



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 12 904 B4** 2004.08.12

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 12 904.8**  
(22) Anmeldetag: **16.03.2000**  
(43) Offenlegungstag: **04.10.2001**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **12.08.2004**

(51) Int Cl.7: **F04B 43/02**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**Lewa Herbert Ott GmbH + Co, 71229 Leonberg, DE**

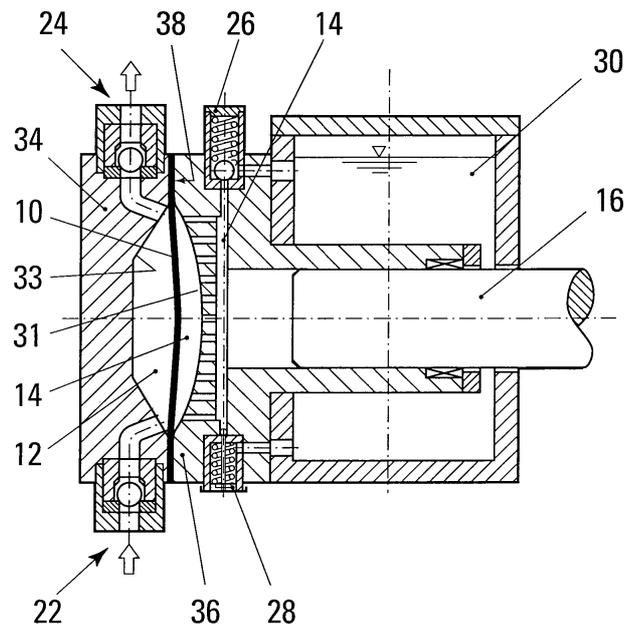
(74) Vertreter:  
**Zeitler & Dickel Patentanwälte, 80539 München**

(72) Erfinder:  
**Schlücker, Eberhard, Prof. Dr.-Ing., 74182  
Obersulm, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 41 43 371 C2**  
**DE 26 20 228 A1**  
**DE 6 90 27 857 T2**

(54) Bezeichnung: **Membraneinspannung mit Elastizitätsausgleich**

(57) Hauptanspruch: Membranpumpe mit hydraulisch angetriebener Membran (10), die an einem umlaufenden Rand zwischen einem Pumpendeckel (34) und einem Pumpengehäuse (36) in einem vorbestimmten radialen Einspannbereich (38) und mit einer vorbestimmten Andruckkraft zwischen Pumpendeckel (34) und Pumpengehäuse (36) derart eingespannt ist, daß die Andruckkraft unterhalb der Fließgrenze des Membranwerkstoffes liegt, wobei im Einspannbereich (38) zusätzlich wenigstens ein elastisches Bauteil (40; 42; 50) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Bauteil wenigstens einen axial wirksamen Profilring umfaßt, welcher derart ausgebildet ist, daß es im Betrieb der Membranpumpe auftretende Verringerungen der Andruckkraft im Einspannbereich (38) der Membran (10) zwischen dem Pumpendeckel (34) und dem Pumpengehäuse (36) in axialer Richtung elastisch ausgleicht.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Membranpumpe mit hydraulisch angetriebener Membran gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

### Stand der Technik

[0002] Wachsende Umweltschutzforderungen verbunden mit strengen Gesetzaufgaben können künftig meist nur mit hermetisch dichten Prozeßanlagen erfüllt werden. Leckfreie Fluidarbeitsmaschinen, wie beispielsweise Pumpen und Verdichter, sind dabei von großer Bedeutung. Besonders für die Förderung toxischer, gefährlicher, belästigender, empfindlicher, abrasiver, korrosiver Fluide sowie für aseptische Bedingungen sind Membranpumpen eine optimale Lösung. Die Membran als zentrales Element erfüllt die Doppelfunktion als statische Dichtung und Verdränger in Form einer elastischen Förderraumwand. Die statische Membrandichtung ist die Grundlage für die hermetische Dichtheit von Membranpumpen. Die Membran überträgt ferner die oszillierende Hubbewegung eines Antriebs auf das zu fördernde Fluid, wodurch nicht nur die pulsierende Förderung, sondern auch eine Interaktion mit den Fluidmassen im Rohrleitungssystem zustande kommt. Bei Membranpumpen mit hydraulischem Membranantrieb wird die oszillierende Bewegung eines Antriebsorgans über eine Hydraulikvorlage, welche ein Hydraulikfluid umfaßt, auf die Membran übertragen. Die hydraulisch angetriebene Membran arbeitet stets druckausgeglichen und muß nur Auslenkungsbeanspruchungen ertragen.

[0003] In der Membranpumpentechnik hat sich PTFE (Polytetrafluorethylen) wegen seiner hervorragenden chemischen Beständigkeit und der guten physikalischen Eigenschaften zum Standardmaterial für Membranen entwickelt. Übliche Membrankonstruktionen sind reine PTFE-Membranen mit rotations-symmetrischer Wellenkontur oder flacher Kontur sowie PTFE als Schutzschicht auf Elastomermembranen.

[0004] Die Grenze für die Verwendung von PTFE als Membran für Membranpumpen liegt derzeit bei einem Förderdruck von 350 bar und einer Temperatur von 150° C. Die Gründe für diese Grenzen sind die darüber hinaus nicht mehr ausreichende Kaltflußfestigkeit und Dichtpressung des PTFE in der Membraneinspannung. Mit konstruktiven Maßnahmen, z.B. durch eine geeignete Rillenstruktur, ist es gelungen, dem Kaltfluß in Grenzen entgegenzuwirken. Die Rillung behindert das Fließen des Membranwerkstoffes aus der Membraneinspannung. Dadurch läßt sich die Fließgrenze in der Membraneinspannung auf Werte weit oberhalb der Streckspannung aus dem Zugversuch anheben. Erst dadurch ist es gelungen, eine sichere Abdichtung bei 350 bar zu erzielen.

[0005] Oberhalb von 350 bar kommt noch die Tatsache hinzu, daß die Bauteile, zwischen denen die

Membranen eingespannt sind, nämlich Pumpenkörper und Membranantriebsgehäuse, durch den Druckwechsel in der Pumpe deformiert werden, woraus ein gewisses "Atmen" in der Einspannung resultiert. Dieser Begriff "Atmen" bezeichnet eine im Betrieb der Membranpumpe ggf. periodisch immer wiederkehrende Abnahme des Anpreßdruckes zwischen dem Pumpendeckel und dem Pumpengehäuse im Einspannbereich der Membran. Mit zunehmendem Druck und zunehmender Baugröße nimmt das Atmen zu. Das Potential zum Elastizitätsausgleich durch die Membran ist jedoch sehr beschränkt, so daß dadurch ebenfalls eine Grenze für Druck und Baugrößensteigerung gegeben ist. Ferner ist der immer wiederkehrende Belastungswechsel der Membran durch das Atmen eine starke mechanische Belastung bzw. dynamische Wechselbeanspruchung und führt nach entsprechender Zeit zu einer Ermüdung des Membranwerkstoffes und letztlich zu einer Zerstörung der Membran. Dieser Wirkmechanismus ist bisher in dieser Form noch nicht erkannt worden.

[0006] Bei einer bekannten Membranpumpe (DE 41 43 371 C2) ist eine Membranausführung mit einem elastischen Spannring vorgesehen, der in einen Ringwulst der Membran eingelegt ist und vorzugsweise aus einem Elastomer hoher Shore-Härte bestehen soll. Hierbei wirkt der Spannring in erster Linie radial und sorgt für eine von der Schraubenvorspannung unabhängige Abdichtung, wobei sogar ein axialer Spalt zwischen den Gehäuseteilen von einem Millimeter zulässig sein soll. Beabsichtigt ist bei dieser Ausführung, die Membran durch die radiale Vorspannung sogar bei abgebautem Gehäusedeckel in Richtung Zentralgehäuse abzudichten. Die Abdichtung durch den elastischen Spannring basiert auf einer radialen Vorspannung, indem der Ring in radialer Richtung größer dimensioniert wird als die zugehörige Nut. Ein derartiges Dichtungskonzept eignet sich aber lediglich für niedrige Drücke von ca. 10 bar und ist damit für die Drücke der in diesem Zusammenhang beschriebenen üblichen Doppelmembranpumpen mit Druckluftantrieb begrenzt.

[0007] Bei einer weiteren bekannten Doppelmembranpumpe (DE 690 27 857 T2) ist eine Membranaussteifung aus dem Elastomerwerkstoff Viton vorgesehen, wobei jedoch eine konkrete Aufgabe dieser Membranaussteifung nicht näher beschrieben ist.

[0008] Schließlich ist auch noch eine Kolbenmembranpumpe bekannt (DE 26 20 228 A1), bei welcher als Membranzwischenlage eine Hohlraum bildende Gewebesicht vorgesehen ist, die als Alternative zu einer Membran mit radialen Schlitzeln einsetzbar ist. Diese Gewebesicht soll eine Verbindung vom Membranzwischenraum nach aussen herstellen, um eine Membranbruchsignalisierung zu realisieren.

### Aufgabenstellung

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Membranpumpe der o.g. Art zur Verfügung zu

stellen, welche die o.g. Nachteile beseitigt und auch bei höheren Förderdrücken und höherer Betriebstemperatur bei langer Standzeit der Membran einsetzbar ist. Gleichzeitig soll dem negativen Effekt des "Atmens" des Pumpenkopfes im Bereich der Membraneinspannung entgegengewirkt werden.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die Erfindung mit den im Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen.

[0011] Bei der erfindungsgemäßen Membranpumpe umfasst das elastische Bauteil wenigstens einen axial wirksamen Profilring, welcher derart ausgebildet ist, dass es im Betrieb der Membranpumpe auftretende Verringerungen der Andruckkraft im Einspannbereich der Membran zwischen dem Pumpendeckel und dem Pumpengehäuse elastisch ausgleicht.

[0012] Diese Ausbildung hat den Vorteil, daß die Membranpumpe auch für hohe Drücke, beispielsweise oberhalb 350 bar, und für höhere Temperaturen, beispielsweise über 150° C, geeignet ist, da in diesem Bereich auftretende Deformierungen von Pumpendeckel und Pumpengehäuse, welche zu einer Abnahme des Anpreßdruckes im Einspannbereich führen würden, wirksam ausgeglichen sind. Gleichzeitig wird eine bei bestimmten Betriebsbedingungen evtl. nicht mehr ausreichende Kaltflußfestigkeit und Dichtpressung des Membranwerkstoffes kompensiert. Mit anderen Worten erhöht die erfindungsgemäße Anordnung die Elastizität der Membran im Einspannbereich, so daß die für die Dichtheit erforderliche Mindestpressung im Einspannbereich der Membran auch bei Verformung der im Einspannbereich beteiligten Bauteile erhalten bleibt. Das erfindungsgemäß vorgesehene elastische Bauteil hat hierbei keine Dichtfunktion, sondern dient der Kompensation von Schwankungen des Anpreßdruckes im Einspannbereich der Membran.

[0013] Die Elastizitätsreserven eines Membranpaketes werden dadurch erhöht, daß die Membran zwei oder mehr Werkstofflagen umfaßt, wobei wenigstens ein elastisches Bauteil zwischen wenigstens zwei Lagen angeordnet ist. Hierbei ist das elastische Bauteil beispielsweise als elastische Zwischenlage oder als elastischer Zwischenring ausgebildet.

[0014] Um eine fluidleitende Verbindung zwischen dem Innenraum zwischen zwei Werkstofflagen der Membran und einem Membranbruchsensoren sicherzustellen, ist das elastische Bauteil vorteilhafterweise als Gewebe ausgebildet.

[0015] Zum Ausgleich von Materialdeformierungen über den gesamten Einspannbereich in Umfangsrichtung erstreckt sich das elastische Bauteil über den gesamten Umfang der Membran.

[0016] Das elastische Bauteil kann einseitig oder beidseits der Membran angeordnet sein.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das elastische Bauteil ein oder mehrere Elastomer-O-Ringe. Alternativ ist das elastische Bauteil als

Lippendichtung ausgebildet.

[0018] Für eine einfache und schnelle Montage ist das elastische Bauteil ein integrales Teil der Membran.

[0019] Zweckmäßigerweise ist die Membran aus PTFE oder PE oder alternativ aus einem Elastomer mit einer Schutzschicht aus PTFE hergestellt.

#### Ausführungsbeispiel

[0020] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

[0021] **Fig. 1** eine Membranpumpe im Schnitt,

[0022] **Fig. 2** jeweils geschnitten im Detail eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen elastischen Bauteils,

[0023] **Fig. 3** eine zweite Ausführungsform des elastischen Bauteils,

[0024] **Fig. 4** eine dritte Ausführungsform des elastischen Bauteils und

[0025] **Fig. 5** eine vierte Ausführungsform des elastischen Bauteils.

[0026] Wie aus **Fig. 1** ersichtlich, umfaßt die dargestellte Membranpumpe eine Membran **10**, welche einen Förderraum **12** von einem Hydraulikraum **14** trennt. Als Antrieb ist ein Kolben **16** vorgesehen, welcher im Betrieb um eine konstante Kolbenmittellage oszilliert. Der Kolben **16** ist beispielhaft in der Position der Kolbenmittellage dargestellt. Die oszillierende Bewegung des Kolbens **16** wird über eine Hydraulikflüssigkeit im Hydraulikraum **14** auf die Membran **10** übertragen, welche eine entsprechende oszillierende Bewegung um eine Mittellage herum ausführt. Auf diese Weise wird von einer Saugseite **22** der Membranpumpe Fluid angesaugt und an einer Förderseite **24** wieder abgegeben. Der Hydraulikraum **14** ist über ein druckbegrenzendes Überdruckventil **16** und ein als Schnüffelventil ausgebildetes Nachfüllventil **28** mit einem Hydraulikvorratsraum **30** verbunden. Ferner sind Stützflächen **31**, **33** vorgesehen, welche einen Arbeitsraum der Membran **10** seitlich begrenzen. Hierbei bezeichnet 31 die hydraulikseitige Stützfläche und 33 die förderraumseitige Stützfläche.

[0027] Die Membran **10** ist zwischen einem Pumpendeckel **34** und einem Pumpengehäuse **36** in einem vorbestimmten radialen Einspannbereich **38** eingespannt und wird vorzugsweise durch Rillenstrukturen in den Pumpenbauteilen **34**, **36** unterstützt. Im Einspannbereich **38** ist zusätzlich zur Membran **10** ein elastisches Bauteil **40** angeordnet, wie beispielhaft aus **Fig. 2** bis 5 ersichtlich. Dieses elastische Bauteil **40** gleicht ein "Atmen" im Einspannbereich **38** zu jedem Zeitpunkt aus und stellt die für die Dichtheit erforderliche Pressung sicher. Dadurch ist auch bei hohen Druck- und Temperaturbelastungen, welche über die zulässigen Belastungen bekannter Membranpumpen hinausgehen, eine ausreichende Flächenpressung der Membraneinspannung **38** gewährleistet.

[0028] Die erfindungsgemäß ausgebildete Membran-

neinspannung **38** umfaßt somit einen Elastizitätsausgleich, da im Einspannbereich **38** der Membran **10** das elastische Bauteil **40** vorgesehen ist.

[0029] Bei der in **Fig. 2** dargestellten ersten Ausführungsform ist das elastische Bauteil als Lippenring **40** ausgebildet, der einseitig oder, wie in **Fig. 2** dargestellt, beidseitig der Membran **10** im Einspannbereich **38** angeordnet ist.

[0030] Bei der abgewandelten Ausführungsform gemäß **Fig. 3** ist der Lippenring **40** einstückig mit der Membran **10** ausgebildet, so daß mit Einsetzen der Membran **10** automatisch das elastische Bauteil **40** im Einspannbereich **38** angeordnet und montiert ist.

[0031] Bei der weiteren Ausführungsform gemäß **Fig. 4** ist das elastische Bauteil als Elastomer-O-Ring **42** ausgebildet und um den gesamten Umfang herum im Einspannbereich **38** angeordnet.

[0032] Bei der Ausführungsform gemäß **Fig. 5** weist die Membran **10** zwei Werkstofflagen **44, 46** auf, zwischen denen ein Zwischenraum **48** gebildet ist, der beispielsweise in fluidleitender Verbindung mit einem nicht dargestellten Membranbruchsensoren steht. Das elastische Bauteil ist hierbei als Zwischenring oder Zwischenlage **50** ausgebildet und im Einspannbereich **38** zwischen den Werkstofflagen **44, 46** der Membran **10** angeordnet. Auf diese Weise ist die Membran **10** sozusagen "schwimmend" gelagert. Dadurch wird die Elastizitätsreserve des Membranpaketes **44, 46** gesteigert, und die erforderliche Mindestpressung in der Einspannung bleibt auch bei eventuell auftretenden Bauteilverformungen erhalten. Um die fluidleitende Verbindung zwischen dem Zwischenraum **48** und dem Membranbruchsensoren sicherzustellen, ist der Zwischenring bzw. die Zwischenlage **50** als Gewebe ausgebildet. Der Membranbruchsensoren registriert dann die durch den Membranbruch in den Zwischenraum **48** eintretende Flüssigkeit, welche durch die Gewebelücken hindurch bis zum Membranbruchsensoren vordringt.

[0033] In den **Fig. 2 – 5** bezeichnet jeweils **32** die Mitte der Membran **10**, welche gleichzeitig als Rotationsachse anzusehen ist.

[0034] Insgesamt ist damit durch die Ausbildung des elastischen Bauteils in Form von wenigstens einem axial wirksamen Profilring der erwünschte Elastizitätsausgleich erzielt.

### Patentansprüche

1. Membranpumpe mit hydraulisch angetriebener Membran (**10**), die an einem umlaufenden Rand zwischen einem Pumpendeckel (**34**) und einem Pumpengehäuse (**36**) in einem vorbestimmten radialen Einspannbereich (**38**) und mit einer vorbestimmten Andruckkraft zwischen Pumpendeckel (**34**) und Pumpengehäuse (**36**) derart eingespannt ist, daß die Andruckkraft unterhalb der Fließgrenze des Membranwerkstoffes liegt, wobei im Einspannbereich (**38**) zusätzlich wenigstens ein elastisches Bauteil (**40; 42; 50**) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß

das elastische Bauteil wenigstens einen axial wirksamen Profilring umfaßt, welcher derart ausgebildet ist, daß es im Betrieb der Membranpumpe auftretende Verringerungen der Andruckkraft im Einspannbereich (**38**) der Membran (**10**) zwischen dem Pumpendeckel (**34**) und dem Pumpengehäuse (**36**) in axialer Richtung elastisch ausgleicht.

2. Membranpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (**10**) zwei oder mehr Werkstofflagen (**44, 46**) umfaßt und daß das elastische Bauteil (**50**) zwischen wenigstens zwei Lagen (**44, 46**) angeordnet ist.

3. Membranpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Bauteil als elastische Zwischenlage ausgebildet ist.

4. Membranpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Bauteil als elastischer Zwischenring (**50**) ausgebildet ist.

5. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Bauteil (**50**) als Gewebe ausgebildet ist.

6. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich das elastische Bauteil (**40; 42; 50**) in Umfangsrichtung über den gesamten Umfang der Membran (**10**) erstreckt.

7. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Bauteil (**40; 42; 50**) beidseitig der Membran (**10**) angeordnet ist.

8. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Bauteil ein oder mehrere Elastomer-O-Ringe (**42**) umfaßt.

9. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Bauteil als Lippendichtung (**40**) ausgebildet ist.

10. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Bauteil (**42**) als integrales Teil der Membran (**10**) ausgebildet ist.

11. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (**10**) aus PTFE oder PE hergestellt ist.

12. Membranpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (**10**) aus einem Elastomer mit einer

DE 100 12 904 B4 2004.08.12

Schutzschicht aus PTFE hergestellt ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

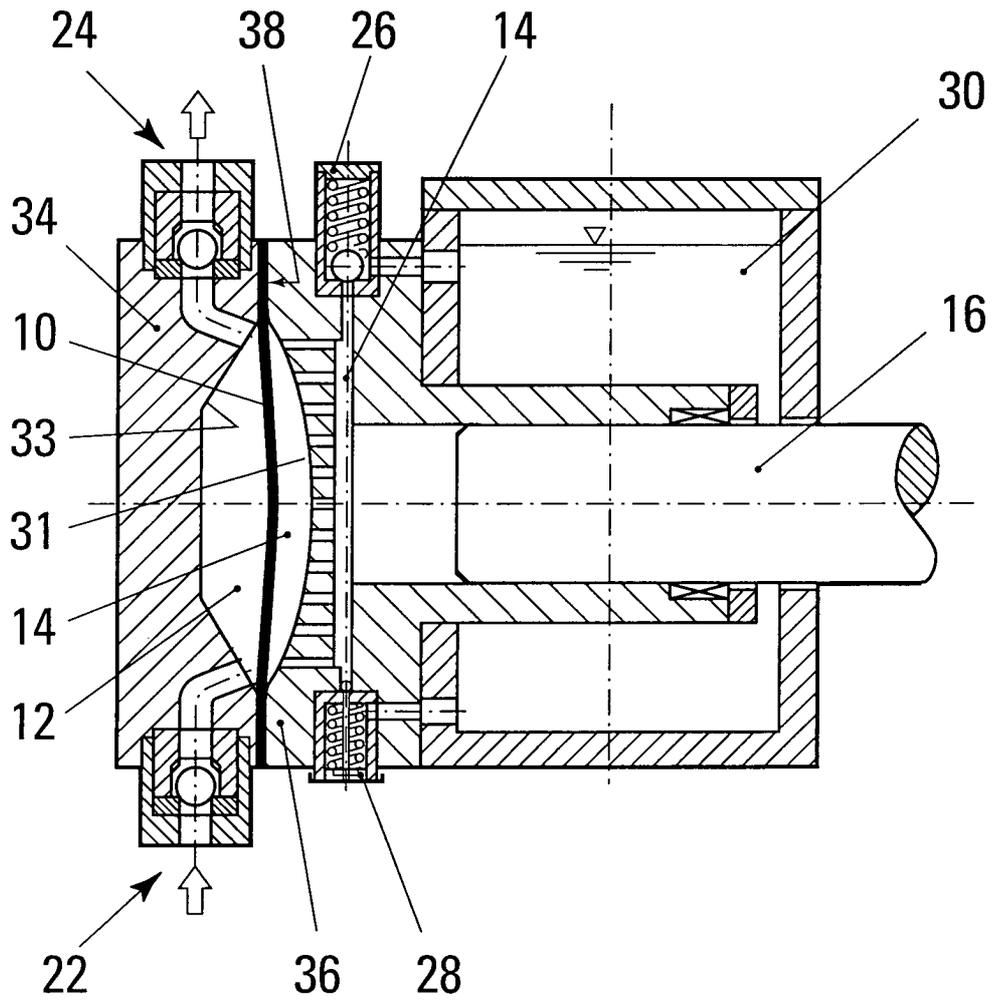
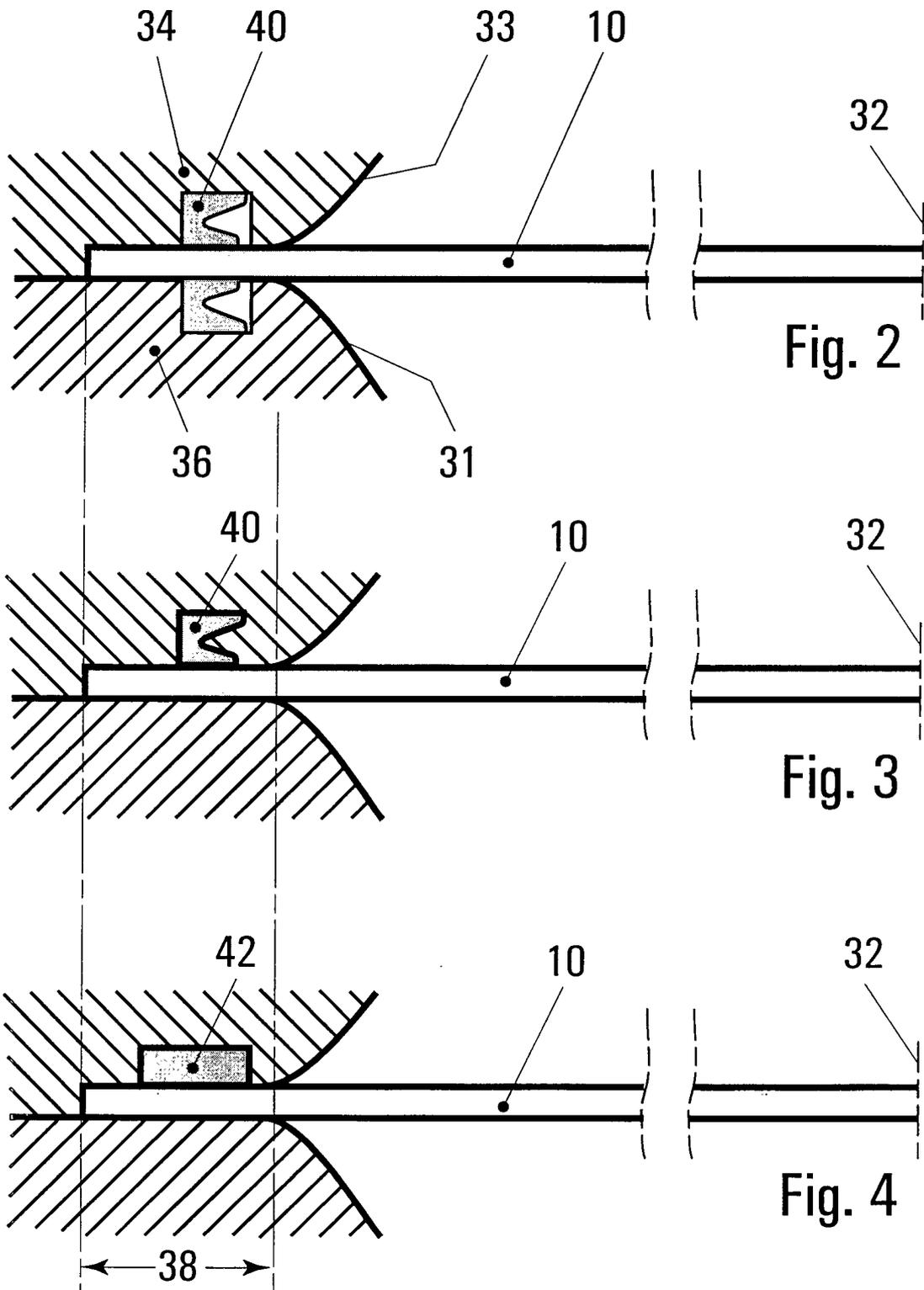


Fig. 1



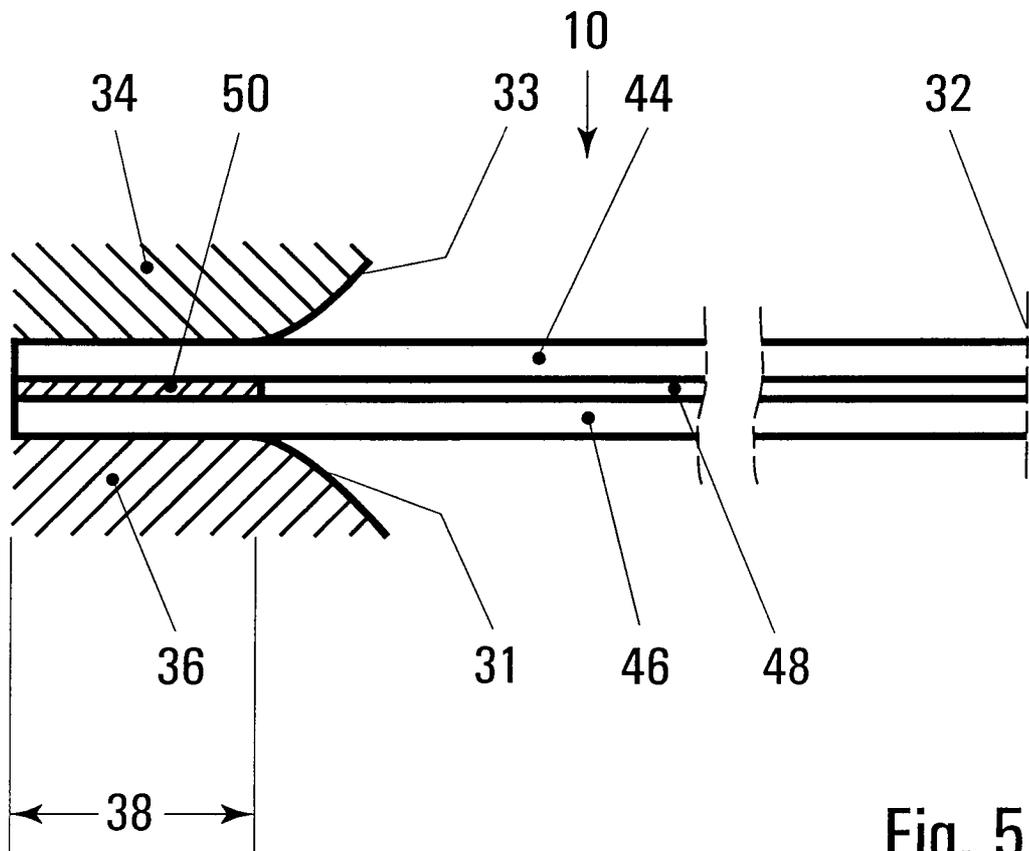


Fig. 5