



(10) **DE 103 22 603 B4** 2013.04.25

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **103 22 603.6**
(22) Anmeldetag: **20.05.2003**
(43) Offenlegungstag: **09.12.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **25.04.2013**

(51) Int Cl.: **F02M 59/44 (2006.01)**
F04B 53/16 (2012.01)
F16J 15/08 (2012.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(62) Teilung in:
103 62 375.2

(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

(74) Vertreter:
**Dreiss Patentanwälte Partnerschaft, 70188,
Stuttgart, DE**

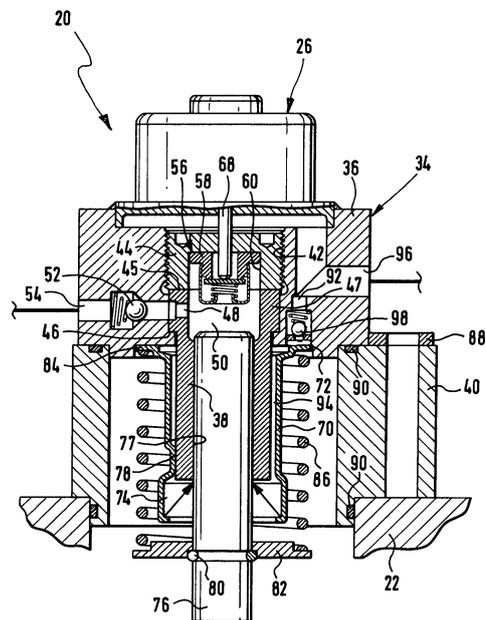
(72) Erfinder:
**Rembold, Helmut, 70435, Stuttgart, DE; Jakisch,
Thomas, 70771, Leinfelden-Echterdingen, DE; Flo,
Siamend, 70499, Stuttgart, DE; Altmann, Andreas,
71636, Ludwigsburg, DE**

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

DE	24 42 088	A1
DE	195 22 306	A1
DE	198 34 120	A1
DE	199 38 504	A1
DE	21 35 905	A
DE	891 646	B
US	2003 / 0 017 069	A1
EP	1 162 365	A1
JP	2003 042 029	A

(54) Bezeichnung: **Kolbenpumpe, insbesondere Hochdruck-Kolbenpumpe für Brennkraftmaschinen mit Direkteinspritzung**

(57) Hauptanspruch: Kolbenpumpe (20), insbesondere Hochdruck-Kolbenpumpe für eine Brennkraftmaschine (10), mit einem Pumpengehäuse (34), welches mindestens einen Teilbereich (36, 38) umfasst, der im Normalbetrieb mit Kraftstoff direkt in Kontakt kommt, dadurch gekennzeichnet, dass jener Teilbereich (36, 38) des Pumpengehäuses (34), der im Normalbetrieb mit Kraftstoff direkt in Kontakt kommt, eine Zylinderbuchse (38) und einen Pumpenkopf (36) umfasst und aus rostfreiem Stahl hergestellt ist, und dass die Zylinderbuchse (38) am Pumpenkopf (36) verstemmt und mit einem Verbindungsbereich (47) in eine Sackbohrung (42) im Pumpenkopf (36) eingepresst ist.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kolbenpumpe, insbesondere Hochdruck-Kolbenpumpe für eine Brennkraftmaschine, mit einem Pumpengehäuse, welches mindestens einen Teilbereich umfasst, der im Normalbetrieb mit Kraftstoff direkt in Kontakt kommt.

[0002] Eine derartige Kraftstoffpumpe ist aus der DE 199 38 504 A1 bekannt. Diese zeigt eine Einzylinder-Hochdruck-Kolbenpumpe zur Hochdruckversorgung in Common-Rail-Einspritzsystemen von Brennkraftmaschinen. Die Pumpe umfasst ein Pumpengehäuse aus Aluminium, in welches eine Zylinderbuchse aus einem nichtrostenden Stahl eingesetzt ist. Ein Einlass- und ein Auslasskanal führen zum Teil durch das Pumpengehäuse und zum Teil durch die Zylinderbuchse. JP 2003-042029 A1 beschreibt eine Impellerpumpe, wobei der Impeller und dessen eines Gehäuselager aus Kunststoff und das andere Gehäuselager aus rostfreiem Stahl hergestellt sind.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kolbenpumpe der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass sie eine längere Lebensdauer aufweist.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine Kolbenpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteile der Erfindung

[0005] Bei der erfindungsgemäßen Kolbenpumpe tritt Korrosion an den Kraftstoff führenden Bauteilen nicht mehr auf. Somit bleiben die wesentlichen Eigenschaften der Kolbenpumpe, insbesondere ihre Kraftstoffdichtheit, deutlich länger erhalten, was die Einsatzdauer der Kolbenpumpe verlängert.

[0006] Grundlage hierfür ist die Erkenntnis, dass es bei alkoholhaltigem Kraftstoff an Aluminiumbauteilen, insbesondere im Hochdruckbereich einer Kolbenpumpe, zu Korrosion aufgrund von Alkoholatbildung kommen kann. Derartige alkoholhaltige Kraftstoffe sind zwar derzeit wenig gebräuchlich, mit einem verstärkten Einsatz muss jedoch in Zukunft gerechnet werden. Nicht rostender Stahl ist im Hinblick auf alkoholhaltige Kraftstoffe unempfindlich. Indem erfindungsgemäß ausschließlich nicht rostender Stahl im Kraftstoff führenden Bereich der Kolbenpumpe eingesetzt wird, kann eine solche Kolbenpumpe auch mit alkoholhaltigem Kraftstoff betrieben werden und dennoch eine lange Lebensdauer aufweisen.

[0007] Erfindungsgemäß umfasst jener Teilbereich, der im Normalbetrieb mit Kraftstoff direkt in Kontakt kommt, eine Zylinderbuchse und einen Pumpenkopf, wobei die Zylinderbuchse in eine Öffnung im Pum-

penkopf eingepresst und verstemmt ist. Die Abdichtung zwischen der Zylinderbuchse und dem Pumpenkopf erfolgt dabei ausschließlich "metallisch", was eine hohe Dichtheit garantiert und auch im Zusammenhang mit heute noch unüblichen Kraftstoffen korrosionsbeständig ist. Auch ein Ausgasen von Kraftstoff durch Diffusion, wie es beim Einsatz einer Kunststoffdichtung zu befürchten ist, wird durch diese Ausgestaltung verhindert.

[0008] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0009] Eine erste, besonders bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kolbenpumpe zeichnet sich dadurch aus, dass mindestens ein Teilbereich des Pumpengehäuses, der im Normalbetrieb mit Kraftstoff nicht direkt in Kontakt kommt, aus Kunststoff hergestellt ist. Das Pumpengehäuse ist also mehrteilig ausgeführt, wobei ein Teil aus rostfreiem Stahl, und ein anderer Teil aus Kunststoff ist. Aufgrund des geringen Gewichts von Kunststoff bleibt das Gewicht der Kolbenpumpe insgesamt niedrig. Die geringen Herstellkosten von Kunststoffbauteilen gleichen darüber hinaus den Mehraufwand für die Teile aus Edelstahl wieder aus.

[0010] Ferner wird vorgeschlagen, dass der Pumpenkopf ein Strangpressprofil, insbesondere ein Rund- oder Sechskantmaterial, umfasst. Hierdurch werden die Herstellkosten der erfindungsgemäßen Kolbenpumpe gesenkt, da derartige Profile in Großserien hergestellt werden.

[0011] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kolbenpumpe sieht vor, dass sie ein Einlassventil aufweist, welches in eine Öffnung im Pumpenkopf eingepresst ist. Dies ermöglicht eine Vormontage des Einlassventils im Pumpenkopf und einen sicheren Halt des Einlassventils.

[0012] Alternativ hierzu ist es möglich, dass die Kolbenpumpe ein Einlassventil aufweist, welches zwischen der Zylinderbuchse und dem Pumpenkopf verspannt ist. Auch dies ermöglicht einen einfachen Zusammenbau und sorgt dennoch für einen sicheren Halt des Einlassventils.

[0013] Besonders vorteilhaft ist jene Weiterbildung der erfindungsgemäßen Kolbenpumpe, bei welcher eine Dichthülse vorgesehen ist, welche wenigstens bereichsweise um die Zylinderbuchse herum angeordnet und mit dem einen Endbereich mit dem Pumpenkopf fluiddicht verbunden ist und mit dem anderen Endbereich eine Kolbendichtung hält. Die fluiddichte Verbindung der Dichthülse am Pumpenkopf kann beispielsweise mittels einer Schweißnaht erfolgen. Auf diese Weise sind am Pumpenzylinder selbst keine komplexen Bearbeitungsschritte zur Halterung

der Kolbendichtung erforderlich, was die Herstellkosten der Kolbenpumpe senkt.

[0014] In Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass die Dichthülse an mindestens drei, vorzugsweise in der Nähe der Kolbendichtung liegenden Stellen, jeweils eine nach radial innen weisende Einbuchtung aufweist, mit der sie an der äußeren Mantelfläche der Zylinderbuchse anliegt. Auf diese Weise wird die Dichthülse zusammen mit der Kolbendichtung auf einfache Weise gegenüber der Zylinderbuchse zentriert. Die hierdurch erreichte gleichmäßige Flächenpressung der Kolbendichtung am Kolben sorgt für eine zuverlässige Abdichtung und eine hohe Lebensdauer der Kolbendichtung.

[0015] Vorgeschlagen wird auch, dass die Kolbenpumpe eine Fluidverbindung aufweist, welche einen zwischen der Dichthülse und der Zylinderbuchse gelegenen Raum mit einem Niederdruckbereich verbindet, wobei in der Fluidverbindung ein zu dem Raum hin sperrendes Rückschlagventil vorhanden ist. Somit kann Leckagefluid, welches durch den Spalt zwischen Kolben und Zylinderbuchse hindurchtritt, ungehindert zum Einlass hin abfließen, was die Kolbendichtung entlastet. Andererseits werden Druckpulsationen, welche im Einlass der Kolbenpumpe auftreten können, zuverlässig von der Kolbendichtung ferngehalten.

[0016] Eine weitere besonders günstige Ausführungsart der erfindungsgemäßen Kolbenpumpe ist dadurch gekennzeichnet, dass sie eine mit dem Einlassventil zusammenarbeitende Betätigungseinrichtung umfasst, welche koaxial zur Zylinderbuchse und zum Einlassventil angeordnet ist. Eine derartige koaxiale Anordnung der Komponenten Zylinderbuchse, Einlassventil und Betätigungseinrichtung hat Vorteile im Hinblick auf die Montage und gestattet eine sehr schmale Bauweise der Kolbenpumpe.

[0017] Außerdem sollten ein Befestigungsbereich und ein Führungsbereich der Zylinderbuchse axial voneinander beabstandet sein. Hierdurch wird vor allem dann, wenn die Zylinderbuchse in den Pumpenkopf eingepresst ist, sichergestellt, dass der Führungsbereich durch die Pressverbindung nicht verformt und somit die leichte Bewegbarkeit des Kolbens nicht beeinträchtigt wird. Der Befestigungsbereich weist im Sinne eines Freistichs vorteilhafterweise einen größeren Innendurchmesser auf als der Führungsbereich.

[0018] Ferner wird vorgeschlagen, dass die äußere Mantelfläche der Zylinderbuchse einen zu einem Antriebsbereich hin weisenden Absatz aufweist, an dem eine Spannschraube angreift, welche in das Pumpengehäuse eingeschraubt ist. Dies gestattet die sichere Fixierung der Zylinderbuchse auch dann, wenn in der axialen Verlängerung der Zylinderbuch-

se (also der vom Antriebsbereich abgewandten Seite der Zylinderbuchse) kein Platz für eine derartige Spannschraube vorhanden ist. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn das Einlassventil und das Mengensteuerventil seitlich angeordnet sind und in der axialen Verlängerung der Zylinderbuchse ein Druckdämpfer vorhanden ist.

[0019] Möglich ist auch, dass die äußere Mantelfläche der Zylinderbuchse einen Absatz aufweist, an dem eine Verstemmung des Pumpengehäuses angreift. Diese unlösbare Verbindung ist einfach herzustellen und hat eine lange Lebensdauer der erfindungsgemäßen Kolbenpumpe zur Folge.

[0020] In Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass sich ein Bereich einer Stirnfläche der Zylinderbuchse wenigstens mittelbar am Pumpengehäuse abstützt, welcher radial innerhalb der Angriffsfläche der Spannschraube bzw. der Verstemmung am Absatz der Zylinderbuchse liegt. Hierdurch wird die Verformung der Zylinderbuchse in dem Führungsbereich der Innenbohrung, in dem der Kolben geführt ist, besonders zuverlässig vermieden.

[0021] Die äußere Mantelfläche der Zylinderbuchse kann mindestens in einem dem Pumpengehäuse zugewandten Bereich ein Gewinde tragen, mit dem die Zylinderbuchse in das Pumpengehäuse eingeschraubt ist. Dies ist eine besonders einfache Variante der Befestigung der Zylinderbuchse am Pumpengehäuse.

[0022] Vorteilhaft ist es ferner, wenn das Gewinde in die äußere Mantelfläche der Zylinderbuchse gerollt ist und die Gewindgänge vorzugsweise gerundet sind. Dies vermindert die Rissbildungsgefahr insbesondere bei Verwendung von gehärtetem Edelstahl und erhöht in der Folge die Lebensdauer der Kolbenpumpe.

[0023] Eine andere bevorzugte Weiterbildung zeichnet sich dadurch aus, dass ein einwärts von dem Angriff der Verschraubung bzw. der Verstemmung zwischen der Zylinderbuchse und dem Pumpengehäuse gebildeter Ringraum mit dem Niederdruckbereich verbunden ist. Hierdurch wird Leckagefluid bei einem Versagen der metallischen Abdichtung zwischen Zylinderbuchse und Pumpengehäuse sicher abgeführt. Diese Weiterbildung dient also der Verbesserung der Betriebssicherheit der Kolbenpumpe.

[0024] Außerdem wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Kolbenpumpe einen in Einbaulage in etwa U-förmigen metallischen Dichtring umfasst, welcher zwischen dem Pumpenkopf und der Zylinderbuchse verspannt ist und zwischen der Zylinderbuchse und dem Pumpenkopf abdichtet. Somit kann auf ein Einpressen der Zylinderbuchse in den Pumpenkopf verzichtet werden, so dass Verfor-

mungen der Führungsbohrung, mit der der Kolben in der Zylinderbuchse geführt wird, vermieden werden. Dennoch wird eine gute Abdichtung zwischen dem Hochdruckbereich und dem Niederdruckbereich gewährleistet.

[0025] Denkbar ist auch, dass die beiden Schenkel des U-förmigen Dichtrings radial nach innen weisen, und dass der einem Hochdruckbereich zugewandte Schenkel eine Ausnehmung aufweist, durch die der Innenraum des U-förmigen Dichtrings mit dem Hochdruckbereich verbunden ist. Auf diese Weise wird der Dichtring so mit dem im Hochdruckbereich herrschenden Druck beaufschlagt, dass die Dichtbereiche des Dichtrings noch stärker gegen eine entsprechende Gegenfläche gepresst werden. Die Dichtwirkung ist bei dieser Ausgestaltung also besonders gut.

[0026] Vorteilhafte Wirkungen werden ferner dann erzielt, wenn an der Stirnfläche der Zylinderbuchse eine Zwischenhülse anliegt, welche von einer Spannschraube in Richtung Zylinderbuchse beaufschlagt wird. Dies ermöglicht die Verwendung einer normal langen Zylinderbuchse auch bei solchen Kolbenpumpen, welche besonderes hoch bauen bzw. einen langen Abstand der Antriebswelle vom Arbeitsraum aufweisen.

[0027] In Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass die Zwischenhülse über einen Bereich in den Pumpenkopf eingepresst ist.

Zeichnung

[0028] In der Zeichnung zeigen:

[0029] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Kraftstoffsystems einer Brennkraftmaschine mit einer Hochdruck-Kolbenpumpe;

[0030] [Fig. 2](#) einen Teilschnitt durch die Hochdruck-Kolbenpumpe von [Fig. 1](#);

[0031] [Fig. 3](#) eine perspektivische Darstellung eines Einlassventils der Hochdruck-Kolbenpumpe von [Fig. 2](#);

[0032] [Fig. 4](#) eine Seitenansicht des Einlassventils von [Fig. 3](#);

[0033] [Fig. 5](#) einen Schnitt längs der Linie V-V von [Fig. 4](#);

[0034] [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung eines Bereichs einer alternativen Ausführungsform einer Hochdruck-Kolbenpumpe;

[0035] [Fig. 7](#) einen Teilschnitt durch einen Bereich einer weiteren Ausführungsform einer Hochdruck-Kolbenpumpe;

[0036] [Fig. 8](#) einen Teilschnitt ähnlich [Fig. 2](#) einer weiteren Ausführungsform einer Hochdruck-Kolbenpumpe;

[0037] [Fig. 9](#) einen Teilschnitt ähnlich [Fig. 2](#) einer weiteren Ausführungsform einer Hochdruck-Kolbenpumpe;

[0038] [Fig. 10](#) einen Teilschnitt ähnlich [Fig. 2](#) einer erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Hochdruck-Kolbenpumpe;

[0039] [Fig. 11](#) einen Teilschnitt ähnlich [Fig. 2](#) einer weiteren Ausführungsform einer Hochdruck-Kolbenpumpe;

[0040] [Fig. 12](#) eine Ansicht eines Details XII von [Fig. 11](#); und,

[0041] [Fig. 13](#) einen Teilschnitt ähnlich [Fig. 2](#) einer weiteren Ausführungsform einer Hochdruck-Kolbenpumpe;

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0042] In [Fig. 1](#) trägt eine Brennkraftmaschine insgesamt das Bezugszeichen **10**. Sie umfasst ein Kraftstoffsystem **12**. Dieses besteht unter anderem aus einem Kraftstoffbehälter **14**, in dem ein alkoholhaltiger Kraftstoff bevorratet ist. Eine Vorförderpumpe **18** fördert den Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter **14** zu einer Hochdruck-Kolbenpumpe **20**, welche an einem nur schematisch gezeigten Motorblock **22** der Brennkraftmaschine befestigt ist. Sie wird mechanisch von einer Nockenwelle (nicht dargestellt) der Brennkraftmaschine **10** angetrieben.

[0043] Die Hochdruck-Kolbenpumpe **20** fördert zu einer Kraftstoff-Sammelleitung **24**. Diese wird auch als "Rail" bezeichnet. In der Kraftstoff-Sammelleitung **24** ist der Kraftstoff unter hohem Druck gespeichert. Die von der Hochdruck-Kolbenpumpe **20** in die Kraftstoff-Sammelleitung **24** geförderte Kraftstoffmenge wird von einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung **26** eingestellt, welche von einem Steuer- und Regelgerät **28** angesteuert wird. An die Kraftstoff-Sammelleitung **24** sind mehrere Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen **30** angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in ihnen zugeordnete Brennräume **32** einspritzen.

[0044] Bei der Hochdruck-Kolbenpumpe **20** handelt es sich um eine Einzylinder-Kolbenpumpe. Ihr genauer Aufbau ist aus [Fig. 2](#) ersichtlich: Die Hochdruck-Kolbenpumpe **20** umfasst ein Pumpengehäuse **34**, welches wiederum einen Pumpenkopf **36**, eine Zylinderbuchse **38** und ein Zwischenteil **40** umfasst. Der Pumpenkopf **36** und die Zylinderbuchse **38** sind aus nicht rostendem Stahl, das Zwischenteil **40** aus Kunststoff hergestellt.

[0045] Der Pumpenkopf **36** ist aus einem Sechskant-Strangpressprofil hergestellt, dessen Längsachse koaxial zur Längsachse der Zylinderbuchse **38** ist. Im Pumpenkopf **36** ist eine Durchgangs-Stufenbohrung **42** vorhanden, in die in [Fig. 2](#) von oben her die elektromagnetische Betätigungsvorrichtung **26** eingesetzt ist. In einen Gewindeabschnitt (ohne Bezugszeichen) der Durchgangsbohrung **42** ist eine Spannschraube **44** eingeschraubt, welche eine in [Fig. 2](#) obere Stirnfläche **45** der Zylinderbuchse **38** in axialer Richtung beaufschlagt. Hierdurch wird ein Absatz **46**, der einen Verbindungsbereich **47** der Zylinderbuchse **38** nach unten hin begrenzt, gegen einen entsprechenden Absatz (ohne Bezugszeichen) der Durchgangsbohrung **42** im Pumpenkopf **36** gedrückt.

[0046] Zur Abdichtung ist der Verbindungsbereich **47** in den entsprechenden Abschnitt der Durchgangsbohrung **42** eingepresst. Alternativ wäre eine Befestigung der Zylinderbuchse **38** im Pumpenkopf **36** auch mit einer engen Spielpassung oder über eine Schrumpfverbindung möglich. Der Verbindungsbereich **47** der Zylinderbuchse **38** ist als verstärkter Bund ausgebildet, an dem seitlich ein Anschliff (nicht sichtbar) sowie eine Radialbohrung **48** vorhanden sind, über die ein Arbeitsraum **50** über ein Auslassventil **52** mit einem Auslass **54** verbunden werden kann.

[0047] In die Spannschraube **44** ist ein Einlassventil **56** integriert. Dessen Ventilsitzteil **58** ist dabei in einen Bereich einer Stufenbohrung **60** in der Spannschraube **44** eingepresst. Der Aufbau des Einlassventils **56** geht aus den [Fig. 3–Fig. 5](#) hervor: Danach ist am Ventilsitzteil **58** eine käfigartige Haube **62** befestigt, an der sich eine Ventilfeeder **64** abstützt, die wiederum ein Ventilelement **66** gegen das Ventilsitzteil **58** beaufschlagt. Das Ventilelement **66** kann von einer Betätigungsstange **68** ([Fig. 2](#)) der Betätigungseinrichtung **26** zwangsweise in eine geöffnete Stellung gebracht werden.

[0048] Radial außerhalb von der Zylinderbuchse **38** ist in geringem Abstand von ihrer äußeren Mantelfläche eine Dichthülse **70** angeordnet. Ihr in [Fig. 2](#) oberer Endbereich **84** ist in **72** mit dem Pumpenkopf **36** verschweißt. An ihrem in [Fig. 2](#) unteren Endbereich ist die Dichthülse **70** so ausgeformt, dass von ihr eine ringförmige Kolbendichtung **74** gehalten ist. Eine radial innen liegende Umfangsfläche der Kolbendichtung **74** liegt an einem Kolben **76** an, der in einer Führungsbohrung **77** der Zylinderbuchse **38** gleitend geführt ist. Er wird auf hier nicht näher dargestellte Art und Weise beispielsweise über einen Tassenstößel von einer Antriebswelle in eine axiale Hin- und Herbewegung versetzt.

[0049] In [Fig. 2](#) unmittelbar oberhalb der Kolbendichtung **74** weist die Dichthülse **70** drei über ihren Umfang verteilt angeordnete Einbuchtungen **78** auf,

mit denen die Dichthülse **70** an der radial außen liegenden Umfangsfläche der Zylinderbuchse **38** anliegt. Am Kolben **76** ist über einen Sprengring **80** eine Haltescheibe **82** axial gehalten. Zwischen der Haltescheibe **82** und dem sich nach radial außen erstreckenden Befestigungsbereich **84** der Dichthülse **70** ist eine Kolbenfeder **86** verspannt.

[0050] An den Pumpenkopf **36** sind über den Umfang verteilt mehrere Befestigungswinkel **88** angeschweißt, welche zur Befestigung des Pumpenkopfs **36** am Motorblock **22** dienen. Das Zwischenteil **40** ist also zwischen dem Pumpenkopf **36** und dem Motorblock **22** verspannt. Dabei ist das Zwischenteil **40** einerseits zum Pumpenkopf **36** und andererseits zum Motorblock **22** über O-Ringe **90** abgedichtet. Ein Kanal **92** verbindet den zwischen der Dichthülse **70** und der Zylinderbuchse **38** vorhandenen Raum **94** mit einem Niederdruckbereich, vorliegend mit dem Einlass **96**. In dem Kanal **92** ist ein Rückschlagventil **98** angeordnet, welches zu dem Raum **94** hin sperrt.

[0051] Eine alternative Ausführungsform der Befestigung der Zylinderbuchse **38** an dem Pumpenkopf **36** ist in [Fig. 6](#) gezeigt. Dabei tragen hier und auch bei allen nachfolgenden Figuren solche Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen aufweisen, die bereits im Zusammenhang mit vorhergehenden Figuren beschrieben worden sind, die gleichen Bezugszeichen. Sie werden im Allgemeinen nicht nochmals im Detail erläutert.

[0052] Bei der in [Fig. 6](#) gezeigten Ausführungsform wird auf eine Spannschraube zur Befestigung der Zylinderbuchse **38** verzichtet. Stattdessen wird das Einlassventil **56** zunächst in [Fig. 6](#) von unten her in die Durchgangsbohrung **42** im Pumpenkopf **36** eingeführt und gegen eine Anlagefläche **100** in den Pumpenkopf **36** eingepresst. Dann wird die Zylinderbuchse **38** ebenfalls von unten bis auf Anschlag an das Ventilsitzteil **58** des Einlassventils **56** eingepresst. Alternativ wäre auch eine Fixierung mittels einer Schrumpfverbindung im Pumpenkopf **36** möglich. Hierdurch kann der Befestigungsbereich der Zylinderbuchse **38** länger ausgeführt sein, was der Betriebsfestigkeit der Zylinderbuchse **38** zugute kommt.

[0053] Zwischen dem Verbindungsbereich **47** der Zylinderbuchse **38**, welcher einen größeren Innendurchmesser aufweist und in den Pumpenkopf **36** eingepresst ist, und dem Führungsbereich **77** der Zylinderbuchse **38**, welcher einen kleineren Innendurchmesser aufweist und in dem der Kolben **76** geführt ist, ist ein Abstand **a** vorhanden, durch den sichergestellt wird, dass der Führungsbereich **77** beim Befestigen der Zylinderbuchse nicht in unzulässiger Weise deformiert wird. Dies gilt im Übrigen auch für die Ausführungsform von [Fig. 2](#). In [Fig. 6](#) sind die übrigen Komponenten der Hochdruck-Kolbenpumpe **20** nicht dargestellt. Sie entsprechen jenen der Aus-

führungsform von [Fig. 2](#). Bei einer alternativen, nicht dargestellten Ausführungsform kann die Verbindung zwischen der Zylinderbuchse **38** und dem Pumpenkopf **36** auch durch eine Schweißnaht oder eine mechanische Verstemmung in Achsrichtung bewirkt bzw. verstärkt werden.

[0054] Ein besonderer Vorteil der in den [Fig. 2–Fig. 6](#) gezeigten Ausführungsformen besteht darin, dass die Abdichtung des Kraftstoffweges nach außen rein "metallisch" erfolgt. Dies führt zu einer nahezu absoluten Dichtheit. Die Verdunstungsemissionen des Kraftstoffs werden auf diese Weise im Betrieb der Hochdruck-Kolbenpumpe **20** quasi auf null reduziert.

[0055] Eine weitere Ausführungsform einer Hochdruck-Kolbenpumpe **20** ist in [Fig. 7](#) gezeigt. Bei der in [Fig. 7](#) gezeigten Ausführungsform wird auf eine Dichthülse verzichtet. Stattdessen wird die Kolbenabdichtung **74** direkt vom Zwischenteil **40** gehalten. Am Zwischenteil **40** stützt sich auch die Druckfeder **86** ab. Ferner wird der Pumpenkopf **36** direkt über nicht gezeigte Befestigungswinkel am Motorblock **22** verschraubt. Die Abdichtung der kraftstoffführenden Bereiche nach außen erfolgt in diesem Fall über einen O-Ring **102**.

[0056] Eine weitere Variante einer als Kolbenpumpe ausgebildeten Hochdruck-Kolbenpumpe **20** zeigt [Fig. 8](#). Anders als bei den oben gezeigten Ausführungsbeispielen ist in der axialen Verlängerung der Zylinderbuchse **38** im oberen Bereich der in [Fig. 8](#) gezeigten Hochdruck-Kolbenpumpe **20** kein Mengensteuerventil, sondern ein Druckdämpfer **104** vorhanden (nur der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass das Mengensteuerventil bei der in [Fig. 8](#) gezeigten Hochdruck-Kolbenpumpe **20** in eine seitliche Aufnahmeöffnung **106** im Pumpengehäuse **34** eingesetzt werden kann). Daher ist in diesem Bereich keine Möglichkeit zum Einschrauben einer Spannmutter für die Befestigung der Zylinderbuchse **38** vorhanden (die Bohrung **42** ist insoweit als Sackbohrung ausgebildet). Auf der der Aufnahmeöffnung **106** gegenüberliegenden Seite des Arbeitsraums **50** ist eine Aufnahmeöffnung **108** vorhanden, in die eine nicht dargestellte Buchse mit einem Auslassstutzen und einem Auslassventil eingesetzt werden kann.

[0057] Die Spannschraube **44** ist radial außerhalb der Zylinderbuchse **38** angeordnet und in das Pumpengehäuse in [Fig. 8](#) von unten her eingeschraubt. Sie beaufschlagt einen Absatz **46**, der an der äußeren Mantelfläche der Zylinderbuchse **38** vorhanden ist, wodurch die Stirnfläche **45** der Zylinderbuchse **38** gegen einen Absatz **110** der Sackbohrung **42** im Pumpengehäuse **34** gepresst wird. Hierzu ist an dem Absatz **110** an dessen radial innerem Rand ein zur Stirnfläche **45** der Zylinderbuchse **38** hin weisender umlaufender Kragen **112** vorhanden. Dieser liegt ra-

dial innerhalb des Absatzes **46** der Zylinderbuchse **38**. Durch die radial innere Anordnung des Kragens **112** wird die durch hohen Druck beaufschlagte Fläche an der Zylinderbuchse **38** klein gehalten. Da der Kragen **112** einen kleineren Durchmesser hat als der Absatz **46** wird beim Verspannen ein nach außen drehendes Biegemoment erzeugt, das der aus der Stauung resultierenden Verformung der Innenbohrung **77** der Zylinderbuchse **38**, welche wiederum eine Folge der Beaufschlagung des Absatzes **46** durch die Spannschraube **44** ist, entgegenwirkt.

[0058] Dies ermöglicht, dass ein Abschnitt **114** im in [Fig. 8](#) oberen Bereich der Zylinderbuchse **38**, der einen etwas größeren Innendurchmesser hat als die Führungsbohrung **77**, und der dazu dient, die freie Beweglichkeit des Kolbens **76** auch bei in diesem Abschnitt **114** auftretenden Deformationen zu gewährleisten, in axialer Richtung nur sehr kurz ist. Ein radial außerhalb des Kragens **112** zwischen dem Pumpengehäuse **34** und der Stirnfläche **45** der Zylinderbuchse **38** vorhandener Ringraum **116** ist über eine nicht dargestellte Fluidverbindung mit einem einseitigen Fluidbereich, in dem nur ein geringer Druck herrscht, verbunden. Auch hierdurch wird die Druckbelastung der Zylinderbuchse **38** reduziert.

[0059] Eine etwas abgewandelte Ausführungsform der in [Fig. 8](#) gezeigten Hochdruck-Kolbenpumpe **20** ist in [Fig. 9](#) dargestellt. Bei dieser wird auf eine separate Spannschraube verzichtet, und stattdessen ist auf der äußeren Mantelfläche des Verbindungsbereichs **47** der Zylinderbuchse **38** ein Außengewinde **44** vorhanden. Über dieses ist die Zylinderbuchse **38** direkt in der Sackbohrung **42** des Pumpengehäuses **34** verschraubt. Um einen Verzug der Führungsbohrung **77** in der Zylinderbuchse **38** klein bzw. die axiale Länge des Abschnitts **114** kurz zu halten, ist in diesem Fall der Kragen **112** radial möglichst weit außen angeordnet. Die Zylinderbuchse **38** wird aus Verschleißgründen aus einem gehärteten Edelstahl hergestellt. Um Risse aufgrund des Gewindes **44** im Verbindungsbereich **47** der Zylinderbuchse **38** zu vermeiden, wird das Gewinde durch Rollen hergestellt, wobei die Gewindegänge gerundet sind. Zum Befestigen der Zylinderbuchse **38** sind im Verbindungsbereich **47** Flächen bzw. Ausnehmungen zum Ansetzen eines Spannschlüssels angebracht, die im Detail nicht dargestellt sind.

[0060] Eine Ausführungsform gemäß der beanspruchten Erfindung zeigt [Fig. 10](#): Bei dieser ist die Zylinderbuchse **38** am Pumpengehäuse **34** nicht verschraubt, sondern verstemmt. Hierzu ist an der Zylinderbuchse **38** ein umlaufender Bund **46** vorhanden, an dem das vom Rand der Sackbohrung **42** verstemmte Material **44** des Pumpengehäuses **34** angreift. Ferner ist der Verbindungsbereich **47** der Zylinderbuchse **38** in einen entsprechenden Abschnitt der Sackbohrung **42** im Pumpengehäuse **34** eingepresst.

Um eine Deformation der Führungsbohrung **77** der Zylinderbuchse **38** zu verhindern, erstreckt sich der Abschnitt **114** der Innenbohrung der Zylinderbuchse **38**, welcher einen größeren Durchmesser hat als der Führungsbereich **77**, von der Stirnfläche **45** der Zylinderbuchse **38** deutlich über den mit dem Pumpengehäuse **34** verpressten Bereich hinaus. Um in den Ringraum **116**, der zwischen dem Ringbund **46** und dem verpressten Bereich der Zylinderbuchse **38** vorhanden ist, eindringendes Leckagefluid ableiten zu können, ist dieser Ringraum **116** über eine Ausnehmung **117** am Bund **46** mit einem Niederdruckbereich (nicht dargestellt) verbunden.

[0061] In **Fig. 11** ist eine weitere Ausführungsform einer Hochdruck-Kolbenpumpe **20** gezeigt: Bei dieser ist die Bohrung **42** als Durchgangsbohrung ausgebildet, und die Zylinderbuchse **38** wird ähnlich wie bei der Pumpe von **Fig. 2** von einer Spannschraube **44**, die in Verlängerung der Zylinderbuchse **38** angeordnet ist, beaufschlagt. Die Zylinderbuchse **38** stützt sich über den Absatz **46** am Pumpenkopf **36** ab. Die Spannschraube greift an der Stirnfläche **45** der Zylinderbuchse **38** an.

[0062] Für die Abdichtung des Arbeitsraums **50**, der einen Hochdruckbereich bildet, zum einlassseitigen Niederdruckbereich hin sorgt jedoch nicht eine Einpressung der Zylinderbuchse **38** in einen Abschnitt der Durchgangsbohrung **42**, sondern ein metallischer Dichtring **118** (**Fig. 12**). Dieser ist in einem durch eine Ausnehmung in der Stirnfläche **45** der Zylinderbuchse **38**, zwischen der Zylinderbuchse **38**, dem Pumpenkopf **36**, und der Spannschraube **44** gebildeten Ringraum **120** aufgenommen. Der Dichtring **118** hat die Form eines liegende U, dessen Schenkel **122a** und **122b** nach radial innen zeigen. In dem an der Zylinderbuchse anliegenden Schenkel **122b** ist eine Ausnehmung **124** vorhanden. Diese verbindet den zwischen den beiden Schenkeln gebildeten Raum mit dem Hochdruckbereich. Hierdurch werden der freie Rand des Schenkels **122a** gegen die Spannschraube **44** und eine Basis des Dichtrings **118** gegen den Pumpenkopf **36** beaufschlagt, was die Dichtwirkung erhöht.

[0063] **Fig. 13** zeigt eine nochmals abgewandelte Ausführungsform. Diese ähnelt jener von **Fig. 11**, bis auf folgende Unterschiede: Die Spannschraube **44** liegt nicht direkt an der Stirnfläche **45** der Zylinderbuchse **38** an, sondern zwischen Spannschraube **44** und Zylinderbuchse **38** ist eine Zwischenhülse **126** angeordnet. In deren Umfangswand sind entsprechende Öffnungen (ohne Bezugszeichen) vorhanden, durch die der Arbeitsraum **50** mit den Aufnahmeöffnungen **106** und **108** verbunden ist.

[0064] Die Abdichtung zwischen dem Hochdruckbereich (Arbeitsraum **50**) und dem Niederdruckbereich erfolgt mittels eines Kragens **112** an einem Absatz

(ohne Bezugszeichen) der Spannschraube **44**. Der Kragen **112** steht in axialer Richtung von diesem Absatz ab und liegt mit seinem abragenden Rand an einer Stirnfläche (ohne Bezugszeichen) der Zwischenhülse **126** an. Radial ist der Kragen **112** soweit wie möglich außen positioniert. Ferner wird zum Niederdruckbereich hin über den Absatz **46** an der Zylinderbuchse **38** abgedichtet, der über die Spannschraube **44** und die Zwischenhülse **126** gegen einen entsprechenden Absatz der Durchgangsbohrung **42** im Pumpenkopf **36** gepresst wird. Die Abdichtung vom Niederdruckbereich zum Hochdruckbereich (beispielsweise Arbeitsraum **50**) an der äußeren Mantelfläche der Zwischenhülse **126** im Bereich von deren oberer Stirnfläche (ohne Bezugszeichen) erfolgt durch eine Pressung über die Länge, welche in **Fig. 13** mit dem Bezugszeichen **119** bezeichnet ist.

Patentansprüche

1. Kolbenpumpe (**20**), insbesondere Hochdruck-Kolbenpumpe für eine Brennkraftmaschine (**10**), mit einem Pumpengehäuse (**34**), welches mindestens einen Teilbereich (**36**, **38**) umfasst, der im Normalbetrieb mit Kraftstoff direkt in Kontakt kommt, **dadurch gekennzeichnet**, dass jener Teilbereich (**36**, **38**) des Pumpengehäuses (**34**), der im Normalbetrieb mit Kraftstoff direkt in Kontakt kommt, eine Zylinderbuchse (**38**) und einen Pumpenkopf (**36**) umfasst und aus rostfreiem Stahl hergestellt ist, und dass die Zylinderbuchse (**38**) am Pumpenkopf (**36**) verstemmt und mit einem Verbindungsbereich (**47**) in eine Sackbohrung (**42**) im Pumpenkopf (**36**) eingepresst ist.
2. Kolbenpumpe (**20**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teilbereich (**40**) des Pumpengehäuses, der im Normalbetrieb mit Kraftstoff nicht direkt in Kontakt kommt, aus Kunststoff hergestellt ist.
3. Kolbenpumpe (**20**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Pumpenkopf (**36**) ein Strangpressprofil, insbesondere ein Rund- oder Sechskantmaterial, umfasst.
4. Kolbenpumpe (**20**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Einlassventil (**56**) aufweist, welches in eine Öffnung (**42**) im Pumpenkopf (**36**) eingepresst ist.
5. Kolbenpumpe (**20**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Einlassventil (**56**) aufweist, welches zwischen der Zylinderbuchse (**38**) und dem Pumpenkopf (**36**) verspannt ist.
6. Kolbenpumpe (**20**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Dichthülse (**70**) umfasst, welche wenigstens bereichsweise um die Zylinderbuchse (**38**) herum an-

geordnet und mit einem Endbereich (84) mit dem Pumpenkopf (36) fluiddicht verbunden ist und mit dem anderen Endbereich eine Kolbendichtung (74) hält.

7. Kolbenpumpe (20) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichthülse (70) an mindestens drei, vorzugsweise in der Nähe der Kolbendichtung (74) liegenden Stellen, jeweils eine nach radial innen weisende Einbuchtung (78) aufweist, mit der sie an der äußeren Mantelfläche der Zylinderbuchse (38) anliegt.

8. Kolbenpumpe (20) nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Fluidverbindung (92) aufweist, welche einen zwischen der Dichthülse (70) und der Zylinderbuchse (38) gelegenen Raum (94) mit einem Niederdruckbereich (96) verbindet, wobei in der Fluidverbindung (92) ein zu dem Raum (94) hin sperrendes Rückschlagventil (98) vorhanden ist.

9. Kolbenpumpe (20) nach mindestens einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine mit dem Einlassventil (56) zusammenwirkende Betätigungseinrichtung (26) umfasst, welche koaxial zur Zylinderbuchse (38) und zum Einlassventil (56) angeordnet ist.

10. Kolbenpumpe (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Befestigungsbereich (47) und ein Führungsbereich (77) der Zylinderbuchse (38) axial voneinander beabstandet (a) sind.

11. Kolbenpumpe (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Mantelfläche der Zylinderbuchse (38) einen Absatz (46) aufweist, an dem eine Spannschraube (44) angreift, welche in den Pumpenkopf (36) eingeschraubt ist.

12. Kolbenpumpe (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Mantelfläche der Zylinderbuchse (38) einen Absatz (46) aufweist, an dem eine Verstimmung (44) des Pumpenkopfes (36) angreift.

13. Kolbenpumpe (20) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass sich ein Bereich einer Stirnfläche (45) der Zylinderbuchse (38) wenigstens mittelbar am Pumpenkopf (36) abstützt, welcher radial innerhalb der Angriffsfläche der Spannschraube (44) bzw. der Verstimmung (44) am Absatz (46) der Zylinderbuchse (38) liegt.

14. Kolbenpumpe (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Mantelfläche der Zylinderbuchse (38) mindestens in einem dem Pumpenkopf (36) zuge-

wandten Bereich ein Gewinde (44) trägt, mit dem die Zylinderbuchse (38) in den Pumpenkopf (36) eingeschraubt ist.

15. Kolbenpumpe (20) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Gewinde (44) in die äußere Mantelfläche der Zylinderbuchse (38) gerollt ist und dass die Gewindegänge vorzugsweise gerundet sind.

16. Kolbenpumpe (20) nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein einwärts von dem Angriff der Verschraubung (44) bzw. der Verstimmung (44) zwischen der Zylinderbuchse (38) und dem Pumpenkopf (36) gebildeter Ringraum (116) mit einem Niederdruckbereich verbunden ist.

17. Kolbenpumpe (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen in Einbaulage in etwa U-förmigen metallischen Dichtring (118) umfasst, welcher zwischen dem Pumpenkopf (36) und der Zylinderbuchse (38) verspannt ist und zwischen der Zylinderbuchse (38) und dem Pumpenkopf (36) abdichtet.

18. Kolbenpumpe (20) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Schenkel (122a, 122b) des U-förmigen Dichtrings (118) nach radial innen weisen, und dass der einem Hochdruckbereich zugewandte Schenkel (122b) eine Ausnehmung (124) aufweist, durch die der Innenraum des U-förmigen Dichtrings (118) mit dem Hochdruckbereich verbunden ist.

19. Kolbenpumpe (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass an der Stirnfläche (45) der Zylinderbuchse (38) eine Zwischenhülse (126) anliegt, welche von einer Spannschraube (44) in Richtung Zylinderbuchse (38) beaufschlagt wird.

20. Kolbenpumpe nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenhülse (126) über einen Bereich (119) in den Pumpenkopf (36) eingepresst ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

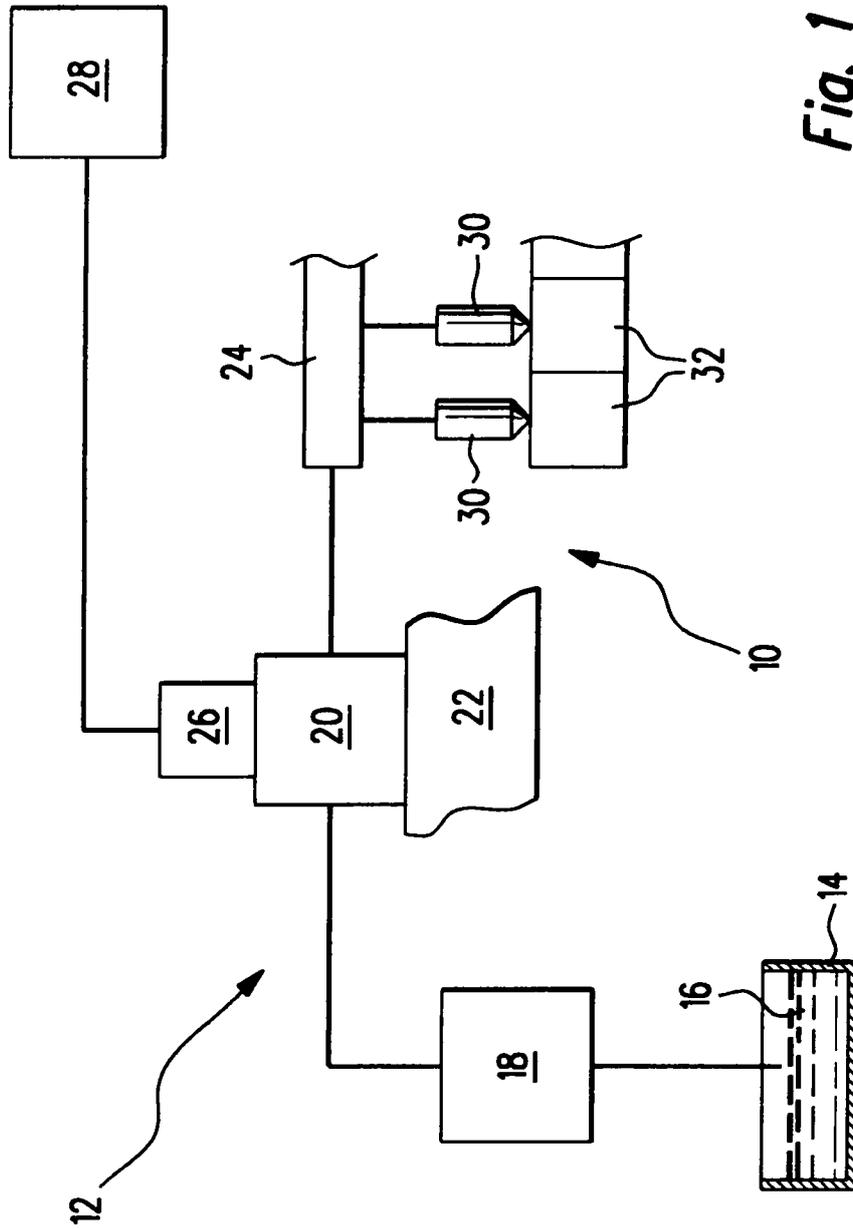


Fig. 1

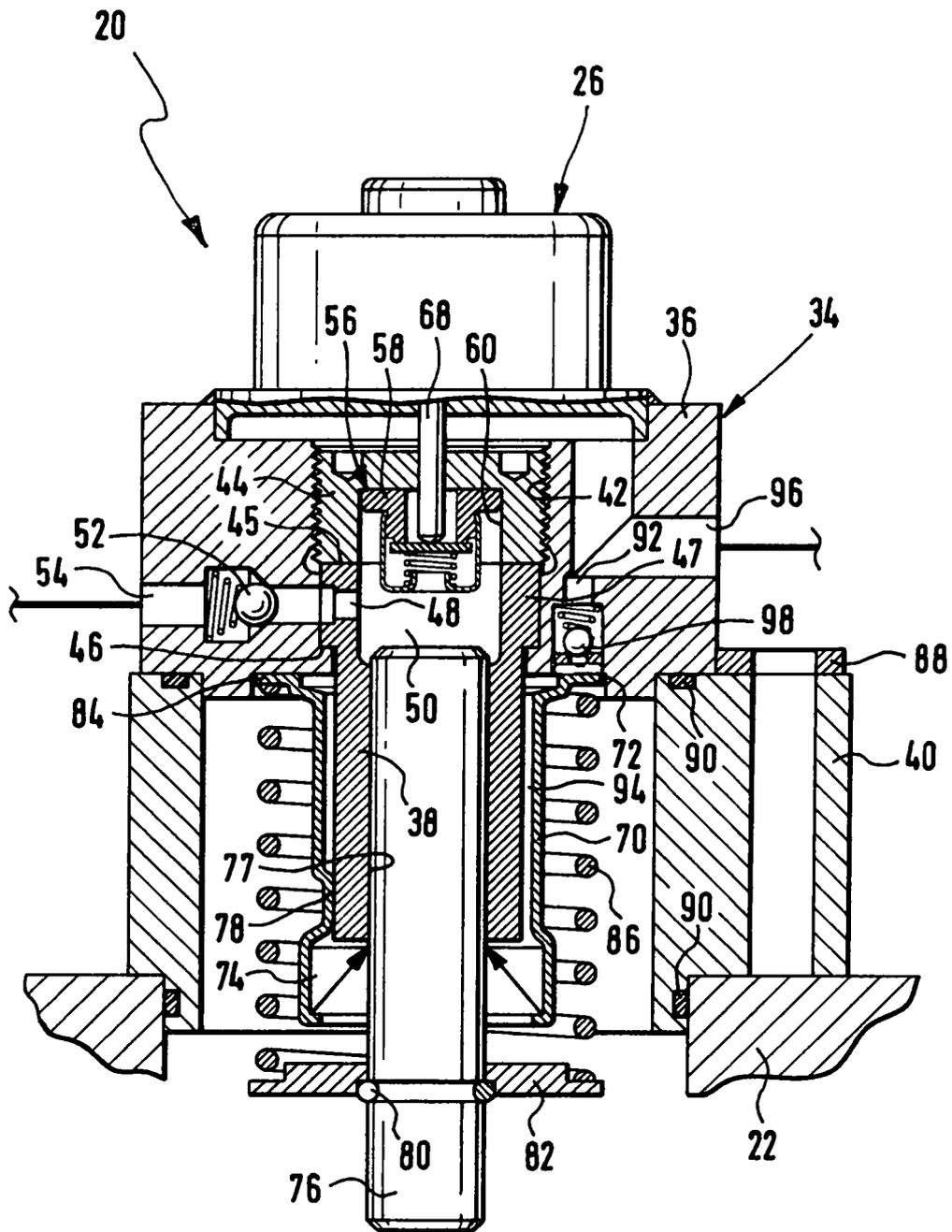


Fig. 2

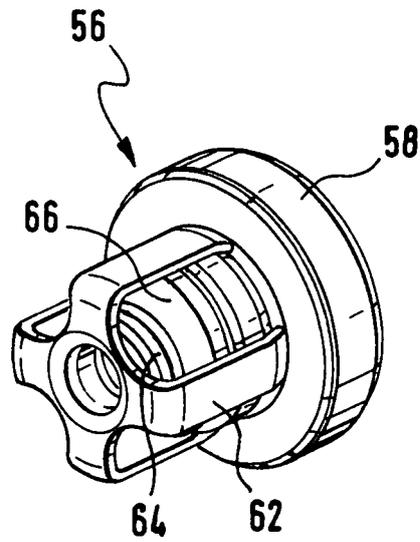


Fig. 3

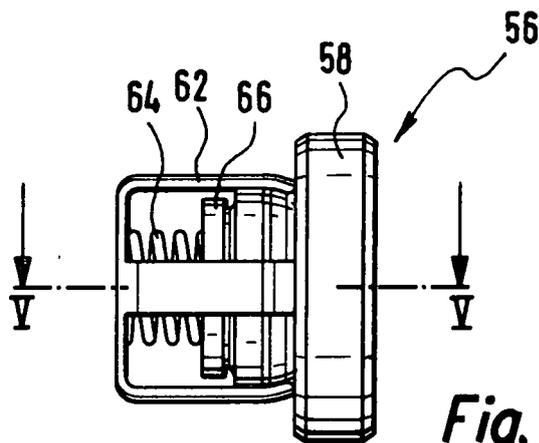


Fig. 4

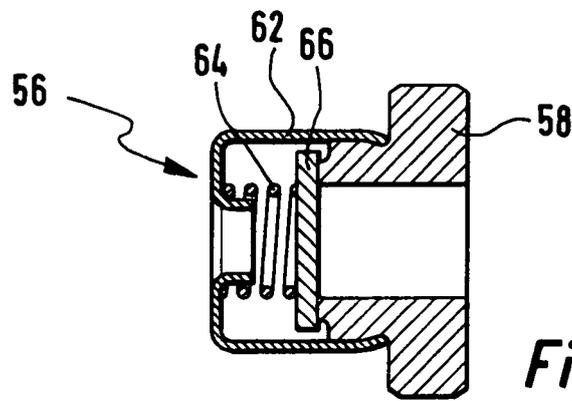
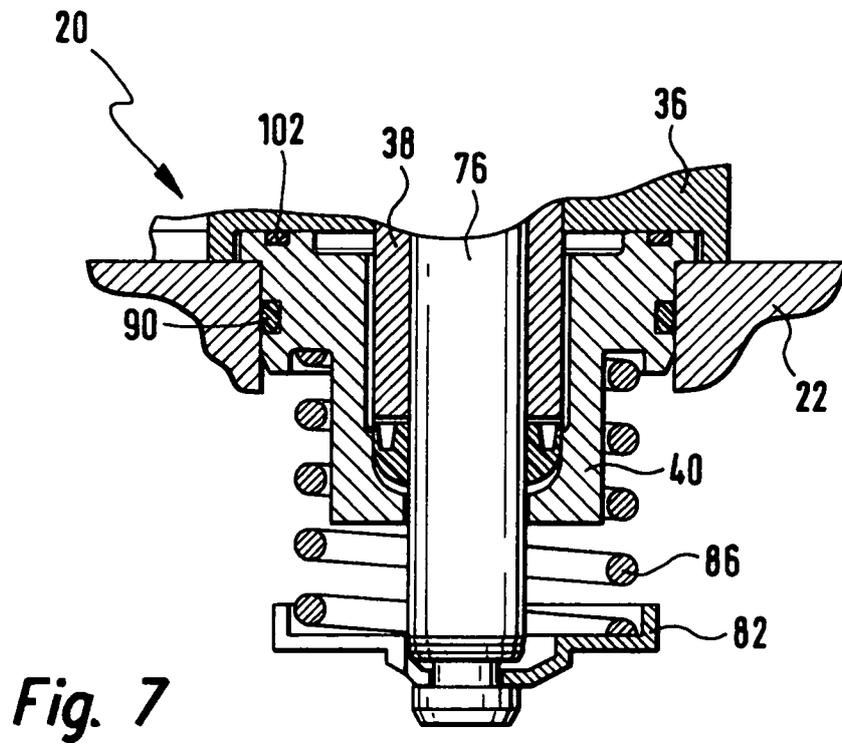
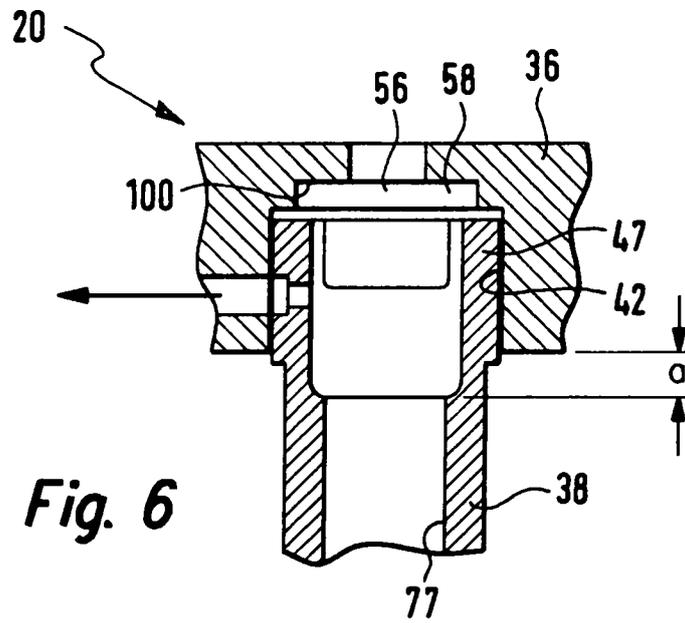


Fig. 5



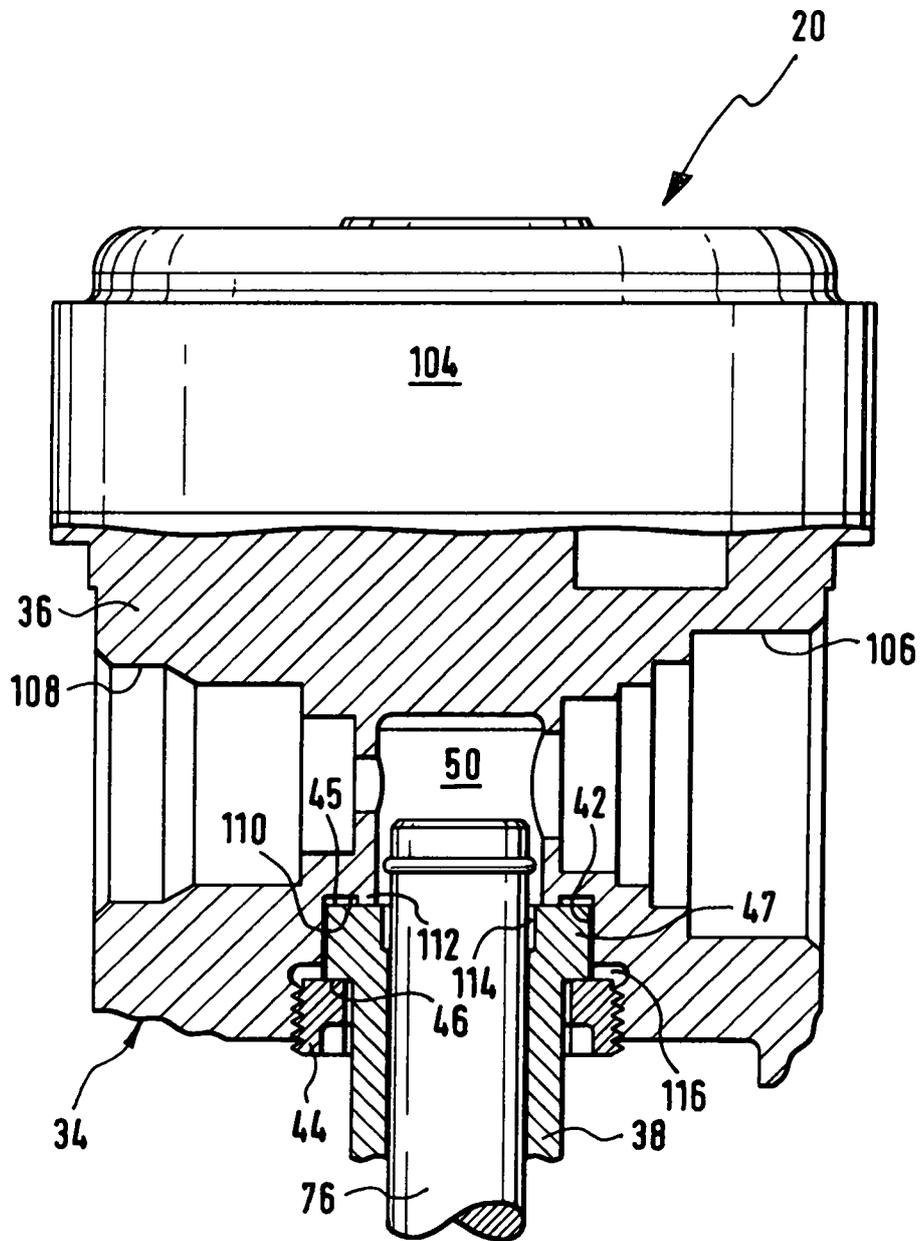


Fig. 8

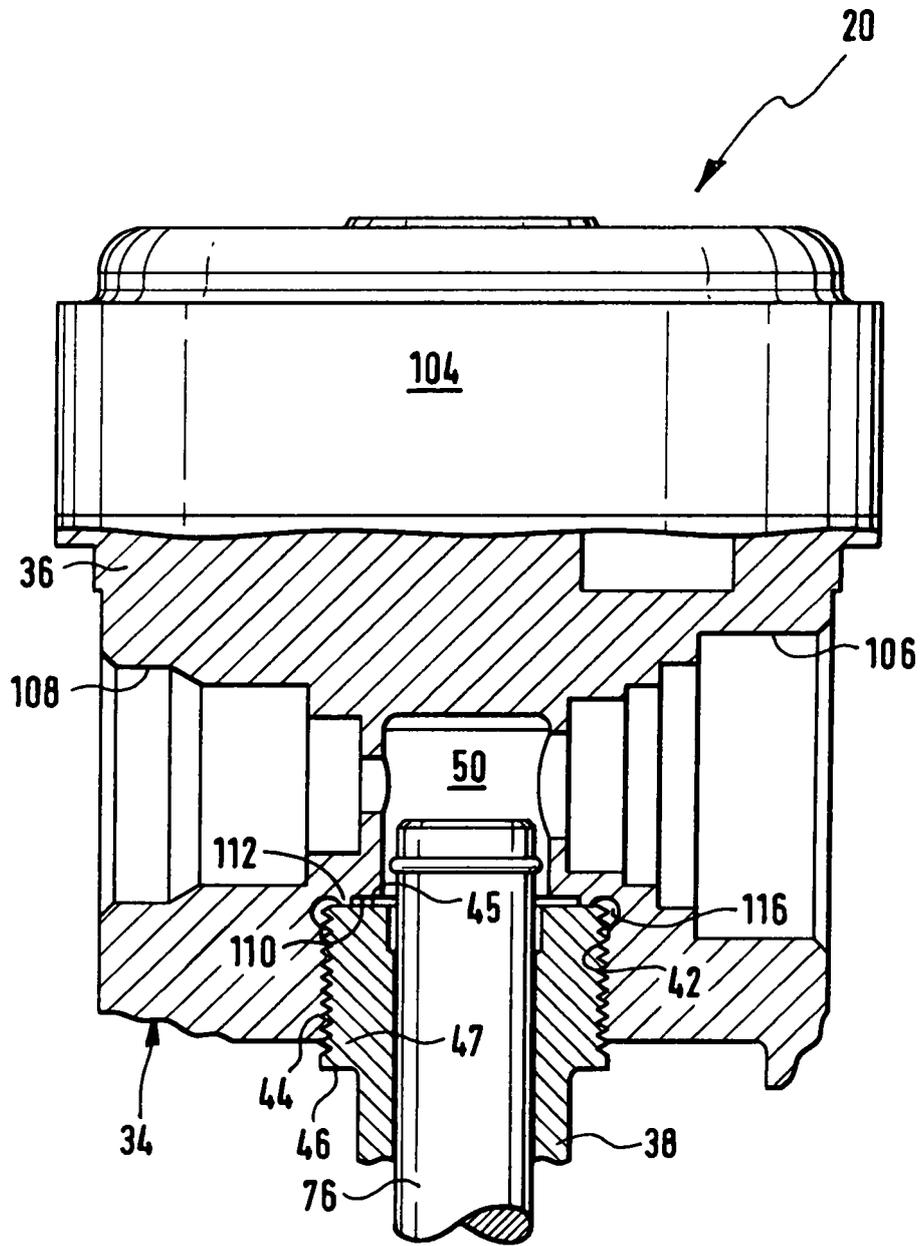


Fig. 9

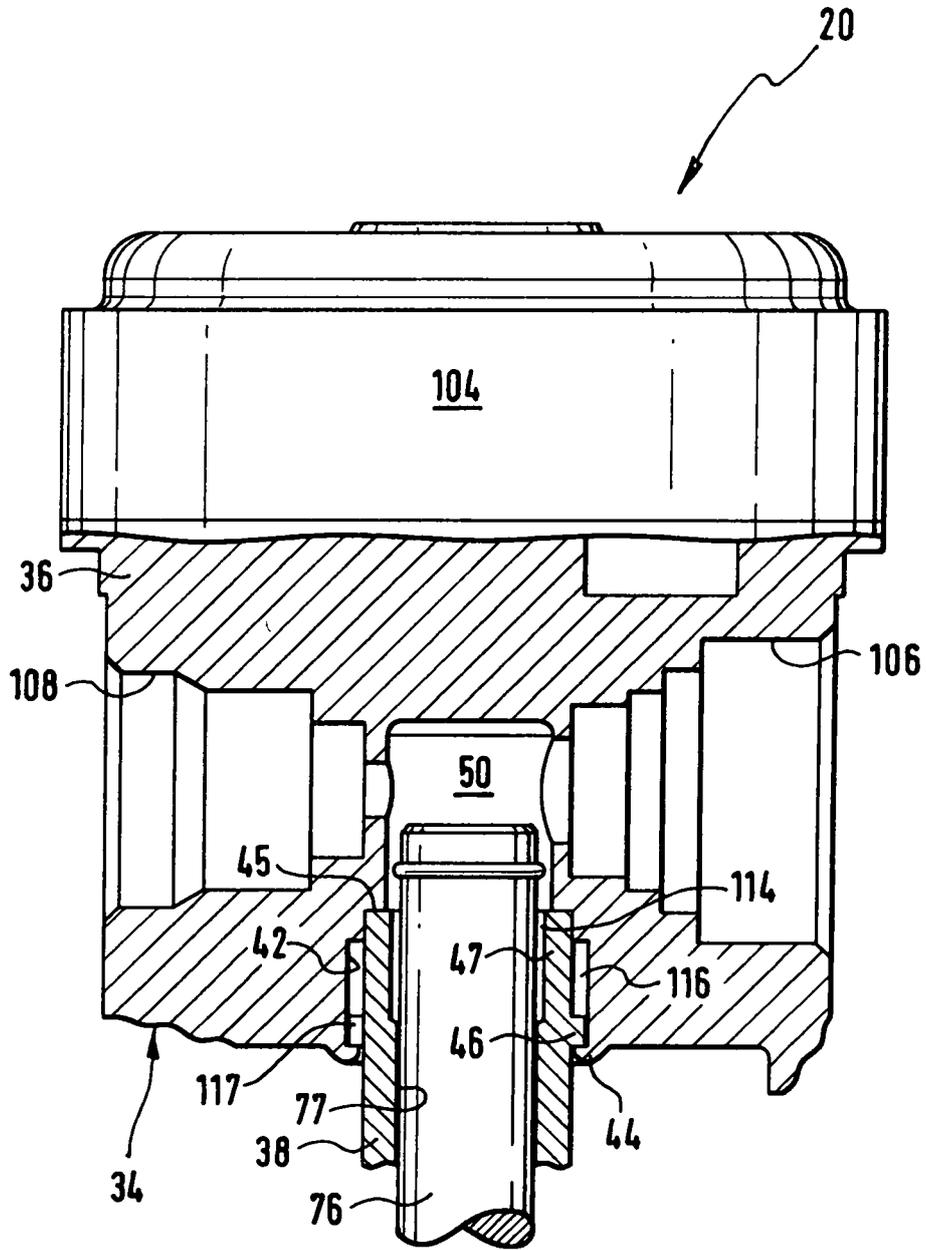
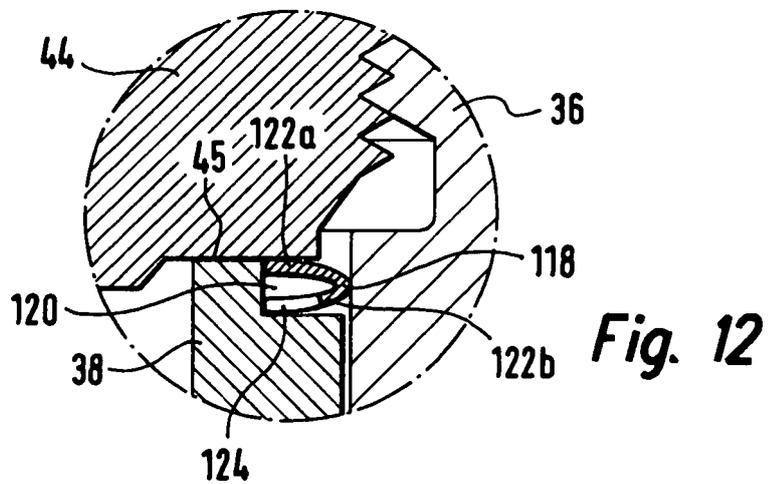
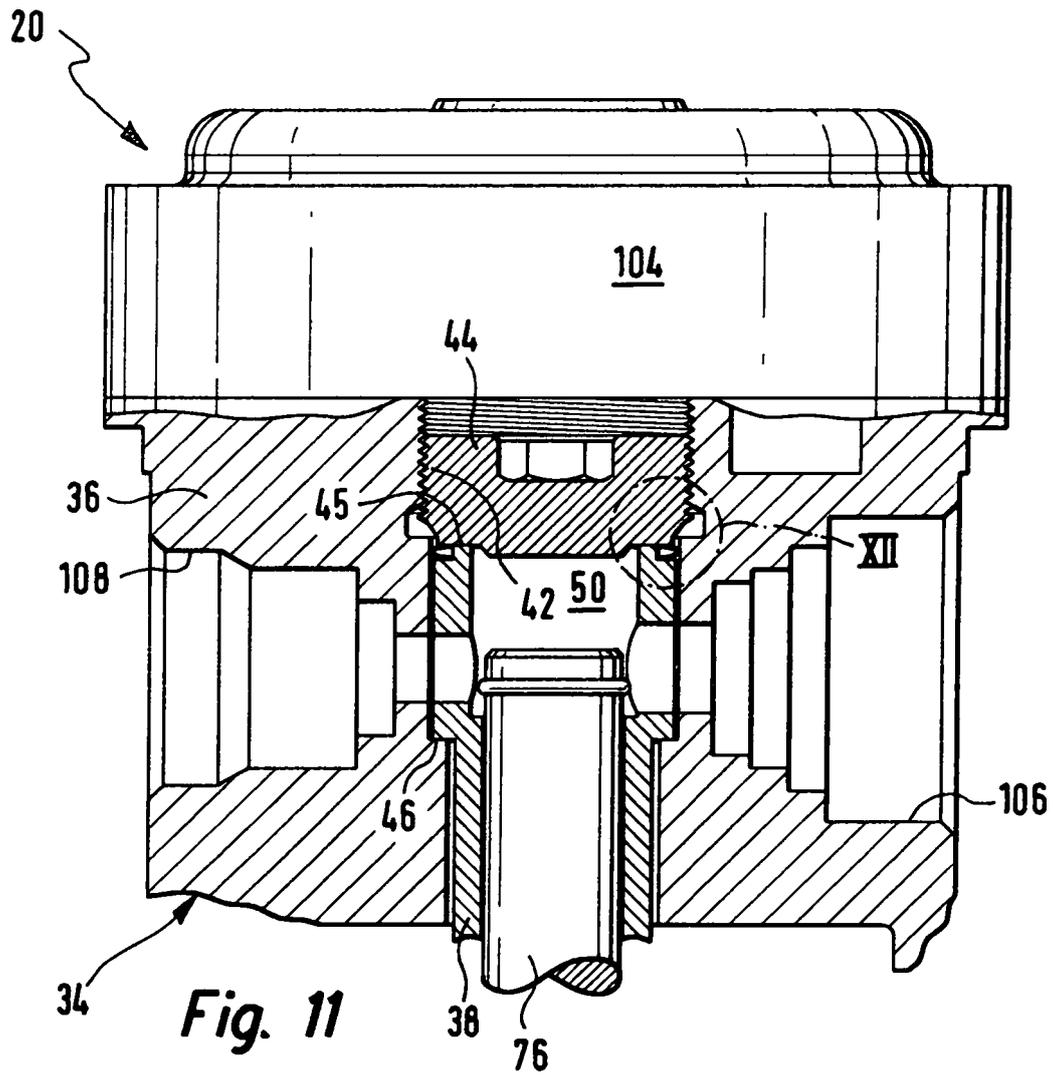


Fig. 10



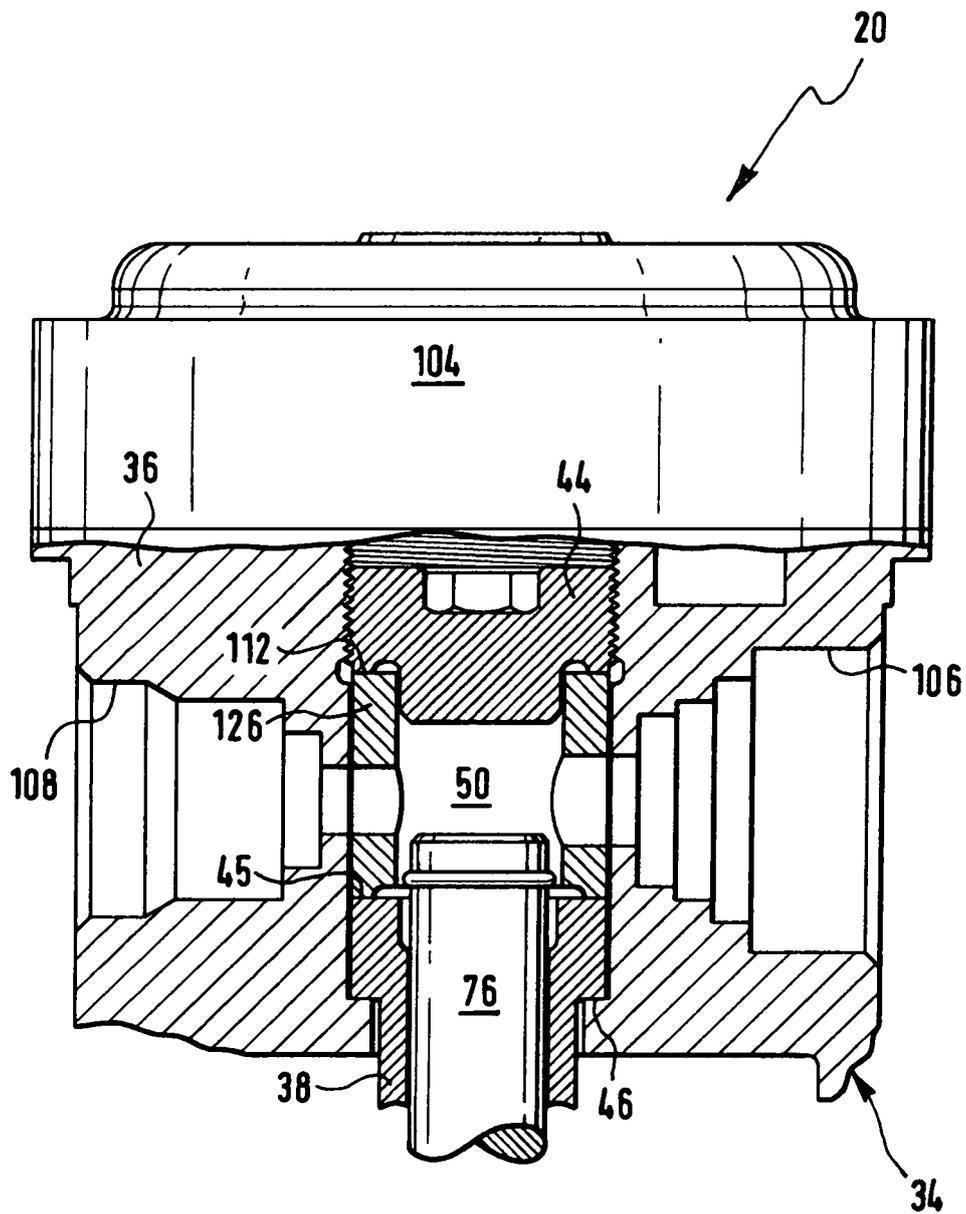


Fig. 13