(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 284 384 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.02.2011 Patentblatt 2011/07

(51) Int Cl.:
F02M 37/00 *(2006.01)* ***F02M 55/04*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **10180727.9**

(22) Anmeldetag: **16.07.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR IT

(30) Priorität: **19.10.2002 DE 10248822**
18.06.2003 DE 10327408

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
03015623.6 / 1 411 236

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **Lang, Klaus**
  70439 Stuttgart (DE)
- **Rembold, Helmut**
  70435 Stuttgart (DE)
- **Bueser, Wolfgang**
  71726 Benningen (DE)
- **Qi, Weidong**
  70437 Stuttgart-Zazenhausen (DE)
- **Wuenning, Marcus**
  73061 Ebersbach (DE)
- **Baessler, Albrecht**
  70825 Korntal-Muenchingen (DE)

(74) Vertreter: **Dreiss**
Patentanwälte
Gerokstrasse 1
70188 Stuttgart (DE)

Bemerkungen:
Diese Anmeldung ist am 28-09-2010 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen in einem Fluidsystem, insbesondere in einem Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine**

(57) Es wird eine Vorrichtung (36) vorgeschlagen, welche zum Dämpfen von Druckpulsationen in einem Fluidsystem (16) dient. Sie umfasst ein Gehäuse (38, 40) und mindestens einen Arbeitsraum (66), welcher mit dem Fluidsystem (16) kommuniziert. Innerhalb des Arbeitsraums (66) ist mindestens ein durch eine Membran (54a, 54b) dicht abgeschlossenes Gasvolumen (58) vorhanden. Das Gasvolumen (58) wird durch mindestens zwei Membranen (54a, 54b) begrenzt, die im Bereich ihrer Ränder eingespannt sind (82, 84).

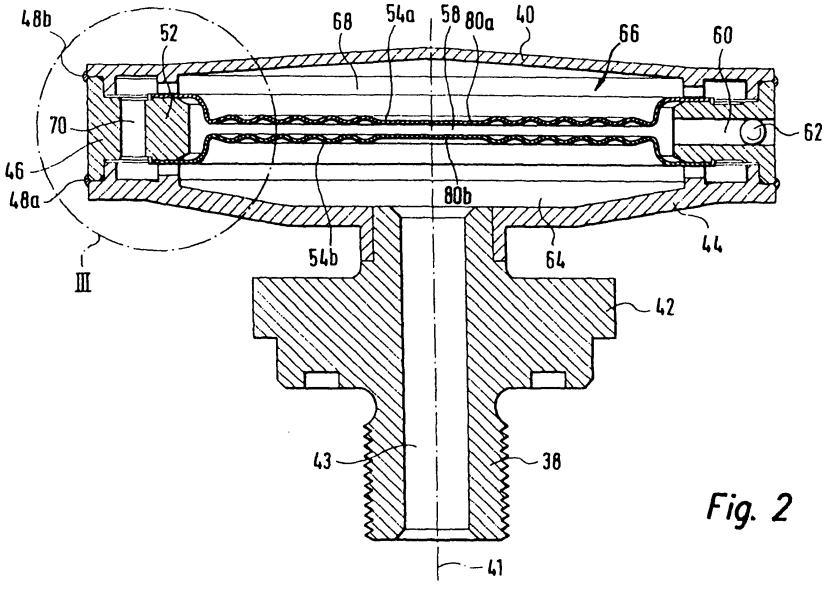


Fig. 2

EP 2 284 384 A2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen in einem Fluidsystem, insbesondere in einem Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine, mit einem Gehäuse und mit mindestens einem Arbeitsraum, welcher wenigstens bereichsweise mit dem Fluidsystem kommuniziert.

[0002] Eine solche Vorrichtung ist aus der DE 195 39 885 A1 bekannt. Dort ist ein Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine mit Kraftstoff-Direkteinspritzung gezeigt. Von einer Vorförderpumpe wird der Kraftstoff zu einer Hochdruck-Kolbenpumpe gefördert, welche den Kraftstoff auf einen sehr hohen Druck komprimiert. Von der Hochdruck-Kolbenpumpe gelangt der Kraftstoff in eine Kraftstoff-Sammelleitung ("Rail"). Die Hochdruck-Kolbenpumpe wird von einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine angetrieben. Um die Fördermenge der Hochdruck-Kolbenpumpe unabhängig von der Drehzahl der Nockenwelle einstellen zu können, ist ein Mengensteuerventil vorgesehen. Durch dieses kann der Förderraum der Hochdruck-Kolbenpumpe während eines Förderhubs kurzzeitig mit dem zwischen der elektrischen Vorförderpumpe und der Hochdruck-Kraftstoffpumpe gelegenen Bereich des Kraftstoffsystems verbunden werden.

[0003] Hierdurch werden jedoch erhebliche Druckpulsationen in diesen Bereich des Kraftstoffsystems eingeleitet. Um diese zu dämpfen, ist dort ein Druckdämpfer vorgesehen. Dieser besteht aus einem Gehäuse und einem Kolben, welcher von einer Feder vorgespannt wird.

[0004] Vom Markt her bekannt ist auch ein Druckdämpfer, welcher mit einer von einer Feder vorgespannten Gummimembran arbeitet. Damit bei drucklosen Systemen (also bspw. bei ausgeschalteter Brennkraftmaschine) die Gummimembran nicht mit der Zeit unzulässig gedehnt wird, ist ein Anschlag vorhanden, an dem sich die Membran bei geringem Druck abstützt.

[0005] Bei dem aus der DE 195 39 885 A1 bekannten Kraftstoffsystem ist der Druck zwischen der Vorförderpumpe und der Hochdruck-Kolbenpumpe in etwa konstant. Bei modernen Kraftstoffsystemen kann dieser Druck jedoch variabel sein. Typischerweise beträgt er zwischen 0,5 und 8 bar, wobei eine Überlastsicherheit bis ungefähr 10 bis 12 bar vorhanden sein muss. Wird der bekannte Druckdämpfer, welcher eine Gummimembran aufweist, bei einem derartigen Kraftstoffsystem eingesetzt, besteht die Gefahr, dass bei einem niedrigen Systemdruck bspw. von 0,5 bar und den überlagerten Druckpulsationen die Gummimembran an dem Anschlag anschlägt. Hierdurch wird die Dämpfungswirkung des Druckdämpfers geschwächt und es können Beschädigungen an der Gummimembran auftreten. Der aus der DE 195 39 885 A1 bekannte Druckdämpfer mit einem Kolben und einer Feder wiederum müsste beim Einsatz in einem solchen Kraftstoffsystem mit variablem Vordruck sehr groß bauen.

[0006] Die vorliegende Erfindung hat daher die Aufgabe, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass sie in einem Kraftstoffsystem mit variablem Vordruck eingesetzt werden kann, dabei jedoch klein baut und eine lange Lebensdauer aufweist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteile der Erfindung

[0008] Durch die Verwendung eines abgeschlossenen Gasvolumens kann die Kompressibilität von Gasen dazu ausgenutzt werden, die für die Dämpfung von Druckpulsationen erforderliche elastische Bewegung der Membran sicherzustellen. Dabei wird die Membran durch keinerlei mechanische Elemente beaufschlagt, was ihre Lebensdauer deutlich erhöht und das Risiko von Beschädigungen reduziert. Darüber hinaus kann ein derartiges Gasvolumen in beinahe beliebiger geometrischer Form realisiert werden. Es kann also sehr platzsparend im Fluidsystem untergebracht werden. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, dass auf eine Leckageleitung verzichtet werden kann, was den Aufbau des Kraftstoffsystems nochmals vereinfacht.

[0009] Ein Druckdämpfer, bei dem das Gasvolumen durch mindestens zwei Membranen begrenzt wird, die im Bereich ihrer Ränder eingespannt sind, baut vergleichsweise flach. Dies umso mehr, wenn die Membranen im Wesentlichen parallel sind. Dabei ist grundsätzlich natürlich denkbar, dass das Gasvolumen in den zwischen den beiden Membranen liegenden Raum bei deren Zusammenfügung eingebracht wird, so dass auf eine Befüllöffnung verzichtet werden kann.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0011] In einer ersten Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass die Membran aus Metall ist. Eine solche Membran hat verschiedene Vorteile: Zum einen ist eine solche Membran gegenüber üblichen Gasen und auch gegenüber Fluiden sehr dicht. Hier spielt insbesondere die hohe Dichtheit von Metallmembranen gegenüber HC-Emissionen eine positive Rolle. Zum anderen tritt bei einer Metallmembran auch bei niedrigen Drücken, bspw. bei ausgeschalteter Brennkraftmaschine, über die Zeit keine Überdehnung auf, so dass eine Dämpfervorrichtung mit einer Metallmembran in einem Fluidsystem eingesetzt werden kann, welches einen in einem großen Bereich variablen Fluiddruck aufweist.

[0012] Vorteilhaft ist auch, wenn das Gasvolumen durch ein dünnwandiges und an seinen Enden gasdicht verschlossenes Metallrohr gebildet wird. Dies ist sehr einfach und preiswert zu realisieren.

[0013] Wenn mindestens eine Außenwand des Arbeitsraums ebenfalls als Membran ausgebildet ist, erhält man auf minimalem Bauraum eine zusätzliche hydraulisch wirksame Fläche. Die Effektivität der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird hierdurch nochmals deutlich erhöht, bei gleichzeitig geringem Platzbedarf.

[0014] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das eingeschlossene Gasvolumen bei einem Norm-Außendruck (beispielsweise 1013 hPa) einen definierten Druck aufweist, vorzugsweise einen Überdruck. Mit einem solchen definierten Druck kann die "Federsteifigkeit" eingestellt werden. Üblicherweise wird ein Überdruck in dem eingeschlossenen Gasvolumen im Vergleich zum Außendruck gewählt werden, denn hierdurch kann der ganze mögliche Spannungsbereich (Zug und Druck) des Membranmaterials ausgenutzt werden.

[0015] Denkbar ist aber auch ein Unterdruck oder aber Normdruck. Vorzugsweise wird ein solcher Innenüberdruck gewählt, welcher in etwa der Hälfte des maximalen Betriebsüberdrucks, abzüglich des Druckanstiegs, der durch die Kompression des Bauteils entsteht, entspricht.

[0016] Dabei kann auch durch eine Minimierung des eingeschlossenen Gasvolumens die Wirksamkeit des Gasvolumens optimiert werden. Durch eine solche Minimierung wird nämlich eine höhere Federsteifigkeit realisiert. Hierdurch kann die Membran dünner ausfallen und die Spannungen im Membranmaterial können minimiert werden. Außerdem wird im gesamten Arbeitsbereich ein anschlagfreies Arbeiten der Vorrichtung ermöglicht. Ferner wird die Belastung über den gesamten Betriebsbereich verkleinert, da durch den eingeschlossenen Innendruck die Druckdifferenz über der Membranwand reduziert wird. Damit kann die Membrangeometrie auf höhere Hubwege und geringere Druckbelastung bzw. kleines Einbauvolumen ausgelegt werden.

[0017] Dabei kann das Gasvolumen eine verschließbare Öffnung aufweisen, über die der Druck eingestellt werden kann. Dies erleichtert die Herstellung des Gasvolumens. Andernfalls müsste die Herstellung selbst bei einem bestimmten Druck erfolgen.

[0018] Besonders vorteilhaft ist jene Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei welcher die Membran mindestens eine Sicke aufweist. Durch eine derartige Sicke können die Federeigenschaften der Membran selbst und auch ihre Festigkeitseigenschaften maßgeblich beeinflusst werden. Mit einer Sicke kann die Membran also optimal an die individuellen Anforderungen des Fluidsystems angepasst werden. Vor allem kann der Dämpfer mit vergleichbarem Bauvolumen noch mehr Dämpfungsvolumen aufweisen, oder alternativ kleiner gebaut werden. Dabei können die Sicken unterschiedliche Höhe und/oder einen unterschiedlichen Verlauf und/oder einen unterschiedlichen Querschnitt haben. Auf diese Weise kann man eine unsymmetrische Federsteifigkeit der Membran je nach Belastungsrichtung erzielen.

[0019] Dadurch kann bspw. in dem Hauptarbeitsbereich der Druckdämpfervorrichtung eine gezielte, bspw. eine weitgehend konstante und eher weiche Federkonstante der Membran erreicht werden. In selten genutzten Betriebsbereichen dagegen kann eine höhere Steifigkeit realisiert werden. Auf diese Weise kann man eine nicht lineare bzw. nur stückweise lineare Federkennlinie erreichen. Letztlich wird hierdurch eine optimale Dämpfungswirkung im gesamten Betriebsbereich des Fluidsystems bei gleichzeitig geringem Bauraum erreicht.

[0020] Die Sicken können dabei auch so geformt sein, dass die maximale Spannung nicht am Rand der Membran auftritt, und die mechanischen Spannungen über der Fläche der Membran möglichst gleichmäßig verteilt sind. Des weiteren kann durch eine entsprechende Membranauslegung die gesamte Materialbandbreite im Zug- und Druckspannungsbereich genutzt werden.

[0021] Es kann auch vorgesehen sein, dass die Membran mindestens einen Anschlagbereich aufweist, welcher bei einer maximalen Auslenkung der Membran mit einer Gegenfläche in Anlage kommt. Die maximale Auslenkung wird dabei so gewählt, dass Beschädigungen an der Membran, beispielsweise eine plastische Verformung, gerade noch vermieden werden. Diese Vorrichtung ist daher zumindest in einem gewissen Bereich "überlastsicher", d.h., sie zeigt auch bei Überlasten noch eine Dämpfungsfunktion, ohne beschädigt zu werden.

[0022] In Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass die Gegenfläche an dem Gehäuse, an einem separaten Anschlagteil, und/oder an einer weiteren Membran ausgebildet ist. Die Überlastsicherung kann also auf verschiedene sehr einfache und preiswerte Arten realisiert werden. Die Anschlagfläche am Gehäuse kann beispielsweise durch Tiefziehen hergestellt werden, was sehr einfach und preiswert ist. Auch ein separates Anschlagteil ist preiswert, wobei für einen gleichen Dämpfer unterschiedliche Anschlagteile vorgesehen sein können, so dass die gleiche Vorrichtung leicht an unterschiedliche Einsatzbedingungen angepasst werden kann. Die Anschlagfläche an einer weiteren Membran wiederum spart Platz.

[0023] In nochmaliger Weiterbildung wird auch vorgeschlagen, dass das eingeschlossene Gasvolumen durch einen Füllbereich reduziert wird. Dieser Füllbereich kann dabei auch durch das Anschlagteil (dieses wirkt dann als "Füllstück") oder einen Gehäuseabschnitt gebildet werden. Wie bereits oben erwähnt wurde, kann durch eine Reduktion des Gasvolumens die Federsteifigkeit der Vorrichtung erhöht werden. In der Folge kann die Membran dünner sein, was eine gute Dynamik und eine kleine Baugröße zur Folge hat.

[0024] Vorgeschlagen wird auch eine solche Vorrichtung, bei welcher das Gasvolumen zwischen den beiden Membran gebildet ist und die beiden Membranen jeweils mindestens eine Anschlagfläche bzw. eine Gegenfläche aufweisen, welche sich bei einer maximalen Auslenkung der beiden Membran berühren. Hierdurch wird ausgenützt, dass sich im Falle eines hohen Drucks die beiden Membranflächen aufeinander zu bewegen. Wenn sie in Kontakt miteinander kommen, stützen sie sich mit den Anschlagflächen gegenseitig ab. Diese Anschlagflächen können plan ausgeführt sein, um eine saubere Anlage der Membranen aneinander zu erhalten. Eine Überlastung der Membranen bei zu hohem Druck wird hierdurch zuverlässig ausgeschlossen, ohne dass ein separater Anschlag erforderlich ist.

[0025] Möglich ist auch, dass die Ränder der beiden

Membran miteinander dicht verbunden und radial einwärts von der Abdichtlinie eingespannt sind. Insbesondere dann, wenn die Verbindung durch eine Schweißnaht erfolgt, wird durch diese Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung verhindert, dass die Schweißnähte zusätzliche mechanische Kräfte aushalten müssen. Die Dichtverbindung dient somit nur zur Abdichtung und muss nicht noch andere Aufgaben übernehmen und kann so besonders hohe Dichtigkeitsanforderungen sicher erfüllen. Für die Bewertung der Dauerhaltbarkeit des erfindungsgemäßen Druckdämpfers müssen also nur noch die Membranen selbst betrachtet werden.

[0026] Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Einspannung über eine konstruktive Elastizität verfügt. Hierunter wird eine solche Elastizität verstanden, die "konstruktiv gewollt" ist. Beispielsweise kann ein Haltering aus einem gummielastischen Material verwendet werden, oder es kann eine Halterung aus Metall verwendet werden, welche einen Federabschnitt aufweist. Damit wird einerseits eine sichere Fixierung der Membranen erreicht, und andererseits können Fertigungstoleranzen ausgeglichen werden. Grundsätzlich kann die Einspannung an jedem Ort der Membran angreifen, besonders günstig ist jedoch ein Ansatz im Bereich einer Mittelebene der beiden Membranen.

[0027] Die Kosten für die erfindungsgemäße Vorrichtung werden reduziert, wenn die beiden Membranen identisch sind.

[0028] Der Bauraum der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist besonders klein, wenn der Arbeitsraum der beiden Membranen in zwei Fluidbereiche unterteilt wird, welche durch eine Fluidverbindung miteinander kommunizieren.

[0029] Ein ringförmiger Abstandshalter zwischen den beiden Membranen definiert bzw. erhöht auf einfache Art und Weise das eingeschlossene Gasvolumen. In diesem Fall ist es preiswert möglich, die Fluidverbindung, welche die beiden Fluidbereiche des Arbeitsraumes miteinander verbindet, in dem Abstandshalter auszubilden.

[0030] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Vorrichtung in ein Gehäuse einer Kraftstoffpumpe integriert ist. Dort machen sich die erfindungsgemäßen Vorteile besonders stark bemerkbar, da eine derartige Kraftstoffpumpe üblicherweise sehr klein bauen soll.

[0031] Bei Kraftstoffpumpen sind oft umlaufende Bereiche vorhanden, in denen Wellen oder Kolben angeordnet sind. In diesen Fällen kann die erfindungsgemäße Dämpfungsvorrichtung besonders platzsparend untergebracht werden, wenn der Arbeitsraum einen Ringraum umfasst und das Gasvolumen ebenfalls ringförmig ist. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn der Arbeitsraum und das Gasvolumen an einem Zylinder einer Kraftstoffpumpe wenigstens in etwa koaxial zur Zylinderachse angeordnet sind. Der Druckdämpfer umgibt damit sozusagen den Zylinder und den in diesem vorhandenen Kolben, was zusätzlich noch eine Geräuschdämpfung bewirkt.

[0032] Vorgeschlagen wird auch, dass das Gasvolumen in der Art einer Spirale in dem Ringraum angeordnet ist, wobei die Spirale und der Ringraum wenigstens in etwa koaxial sind. Durch eine solche Spirale ergibt sich eine große Deformationsfläche, die zu einer besonders wirksamen Pulsationsdämpfung beiträgt.

[0033] Wenn das spiralförmige Gasvolumen gegen die Außenwand des Arbeitsraums vorgespannt ist, ergibt sich ohne zusätzliche Teile eine Fixierung des Gasvolumens im Arbeitsraum.

[0034] Die wirksame Fläche des Gasvolumens kann nochmals erhöht werden, wenn das spiralförmige Gasvolumen schraubenförmig in axialer Richtung des Arbeitsraums verläuft.

[0035] Dabei wird wiederum die Fixierung des Gasvolumens ohne zusätzliche Teile ermöglicht, wenn das spiral- und schraubenförmige Gasvolumen in axialer Richtung gegen die Stirnenden des Arbeitsraums vorgespannt ist.

[0036] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass das Gasvolumen mit Helium gefüllt ist. Dies erleichtert die Detektierung einer Leckage.

[0037] Außerdem kann die Membran und/oder das Gehäuse magnetisch sein. Durch entsprechende Herstellungsverfahren (beispielsweise mechanisches Walzen und Prägen) entsteht im Material martensitisches Gefüge ("Umformmartensit"), welches magnetische Eigenschaften aufweist. Wenn diese magnetische Eigenschaft gezielt in dem entsprechenden Bauteil belassen wird, kann die Vorrichtung im Fluid vorhandene magnetische Schmutzteilchen einfangen und deren weitere Verteilung verhindern. Dies erhöht die Zuverlässigkeit der im Fluidsystem vorhandenen Komponenten, beispielsweise einer Pumpe. Außerdem werden Kosten gespart, da die aufwändige Entmagnetisierung des Bauteils entfällt. Da in der Vorrichtung keine direkt aneinander anliegenden und relativ zueinander beweglichen Teile vorhanden sind, verursachen die eingefangenen Schmutzpartikel keine Funktionsschäden an der Vorrichtung.

[0038] Weiterhin ist es möglich, dass die Membran aus einem Bandmaterial hergestellt ist, welches Eigenspannungen aufweist. Derartige Eigenspannungen führen während des Umformprozesses zu einem flächigen Verzug, so dass das Material im umgeformten Zustand verworfen ist. Dieser kann nun gezielt für die Vereinfachung der Herstellung der Membrandose genutzt werden, insbesondere dann, wenn diese mindestens einen Faltenbalgabschnitt aufweist: Aufgrund des Verzugs ist nämlich ein gezieltes Auseinanderhalten der im drucklosen Zustand flächig aneinander liegenden Bereiche der Membran nicht mehr erforderlich. Die sichere Evakuierung der Membran und Befüllung des Gasvolumens beispielsweise mit Helium ist daher einfach und zuverlässig möglich.

[0039] Die Montagereihenfolge kann dabei wie folgt sein: Zunächst werden die einzelnen Abschnitte ("Seg-

mente") der Membran aufeinandergelegt und in einer Schweißvorrichtung "gestapelt". Nach dem Schließen der Schweißvorrichtung wird deren Innenraum evakuiert und mit Befüllgas, beispielsweise mit Helium, mit einem gewünschten Druck befüllt. In dieser Phase wird durch die verzogenen Membranabschnitte sichergestellt, dass das Befüllgas in alle Hohlräume sicher einströmt. Dann werden die einzelnen Abschnitte zusammengepresst und miteinander verschweißt.

[0040] Bei einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Membran mindestens einen Sickenabschnitt und mindestens einen Faltenbalgabschnitt. Dies gestatte die Kombination der Vorteile beider Ausführungen.

[0041] Ferner wird bevorzugt, wenn die Membran an ihrem radial äußeren Rand einen Befestigungsabschnitt aufweist, welcher sich in etwa parallel zur Mittelachse erstreckt und an dem Gehäuse befestigt ist. Auf diese Weise kann der gesamte Innendurchmesser des Gehäuses hydraulisch wirksam genutzt werden, was den erforderlichen Bauraum minimiert und die Kosten senkt.

[0042] Dabei ist es möglich, dass die Vorrichtung eine Spanneinrichtung umfasst, welche den Befestigungsabschnitt radial gegen das Gehäuse beaufschlagt. Die Spanneinrichtung kann beispielsweise als Spannring ausgebildet sein. Durch sie wird die Befestigung der Membran am Gehäuse entlastet.

Zeichnung

[0043] Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffsystems einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffpumpe und einer dort vorhandenen Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen;

Figur 2 einen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen von Figur 1;

Figur 3 ein Detail III der Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen von Figur 2;

Figur 4 einen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen von Figur 1;

Figur 5 ein Detail V der Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen von Figur 4;

Figur 6 einen schematischen Schnitt durch eine Membran der Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen von Figur 4;

Figur 7 einen Schnitt durch eine Kraftstoffpumpe mit einem dritten Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen;

Figur 8 einen Schnitt durch einen Bereich der Kraftstoffpumpe von Figur 7 mit einem vierten Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen;

Figur 9 einen Schnitt durch ein fünftes und ein sechstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen;

Figur 10 einen Schnitt durch ein siebtes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen;

Figur 11 einen Schnitt durch ein achtes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen;

Figur 12 einen Schnitt durch ein neuntes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen;

Figur 13 einen Schnitt durch ein zehntes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen; und

Figur 14 einen Teilschnitt durch ein elftes und ein zwölftes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Dämpfen von Druckpulsationen.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0044] In Figur 1 trägt ein Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine insgesamt das Bezugszeichen 10. Die Brennkraftmaschine selbst ist nicht im Detail dargestellt.

[0045] Das Kraftstoffsystem 10 umfasst einen Kraftstoffbehälter 12, aus dem eine elektrische Kraftstoffpumpe 14 den Kraftstoff in eine Niederdruck-Kraftstoffleitung 16 fördert. Die Niederdruck-Kraftstoffleitung 16 führt zu einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 18, welche symbolisch strichpunktiert dargestellt ist.

[0046] Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 18 umfasst einen Förderraum 20, der von einem in Figur 1 nicht dargestellten Kolben begrenzt wird. Der Kolben wird von einer ebenfalls nicht dargestellten Antriebswelle in eine Hin- und Herbewegung versetzt. Die Antriebswelle wiederum wird von der wiederum nicht dargestellten Nokkenwelle der Brennkraftmaschine angetrieben. Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 18 umfasst ferner ein Einlassventil 22, welches als Rückschlagventil ausgebildet ist. Ferner ist ein Auslassventil 24 vorhanden, welches ebenfalls durch ein Rückschlagventil gebildet ist.

[0047] Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 18 komprimiert den Kraftstoff auf einen sehr hohen Druck und för-

dert in eine Kraftstoff-Sammelleitung 26 ("Rail"). In dieser ist der Kraftstoff unter hohem Druck gespeichert. An die Kraftstoff-Sammelleitung 26 sind mehrere Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 28 angeschlossen. Diese spritzen den Kraftstoff direkt in ihnen jeweils zugeordnete Brennräume 30 ein.

[0048] Um die Fördermenge der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 18 unabhängig von der Drehzahl der Antriebswelle einstellen zu können, ist ein Mengensteuerventil 32 vorgesehen. Dieses wird von einem Magnetaktor 33 betätigt, welcher wiederum von einem nicht dargestellten Steuer- und Gerät angesteuert wird. Das Mengensteuerventil 32 ist so ausgebildet, dass während eines Förderhubs der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 18 das Einlassventil 22 zwangsweise geöffnet werden kann. Hierdurch wird der unter Druck im Förderraum 20 stehende Kraftstoff nicht in die Kraftstoff-Sammelleitung 26, sondern zurück in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 16 gefördert. Die entsprechende Schaltstellung des Mengensteuerventils 32 trägt das Bezugszeichen 34.

[0049] Die hierdurch in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 16 eingeleiteten Druckpulsationen werden von einer Vorrichtung zur Dämpfung von Druckpulsationen gedämpft. Diese trägt in Figur 1 das Bezugszeichen 36 und wird nachfolgend kurz als "Druckdämpfer" bezeichnet. Der Druckdämpfer 36 ist folgendermaßen aufgebaut (vgl. Figur 2 und 3):

> Der Druckdämpfer 36 umfasst ein Gehäuse mit einem Unterteil 38 und einem Oberteil 40. Das Unterteil 38 hat in dem in Figur 2 dargestellten Schnitt pilzförmige Gestalt, ist also im Wesentlichen rotationssymmetrisch mit einer Mittelachse 41. Es umfasst einen Installationsabschnitt 42 mit einem in diesem zentrisch eingebrachten Zulaufkanal 43 und einen hierzu insgesamt tellerförmigen und in der Draufsicht kreisförmigen Bodenabschnitt 44, dessen Ebene insgesamt in etwa in einem rechten Winkel zur Mittelachse 41 steht. Das Oberteil 40 des Gehäuses ist ebenfalls tellerförmig und in der Draufsicht kreisförmig ausgebildet.

[0050] Zwischen dem Bodenabschnitt 44 des Unterteils 38 des Gehäuses und dem Oberteil 40 des Gehäuses ist ein ringförmiger Abstandshalter 46 angeordnet. Er ist über Schweißnähte 48a und 48b fest einerseits mit dem Bodenabschnitt 44 des Unterteils 38 des Gehäuses und andererseits mit dem Oberteil 40 des Gehäuses verschweißt. An einem sich an dem Abstandhalter 46 radial nach innen erstreckenden ringförmigen Halteabschnitt 52 sind zwei insgesamt in der Draufsicht kreisförmige Membranen 54a und 54b befestigt. Die Befestigung erfolgt durch umlaufende Schweißnähte 57a und 57b am äußersten Rand der Membranen 54a und 54b (vgl. Figur 3). Die beiden Membranen 54a und 54b sind dünnwandig und aus Metall, vorzugsweise aus Edelstahl.

[0051] Zwischen der oberen Membran 54a und der unteren Membran 54b und dem Abstandshalter 46 ist ein Gasvolumen 58 eingeschlossen. Das Gas wird durch einen Kanal 60 eingebracht, der in dem ringförmigen Abstandshalter 46 vorhanden ist (vgl. Figur 2). Nach der Einbringung des Gases in das Volumen 58 zwischen die beiden Membranen 54a a und 54b wird der Kanal 60 durch eine Kugel 62 verschlossen. Der gesamte Bereich zwischen dem Bodenabschnitt 44, dem Oberteil 40 des Gehäuses, und dem Abstandshalter 46 bildet einen Arbeitsraum 66. Das Gasvolumen 58 ist also innerhalb des Arbeitsraums 66 angeordnet.

[0052] Zwischen dem Bodenabschnitt 44 des Unterteils 38 des Gehäuses und der unteren Membran 54b ist ein erster Fluidbereich 64 des Arbeitsraums 66 gebildet. Zwischen dem Oberteil 40 des Gehäuses und der oberen Membran 54a ist ein zweiter Fluidbereich 68 des Arbeitsraums 66 gebildet. Beide Fluidbereiche 64 und 68 können durch einen Kanal 70 im ringförmigen Abstandshalter 46 miteinander kommunizieren.

[0053] Die beiden Membranen 54a und 54b sind identisch aufgebaut (aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in Figur 3 nur für die obere Membran 54a alle Bezugszeichen eingetragen): An ihrem radial äußeren Rand weisen sie einen radial verlaufenden Halteabschnitt 72 auf, mit dem sie am ringförmigen Abstandshalter 54b verschweißt sind. Vom Halteabschnitt 72 der Membran biegt ein Federabschnitt 74 in einem Winkel von ungefähr 80° ab. Der Federabschnitt 74 verläuft also in etwa in axialer Richtung. An den Federabschnitt 74 ist wiederum ein radial verlaufender Sickenabschnitt 76 angeformt. Dieser zeichnet sich durch eine Mehrzahl verlaufender Sicken 78 aus. Die Sicken 78 verlaufen konzentrisch um die Mittelachse 41 des Druckdämpfers 36. Ein zentraler Bereich der beiden Membranen 54a und 54b ist eben ausgeführt. Der entsprechende Bereich bei der Membran 54a wird als Anschlagabschnitt 80a bezeichnet, der entsprechende Bereich an der Membran 54b als Gegenfläche 80b (vgl. Figur 2).

[0054] Der Druckdämpfer 36 arbeitet folgendermaßen:

> Über den Zulaufkanal 43 im Installationsabschnitt 42 kommuniziert der in den Figuren 2 und 3 untere Fluidbereich 64 (die Begriffe "unten" und "oben" sind nachfolgend immer auf die Figuren bezogen; der Druckdämpfer kann grundsätzlich beliebig im Raum angeordnet sein) des Arbeitsraums 66 mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 16.
>
> Über den Kanal 70 kommuniziert der obere Fluidbereich 68 des Arbeitsraums 66 wiederum mit dem unteren Fluidbereich 64. Innerhalb des Arbeitsraums 66 ist das von den beiden Membranen 54a und 54b und vom ringförmigen Abstandshalter 46 begrenztes Gasvolumen 58 vorhanden. Dieses steht im Ruhezustand des Kraftstoffsystems 10 unter einem leichten Überdruck gegenüber der Außenatmosphäre. Durch diesen Überdruck werden der Sickenabschnitt 76 und der Anschlagabschnitt 80a bzw. die Gegenfläche 80b der beiden Membranen 54a und

54b etwas nach außen vorgewölbt.

[0055] Der Abstand zwischen den beiden Membranen 54a und 54b und den zu ihnen benachbarten Abschnitten 54a bzw. 40 des Gehäuses ist jedoch so groß, dass auch im Ruhezustand, also bei drucklosem Kraftstoffsystem, eine Berührung der beiden Membranen 54a und 54b mit den entsprechenden Abschnitten 40 und 44 des Gehäuses ausgeschlossen ist. Eine derartige Begrenzung des "Hubs" der Membranen ist durch die Verwendung von Metall als Membranmaterial möglich.

[0056] Der Abstand der Membranen 54 a und 54b vom Gehäuse 40 bzw. 44 ist so gewählt, dass bei einem Systemdruck beispielsweise kleiner als 100 kPa im Falle eines Druck-Unterschwingens die Membranen 54a und 54b das Gehäuse 40 bzw. 44 nicht berühren. Damit ist die Dämpfungsfunktion des Druckdämpfers 36 auch noch in diesem Betriebsbeziehungsweise Druckbereich gewährleistet.

[0057] Wenn das Kraftstoffsystem 10 in Betrieb ist, die elektrische Kraftstoffpumpe 14 also mit einem bestimmten Druck fördert, werden die beiden Membranen 54a und 54b aufeinander zu bewegt. Der Druck in dem Gasvolumen 58 einerseits und die Steifigkeit der beiden Membranen 54a und 54b sind dabei so gewählt, dass bei normalem Betriebsdruck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 16, also etwa zwischen 0,5 und 8 bar, eine Berührung der beiden Membranen 54a und 54b miteinander nicht stattfindet. Druckschwankungen können somit in diesem normalen Betriebsbereich des Kraftstoffsystems 10 durch eine entsprechende Bewegung der beiden Membranen 54a und 54b und eine Kompression des Gasvolumens 58 problemlos aufgenommen und hierdurch gedämpft werden.

[0058] Bei einer Überlast in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 16, wenn der Druck beispielsweise bis über 10 bar ansteigt, kommt der Anschlagabschnitt 80a der Membran 54a und die Gegenfläche 80b an der Membran 54b miteinander in Anlage. Die beiden Membranen 54a und 54b können sich somit nicht mehr weiterbewegen, so dass eine Überlastung der beiden Membranen 54a und 54b ausgeschlossen werden kann. Damit eine saubere Anlage der beiden Membranen 54a und 54b im Falle einer Überlast in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 16 gewährleistet ist, sind der Anschlagabschnitt 80a und die Gegenfläche 80b plan oder ballig bearbeitet.

[0059] Neben dem Druck des Gasvolumens 58, welches zwischen den beiden Membranen 54a und 54b eingeschlossen ist, kann die Charakteristik des Druckdämpfers 36 auch durch die Höhe des ringförmigen Abstandshalters 46 beeinflusst werden. Diese Höhe hat insbesondere einen Einfluss auf den Druck, bei dem die beiden Membranen 54a und 54b aneinander in Anlage kommen.

[0060] Des weiteren kann durch einen geeignete Gestaltung der Innengeometrie des Halteabschnitts 52 (beispielsweise an der Position 53 in Figur 3) das Innenvolumen auch gezielt verkleinert werden. Dadurch kann die Wirksamkeit der durch das eingeschlossene Gasvolumen 58 gebildeten Luftfeder weiter erhöht werden.

[0061] Auch die Form der Sicken 78 sowie deren Anzahl spielt eine wesentliche Rolle für die Eigenschaften des Druckdämpfers 36. Bei einer Membran mit einem Durchmesser von 30 - 60 mm und einer Wandstärke von 0,2 - 1,0 mm hat sich eine Anzahl von drei bis sechs Sicken mit unterschiedlicher Sickenhöhe als vorteilhaft erwiesen. Die Sickenhöhe kann dabei zwischen +/- 0,15 und 2 mm variieren. Die Sicke kann dabei kreisförmig, sinusförmig oder splineförmig sein.

[0062] Auf diese Weise kann auch eine unsymmetrische Federsteifigkeit bei einer Belastung der beiden Membranen 54a und 54b in den Figuren 2 und 3 von unten oder von oben erreicht werden. Hierdurch ist es möglich, im üblichen Betriebsdruckbereich des Kraftstoffsystems bzw. der Niederdruck-Kraftstoffleitung 16 eine vergleichsweise geringe Steifigkeit mit konstanter Federkonstante zu erreichen, wohingegen bei selten genutzten Betriebsbereichen, bspw. bei sehr niedrigem Druck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 16 oder bei einem dort herrschenden sehr hohen Druck, eine höhere Steifigkeit der Membranen 54a und 54b realisiert wird.

[0063] Durch die Form der Sicken 78 und durch die Gestaltung des Federabschnitts 74 wird erreicht, dass die maximalen Spannungen nicht am äußersten Rand der beiden Membranen 54a und 54b auftreten, sondern über den Durchmesser der beiden Membranen 54a und 54b weitgehend gleichmäßig verteilt sind. Nun wird auf die Figuren 4 und 5 sowie 6 Bezug genommen. In diesen ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines Druckdämpfers 36 dargestellt. Dabei tragen solche Bereiche und Elemente, welche äquivalente Funktionen zu Bereichen und Elementen des in den Figuren 2 und 3 dargestellten Ausführungsbeispiels aufweisen, die gleichen Bezugszeichen. Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0064] Ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Ausführungsbeispielen besteht darin, dass bei dem in den Figuren 4 und 5 dargestellten Druckdämpfer kein Abstandshalter mehr vorhanden ist. Stattdessen sind das Oberteil 40 und der Bodenabschnitt 44 des Gehäuses direkt miteinander verschweißt. Die entsprechende Schweißnaht trägt das Bezugszeichen 48. Entsprechend sind auch die beiden Halteabschnitte 72a und 72b der beiden Membranen 54a und 54b unmittelbar miteinander verschweißt (Schweißnaht 57).

[0065] Sie werden darüber hinaus, an einer Position etwas radial einwärts von der Schweißnaht 57, mit der die beiden Membranen 54a und 54b gasdicht miteinander verschweißt sind, von einem oberen Klemmring 82 und einem unteren Klemmring 84, die an das Oberteil 40 bzw. den Bodenabschnitt 44 des Gehäuses angeformt sind, gegeneinander verklemmt. Hierdurch wird die Schweißnaht, welche die beiden Membranen 54a und 54b miteinander verbindet, von mechanischen Belastungen entlastet.

[0066] Eine in Figur 5 nur gestrichelt dargestellte Fluidverbindung 70, welche durch bereichsweise Durchbrüche in den Klemmringen 82 und 84 gebildet wird, werden

die beiden Fluidbereiche 64 und 68 des Arbeitsraums 66 fluidisch miteinander verbunden. Die Durchbrüche 70 müssen dabei so gewählt sein, dass die beiden Membranen 54a und 54b in etwa gleich belastet werden.

[0067] Figur 6 zeigt die untere Membran 54b schematisch detailliert. Mit A ist die Tiefe der Membran 54b bezeichnet, sie entspricht dem maximal möglichen Hub. B bezeichnet einen Übergangsbereich, und C die Höhe der Versenkung der Membran 54b.

[0068] In Figur 7 ist ein teilweiser Schnitt durch eine Kraftstoffpumpe dargestellt, wie sie als Hochdruck-Kraftstoffpumpe 18 beispielsweise in dem in Figur 1 dargestellten Kraftstoffsystem 10 zum Einsatz kommt. Man erkennt ein Zylindergehäuse 92 mit einem einen Kolben 88, welcher den Förderraum 20 begrenzt. Das Mengensteuerventil 32 ist im oberen Bereich der Kraftstoffpumpe 18 erkennbar. Das Auslassventil 24 befindet sich im linken Bereich. Das Einlassventil 22 ist als federbelastetes Plattenventil ausgebildet, welches von einem Stößel (ohne Bezugszeichen) des Mengensteuerventils 32 während eines Förderhubs des Kolbens 88 zwangsweise in eine geöffnete Stellung gedrückt werden kann.

[0069] Koaxial zu einer Zylinder-Mittelachse 90 ist in die äußere Begrenzungsfläche des Zylindergehäuses 92 eine umlaufende Stufe 94 eingearbeitet. Über diese ist eine Gehäusehülse 96 aufgeschoben. Durch die umlaufende Stufe 94 und die Gehäusehülse 96 wird ein um die Zylinder-Mittelachse 90 umlaufender Ringraum 66 geschaffen. Dieser kommuniziert zum einen über einen Kanal 100 mit einem Niederdruckeinlass 102 der Kraftstoffpumpe 18. Zum anderen kommuniziert er über einen Kanal 104 mit einer Druckentlastungsnut 106, welche in einer Zylinderbohrung 108, in der der Kolben 88 geführt ist, vorhanden ist.

[0070] In dem Ringraum 66 sind zwei ringförmig umlaufende Membranen 54a und 54b angeordnet. Deren äußere Ränder sind über Schweißnähte 57a bis 57d zum einen mit dem Zylindergehäuse 92 und zum anderen mit der Gehäusehülse 96 verschweißt. Hierdurch werden zwei voneinander getrennte Gasvolumina 58a und 58b geschaffen. Zwischen denen ist ein Fluidbereich 64 des Arbeitsraums 66 vorhanden, welcher insbesondere über den Kanal 100 mit dem Niederdruckeinlass 102 kommuniziert. Der Ringraum 66 und die Gasvolumina 58a und 58b bilden auf diese Weise einen Druckdämpfer 36, welcher koaxial zur Zylinder-Mittelachse 90 der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 18 angeordnet ist.

[0071] In Figur 8 ist eine abgewandelte Ausführungsform eines derartigen ringförmigen Druckdämpfers 36 dargestellt. Dabei tragen solche Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen des in den Figuren 7 dargestellten Druckdämpfers 36 aufweisen, die gleichen Bezugszeichen. Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0072] Der Druckdämpfer 36, welcher in Figur 8 dargestellt ist, umfasst ein abgeflachtes Metallrohr 54, welches an den Enden gasdicht zugeschweißt ist. Sein Inneres bildet ein Gasvolumen 58. Das Metallrohr 54a ist in dem Arbeitsraum 66 spiral- und schraubenförmig koaxial zur Zylinder-Mittelachse 90 gewickelt. Dadurch steht es zum einen gegenüber der Gehäusehülse 96 und zum anderen gegenüber den in Figur 8 oberen und unteren Stirnflächen des Arbeitsraums 66 unter einer Vorspannung und wird hierdurch fixiert.

[0073] In Figur 9 ist eine weitere Variante eines Druckdämpfers 36 gezeigt. Dabei gilt hier und bei allen nachfolgenden Figuren, dass solche Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen aufweisen, die bereits im Zusammenhang mit vorhergehenden Figuren erläutert worden sind, die gleiche Bezugszeichen tragen. Sie werden im Normalfall nicht nochmals im Detail erläutert.

[0074] Der gezeigte Druckdämpfer 36 ist dabei in der linken Hälfte der Figur 9 anders ausgestaltet als auf der rechten Hälfte. Beiden Vorrichtungen 36 gemeinsam ist, dass sie nur über eine einzige Membran 54 verfügen. Diese ist im Bereich ihres Halteabschnitts 72 in 57 mit dem Oberteil 40 des Gehäuses verschweißt. Anders als die beispielsweise in den Figuren 2 und 3 Membran weist die in Figur 9 dargestellte Membran 54 einen Faltenbalgabschnitt 110 auf, der zwischen dem Sickenabschnitt 76 und dem Halteabschnitt 72 angeordnet ist und aus einzelnen Segmenten 110a bis 110d aufgebaut ist. Dieser Faltenbalgabschnitt 110 ermöglicht eine vergleichsweise große Volumenänderung des von der Membran 54 und dem Gehäuse 40 eingeschlossenen Gasvolumens 58.

[0075] Das Gasvolumen 58 wird dabei insgesamt dadurch reduziert, dass zwischen der Membran 54 und dem Oberteil 40 des Gehäuses ein Füllkörper 112 am Oberteil 40 des Gehäuses befestigt ist. In der linken Hälfte der Figur 9 erstreckt sich ein Anschlagabschnitt 80a vom Sickenabschnitt 76 der Membran 54 zum Unterteil 38 des Gehäuses hin, wohingegen sich in der rechten Hälfte der Figur 9 der Anschlagabschnitt 80a zum Füllkörper 112 hin erstreckt. Je nachdem wirkt entweder der Füllkörper 112 oder das Unterteil 38 des Gehäuses als Gegenfläche 80b für den Anschlagabschnitt 80a.

[0076] Das von der Membran 54 eingeschlossene Gasvolumen 58 ist mit Helium gefüllt. Dieses steht unter einem Überdruck, welcher ungefähr der Hälfte des maximalen im Betrieb auftretenden Überdrucks entspricht, abzüglich jenes Druckanstiegs, welcher durch die Kompression der Membran 54 verursacht wird. Dabei wird für die Membran 54 ein magnetisches Metallmaterial verwendet. Hierdurch wirkt der Druckdämpfer 36 ähnlich wie ein "Staubfänger", denn durch sie werden magnetische Schmutzteilchen aus dem Fluid abgefangen und deren Verteilung im Fluidsystem 10 verhindert.

[0077] Ferner wird für die Herstellung insbesondere des Faltenbalgabschnitts 110 der Membran 54 ein Bandmaterial verwendet, in dem Eigenspannungen vorliegen, welche zu einem flächigen Verzug der einzelnen Segmente 110a, 110b, 110c, und 110d führen. Dies führt dazu, dass während der Herstellung des Faltenbalgabschnitts 110 die einzelnen Segmente 110a bis 110d nie

so dicht aneinander liegen, dass eine Evakuierung der Luft und Befüllung mit Helium nicht zuverlässig möglich wird. Eine denkbare Vorgehensweise bei der Herstellung des Faltenbalgabschnitts 110 ist wie folgt:

> Zunächst werden die einzelnen Segmente 110a bis 110d des Faltenbalgabschnitts 110 in einer Schweißvorrichtung (nicht dargestellt) gestapelt. Dann wird die Schweißvorrichtung verschlossen und deren Innenraum evakuiert. Dann wird der Innenraum der Schweißvorrichtung mit Helium befüllt bis zu einem gewünschten Innendruck. Durch die einen Verzug aufweisenden Abschnitte 110a bis 110d des Faltenbalgabschnitts 110 wird sichergestellt, dass auch in die entsprechenenden Hohlräume das Helium zuverlässig einströmen kann. Nun werden die einzelnen Segmente 110a bis 110d zusammengepresst und in 114 miteinander verschweißt (aus Gründen der Übersichtlichkeit ist dieses Bezugszeichen nur an einer Stelle auf der linken Seite der Figur 9 eingetragen).

[0078] Eine Alternative hierzu ist in Figur 10 gezeigt. Der in Figur 10 gezeigte Druckdämpfer 36 unterscheidet sich von dem in Figur 9 gezeigten dadurch, dass anstelle eines separaten Füllkörpers 112 im Oberteil 40 des Gehäuses ein durch Tiefziehen hergestellter Abschnitt 112 vorhanden ist, welcher zum einen das eingeschlossene Gasvolumen 58 reduziert und zum anderen die Gegenfläche 80b aufweist, die mit dem Anschlagabschnitt 80a der Membran 54 zusammen wirkt.

[0079] Figur 11 zeigt wiederum eine Ausführungsform, bei welcher ein separater Füllkörper 112 vorhanden ist, welcher jedoch nicht hohl, sondern massiv aufgebaut ist und darüber hinaus in einem dem Anschlagabschnitt 80a der Membran 54 zugewandten Bereich 116 einen kleineren Durchmesser aufweist. Somit ist die Kontur des Füllkörper 112 von Figur 11 etwas an die Kontur der Membran 54 angepasst, so dass das entsprechende Gasvolumen 58 besonders niedrig ist.

[0080] In Figur 12 ist eine Ausführungsform gezeigt, bei welcher zwei Membranen 54a und 54b vorhanden sind, entsprechend bspw. der in Figur 4 gezeigten Ausführungsform eines Druckdämpfers 36. Im Gegensatz zu Figur 4 ist bei der in Figur 12 gezeigten Ausführungsform bei jeder Membran 54a und 54b ein Faltenbalgabschnitt 110 vorhanden, welcher allerdings einfacher ausgeführt ist als jener der Figuren 9 bis 11. Der in Figur 12 gezeigte Druckdämpfer weist - analog zu dem in den Figuren 4 und 5 gezeigten - obere und untere Klemmringe 82 und 84 auf, welche allerdings in Figur 12 nur schematisch dargestellt sind. Durch diese wird die hydraulisch wirksame Fläche der Membranen 54a und 54b maximiert, was zu einer Verkleinerung der Gesamt-Baugröße des Druckdämpfers 36 genutzt werden kann. Die Klemmringe 82 und 84 sind jedoch über Federabschnitte 118 und 120 am Oberteil 40 bzw. am Unterteil 38 des Gehäuses abgestützt. Auf diese Weise können Fertigungstoleranzen der Membranen 54a und 54b ausgeglichen werden.

[0081] Zwischen den beiden Membranen 54a und 54b ist ein scheibenförmiger Haltering 122 verklemmt, der eine mittige Öffnung 124 aufweist. In diese ist ein zweiteiliger Füllkörper 112 eingesetzt, und der Haltering 122 ist zwischen den beiden Hälften 112a und 112b des Füllkörpers 112 verklemmt. Alternativ ist es auch möglich, dass in dem Füllkörper 112 eine umlaufende Nut vorhanden ist, in die der Rand der Öffnung 124 des Halterings 122 eingreift. Auch eine einstückige Ausführung des Halterings 122 mit dem Füllkörper 112 ist denkbar.

[0082] Eine nochmals andere Variante eines Druckdämpfers 36 ist in Figur 13 gezeigt. Bei diesem Druckdämpfer 36 ist kein Füllkörper vorhanden, so dass diese Vorrichtung ähnlich wie jene aufgebaut ist, die in den Figuren 4 und 5 gezeigt ist. Die Unterschiede betreffen insbesondere die Klemmringe 82 und 84, mit denen die Membranen 54a und 54b am Gehäuse 40 und 38 gehalten sind: Die Klemmringe 82 und 84 weisen auskragende Federabschnitte auf, wobei ein Federabschnitt 118a bzw. 120a die Membranen 54a und 54b in Figur 13 in vertikaler Richtung positioniert, wohingegen ein Federabschnitt 118b bzw. 120b die beiden Membranen 54 und 56 in Figur 13 in horizontaler Richtung positioniert bzw. zentriert.

[0083] Die Federabschnitte 118a und 120a werden durch einzelne nach radial innen weisende Bügel der beiden Klemmringe 82 und 84 gebildet, die in der in Figur 13 gezeigter Einbaulage gegen das Oberteil 40 bzw. das Unterteil 38 des Gehäuses vorgespannt sind. Die Federabschnitte 118b bzw. 120b wiederum werden durch einzelne nach radial außen wirkende Bügel gebildet, die an der inneren Mantelfläche des Oberteils 40 des Gehäuses 40 anliegen bzw. gegen diese vorgespannt sind.

[0084] In Figur 14 ist ein nochmals abgeändertes Ausführungsbeispiel eines Druckdämpfers 36 gezeigt. Bei diesem ist am radial äußeren Rand des Sickenabschnitts 76 ein rohrartiger Befestigungsabschnitt 122 vorhanden, welcher sich in etwa parallel zur Mittelachse 41 des Druckdämpfers 36 erstreckt und in 57 mit seinem Rand mit dem Gehäuse 40 verschweißt ist. Letztlich ist also die Membran 54 direkt am Gehäuse 40 befestigt, was sonst erforderliche Zusatzkonstruktionen erspart. Zusätzlich weist der Druckdämpfer 36 in Figur 14 einen Spannring 124 auf, welcher den Befestigungsabschnitt 122 von radial innen her gegen das Gehäuse 40 drückt. Hierdurch wird die Schweißnaht 57 mechanisch entlastet. Die radial maximal außenliegende Schweißnaht 57 gestattet die Nutzung des gesamten Innendurchmessers des Gehäuses 40 als hydraulisch wirksamer Durchmesser. Dies senkt die Herstellkosten.

[0085] Das Gasvolumen 58 kann entweder beim Herstellen der Schweißnaht 57 eingerichtet werden (Schweißen in einer Druckkammer). Oder der Arbeitsraum 66 wird nachträglich über die Öffnung 60 befüllt, welche dann durch das Element 62 verschlossen wird. Letzteres kann beispielsweise mit dem Gehäuse 40 verschweißt

werden. Wie schon bei den Ausführungsbeispielen der Figuren 9 bis 11 ist auch bei dem in Figur 14 gezeigten Druckdämpfer 36 das Gasvolumen 58 zwischen der Membran 54 und dem Gehäuse 40 ausgebildet. Dies führt zu einer Minimierung des erforderlichen Bauraums.

[0086] Auch die nachfolgenden Merkmale können sowohl in Alleinstellung als auch in beliebigen Kombinationen vorteilhafte Ausgestaltungen der beschriebenen oder beanspruchten Erfindung darstellen:

- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der die Membran 54 aus Metall ist.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der die Membran durch ein dünnwandiges und an seinen Enden gasdicht verschlossenes Metallrohr 54 begrenzt wird.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der mindestens eine Außenwand des Arbeitsraums ebenfalls als Membran ausgebildet ist.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der das eingeschlossene Gasvolumen 58 bei einem Norm-Außendruck einen definierten Druck aufweist, vorzugsweise einen Überdruck.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der das Gasvolumen 58 eine verschließbare Öffnung 60 aufweist, über die der Druck eingestellt werden kann.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der das eingeschlossene Gasvolumen 58 durch einen Füllbereich 112 reduziert wird.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der die Membranen 54a, 54b insgesamt im Wesentlichen parallel sind.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der das Gasvolumen 58 zwischen den beiden Membranen 54a, 54b gebildet ist und die beiden Membranen 54a, 54b jeweils mindestens eine Anschlagfläche 80a bzw. eine Gegenfläche 80b aufweisen, welche sich bei einer maximalen Auslenkung der beiden Membranen 54a, 54b berühren.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der die Ränder der beiden Membranen 54a, 54b miteinander dicht verbunden und radial einwärts von der Abdichtlinie 57 eingespannt sind 82, 84.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der die Einspannung 82, 84 über eine konstruktive Elastizität 118, 120 verfügt.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der die beiden Membranen 54a, 54b identisch sind.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der der Arbeitsraum 66 durch die beiden Membranen 54a, 54b in zwei Bereiche 64, 68 unterteilt wird, welche durch eine Fluidverbindung 70 miteinander kommunizieren.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der zwischen den beiden Membranen 54a, 54b ein ringförmiger Abstandshalter 46 vorhanden ist.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der die Fluidverbindung 70 in dem Abstandshalter ausgebildet ist.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der das spiralförmige Gasvolumen 58 gegen die Außenwand des Arbeitsraums 66 vorgespannt ist.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der das spiralförmige Gasvolumen 58 schraubenförmig in axialer Richtung des Arbeitsraums 66 verläuft.
- Die beschriebene oder beanspruchte Vorrichtung, bei der das spiral- und schraubenförmige Gasvolumen 58 in axialer Richtung gegen die Stirnenden des Arbeitsraums 66 vorgespannt ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (36) zum Dämpfen von Druckpulsationen in einem Fluidsystem (16), insbesondere in einem Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine, mit einem Gehäuse (38, 40) und mit mindestens einem Arbeitsraum (66), welcher wenigstens bereichsweise mit dem Fluidsystem (16) kommuniziert, wobei innerhalb des Arbeitsraums (66) mindestens ein durch eine Membran (54) dicht abgeschlossenes Gasvolumen (58) vorhanden ist **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gasvolumen (58) durch mindestens zwei Membranen (54a, 54b) begrenzt wird, die im Bereich ihrer Ränder eingespannt sind (82, 84).

2. Vorrichtung (36) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (54) mindestens eine Sicke (78) aufweist.

3. Vorrichtung (36) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (54) mehrere Sicken (78) aufweist, welche unterschiedliche Höhe und/oder einen unterschiedlichen Verlauf und/oder einen unterschiedlichen Querschnitt haben.

4. Vorrichtung (36) nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (54a) mindestens einen Anschlagabschnitt (80a) aufweist, welcher bei einer maximalen Auslenkung der Membran (54) mit einer Gegenfläche (80b) in Anlage kommt.

5. Vorrichtung (36) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gegenfläche (80b) an dem Gehäuse (40), an einem separaten Anschlagteil (112), und/oder an einer weiteren Membran (54b) ausgebildet ist.

6. Vorrichtung (36) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in ein Gehäuse (92) einer Kraftstoffpumpe (18) integriert ist.

7. Vorrichtung (36) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitsraum einen Ringraum (66) umfasst und das Gasvolumen (58) ringförmig ist.

8. Vorrichtung (36) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitsraum (66) und das Gasvolumen (58) in oder an einem Zylinder (92) einer Kraftstoffpumpe (18) wenigstens in etwa koaxial zur Zylinderachse (90) angeordnet sind.

9. Vorrichtung (36) nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gasvolumen (58) in der Art einer Spirale innerhalb des Ringraums (66) angeordnet ist, wobei die Spirale (58) und der Ringraum (66) wenigstens in etwa koaxial sind.

10. Vorrichtung (36) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gasvolumen (58) mit Helium gefüllt ist.

11. Vorrichtung (36) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (54) und/oder das Gehäuse wenigstens bereichsweise magnetisch sind.

12. Vorrichtung (36) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (36) wenigstens zum Teil aus einem Bandmaterial hergestellt ist, welches Eigenspannungen aufweist.

13. Vorrichtung (36) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (54) mindestens einen Sickenabschnitt (76) und mindestens einen Faltenbalgabschnitt (110) umfasst.

14. Vorrichtung (36) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (54) an ihrem radial äußeren Rand einen Befestigungsabschnitt (122) aufweist, welcher sich in etwa parallel zur Mittelachse (41) erstreckt und an dem Gehäuse (40) befestigt ist.

15. Vorrichtung (36) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Spanneinrichtung (124) umfasst, welche den Befestigungsabschnitt (122) radial gegen das Gehäuse (40) beaufschlagt.

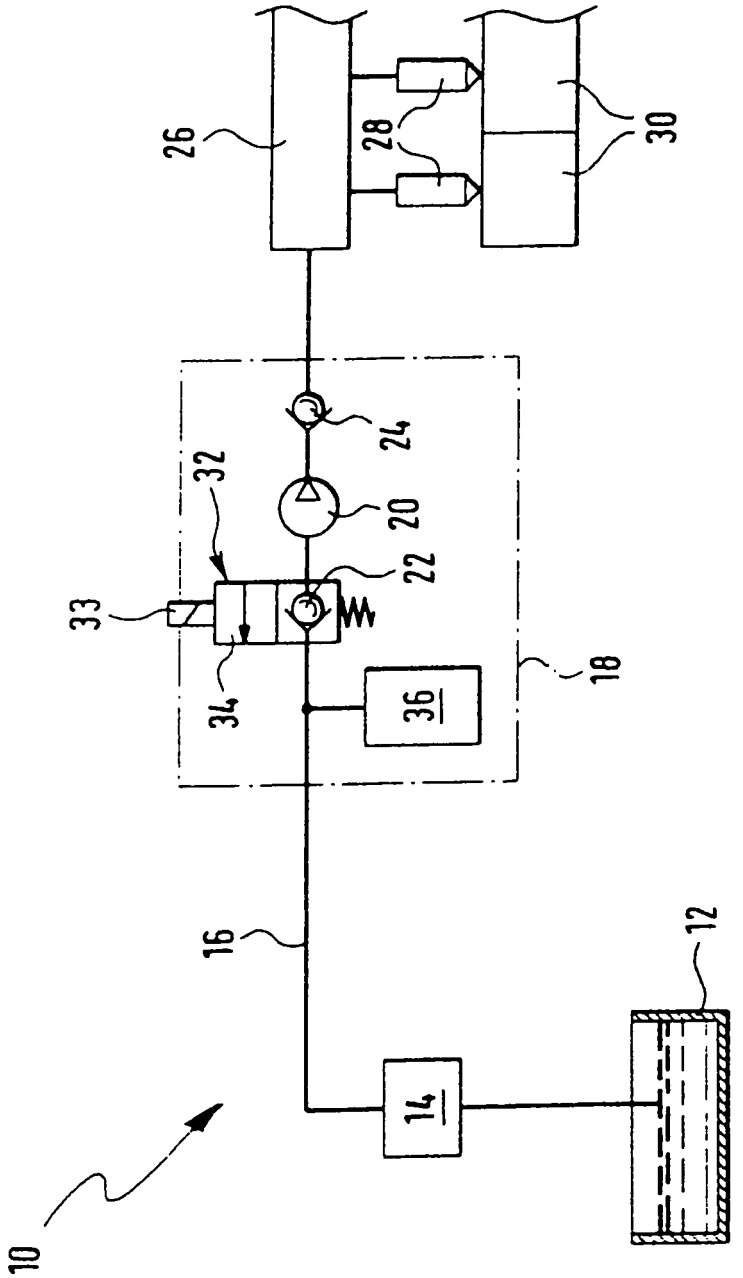


Fig. 1

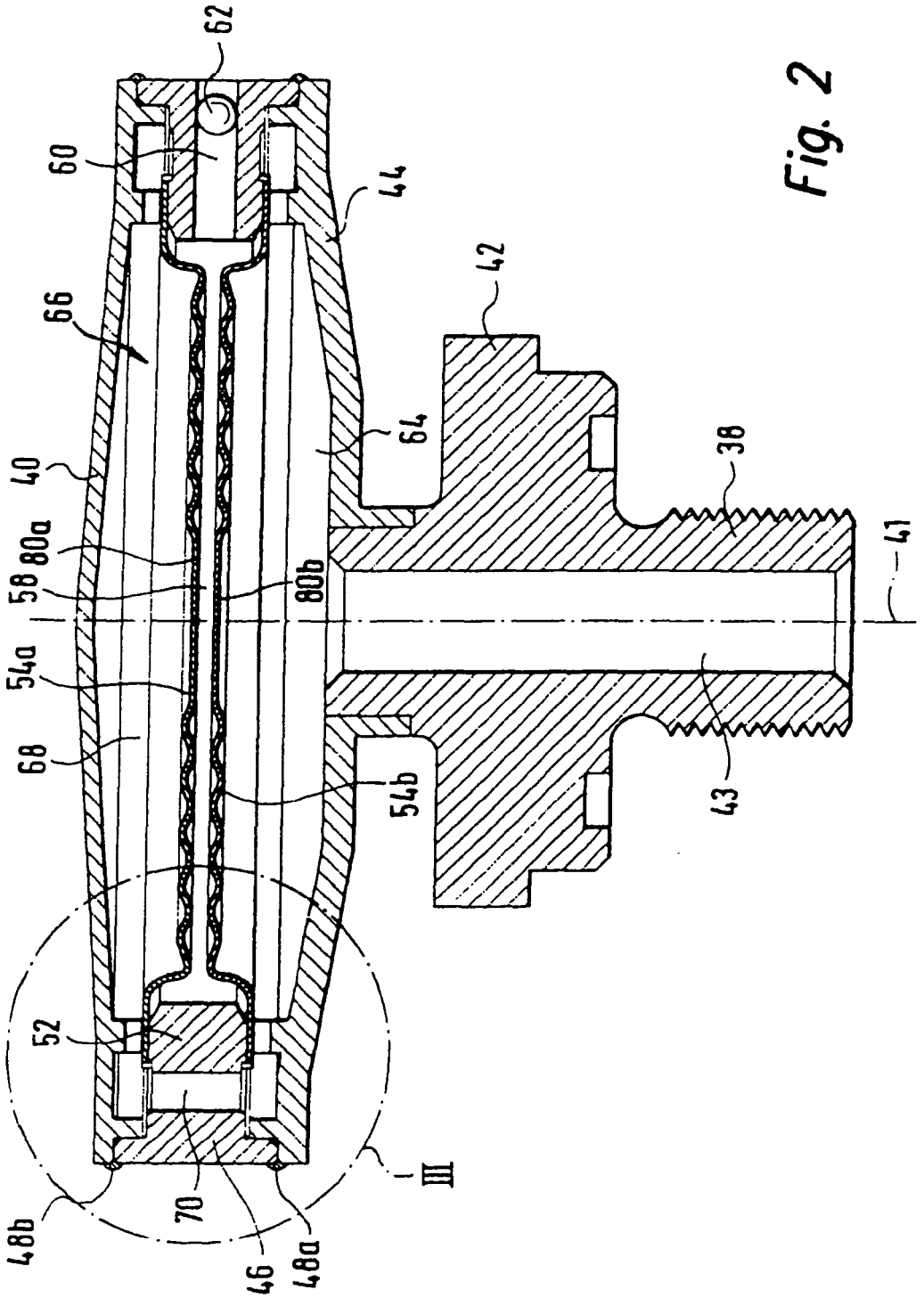

62
60
44
42
66
64
38
40
80a
58
80b
41
54a
68
54b
43
52
III
70
48b
46
48a

Fig. 2

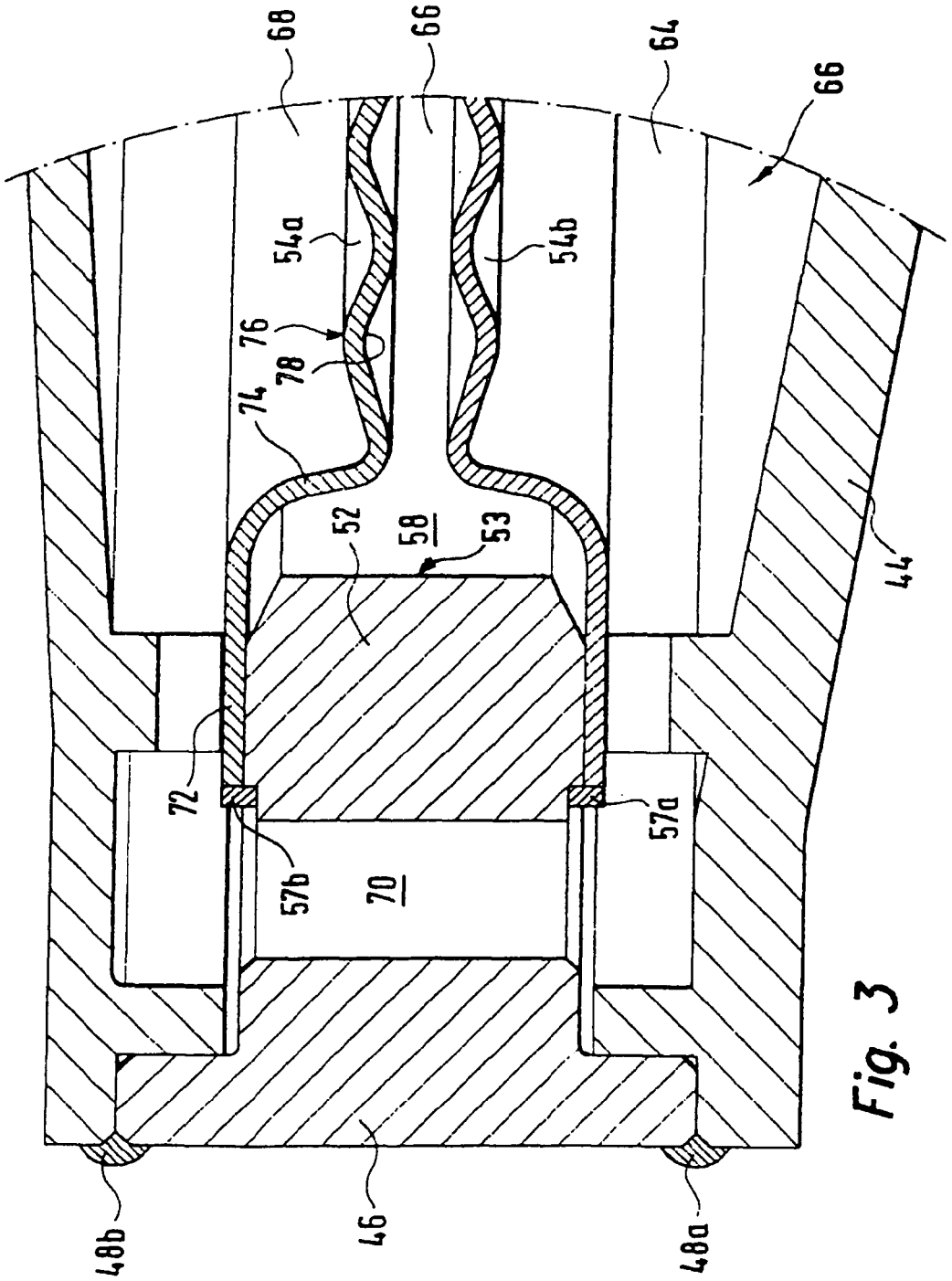


Fig. 3

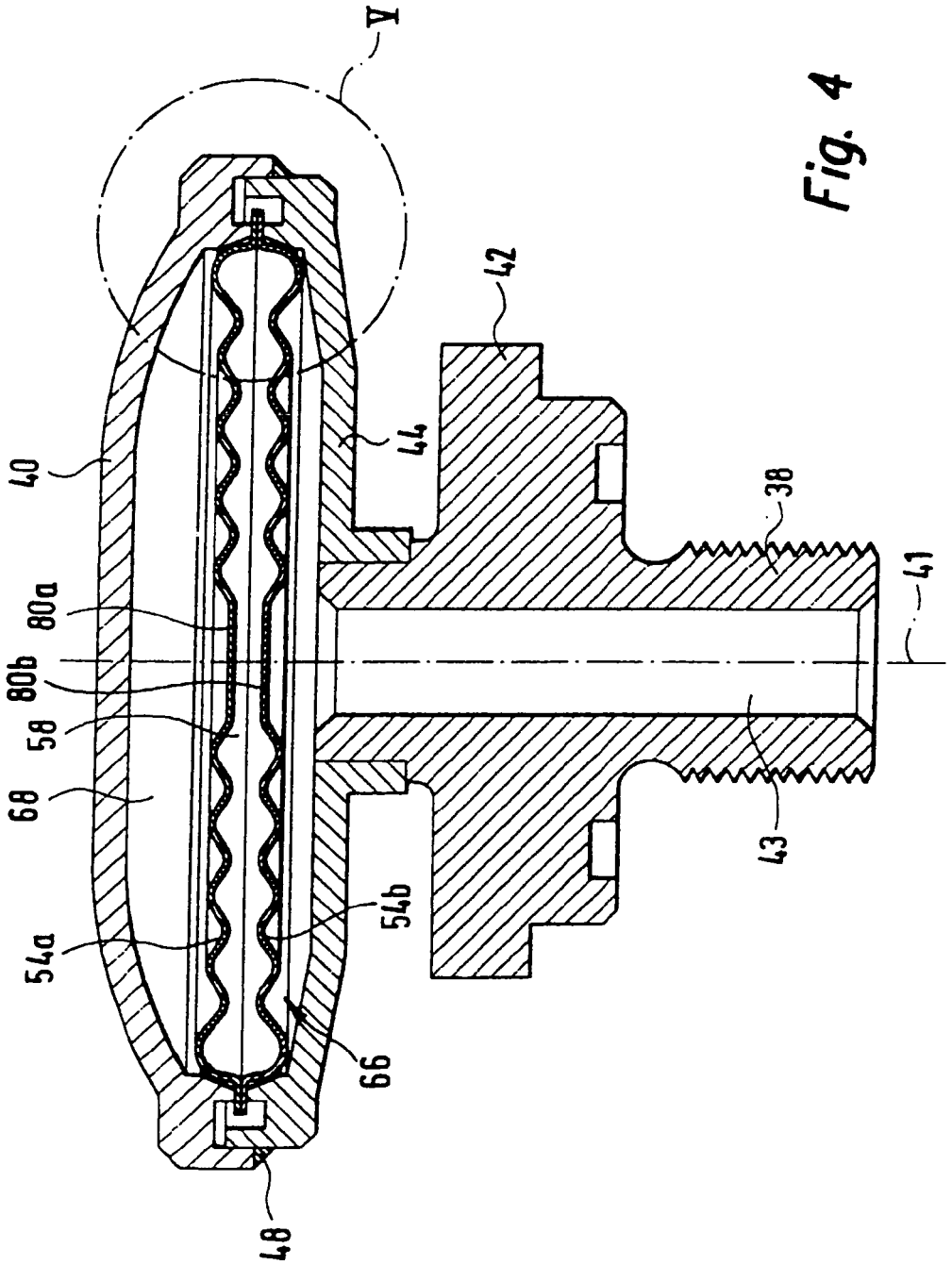
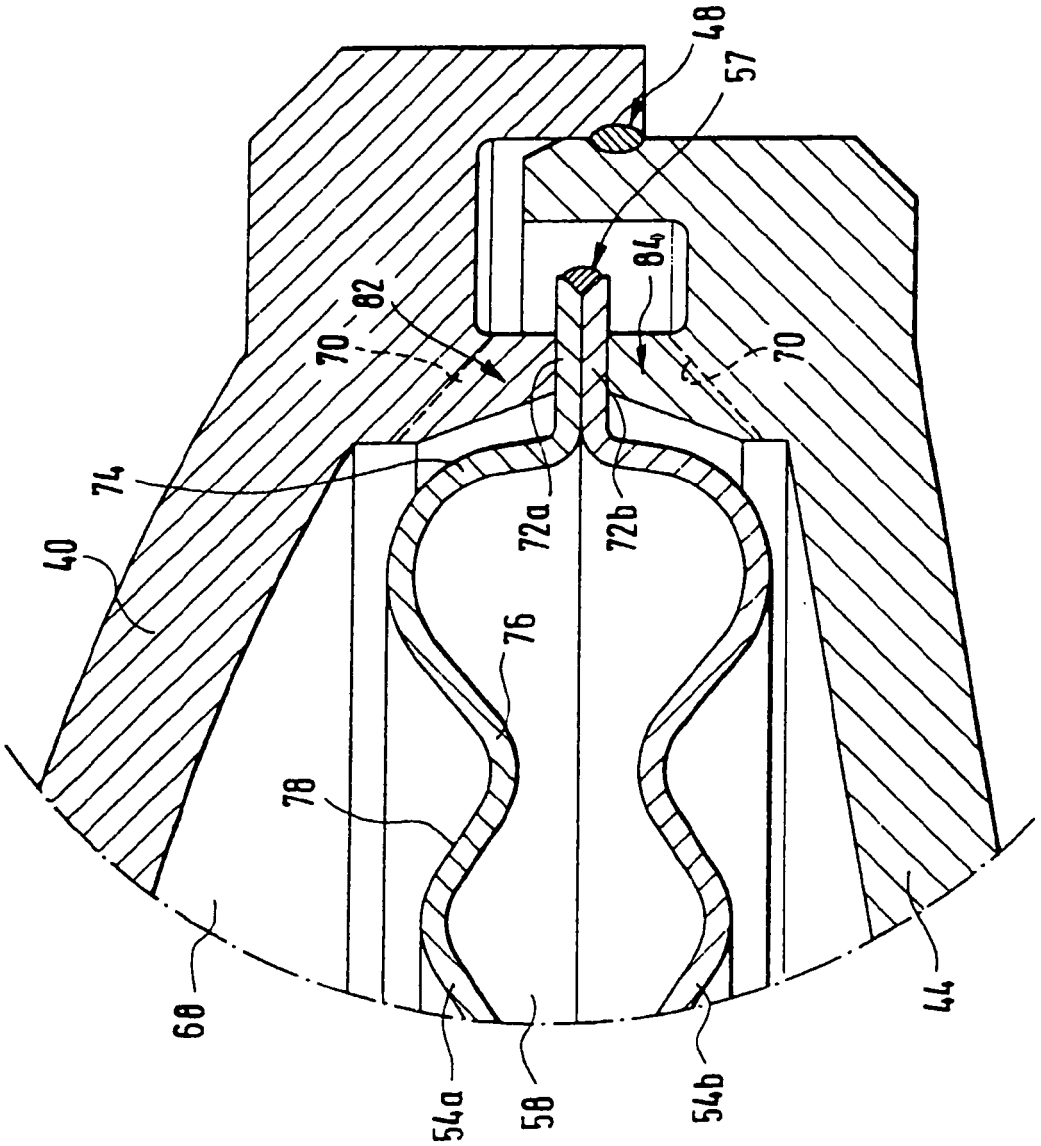


Fig. 4

Fig. 5



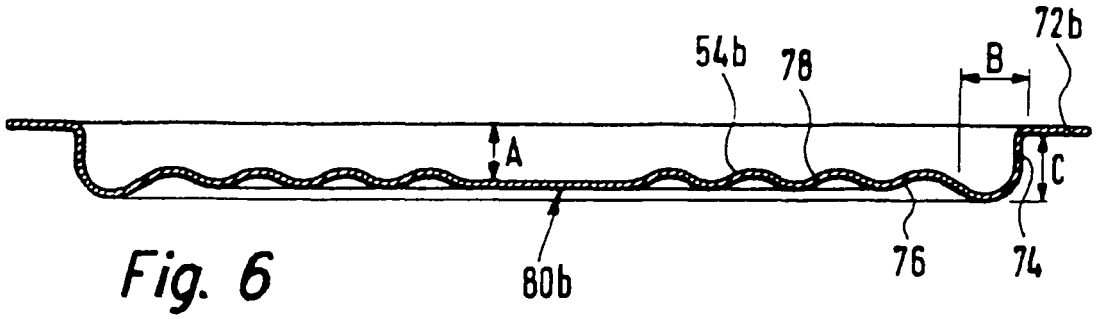


Fig. 6

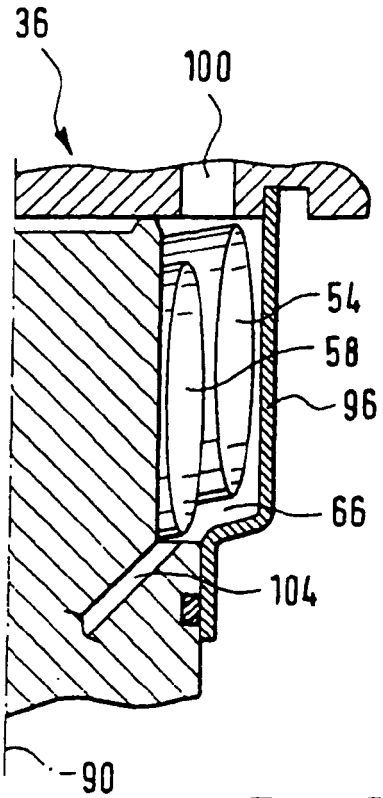


Fig. 8

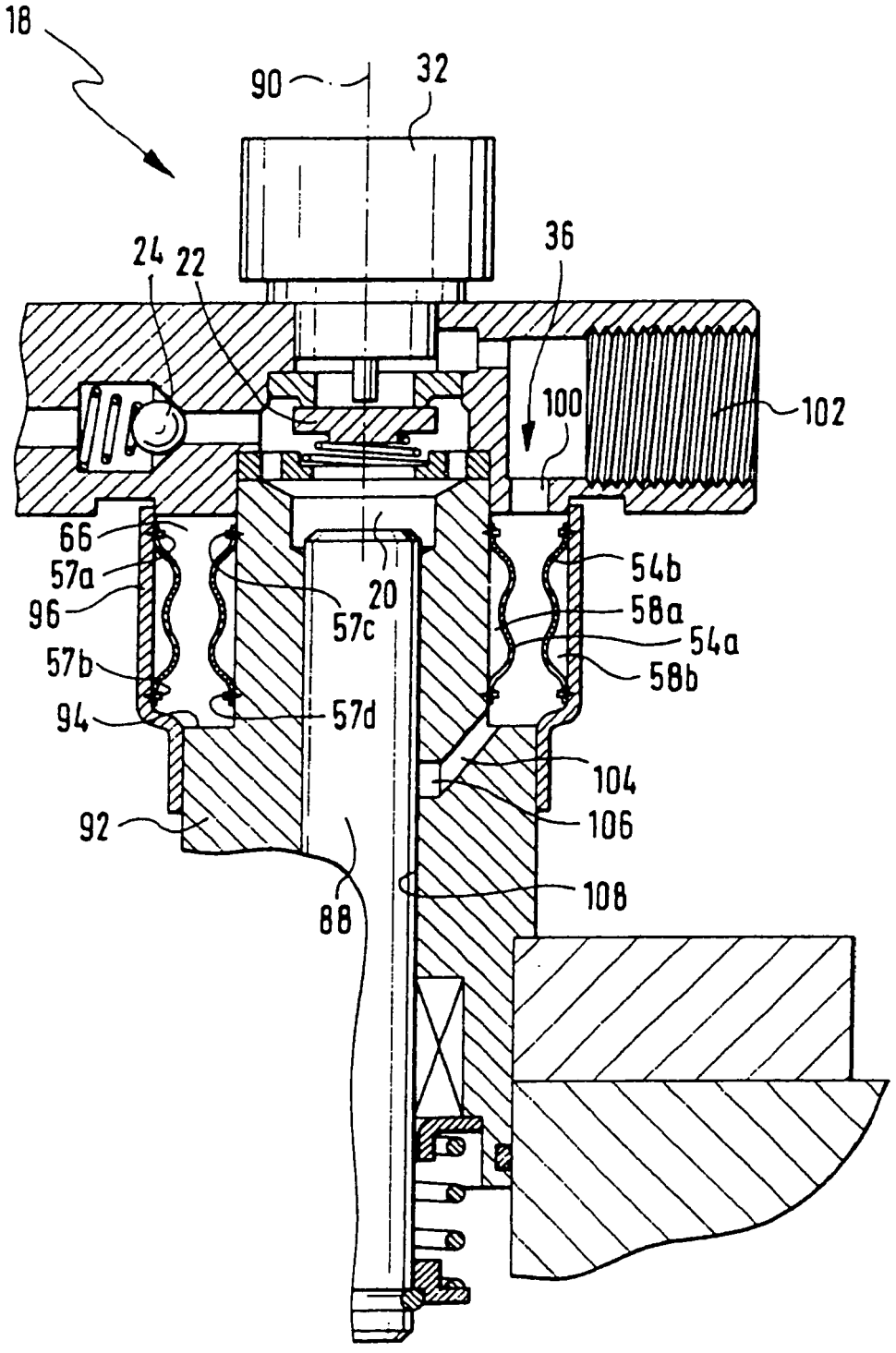

18
90
32
36
24
22
100
102
66
57a
96
57b
94
92
88
20
57c
57d
54b
58a
54a
58b
104
106
108

Fig. 7

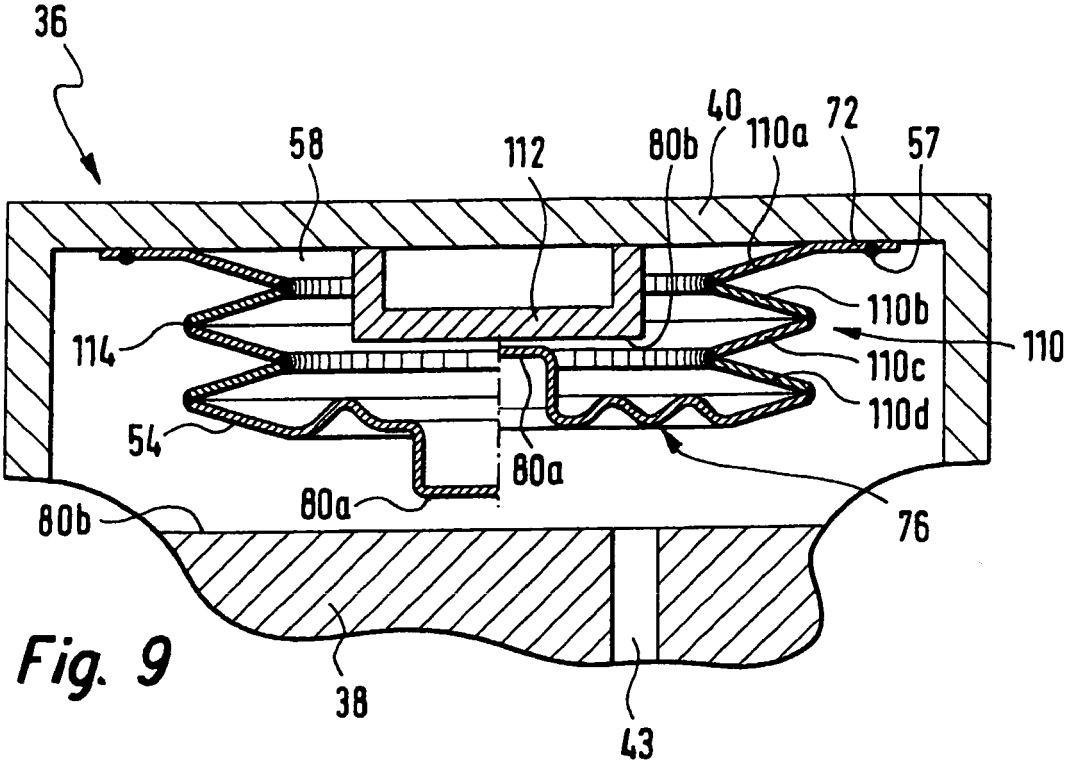

36
58
112
80b
40
110a
72
57
110b
110
110c
110d
114
54
80a
80a
80b
76
38
43

Fig. 9

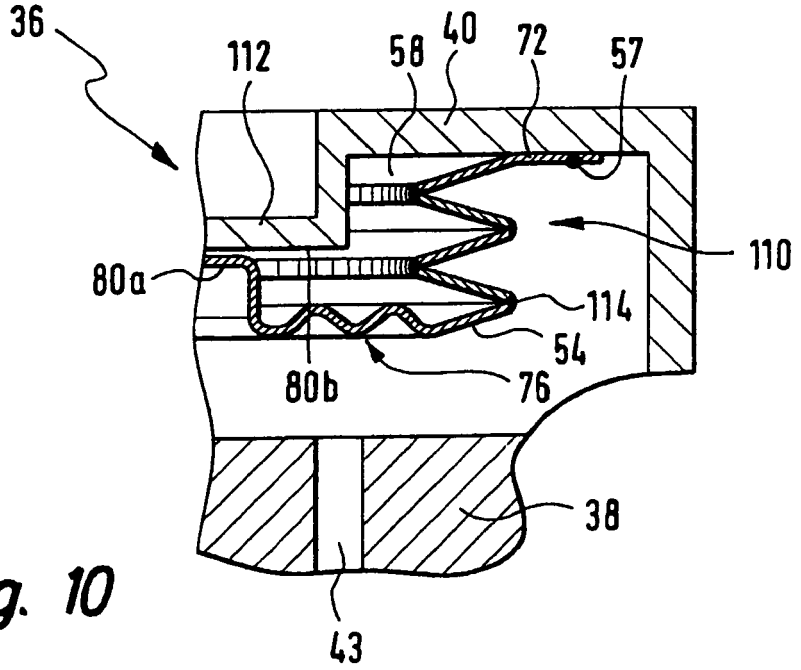

36
112
58
40
72
57
110
80a
114
54
80b
76
38
43

Fig. 10

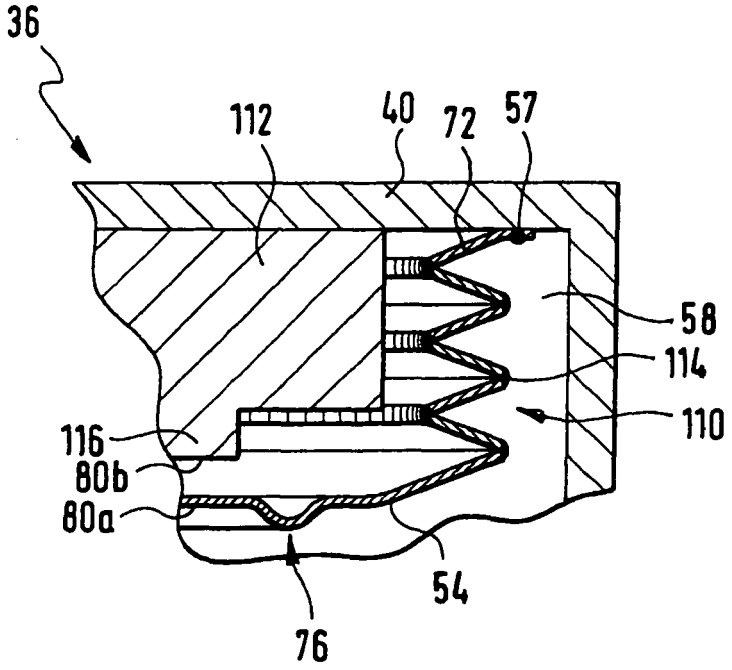

36
112
40
72
57
58
114
110
116
80b
80a
54
76

Fig. 11

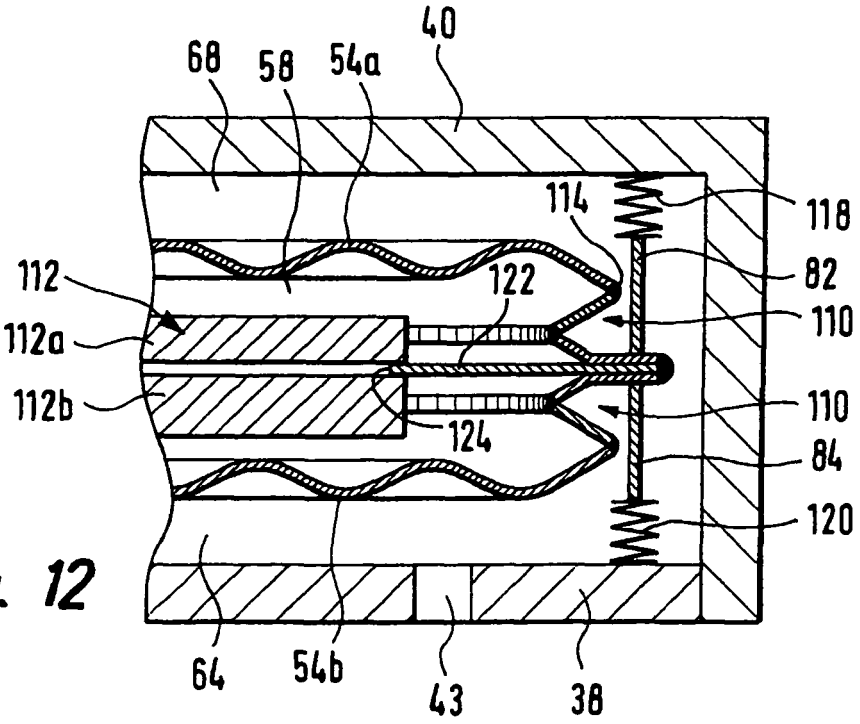

40
68
58
54a
114
118
112
122
82
112a
110
112b
110
124
84
120
64
54b
43
38

Fig. 12

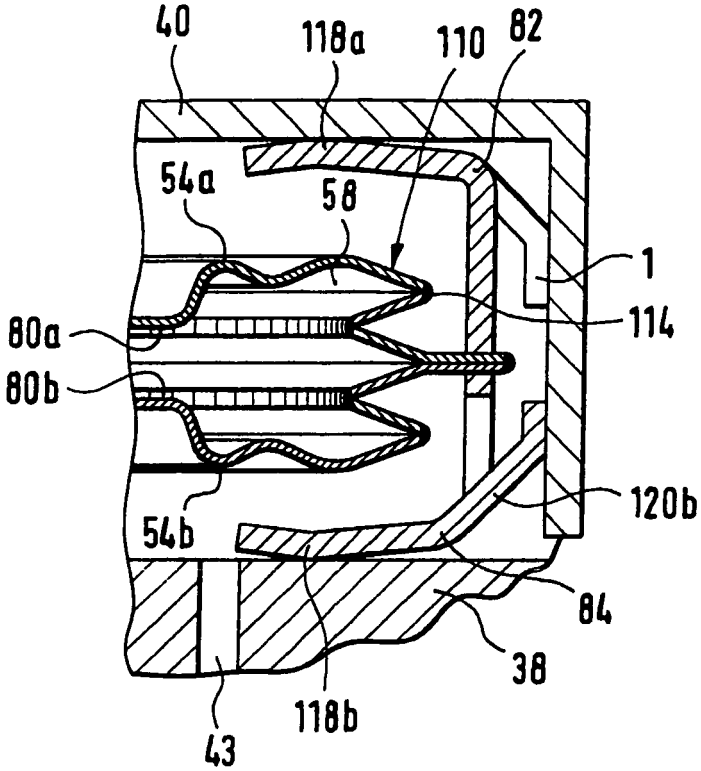

40
118a
110
82
54a
58
1
114
80a
80b
120b
54b
84
38
118b
43

Fig. 13

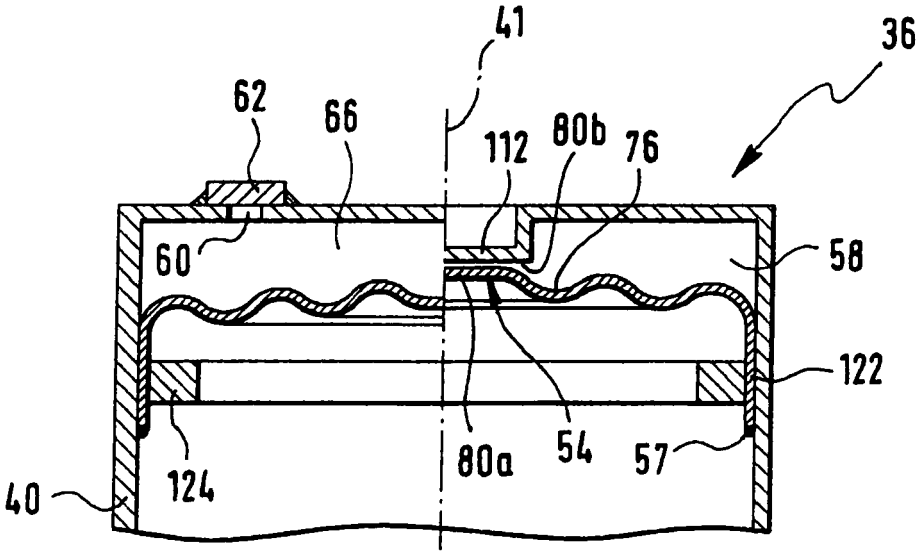

41
36
62
66
112
80b
76
60
58
122
124
80a
54
57
40

Fig. 14

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19539885 A1 **[0002] [0005]**