgesamt ein hochdruckdichter Kegelsitz ergibt.

[0071] Das Membranteil **12** weist wenigstens eine Sensorik **26**, **28** auf, die in Form von Dehnungsmeßstreifen und/oder piezo-resistiven oder magneto-resistiven Elementen realisiert sein kann. Druckänderungen in der Hochdruckmedienkammer **18** rufen Formänderungen des Membranteils **12** hervor, die sich in dem Signal der Sensorik **26**, **28** abbilden.

[0072] Die Sensorik **26**, **28** ist bspw. über eine Sensorbetriebs- und Auswerteschaltung **27** mit einem Meßwertanzeigegerät **29** verbunden. Zum Schutz der Sensorik **26**, **28** vor äußeren Einflüssen können die Verbindungsleitungen zwischen der Schaltung **27** und der Sensorik **26**, **28** durch eine nicht dargestellte Schutzkappe geführt werden, die an Schultern **31** des weiteren Teils **14** befestigt wird.

[0073] Der Übergang der konischen Teilfläche **32** des weiteren Teils **14** zu der Druckeinleitungsöffnung **22** ist teilweise als allseitig gekrümmte Teilfläche **34** ausgeführt. Dadurch wird die Ausbildung einer Kante in diesem Bereich vermieden. Mögliche hochdruckinduzierte Kerbwirkungen und daraus resultierende Rißbildungen werden auf diese Weise minimiert.

[0074] Das Membranteil **12** weist eine Membrane **36** auf, die die Hochdruckmedienkammer **18** quer zu einer ersten Raumrichtung **38** begrenzt. Im übrigen erstreckt sich die Hochdruckmedienkammer **18** innerhalb des Membranteils **12** zylinderförmig längs der ersten Raumrichtung **38** und ist von seitlichen Wandbereichen **40** umgeben, wobei die Ausdehnung der Hochdruckmedienkammer **18**, wenn ein großes Dämpfungsvolumen erwünscht ist, längs der ersten Raumrichtung **38** größer ist als quer zu der ersten Raumrichtung **38**. Die Hochdruckmedienkammer **18** wird beispielsweise durch Bohren und/oder Ausdrehen hergestellt, so daß die Membrane **36** und die Wandbereiche **40** eine einstückige Einheit bilden.

[0075] Das membranseitige Ende der Hochdruck-

medienkammer **18** ist wenigstens teilweise als allseitig gekrümmte Fläche ausgeführt, wie es beispielsweise bei einer balligen oder Kugelkalottenförmigen Form der Fall ist.

[0076] Der Übergang zwischen einer Grenzfläche **42** zwischen der Hochdruckmedienkammer **18** und der Membrane **36** auf der einen Seite und einer Grenzfläche **44** zwischen der Hochdruckmedienkammer **18** und den Wandbereichen **40** auf der anderen Seite soll so beschaffen sein, daß hochdruckinduzierte Rißbildungen aufgrund von Kerbwirkungen minimiert werden. Einzelheiten zu diesem Übergang werden weiter unten im Zusammenhang mit der **Fig.** 7 näher erläutert.

[0077] Zur Vermeidung von Kerbwirkungen und daraus resultierenden Rißbildungen ist auch ein Bereich zwischen der Verschraubung **16** und der konischen Teilfläche **32** wenigstens teilweise als allseitig gekrümmte Teilfläche **54** ausgeführt. Mögliche Kerbwirkungen treten in diesem Bereich aufgrund der Zugkräfte zwischen der Verschraubung **16** und dem druckdichten Kegelsitz auf.

[0078] In dem Ausführungsbeispiel der **Fig.** 1 weist das Membranteil **12** ein die Hochdruckmedienkammer **18** umlaufendes Außengewinde auf. Ein als Gegenstück passendes Innengewinde ist in das weitere Teil **14** geschnitten. Dieses Ausführungsbeispiel ist ausschnittsweise auch in der **Fig.** 4 dargestellt, die entsprechende Bereiche des Membranteils **12** und des weiteren Teils **14** im nicht-zusammengefügten Zustand zeigt. In der **Fig.** 4 ist das Außengewinde des Membranteils mit der Ziffer **46** bezeichnet und das Innengewinde des weiteren Teils **14** ist mit der Ziffer **48** bezeichnet.

[0079] **Fig.** 5 zeigt als alternative Ausführungsform der Verschraubung **16** ein Außengewinde **52** an dem weiteren Teil **14** sowie ein Innengewinde **50** an dem Membranteil **12**.

[0080] Weitere Unterschiede zwischen den Ausführungsformen der **Fig.** 4 und 5 ergeben sich durch die Ausführung der konischen Teilflächen **30**, **32**. Im Ausführungsbeispiel der **Fig.** 4 ist die konische Teilfläche **30** des Membranteils **12** als Außenkonus und die konische Teilfläche **32** des weiteren Teils **14** als Innenkonus ausgebildet. In der **Fig.** 5 ist die konische Teilfläche **30** des Membranteils **12** als Innenkonus und die konische Teilfläche **32** des weiteren Teils **14** als Außenkonus ausgestaltet.

[0081] Die in den **Fig.** 4, 5 dargestellten Ausführungsformen der Verschraubung und der Ausgestaltung der konischen Teilflächen lassen sich auch kombinieren. So kann beispielsweise ein Innenkonus an dem Membranteil **12** in Verbindung mit einem Außengewinde **46** und ein Außenkonus in Verbindung mit einem Innengewinde **48** des weiteren Teils **14** realisiert sein.

[0082] Erfindungsgemäß wird in jedem Fall eine allseitig gekrümmte Teilfläche **54** zwischen dem Innengewinde **48**, **50** und der zugehörigen konischen Teilfläche **30**, **32** vorgesehen.

[0083] Die weitere Beschreibung bezieht sich zunächst wieder auf die **Fig.** 1. Die Membrane **36** weist eine Versteifungsstruktur **56** auf. Diese ist an der der Hochdruckmedienkammer **18** abgewandten Seite der Membrane **36** angeordnet und in einer bestimmten Richtung **58** ausgerichtet. Die Versteifungsstruktur **56** bildet mit der Membrane **36** eine einstückige Einheit und weist Zonen **60** verringerter Materialstärke auf.

[0084] Diese Zonen **60** liegen gewissermaßen zwischen der eigentlichen Membran **36** und Teilbereichen **61** der Versteifungsstruktur **56** mit voller Materialstärke und bilden beispielsweise einen Steg **64**. Mit anderen Worten: Der Steg **64** verringerter Materialstärke ist innerhalb der Versteifungsstruktur **56** von Teilbereichen **61** voller Materialstärke umgeben und insbesondere überdacht.

[0085] Die Versteifungsstruktur **56** entwickelt bei einer druckinduzierten Auswölbung der Membrane **36** elastische Gegenkräfte, die einer Verformung der Versteifungsstruktur **56** entgegenwirken. Aufgrund der verschiedenen Materialstärken sind diese elastischen Gegenkräfte im Bereich des Steges **64** geringer als in den Teilbereichen **61** voller Materialstärke der Versteifungsstruktur **56**. Als Folge wird der Steg **64** unter Hochdruckeinfluß zwischen der eigentlichen Membrane **36** und den Teilbereichen **61** voller Materialstärke der Versteifungsstruktur **56** gestaucht. Aus diesem Grund werden die Zonen **60** verringerter Materialstärke innerhalb der Versteifungsstruktur **56** auch als Stauchzonen **60** bezeichnet.

[0086] Die Stauchzonen **60** weisen eine Stauch-Sensorik **26** auf, deren elektrisches und/oder magnetisches Verhalten sich bei Formänderungen ändert und damit über die druckinduzierte Formänderung als Maß für den Druck in der Hochdruckmedienkammer verwendet werden kann.

[0087] Zusätzlich zu der beschriebenen Auswölbung der Membrane **36** in der ersten Raumrichtung **38** tritt eine hochdruckinduzierte Ausdehnung der Hochdruckmedienkammer **18** quer zu der ersten Raumrichtung **38** auf. Um diese Quer-Ausdehnung besser erfassen zu können, weisen auch die Wandbereiche **40** des Membranteils **12** Zonen **62** verringerter Materialstärke auf. Ähnlich wie weiter oben beschrieben, werden auch hier die elastischen Gegenkräfte in den Zonen **62** verringerter Materialstärke im Vergleich zu den Zonen voller Materialstärke reduziert, woraus eine stärkere Verformung der Zonen **62** geringerer Materialstärke resultiert.

[0088] Eine Materialverringerung wird beispielsweise durch Ausfräsen ebener Bereiche aus einem zylinderförmigen Wandbereich **40** des Membranteils **12** realisiert. Daraus resultiert beispielsweise der in der **Fig.** 2 gezeigte Querschnitt längs der Linie II – II in der **Fig.** 1. Mit Blick auf die **Fig.** 2 wird deutlich, daß sich die Zonen **62** verringerter Materialstärke unter Hochdruckeinfluß in der Hochdruckmedienkammer **18** stärker verformen werden als die übrigen Teile des Wandbereichs **40** mit voller Materialstärke. Die mit

der Ziffer **63** bezeichnete gestrichelte Linie in der **Fig.** 2 veranschaulicht eine hochdruckinduzierte Ausbiegung in der Zone **62** verringerter Materialstärke. Dabei ist das Ausmaß der Ausbiegung aus Gründen der Anschauung übertrieben dargestellt. Wegen des dargestellten Verformungsverhaltens werden die Zonen **62** verringerter Materialstärke auch als Biegezonen oder Dehnzonen bezeichnet. Durch die dargestellte Ausbiegung wird eine Biege-Sensorik **28**, die in der Biegezone **62** angeordnet ist, gedehnt.

[0089] Die **Fig.** 3 stellt einen Querschnitt durch die Versteifungsstruktur **56** längs der Linie III-III in der **Fig.** 1 dar. Diese Figur ist daher im Zusammenhang mit der Beschreibung der Versteifungsstruktur **56** in der **Fig.** 1 zu betrachten und benötigt darüberhinaus keine weiteren Erläuterungen.

[0090] **Fig.** 6 zeigt eine perspektivische Gesamtansicht des Membranteils **12** des Hochdruckaufnehmers und veranschaulicht den strukturellen Gesamtzusammenhang der Versteifungsstruktur **56** mit den Stauchzonen **60**, der Membran **36** und den Biegezonen **62**.

[0091] **Fig.** 7 zeigt den Übergang zwischen den Grenzflächen **42** der Membrane **36** und **44** des Wandbereichs **40** in größeren Details. Wesentlich ist hier, daß der Winkel α, zwischen den Flächen **42** und **44**, der hier als Winkel zwischen den Tangenten der Schnittkonturen dieser Flächen definiert ist, größer als 90° ist.

[0092] Dadurch werden hochdruckinduzierte Rißbildungen aufgrund von Kerbwirkungen beim Aufeinanderstoßen dieser Flächen verringert.

[0093] Der Winkel α kann, wie in der **Fig.** 7a gezeigt, größer als 90° sein, ohne den Winkel von 180° zu erreichen. Es ist jedoch bevorzugt, wenn der Winkel α = 180° ist, wie es in der **Fig.** 7b dargestellt ist. In diesem Fall stoßen die Grenzflächen **42** und **44** ohne Ausbildung einer Kante aneinander, so daß sich prinzipiell keine Kerbwirkung ergibt.

[0094] Alternativ dazu kann der Winkel α auch, wie in der **Fig.** 7c gezeigt, größer als 180° sein.

Patentansprüche

1. Hochdruckaufnehmer (**10**) mit einem Membranteil (**12**) und mit einem weiteren Teil (**14**), das mit dem Membranteil (**12**) durch eine Verschraubung (**16**) zusammengefügt ist,
wobei das Membranteil (**12**) und das weitere Teil (**14**) eine Hochdruckmedienkammer (**18**) einschließen, die über Öffnungen (**20**, **22**) in dem Membranteil (**12**) oder dem weiteren Teil (**14**) dem zu messenden Druck ausgesetzt ist und die im übrigen gegen den Außenraum (**24**) druckdicht abgegrenzt ist,
wobei Druckänderungen in der Hochdruckmedienkammer (**18**) Formänderungen des Membranteils (**12**) hervorrufen, die sich in dem Signal einer Sensorik (**26**, **28**) abbilden,
dadurch gekennzeichnet, daß das Membranteil (**12**) eine konische Teilfläche (**30**) aufweist, die mit einer konischen Teilfläche (**32**) des weiteren Teils (**14**) durch die Verschraubung (**16**) zu einem druckdichten Kegelsitz zusammengefügt ist,
wobei die konische Teilfläche (**32**) des weiteren Teils (**14**) an ihrer der Hochdruckmedienkammer (**18**) zugewandten Seite durch eine allseitig gekrümmte Teilfläche (**34**) begrenzt wird.

2. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Membranteil (**12**) eine Membrane (**36**) aufweist, die die Hochdruckmedienkammer (**18**) in einer ersten Raumrichtung (**38**) begrenzt und die weiter einen Wandbereich (**40**) aufweist, der die Hochdruckmedienkammer (**18**) quer zu der ersten Raumrichtung (**38**) begrenzt und mit der Membrane (**36**) einstückig verbunden ist.

3. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfläche (**42**) zwischen der Hochdruckmedienkammer (**18**) und der Membrane (**36**) und eine Grenzfläche (**44**) zwischen der Hochdruckmedienkammer (**18**) und dem Wandbereich (**40**) in einem Winkel α ineinander übergehen, der größer als 90 ° ist.

4. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfläche (**42**) zwischen der Hochdruckmedienkammer (**18**) und der Membrane (**36**) die Grenzfläche (**44**) zwischen der Hochdruckmedienkammer (**18**) und dem Wandbereich (**40**) ohne Kantenbildung (α = 180 °) ineinander übergehen.

5. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfläche (**42**) zwischen der Hochdruckmedienkammer (**18**) und der Membrane (**36**) wenigstens teilweise allseitig gekrümmt ist.

6. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die räumliche Ausdehnung der Hochdruckmedienkammer (**18**) in der ersten Raumrichtung (**38**) größer ist als quer zu der ersten Raumrichtung (**38**).

7. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruckmedienkammer (**18**) wenigstens teilweise eine zylinderförmige Form aufweist, deren Längsachse sich in der ersten Raumrichtung (**38**) erstreckt.

8. Hochdruckaufnehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschraubung (**16**) ein Außengewinde (**46**) an dem Wandbereich (**40**) des Membranteils (**12**) in Verbindung mit einem Innengewinde (**48**) an dem weiteren Teil (**14**) oder ein Innengewinde (**50**) an dem Wandbereich (**40**) des Membranteils (**12**) in Verbindung mit einem Außengewinde (**52**) an dem weiteren Teil (**14**) aufweist, wobei sowohl das Innengewinde (**48**; **50**)

als auch das Außengewinde (**46**; **52**) jeweils einstückig mit einer der konischen Teilflächen (**30**, **32**) verbunden ist und wobei eine zwischen dem Innengewinde (**48**; **50**) und der mit dem Innengewinde (**48**; **50**) verbundenen konischen Teilfläche (**30**, **32**) angeordnete weitere Teilfläche (**54**) allseitig gekrümmt ist.

9. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Membrane (**36**) an der dem Kegelsitz gegenüberliegenden Seite angeordnet ist und sich bei verschiedenen Drücken in der Hochdruckmedienkammer (**18**) verschieden stark wölbt.

10. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Membrane (**36**) eine Versteifungsstruktur (**56**) aufweist, die längs einer bestimmten Richtung (**58**) geringere Wölbungen der Membrane (**36**) erlaubt als außerhalb dieser bestimmten Richtung (**58**).

11. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Versteifungsstruktur (**56**) auf der der Hochdruckmedienkammer (**18**) in der ersten Raumrichtung (**38**) abgewandten Seite der Membrane (**36**) angeordnet ist.

12. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Versteifungsstruktur (**56**) quer zu der ersten Raumrichtung (**38**) erstreckt und mit der Membrane (**36**) eine einstückige Einheit bildet.

13. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Versteifungsstruktur (**56**) eine Stauchzone (**60**) aufweist, die bei steigendem Druck in der Hochdruckmedienkammer (**18**) gestaucht wird, wobei sich die Stauchung im Signal einer Stauch-Sensorik (**26**) abbildet.

14. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Stauchzone (**60**) als Zone verringerter Materialstärke in der Versteifungsstruktur (**56**) realisiert ist.

15. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach einem der Ansprüche 2 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandbereich (**40**) des Membranteils (**12**) eine Biegezone (**62**) aufweist, deren Biegung sich bei steigendem Druck in der Hochdruckmedienkammer (**18**) ändert, wobei sich die Änderung in dem Signal einer Biege-Sensorik (**28**) abbildet.

16. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Biege-Sensorik (**28**) in der Biegezone (**62**) angebracht ist.

17. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Biegezone (**62**) als Teil des Wandbereichs (**40**) mit verringertem Querschnitt realisiert ist.

18. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfläche (**42**) zwischen der Hochdruckmedienkammer und der Membrane (**36**) in der ersten Raumrichtung (**38**) über die als Teil des Wandbereichs (**40**) mit verringertem Querschnitt realisierte Biegezone (**62**) hinausragt.

19. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Membranteil (**12**) und das weitere Teil (**14**) aus Materialien unterschiedlicher Härte oder Zähigkeit gefertigt sind.

20. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Membranteil (**12**) aus einem Material höherer Härte oder Zähigkeit und das weitere Teil (**14**) aus einem Material geringerer Härte oder Zähigkeit gefertigt ist.

21. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stauch-Sensorik (**26**) und/oder die Biege-Sensorik (**28**) elektrische und/oder magnetische Eigenschaften aufweist, die von der räumlichen Ausdehnung der Stauchzone **60** und/oder der Biegezonen (**62**) abhängen.

22. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Stauch-Sensorik (**26**) und/oder die Biege-Sensorik (**28**) Dehnungsmeßstreifen aufweist.

23. Hochdruckaufnehmer (**10**) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Stauch-Sensorik (**26**) und/oder die Biege-Sensorik (**28**) piezo-resistive oder magneto-resistive Eigenschaften aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

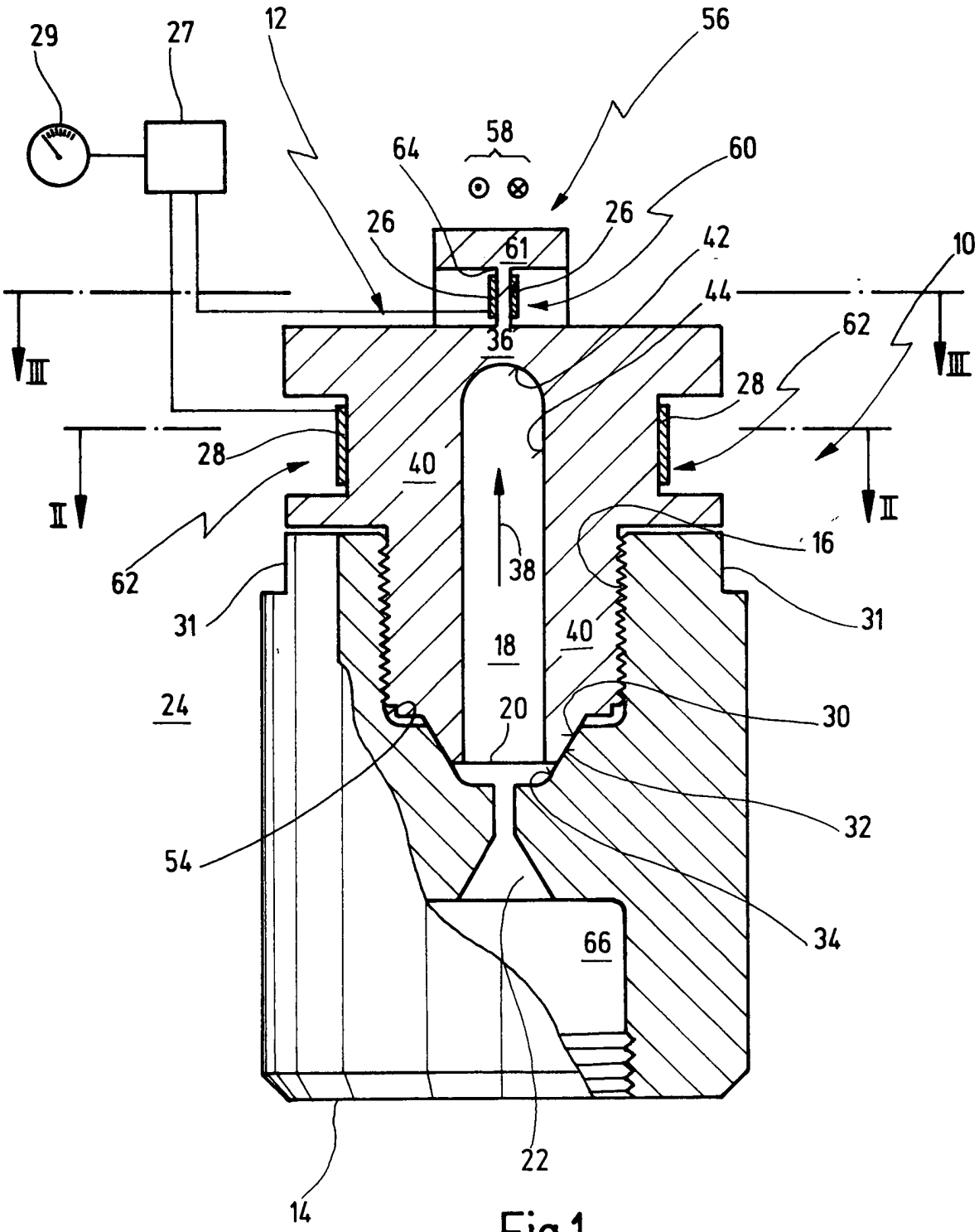


Fig.1

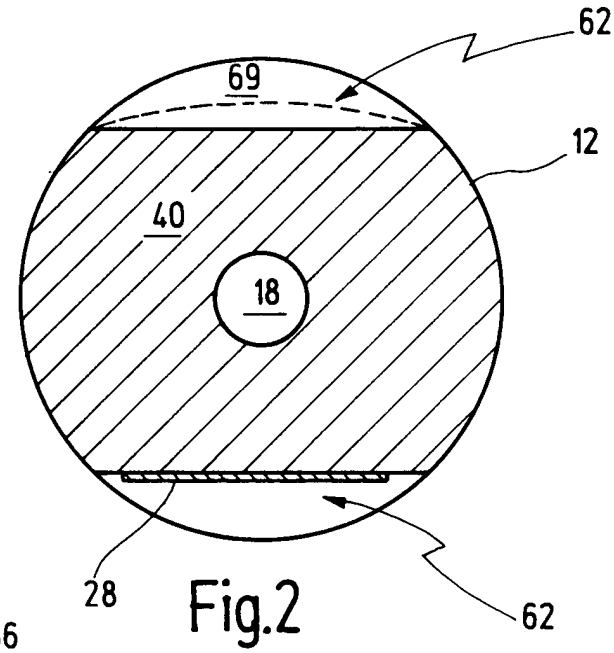


Fig.2

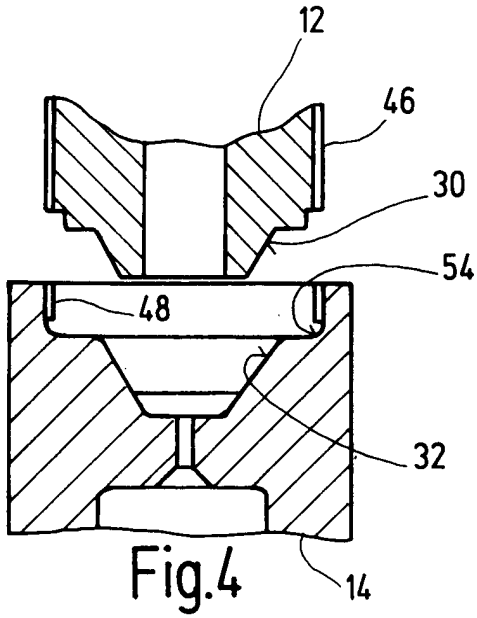


Fig.4

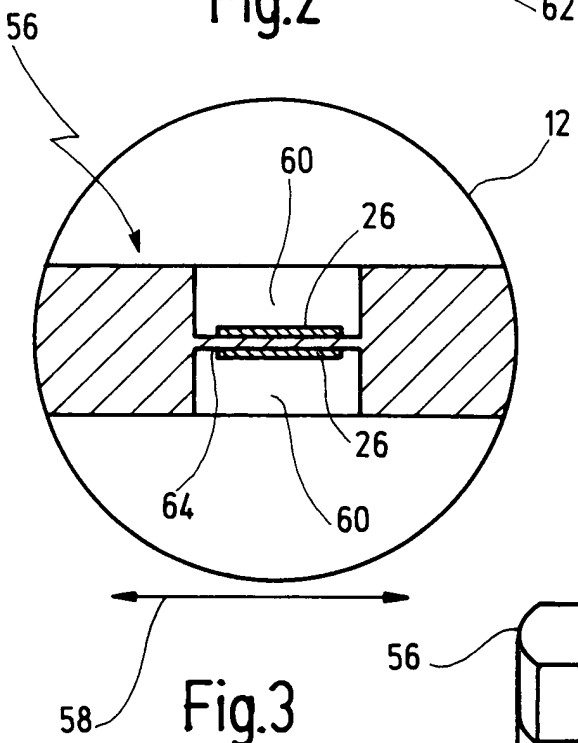


Fig.3

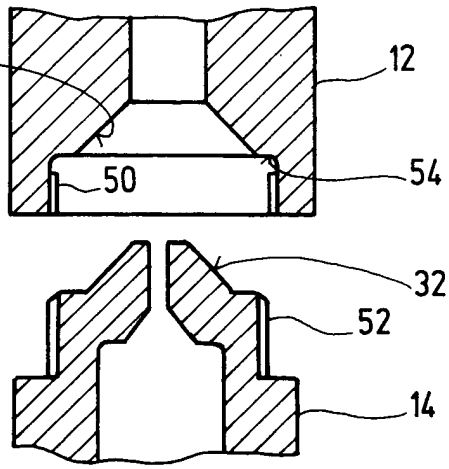


Fig.5

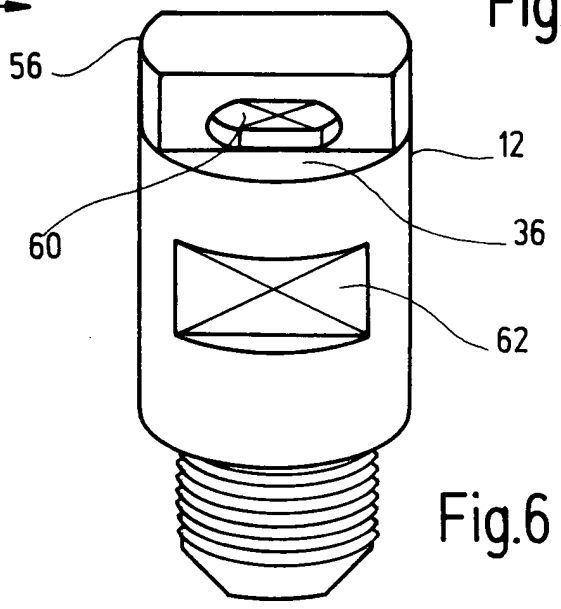


Fig.6

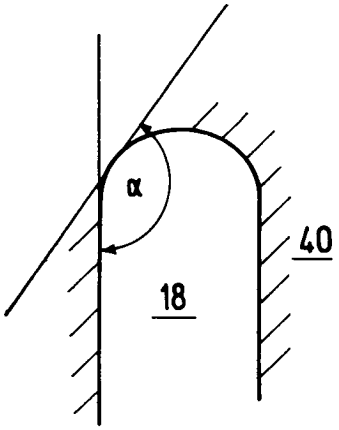


Fig.7a

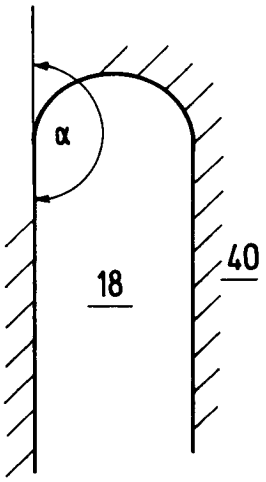


Fig.7b

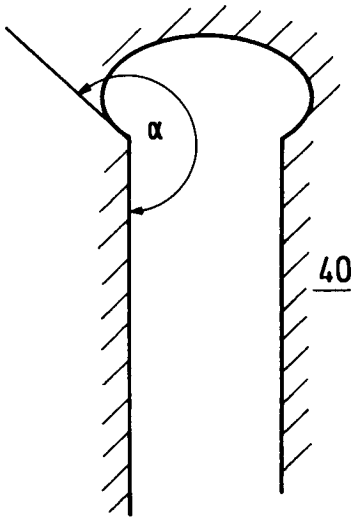


Fig.7c