

(19)



(11)

EP 4 124 745 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.02.2023 Patentblatt 2023/05

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F02M 55/04^(2006.01) F02M 59/46^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22177983.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F02M 55/04; F02M 59/462

(22) Anmeldetag: **09.06.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

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

(72) Erfinder:
• **Froihofer, Thomas**
74336 Brackenheim (DE)
• **Kornhaas, Rainer**
70435 Stuttgart (DE)
• **Bredenfeld, Guido**
71732 Tamm (DE)
• **Wehr, Stephan**
37308 Heiligenstadt (DE)

(30) Priorität: **28.07.2021 DE 102021208122**

(54) KRAFTSTOFF-HOCHDRUCKPUMPE

(57) Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) mit einem Auslassventil (37) und einem Druckbegrenzungsventil (22), wobei das Auslassventil (37) in einer Auslassventilbohrung (37a) des Pumpengehäuses (12) fixiert ist, wobei das Druckbegrenzungsventil (22) in einer Druckbegrenzungsventilbohrung

(22a) des Pumpengehäuses (12) fixiert ist und wobei die Auslassventilbohrung (37a) und die Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) in zueinander geometrisch parallelen Ebenen senkrecht zur Längsrichtung (LA) der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) erstreckt sind.

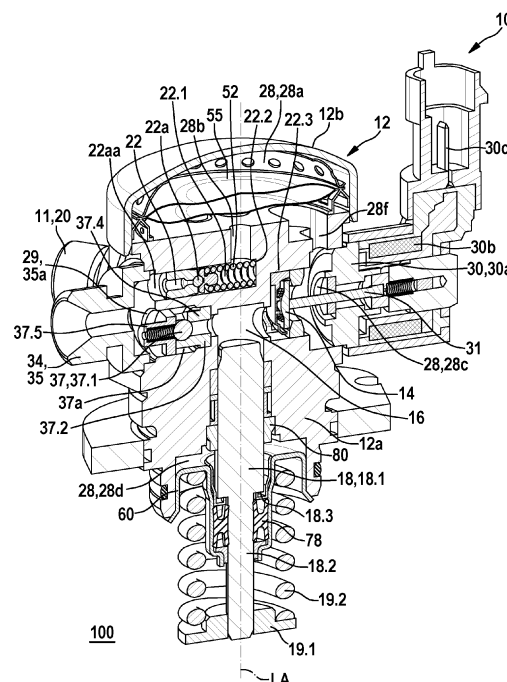


Fig. 2

EP 4 124 745 A1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Aus dem Stand der Technik, zum Beispiel aus der EP 2 344 749 B1 der Anmelderin, ist bereits eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe mit einem Einlass zur Zuführung von Kraftstoff, mit einem Auslass zur Ausgabe von verdichtetem Kraftstoff, mit einem Pumpengehäuse, einem im Pumpengehäuse angeordneten Förderraum, mit einem im Pumpengehäuse längs einer Längsrichtung verschiebbaren Pumpenkolben, der den Förderraum begrenzt, mit einem zwischen dem Einlass und dem Förderraum angeordneten Einlassventil, das zum Förderraum hin öffnet, mit einem zwischen dem Förderraum und dem Auslass angeordneten Auslassventil, das vom Förderraum weg öffnet, mit einem Hochdruckbereich, der fluidisch zwischen dem Auslassventil und dem Auslass erstreckt ist, mit einem Niederdruckbereich, der fluidisch zwischen dem Einlass und dem Einlassventil erstreckt ist, und mit einem Druckbegrenzungsventil, das den Hochdruckbereich mit dem Niederdruckbereich fluidisch verbindet und zum Niederdruckbereich hin öffnet, sodass Kraftstoff aus dem Hochdruckbereich in den Niederdruckbereich abströmt, wenn die Druckdifferenz zwischen Kraftstoff in dem Hochdruckbereich und Kraftstoff in dem Niederdruckbereich einen Öffnungsdruck überschreitet, bekannt.

[0002] Bei der in dem eingangs genannten Stand der Technik offenbarten Pumpe ist ferner vorgesehen, dass das Pumpengehäuse einen Pumpenkörper und einen Pumpendeckel umfasst, die miteinander verbunden sind, wobei von dem Pumpenkörper und dem Pumpendeckel ein zu dem Niederdruckbereich gehöriger Dämpfungsbereich begrenzt wird, in dem ein Membrandämpfer angeordnet ist, wobei das Druckbegrenzungsventil den Hochdruckbereich mit dem Dämpfungsbereich fluidisch verbindet und zum Dämpfungsbereich hin öffnet, sodass Kraftstoff aus dem Hochdruckbereich in den Dämpfungsbereich abströmt, wenn die Druckdifferenz zwischen Kraftstoff in dem Hochdruckbereich und Kraftstoff in dem Niederdruckbereich den Öffnungsdruck überschreitet.

[0003] Bei der in dem eingangs genannten Stand der Technik offenbarten Pumpe ist ferner vorgesehen, dass das Auslassventil in einer Auslassventilbohrung des Pumpengehäuses fixiert ist und dass das Druckbegrenzungsventil in einer Druckbegrenzungsventilbohrung des Pumpengehäuses fixiert ist.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem Wunsch nach einer konstruktiven Gestaltung einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe mit den oben genannten Merkmalen, die sicherstellt, dass die Pumpe einfach zu fertigen ist.

[0005] Zu diesem Zweck ist erfindungsgemäß vor-

gesehen, dass die Auslassventilbohrung und die Druckbegrenzungsventilbohrung in zueinander geometrisch parallelen Ebenen senkrecht zur Längsrichtung erstreckt sind.

[0006] Zum einen wird hierdurch eine Bearbeitung, beispielsweise Zerspanung, des Pumpengehäuses zur Herstellung der Druckbegrenzungsventilbohrung und der Auslassventilbohrung erleichtert, da diese Bearbeitung in zueinander parallelen Ebenen, insbesondere in einer gleichen Ebene, und somit beispielsweise sogar mit dem gleichen Werkzeug und/oder beispielsweise gleichzeitig, erfolgen kann.

[0007] Zum anderen wird hierdurch die Montage der Kraftstoff-Hochdruckpumpe erleichtert, da die dem Druckbegrenzungsventil und dem Auslassventil zugehörigen Bohrungen in zueinander parallelen, bzw. einer gleichen Ebene liegen, und das Druckbegrenzungsventil und das Auslassventil somit in einfacher Weise, beispielsweise mit dem gleichen Werkzeug und/oder beispielsweise gleichzeitig eingebracht werden können.

[0008] Insgesamt ist die erfindungsgemäße Pumpe einfacher herzustellen als die aus dem Stand der Technik bekannte Pumpe.

[0009] In besonderem Maße treten die genannten Vorteile ein, wenn die Auslassventilbohrung und die Druckbegrenzungsventilbohrung zueinander geometrisch parallel orientiert sind.

[0010] In einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass der Auslass als ein an dem Pumpengehäuse fixierter Auslassstutzen ausgebildet ist. Der Auslassstutzen hat insbesondere eine rohrartige Grundgestalt und kann beispielsweise an dem Pumpengehäuse verschweißt oder verschraubt sein und ferner seinerseits Mittel umfassen, mit denen an ihm eine Hochdruckleitung dicht befestigt werden kann, beispielsweise ein Gewinde oder dergleichen.

[0011] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass zwischen dem Pumpengehäuse und dem Auslassstutzen ein Auslassstutzenraum ausgebildet ist. Der Auslassstutzenraum kann einerseits aus dem zu dem Pumpengehäuse weisenden Teil des Innenraums des Stutzens bestehen bzw. diesen umfassen. Der Auslassstutzenraum kann zusätzlich auch eine von dem Auslassstutzen abgedeckte Ausnehmung in dem Pumpenkörper umfassen, insbesondere aus diesen beiden Teilräumen bestehen. Alternativ kann der Auslassstutzenraum aus der von dem Auslassstutzen abgedeckten Ausnehmung in dem Pumpenkörper bestehen.

[0012] Es kann in Weiterbildung vorgesehen sein, dass die Auslassventilbohrung und die Druckbegrenzungsventilbohrung beide von dem Auslassstutzenraum ausgehen. Dies vermindert die Anzahl der Teile, aus denen die Kraftstoff-Hochdruckpumpe zusammengesetzt ist, und die Anzahl der in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe erforderlichen Dichtstellen.

[0013] Alternativ kann vorgesehen sein, dass lediglich die Auslassventilbohrung von dem Auslassstutzenraum ausgeht, nicht aber die Druckbegrenzungsventilboh-

rung. Das hat den Vorteil, dass ein durchströmter Querschnitt des Auslassstutzenraums wesentlich verkleinert werden kann und somit auch der Querschnitt, mit dem der Auslassstutzen an dem Pumpenkörper befestigt ist. Dies verbessert die Zuverlässigkeit bzw. Druckfestigkeit, mit der der Auslassstutzen an dem Pumpengehäuse befestigt werden kann, denn der Querschnitt, mit dem der Auslassstutzen an dem Pumpenkörper befestigt ist, verhält sich proportional zu der Kraft, die auf den Stutzen wirkt, wenn Kraftstoff, der unter Hochdruck steht, gefördert wird. Die Anbindungs-länge, entlang der der Stutzen entlang seines Umfangs an dem Pumpengehäuse befestigt werden kann, ist hingegen lediglich proportional zur Wurzel aus dem Querschnitt, mit dem der Auslassstutzen an dem Pumpenkörper befestigt ist. Die mit der Maßnahme, dass lediglich die Auslassventilbohrung von dem Auslassstutzenraum ausgeht, nicht aber die Druckbegrenzungsventilbohrung, einhergehende Verkleinerung des Querschnitts, mit dem der Auslassstutzen an dem Pumpenkörper befestigt ist, vergrößert also das Verhältnis aus der Anbindungs-länge, entlang der der Stutzen entlang seines Umfangs an dem Pumpengehäuse befestigt werden kann, zu dem Querschnitt, mit dem der Auslassstutzen an dem Pumpenkörper befestigt ist. Somit vermag die Befestigung des Auslassstutzens höheren Drücken des geförderten Kraftstoffs standzuhalten.

[0014] Es kann, beispielsweise in Weiterbildung hierzu, vorgesehen sein, dass die Druckbegrenzungsventilbohrung auf der Seite ihres Ausgangs mit einer Kugel oder einem Stopfen verschlossen ist, wobei die Auslassventilbohrung mit der Druckbegrenzungsventilbohrung durch eine im Hochdruckbereich liegende Hochdruck-Verbindungsbohrung verbunden ist. Die fluidische Kommunikation zwischen Auslass und Druckbegrenzungsventil erfolgt dann durch die Hochdruck-Verbindungsbohrung lediglich im Inneren des Pumpengehäuses. Gleichzeitig wird durch den Verschluss der Druckbegrenzungsventilbohrung durch eine Kugel oder einen Stopfen eine einfache und zuverlässige Dichtstelle realisiert.

[0015] Es kann, beispielsweise in Weiterbildung hierzu, vorgesehen sein, dass die Hochdruck-Verbindungsbohrung von dem Dämpfungsbereich ausgeht und auf ihrer Ausgangsseite mit einer Kugel oder einem Stopfen verschlossen ist. Dies realisiert eine relativ kurze Längserstreckung der Hochdruck-Verbindungsbohrung und eine weitere einfache und zuverlässige Dichtstelle.

[0016] Eine Vergrößerung der räumlichen Flexibilität resultiert aus der Maßnahme, dass die Auslassventilbohrung mit der Druckbegrenzungsventilbohrung durch zwei im Hochdruckbereich liegende Hochdruck-Verbindungsbohrungen verbunden ist, wobei eine erste Hochdruck-Verbindungsbohrungen von dem Dämpfungsbereich ausgeht und auf ihrer Ausgangsseite mit einer Kugel oder einem Stopfen verschlossen ist und in eine zweite Hochdruck-Verbindungsbohrung mündet, die ihrerseits in die Auslassventilbohrung mündet. Der Winkel, unter dem die erste Hochdruck-Verbindungsbohrung und die zweite

Hochdruck-Verbindungsbohrung zueinander orientiert sind, kann beispielsweise 90° betragen oder zwischen 45° und 135° liegen.

[0017] Es ist insbesondere vorgesehen, dass die Druckbegrenzungsventilbohrung durch eine im Niederdruckbereich liegende Niederdruck-Verbindungsbohrung mit dem Dämpfungsbereich verbunden ist. Die Druckbegrenzungsventilbohrung und die Niederdruck-Verbindungsbohrung können beispielsweise rechtwinklig zueinander angeordnet sein; die Niederdruck-Verbindungsbohrung kann beispielsweise in Längsrichtung oder unter einem Winkel von 0° bis 60° zur Längsrichtung orientiert sein. Diese Maßnahmen bewirken eine effiziente Nutzung des in dem Pumpengehäuse bzw. Pumpenkörper für Innenkonturen zur Verfügung stehenden Raums.

[0018] Eine verbesserte Dämpfung der durch das Druckbegrenzungsventil potenziell in dem Dämpfungsraum erfolgenden Druckstöße kann aus der Maßnahme resultieren, dass der Pumpenkörper auf der zum Dämpfungsbereich weisenden Seite eine Ausnehmung aufweist, wobei die Niederdruck-Verbindungsbohrung in der Ausnehmung derart mündet, dass die Ausnehmung im durchströmten Querschnitt weiter ist als die Niederdruck-Verbindungsbohrung.

[0019] Eine vorteilhafte Gestaltung in Fällen, in denen ein Stopfen vorgesehen ist, der die Druckbegrenzungsventilbohrung verschließt, und/oder ein Stopfen vorgesehen ist, der die Hochdruck-Verbindungsbohrung verschließt, sieht vor, dass einer oder beide dieser Stopfen bauteilidentisch durch einen Ventilsitzkörper des Druckbegrenzungsventils realisiert wird, an dem ein Ventilsitz des Druckbegrenzungsventils ausgebildet ist, der zusammen mit einem beweglichen Ventilelement des Druckbegrenzungsventils dichtend zusammenwirkt. Dies vermindert die Anzahl der Bauteile, aus denen die Kraftstoff-Hochdruckpumpe zusammengesetzt ist.

[0020] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter einer Bohrung (insbesondere Auslassventilbohrung, Druckbegrenzungsventilbohrung, Niederdruck-Verbindungsbohrung, Hochdruck-Verbindungsbohrung usw.) insbesondere eine Innenkontur des Pumpengehäuses bzw. des Pumpenkörpers verstanden, die durch einen rotierenden Spiralbohrer von außen zerspanend in das Pumpengehäuse bzw. den Pumpenkörper einbringbar ist. So weist die Bohrung insbesondere eine axiale Symmetrie auf, deren Symmetrieachse der Rotationsachse des Spiralbohrers entspricht. Diese Symmetrieachse gibt dann die Richtung an, in der die Bohrung orientiert ist. Es kann sich bei der Bohrung vorliegend grundsätzlich um eine Durchgangsbohrung durch das Pumpengehäuse bzw. den Pumpenkörper handeln oder um eine Sacklochbohrung handeln, die an einem im Pumpengehäuse bzw. im Pumpenkörper angeordneten Bohrungsgrund endet. Der Ausgang einer Bohrung ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung die Seite der Bohrung, die beim Eindringen des Bohrers in das Pumpengehäuse bzw. den Pumpenkörper zuerst durch Zer-

spanung entsteht. Bei Sacklochbohrungen ist dies stets die dem Bohrungsgrund gegenüberliegende Seite. Die Mündung einer Bohrung ist demnach die dem Ausgang einer Bohrung gegenüberliegende Seite der Bohrung, falls die Bohrung dort auf eine weitere Innenkontur des Pumpengehäuses bzw. des Pumpenkörpers trifft oder aus dem Pumpengehäuse bzw. dem Pumpenkörper heraustritt. Die Bohrungen der vorliegenden Erfindung sind insbesondere von ihrem Ausgang aus gesehen frei von Hinterschnitten.

[0021] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist die Bohrungswand bei einer Durchgangsbohrung die durch die Durchgangsbohrung dargestellte Innenkontur; bei einer Sacklochbohrung ist die Bohrungswand der Teil der durch die Durchgangsbohrung dargestellten Innenkontur, der nicht der Bohrungsgrund ist.

[0022] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter dem Hochdruckbereich der gesamte Raum verstanden, der mit dem Auslass ohne weiteres, insbesondere ohne weitere zwischengeschaltete Ventile, kommuniziert, so dass sich im Hochdruckbereich ein einheitlicher Druck einstellt, im Betrieb der Pumpe zum Beispiel 500 bar.

[0023] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter dem Niederdruckbereich der gesamte Raum verstanden, der mit dem Einlass ohne weiteres, insbesondere ohne weitere zwischengeschaltete Ventile, kommuniziert, so dass sich im Niederdruckbereich ein einheitlicher Druck einstellt, im Betrieb der Pumpe und bei einer an den Einlass angeschlossenen Niederdruckpumpe zum Beispiel 5 bar.

[0024] Insbesondere bestehen die mit Kraftstoff durchströmten Innenkonturen der Kraftstoff-Hochdruckpumpe abschließend aus dem Niederdruckbereich, dem Förderraum und dem Hochdruckbereich. Diese Bereiche werden durch das Einlassventil, das Auslassventil und das Druckbegrenzungsventil voneinander getrennt.

[0025] Bei dem Kraftstoff kann es sich beispielsweise um einen Kraftstoff wie Benzin handeln.

[0026] Wo im Rahmen der Erfindung auf einen von 0° verschiedenen Winkel abgestellt wird, kann es sich um einen Winkel handeln, der signifikant von 0° verschieden ist, also beispielsweise mindestens 2° oder mindestens 5° beträgt. Es kann sich beispielsweise um einen Winkel zwischen 2° und 90° handeln.

[0027] Nachfolgend werden beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert.

- Figur 1 zeigt eine vereinfachte schematisierte Darstellung eines Kraftstoffsystems für eine Brennkraftmaschine.
- Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Figur 3 zeigt beispielhaft detailliert ein Druckbegrenzungsventil, wie es in den Ausführungsformen verwendet werden kann.
- Figur 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Er-

findung.

- Figur 5 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Figur 6 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Figur 7 zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Figur 8 zeigt ein sechstes Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0028] Figur 1 zeigt ein Kraftstoffsystem 1 für eine weiter nicht dargestellte Brennkraftmaschine in einer vereinfachten schematischen Darstellung. Aus einem Kraftstofftank 2 wird im Betrieb des Kraftstoffsystems 1 Kraftstoff über eine Saugleitung 4 mittels einer Vorförderpumpe 6 und einer Niederdruckleitung 8 über einen Einlassstutzen 20 einer als Kolbenpumpe ausgeführten Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 zugeführt. Dem Einlassstutzen 20 ist ein Einlassventil 14 fluidisch nachgeordnet. Fluidisch zwischen dem Einlassstutzen 20 und dem Einlassventil 14 befindet sich ein Niederdruckbereich 28 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10. Stromabwärts des Einlassventils 14 befindet sich ein Förderraum 16 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10. Druckpulsationen in dem Niederdruckbereich 28 können mittels einer Druckdämpfervorrichtung gedämpft werden. Das Einlassventil 14 kann über eine hier als elektromagnetischer Aktor 30 ausgebildete Betätigungseinrichtung zwangsweise geöffnet werden. Die Betätigungseinrichtung und damit das Einlassventil 14 sind über eine Steuereinheit 32 ansteuerbar.

[0029] Ein Pumpenkolben 18 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 kann mittels eines vorliegend als Nockenscheibe ausgeführten Antriebs 36 entlang einer in Längsrichtung LA verlaufenden Längsachse, zu der der Pumpenkolben 18 axial symmetrisch ist, auf und ab bewegt werden, was in der Figur 1 durch einen Doppelpfeil 40 dargestellt ist. Fluidisch zwischen dem Förderraum 16 und einem Auslassstutzen 35 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 ist ein Auslassventil 37 angeordnet, das zu dem Auslassstutzen 35 und einem weiter stromabwärts liegenden Hochdruckspeicher 45 ("Rail") hin öffnen kann. Fluidisch zwischen dem Auslassventil 37 und dem Auslassstutzen 35 ist infolgedessen ein Hochdruckbereich 29 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 erstreckt.

[0030] Über ein Druckbegrenzungsventil 22, das bei Überschreiten eines Grenzdrucks im Hochdruckbereich 29 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 bzw. in dem mit diesem kommunizierenden Hochdruckspeicher 45 öffnet, sind der Hochdruckbereich 29 und der Niederdruckbereich 28 unmittelbar miteinander verbunden. Das Druckbegrenzungsventil 22 ist als federbelastetes Rückschlagventil ausgebildet und kann zum Niederdruckbereich 28 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 hin öffnen. Auf diese Weise ist der durch die Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 im Hochdruckspeicher 45 erzeugbare Druck limitiert.

[0031] Figur 2 zeigt als erstes Ausführungsbeispiel der

Erfindung eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 in einer Schnittdarstellung.

[0032] Die Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 weist einen als Einlassstutzen 20 ausgebildeten Einlass 11 auf. Ohne Zwischenschaltung von Ventilen kommuniziert der Einlass 11 mit dem gesamten Niederdruckbereich 28 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10.

[0033] Die Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 weist einen als Auslassstutzen 35 ausgebildeten Auslass 34 auf. Ohne Zwischenschaltung von Ventilen kommuniziert der Auslass 34 mit dem gesamten Hochdruckbereich 29 der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10.

[0034] Der Auslassstutzen 35 und der Einlassstutzen 20 sind an einem Pumpengehäuse 12 fixiert, in dem auch ein Förderraum 16 angeordnet ist, der von einem längs einer Längsrichtung LA verschiebbaren Pumpenkolben 18 begrenzt wird.

[0035] Der Niederdruckbereich 28 umfasst einen Dämpferraum 28a, der über eine in diesem Querschnitt nicht sichtbare fluidische Verbindung mit dem Einlass 11 verbunden ist und der zwischen einem Pumpenkörper 12a des Pumpengehäuses 12 und einem Pumpendeckel 12b des Pumpengehäuses 12 ausgebildet ist. In dem Dämpfungsraum 28a ist ein Membrandämpfer 55 angeordnet, der die Gestalt einer durch zwei Metallmembranen gebildeten flachen und komprimierbaren Dose haben kann.

[0036] Die nicht sichtbare fluidische Verbindung zwischen dem Einlass 11 und dem Dämpferraum 28a kann beispielsweise eine Filterbohrung umfassen, in der ein Filterelement angeordnet ist, das einen die Filterbohrung durchströmenden Kraftstoff von mitgeführten festen Partikeln oberhalb einer Mindestgröße befreit.

[0037] An dem in der Figur 2 unteren Abschnitt des Pumpenkörpers 12a ist ein Dichtungsträger 60 befestigt und zwischen dem Pumpenkörper 12a und dem Dichtungsträger 60 ist ein Stufenraum 28d ausgebildet. Der Stufenraum 28d kommuniziert über eine in diesem Querschnitt nicht sichtbare Durchgangsbohrung durch den Pumpenkörper 12a mit dem Dämpfungsraum 28a und ist somit Teil des Niederdruckbereichs 28.

[0038] Der Förderraum 16 wird zum Niederdruckbereich 28 hin durch ein Einlassventil 14 begrenzt, dass bei entsprechender Druckdifferenz zum Förderraum 16 hin öffnet.

[0039] Um die Fördermenge der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 zu steuern, kann das Einlassventil 14 durch einen von dem Aktor 30 angetriebenen Stößel 31 zwangsweise geöffnet werden. Hierzu weist der Aktor 30 ein an dem Pumpengehäuse 12 fixiertes Aktorgehäuse 30a auf, in dem eine elektromagnetische Spule 30b angeordnet ist, die über einen von außen zugänglichen elektrischen Anschluss 30c der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 bestrombar ist.

[0040] Geometrisch zwischen dem Einlassventil 14 und dem Aktor 30 ist in dem Pumpengehäuse ein Einlassventilbereich 28c des Niederdruckbereichs 28 ausgebildet. Er kommuniziert über die in diesem Querschnitt

sichtbare Bohrung 28f mit dem Dämpfungsraum 28a.

[0041] Der Förderraum 16 wird zum Hochdruckbereich 29 hin durch ein Auslassventil 37 begrenzt, das bei entsprechender Druckdifferenz vom Förderraum 16 weg öffnet. In diesem Beispiel ist es in einer Auslassventilbohrung 37a des Pumpengehäuses 12 bzw. des Pumpenkörpers 12a angeordnet. Es weist ein bewegliches Ventilelement 37.1 auf, das mit einem Dichtsitz 37.4 zusammenwirkt, der an einem stromaufwärts des Ventilelements 37.1 pumpenfest angeordneten Dichtsitzteil 37.2 ausgebildet ist. Über eine pumpenfest angeordnete Gegenplatte 37.5 ist die Beweglichkeit des Ventilelements 37.1 in die stromabwärtige Richtung limitiert. Die Auslassventilbohrung 37a geht von einem zwischen dem Auslassstutzen 35 und dem Pumpengehäuse 12 bzw. dem Pumpenkörper 12a befindlichen Auslassstutzenraum 35a aus.

[0042] Der Pumpenkolben 18 ist als Stufenkolben ausgebildet. Er weist einen ersten, zum Förderraum 16 weisenden Abschnitt 18.1 mit größerem Durchmesser auf und einen zweiten, vom Förderraum weg weisenden Abschnitt 18.2 mit (relativ zum Durchmesser des ersten Abschnitts 18.1) kleinerem Durchmesser auf. Zwischen dem ersten und dem zweiten Abschnitt 18.1, 18.2 ist eine in der Figur 2 senkrecht nach unten weisende Ringstufe 18.3 ausgebildet.

[0043] Zwischen dem ersten Abschnitt 18.1 und dem Pumpengehäuse 12 ist eine Hochdruckdichtung 80 angeordnet, in der der Pumpenkolben 18 verschiebbar ist. Die Hochdruckdichtung 80 trennt den Förderraum 16 dichtend von dem Niederdruckbereich 28.

[0044] Bei der Hochdruckdichtung 80 kann es sich zum Beispiel um einen separaten Dichtring z.B. aus Metall oder Kunststoff handeln, beispielsweise wie in der WO 19 015 862 A1 der Anmelderin näher erläutert. Bei der Hochdruckdichtung kann es sich andererseits auch um einen über eine gewisse Länge erstreckten engen Spalt zwischen dem Pumpenkolben 18 und einer Buchse oder zwischen dem Pumpenkolben 18 und dem Pumpengehäuse 12 handeln, beispielsweise wie in der WO 06 069 819 A1 der Anmelderin näher erläutert.

[0045] Zwischen dem zweiten Abschnitt 18.2 und dem oben bereits erwähnten Dichtungsträger 60 ist eine Niederdruckdichtung 78 angeordnet, die den Stufenraum 28d des Niederdruckbereichs 28 von dem Raum 100 trennt, der sich außerhalb der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 befindet. In der Niederdruckdichtung 78 ist der Pumpenkolben 18 verschiebbar.

[0046] Über einen an dem Pumpenkolben 18 fixierten Federteller 19.1 und eine zwischen dem Federteller 19.1 und dem Dichtungsträger 60 eingespannte Pumpenfeder 19.2 ist der Pumpenkolben 18 in die in der Figur 2 nach unten weisende Längsrichtung LA vorgespannt.

[0047] Die erfindungsgemäße Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 weist ein Druckbegrenzungsventil 22 auf, das den Hochdruckbereich 29 mit dem Niederdruckbereich 28 fluidisch verbindet und zum Niederdruckbereich 28 hin öffnet, sodass Kraftstoff aus dem Hochdruckbereich

29 in den Niederdruckbereich 28 abströmt, wenn die Druckdifferenz zwischen Kraftstoff in dem Hochdruckbereich 29 und Kraftstoff in dem Niederdruckbereich 28 einen Öffnungsdruck überschreitet. Auf die Anordnung des Druckbegrenzungsventil 22 in der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 wird nun weiter exemplarisch eingegangen.

[0048] Dabei ist im Rahmen der Erfindung vorgesehen, dass das Druckbegrenzungsventil 22 in einer Druckbegrenzungsventilbohrung 22a des Pumpengehäuses 12 fixiert ist und dass die Auslassventilbohrung 37a und die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a in zueinander geometrisch parallelen Ebenen senkrecht zur Längsrichtung LA erstreckt sind.

[0049] In dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 sind die Auslassventilbohrung 37a und die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a sogar beide in einer gemeinsamen Ebene orientiert, die parallel zu der Längsrichtung LA ist, nämlich in der Zeichenebene der Figur 2.

[0050] In dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 sind die Auslassventilbohrung 37a und die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a sogar zueinander geometrisch parallel orientiert, nämlich in der in Figur 2 horizontalen Richtung.

[0051] In der Darstellung gemäß Figur 2 ist die Auslassventilbohrung 37a auf der vom Dämpfungsbereich 28a abgewandten Seite der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a angeordnet. Auf diese Weise ist die Länge des Strömungswegs und damit der Strömungswiderstand zwischen dem Druckbegrenzungsventil 22 und dem Dämpfungsbereich 28a minimiert.

[0052] Dabei ist ferner beispielhaft vorgesehen, dass außer der Auslassventilbohrung 37a auch die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a von dem Auslassstutzenraum 35a ausgeht und dass die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a durch eine im Niederdruckbereich 28 liegende, in Längsrichtung LA orientierte Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b mit dem Dämpfungsbereich 28a verbunden ist. Die Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b kann beispielsweise coaxial zu einer Längsachse der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 sein und/oder coaxial zu einer Symmetrieachse des Pumpenkolbens 18 und/oder des Membrandämpfers 55 sein.

[0053] Der Auslassstutzen 35 erstreckt sich insbesondere quer zur Fließrichtung über den Ausgang der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a und über den Ausgang der Auslassventilbohrung 37a hinweg, sodass die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a und die Auslassventilbohrung 37a über den zwischen dem Pumpengehäuse 12 und dem Auslassstutzen 35 angeordneten Auslassstutzenraum 35a miteinander kommunizieren.

[0054] Ein (Außen-)Durchmesser, mit dem der Auslassstutzen 35 in dieser Anordnung an dem Pumpengehäuse 12 fixiert ist, ist dabei relativ groß, beispielsweise mindestens so groß wie die Summe aus dem Durchmesser der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a (stets: deren größter Durchmesser im Fall einer Stufenbohrung) und dem Durchmesser der Auslassventilbohrung 37a

(stets: deren größter Durchmesser im Fall einer Stufenbohrung), insbesondere sogar mindestens so groß wie das 1,2-fache dieser Summe.

[0055] Der Querschnitt der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a kann geringer sein als der Querschnitt der Auslassventilbohrung 37a.

[0056] Der Querschnitt der Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b kann geringer sein als der Querschnitt der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a, beispielsweise um 5% bis 35% des Querschnitts der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a.

[0057] Die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a kann als Sacklochbohrung ausgeführt sein, in die die Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b einmündet, und zwar bevorzugt in die Bohrungswand an einer von dem Bohrungsgrund der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a beabstandeten Stelle einmündet.

[0058] Es kann dabei vorgesehen sein, dass eine Achse der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a eine Achse der Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b in einem Schnittpunkt schneidet, insbesondere rechtwinklig schneidet, der von dem Bohrungsgrund der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a mindestens um ein Maß beabstandet ist, dass durch das 0,6-fache des Durchmessers der Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b gegeben ist, insbesondere durch das 0,75-fache des Durchmessers der Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b gegeben ist. Eine Spiralfeder 52 des Druckbegrenzungsventils 22 kann dann ohne Überschneidung mit der Mündung der Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b am Grund der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a anliegen.

[0059] Das Druckbegrenzungsventil 22 aus der Figur 2 (es kann sich gleichzeitig auch um das in den Figuren 4 bis 8 gezeigte Druckbegrenzungsventil 22 handeln) ist in der Figur 3 vergrößert und beispielhaft dargestellt. Es weist einen in die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a oder in ein Gehäuse des Druckbegrenzungsventils 22 eingepressten Ventilsitzkörper 38 auf, an dem ein kegelförmiger Ventilsitz 42 ausgebildet ist. Das Druckbegrenzungsventil 22 weist ferner ein Ventilelement 44 auf, das die Form einer Kugel hat und das an dem Ventilsitz 42 zur dichtenden Anlage kommt. Das Ventilelement 44 wird von einem Haltelement 46 in Schließrichtung gedrückt und das Haltelement 46 wird von einer Spiralfeder 52 in Schließrichtung gedrückt. Die Spiralfeder 52 ist an einem Gehäuse des Druckbegrenzungsventils 22 oder unmittelbar an dem Pumpengehäuse 12 abgestützt. Dabei liegt die Spiralfeder 52 an einem radial äußeren Bereich 464 des Haltelements 46 an. Ein radial innerer Bereich 465 des Haltelements 46 wird von der Spiralfeder 52 aufgenommen. Über die Steifigkeit der Spiralfeder 52 und über die an dem Druckbegrenzungsventil 22 wirksame Fläche ist der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 22 definiert und damit zugleich die maximale Druckdifferenz, die die Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 zwischen ihrem Einlass 11 und ihrem Auslass 34 zu erzeugen vermag.

[0060] Die Figur 4 zeigt ausschnittsweise ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Schnittdarstellung. Es unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel dadurch, dass lediglich die Auslassventilbohrung 37a, aber nicht die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a, von dem Auslassstutzenraum 35a ausgeht. Stattdessen ist in diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a auf der Seite ihres Ausgangs 22aa mit einer, insbesondere in die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a eingepressten, Kugel 56 oder einem, insbesondere in die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a eingepressten, Stopfen 57 verschlossen ist, wobei die Auslassventilbohrung 37a mit der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a durch eine im Hochdruckbereich 29 liegende Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a verbunden ist.

[0061] Dabei kann es vorgesehen sein, dass die Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a von dem Dämpfungsbereich 28a ausgeht und auf ihrer Ausgangsseite 29aa mit einer, insbesondere in sie eingepressten, Kugel 56 oder einem, insbesondere in sie eingepressten, Stopfen 57 verschlossen ist.

[0062] Der Auslassstutzen 35 kann kleiner als im ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt werden, beispielsweise kann ein (Außen-)Durchmesser, mit dem der Auslassstutzen 35 in dieser Anordnung an dem Pumpengehäuse 12 fixiert ist, kleiner sein als die Summe aus dem Durchmesser der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a und dem Durchmesser der Auslassventilbohrung 37a, insbesondere sogar kleiner als das 0,9-fache dieser Summe. Die Robustheit der Anbindung des Auslassstutzens 35 an dem Pumpengehäuse 12 ist auf diese Weise erhöht, denn während die auf den Auslassstutzen 35 wirkenden hydraulischen Kräfte proportional zu der von ihm bedeckten Querschnittsfläche sind, ist die Anbindungs-
länge, mit der der Auslassstutzen 35 an dem Pumpengehäuse 12 fixiert ist, nur proportional zum Umfang der von ihm bedeckten Querschnittsfläche, also proportional zu der Quadratwurzel der von ihm bedeckten Querschnittsfläche.

[0063] Das im ersten Ausführungsbeispiel mit Hinblick auf die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a, die Auslassventilbohrung 37a und die Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b und auf die Relationen zwischen diesen Bohrungen Gesagte, ist auch in diesem zweiten Ausführungsbeispiel gültig.

[0064] Die Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a kann einen Querschnitt aufweisen, der kleiner ist als die jeweiligen Querschnitte der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a, der Auslassventilbohrung 37a und der Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b, beispielsweise jeweils höchstens halb so groß.

[0065] Eine Achse der Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a und eine Achse der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a können sich schneiden, insbesondere rechtwinklig schneiden, wobei ein Schnittpunkt dieser Achsen vorzugsweise mindestens einen halben, insbesondere einen ganzen, Durchmesser der Druckbegren-

zungsventilbohrung 22a vom Ausgang der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a entfernt liegt und/oder wobei ein Schnittpunkt dieser Achsen vorzugsweise mindestens einen halben, insbesondere einen ganzen, Durchmesser der Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a vom Ausgang der Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a entfernt liegt. Auf diese Weise kann die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a und/oder die Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a besonders einfach auf ihrer Ausgangsseite 29aa mit einer in sie eingepressten Kugel 56 oder mit einem in sie eingepressten Stopfen 57 verschlossen werden.

[0066] Die Figur 5 zeigt im Teil a) eine perspektivische Ansicht eines halbtransparent dargestellten Pumpenkörpers 12a einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe 10 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. In seinem Inneren sind insofern die nachfolgend im Detail erläuterten Bohrungen vollumfänglich erkennbar. Im Teil b) zeigt die Figur 5 ausschnittsweise das dritte Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Schnittdarstellung.

[0067] Das dritte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von den ersten beiden Ausführungsbeispielen dadurch, dass die Auslassventilbohrung 37a und die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a nicht zueinander geometrisch parallel orientiert sind. Stattdessen sind die Auslassventilbohrung 37a und die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a zueinander in einem von 0° verschiedenen Winkel, der zum Beispiel mindestens 20° beträgt, orientiert.

[0068] Es ist in diesem Beispiel weiterhin vorgesehen, dass die Auslassventilbohrung 37a mit der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a durch zwei im Hochdruckbereich 29 liegende Hochdruck-Verbindungsbohrungen 29a verbunden sind, wobei eine erste Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a1 von dem Dämpfungsbereich 28a ausgeht und auf ihrer Ausgangsseite 29a1a mit einer Kugel 56 oder einem Stopfen 57 verschlossen ist und in eine zweite Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a2 mündet, die ihrerseits in die Auslassventilbohrung 37a mündet.

[0069] Das im ersten Ausführungsbeispiel mit Hinblick auf die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a, die Auslassventilbohrung 37a und die Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b und auf die Relationen zwischen diesen Bohrungen Gesagte, ist auch in diesem dritten Ausführungsbeispiel gültig.

[0070] Die Hochdruck-Verbindungsbohrungen 29a1, 29a2 können beide jeweils einen Querschnitt (deren größter Durchmesser im Fall einer Stufenbohrung) aufweisen, der kleiner ist als die jeweiligen Querschnitte der Druckbegrenzungsventilbohrung 22a, der Auslassventilbohrung 37a und der Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b, beispielsweise jeweils höchstens halb so groß.

[0071] Die beiden Hochdruck-Verbindungsbohrungen 29a1, 29a2 können unter einem Winkel zueinander angeordnet sein, der mindestens 20°, beispielsweise 90°, beträgt. Dabei kann die erste Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a1 parallel zur Längsrichtung LA orientiert

sein.

[0072] Die zweite Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a2 kann unter einem Winkel zu der Auslassventilbohrung 37a angeordnet sein, der mindestens 20°, und beispielsweise höchstens 70° beträgt.

[0073] Die Figur 6 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Es unterscheidet sich von dem mit Bezug auf die Figur 2 und 3 erläuterten ersten Ausführungsbeispiel dadurch, dass die Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b nicht in Längsrichtung LA orientiert ist, sondern unter einem von 0° verschiedenen Winkel, beispielsweise unter mindestens 20°, beispielsweise bis zu 60°.

[0074] Es kann in diesem Beispiel vorgesehen sein, dass der Pumpenkörper 12a auf der zum Dämpfungsbereich 28a weisenden Seite eine Ausnehmung 13 aufweist und die Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b in der Ausnehmung 13 derart mündet, bzw. von der Ausnehmung 13 derart ausgeht, dass die Ausnehmung 13 im durchströmten Querschnitt weiter ist als die Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b, beispielsweise mit Hinblick auf den durchströmten Querschnitt mindestens doppelt so weit oder mindestens dreimal so weit.

[0075] Die Figur 7 zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Es unterscheidet sich von dem mit Bezug auf die Figuren 3 und 4 erläuterten zweiten Ausführungsbeispiel dadurch, dass die Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b nicht in Längsrichtung LA orientiert ist, sondern unter einem von 0° verschiedenen Winkel, beispielsweise unter mindestens 20°, beispielsweise bis zu 60°.

[0076] Es kann in diesem Beispiel vorgesehen sein, dass der Pumpenkörper 12a auf der zum Dämpfungsbereich 28a weisenden Seite eine Ausnehmung 13 aufweist und die Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b in der Ausnehmung 13 derart mündet, bzw. von der Ausnehmung 13 derart ausgeht, dass die Ausnehmung 13 im durchströmten Querschnitt weiter ist als die Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b, beispielsweise mit Hinblick auf den durchströmten Querschnitt mindestens doppelt so weit oder mindestens dreimal so weit.

[0077] Es kann in diesem Beispiel vorgesehen sein, dass der Stopfen 57, der die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a verschließt, zugleich auch die Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a verschließt, also mit dem Stopfen 57, der die Hochdruck-Verbindungsbohrung 29a verschließt, bauteilidentisch ist.

[0078] Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass genau dieses Bauteil auch Teil des Druckbegrenzungsventils 22 ist, beispielsweise der Ventilsitzkörper 38 des Druckbegrenzungsventils 22 ist.

[0079] Die Figur 8 zeigt ein sechstes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Es unterscheidet sich von dem mit Bezug auf die Figuren 3 und 4 erläuterten zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung dadurch, dass die Druckbegrenzungsventilbohrung 22a als Stufenbohrung ausgeführt ist, mit einem ersten Abschnitt 22.1, der einen größeren Durchmesser aufweist und zu ihrem Ausgang

22aa hin weist, in der Figur 8 links, und einem zweiten Abschnitt 22.3, der einen kleineren Durchmesser aufweist und zu der Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b hin weist, in der Figur 8 rechts, und mit einer zwischen dem ersten Abschnitt 22.1 und dem zweiten Abschnitt 22.3 ausgebildeten Ringstufe 22.2, wobei die Spiralfeder 52 an der Ringstufe 22.2 abgestützt ist.

[0080] Der Querschnitt des ersten Abschnitts 22.1 kann beispielsweise mindestens doppelt so groß sein wie der Querschnitt des zweiten Abschnitts 22.3.

[0081] Es kann auch in diesem Beispiel vorgesehen sein, dass der Pumpenkörper 12a auf der zum Dämpfungsbereich 28a weisenden Seite eine Ausnehmung 13 aufweist und die Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b in der Ausnehmung 13 derart mündet, bzw. von der Ausnehmung 13 derart ausgeht, dass die Ausnehmung 13 im durchströmten Querschnitt weiter ist als die Niederdruck-Verbindungsbohrung 28b, beispielsweise mit Hinblick auf den durchströmten Querschnitt mindestens doppelt so weit oder mindestens dreimal so weit.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) für ein Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine, mit einem Einlass (11) zur Zuführung von Kraftstoff, mit einem Auslass (34) zur Ausgabe von verdichtetem Kraftstoff, mit einem Pumpengehäuse (12), einem im Pumpengehäuse (12) angeordneten Förderraum (16), mit einem im Pumpengehäuse (12) längs einer Längsrichtung (LA) verschiebbaren Pumpenkolben (18), der den Förderraum (16) begrenzt, mit einem zwischen dem Einlass (11) und dem Förderraum (16) angeordneten Einlassventil (14), das zum Förderraum (16) hin öffnet, mit einem zwischen dem Förderraum (16) und dem Auslass (34) angeordneten Auslassventil (37), das vom Förderraum (16) weg öffnet, mit einem Hochdruckbereich (29), der fluidisch zwischen dem Auslassventil (37) und dem Auslass (34) erstreckt ist, mit einem Niederdruckbereich (28), der fluidisch zwischen dem Einlass (11) und dem Einlassventil (14) erstreckt ist, und mit einem Druckbegrenzungsventil (22), das den Hochdruckbereich (29) mit dem Niederdruckbereich (28) fluidisch verbindet und zum Niederdruckbereich (28) hin öffnet, sodass Kraftstoff aus dem Hochdruckbereich (29) in den Niederdruckbereich (28) abströmt, wenn die Druckdifferenz zwischen Kraftstoff in dem Hochdruckbereich (29) und Kraftstoff in dem Niederdruckbereich (28) einen Öffnungsdruck überschreitet, wobei das Pumpengehäuse (12) einen Pumpenkörper (12a) und einen Pumpendeckel (12b) umfasst, die miteinander verbunden sind, wobei von dem Pumpenkörper (12a) und dem Pumpendeckel (12b) ein zu dem Niederdruckbereich (28) gehöriger Dämpfungsbereich (28a) begrenzt wird, in dem zumindest ein Membrandämpfer (55) angeordnet ist,

- wobei das Druckbegrenzungsventil (22) den Hochdruckbereich (29) mit dem Dämpfungsbereich (28a) fluidisch verbindet und zum Dämpfungsbereich (28a) hin öffnet, sodass Kraftstoff aus dem Hochdruckbereich (29) in den Dämpfungsbereich (28a) abströmt, wenn die Druckdifferenz zwischen Kraftstoff in dem Hochdruckbereich (29) und Kraftstoff in dem Niederdruckbereich (28) den Öffnungsdruck überschreitet, wobei das Auslassventil (37) in einer Auslassventilbohrung (37a) des Pumpengehäuses (12) fixiert ist, wobei das Druckbegrenzungsventil (22) in einer Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) des Pumpengehäuses (12) fixiert ist und wobei die Auslassventilbohrung (37a) und die Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) in zueinander geometrisch parallelen Ebenen senkrecht zur Längsrichtung (LA) erstreckt sind.
2. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 1, wobei die Auslassventilbohrung (37a) und die Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) zueinander geometrisch parallel orientiert sind.
 3. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 1, wobei die Auslassventilbohrung (37a) und die Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) zueinander in einem von 0° verschiedenen Winkel orientiert sind.
 4. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Auslass (34) als ein an dem Pumpengehäuse (12) fixierter Auslassstutzen (35) ausgebildet ist, und zwischen dem Pumpengehäuse (12) und dem Auslassstutzen (35) ein Auslassstutzenraum (35a) ausgebildet ist, wobei die Auslassventilbohrung (37a) und die Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) beide von dem Auslassstutzenraum (35a) ausgehen.
 5. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Auslass (34) als ein an dem Pumpengehäuse (12) fixierter Auslassstutzen (35) ausgebildet ist, und zwischen dem Pumpengehäuse (12) und dem Auslassstutzen (35) ein Auslassstutzenraum (35a) ausgebildet ist, wobei die Auslassventilbohrung (37a) von dem Auslassstutzenraum (35a) ausgeht und die Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) nicht von dem Auslassstutzenraum (35a) ausgeht, wobei die Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) auf der Seite ihres Ausgangs (22aa) mit einer Kugel (56) oder einem Stopfen (57) verschlossen ist, wobei die Auslassventilbohrung (37a) mit der Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) durch eine im Hochdruckbereich (29) liegende Hochdruck-Verbindungsbohrung (29a) verbunden ist.
 6. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 5, wobei die Hochdruck-Verbindungsbohrung (29a) von dem Dämpfungsbereich (28a) ausgeht und auf ihrer Ausgangsseite (29aa) mit einer Kugel (56) oder einem Stopfen (57) verschlossen ist.
 7. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, wobei die Auslassventilbohrung (37a) mit der Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) durch zwei im Hochdruckbereich (29) liegende Hochdruck-Verbindungsbohrungen (29a) verbunden ist, wobei eine erste Hochdruck-Verbindungsbohrung (29a1) von dem Dämpfungsbereich (28a) ausgeht und auf ihrer Ausgangsseite (29a1a) mit einer Kugel (56) oder einem Stopfen (57) verschlossen ist und in eine zweite Hochdruck-Verbindungsbohrung (29a2) mündet, die ihrerseits in die Auslassventilbohrung (37a) mündet.
 8. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) durch eine im Niederdruckbereich (28) liegende Niederdruck-Verbindungsbohrung (28b) mit dem Dämpfungsbereich (28a) verbunden ist.
 9. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 8, wobei die Niederdruck-Verbindungsbohrung (28a) in Längsrichtung (LA) oder unter einem Winkel von 0° bis 60° zur Längsrichtung (LA) orientiert ist.
 10. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 9, wobei der Pumpenkörper (12a) auf der zum Dämpfungsbereich (28a) weisenden Seite eine Ausnehmung (13) aufweist, wobei die Niederdruck-Verbindungsbohrung (28b) in der Ausnehmung (13) derart mündet, dass die Ausnehmung (13) im Querschnitt weiter ist als die Niederdruck-Verbindungsbohrung (28b).
 11. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das Druckbegrenzungsventil (22) einen in die Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) oder in ein Gehäuse des Druckbegrenzungsventils (22) eingepressten Ventilsitzkörper (38) aufweist, an dem ein kegelförmiger Ventilsitz (42) ausgebildet ist, wobei das Druckbegrenzungsventil (22) ein Ventilelement (44) aufweist, das die Form einer Kugel hat und das an dem Ventilsitz (42) zur dichtenden Anlage kommt, wobei das Ventilelement (44) von einem Haltelement (46) in Schließrichtung gedrückt wird, wobei das Haltelement (46) von einer Spiralfeder (52) in Schließrichtung gedrückt wird, wobei die Spiralfeder (52) an einem Gehäuse des Druckbegrenzungsventils (22) oder an dem Pumpengehäuse (12) abgestützt ist und wobei die Spiralfeder (52) an einem radial äußeren Bereich (464) des Haltelements (46) anliegt, wobei die Spiralfeder (52) einen radial inneren Bereich (465) des Haltelements (46) aufnimmt.

12. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach einem der Ansprüche 5, 6 oder 7; und zusätzlich auch nach Anspruch 11, wobei der Ventilsitzkörper (38) zugleich den Stopfen (57) realisiert, der die Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) verschließt und/oder zugleich den Stopfen (57) realisiert, der die Hochdruck-Verbindungsbohrung (29a) verschließt. 5
13. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1, 2, 5, 6 oder 7; und zusätzlich auch nach Anspruch 11, wobei die Druckbegrenzungsventilbohrung (22a) als Stufenbohrung ausgeführt ist, mit einem ersten Abschnitt (22.1), der einen größeren Durchmesser aufweist und zu ihrem Ausgang (22aa) hin weist, und mit einem zweiten Abschnitt (22.3), der einen kleineren Durchmesser aufweist und zu der Niederdruck-Verbindungsbohrung (28b) hin weist, und mit einer zwischen dem ersten Abschnitt (22.1) und dem zweiten Abschnitt (22.3) ausgebildeten Ringstufe (22.2), wobei wobei die Spiralfeder (52) an der Ringstufe (22.2) abgestützt ist. 10 15 20
14. Kraftstoff-Hochdruckpumpe (10) nach Anspruch 13, wobei der Pumpenkörper (12a) auf der zum Dämpfungsbereich (28a) weisenden Seite eine Ausnehmung (13) aufweist, wobei die Niederdruck-Verbindungsbohrung (28b) in der Ausnehmung (13) derart mündet, dass die Ausnehmung (13) im durchströmten Querschnitt weiter ist als die Niederdruck-Verbindungsbohrung (28b). 25 30

35

40

45

50

55

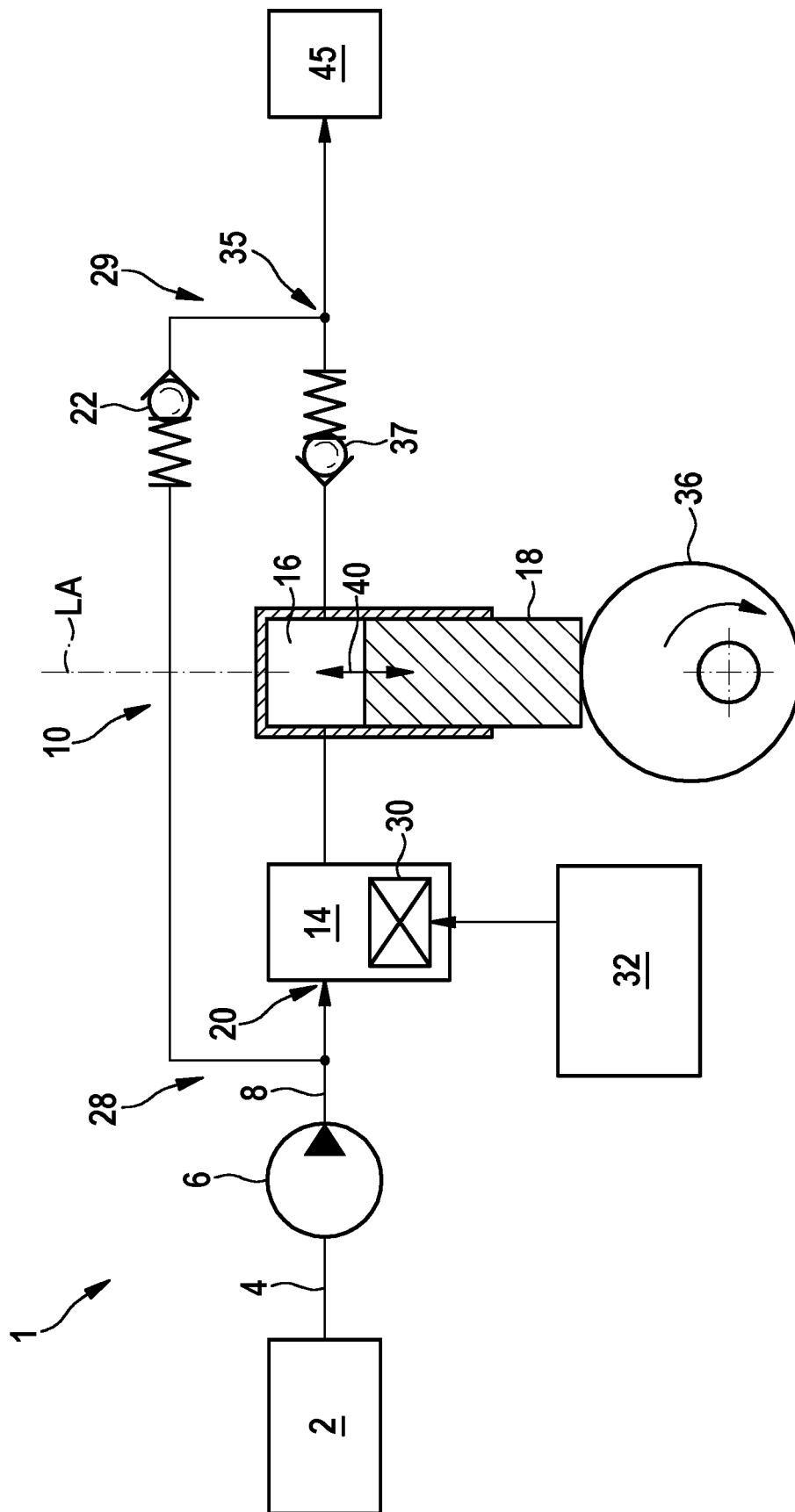


Fig. 1

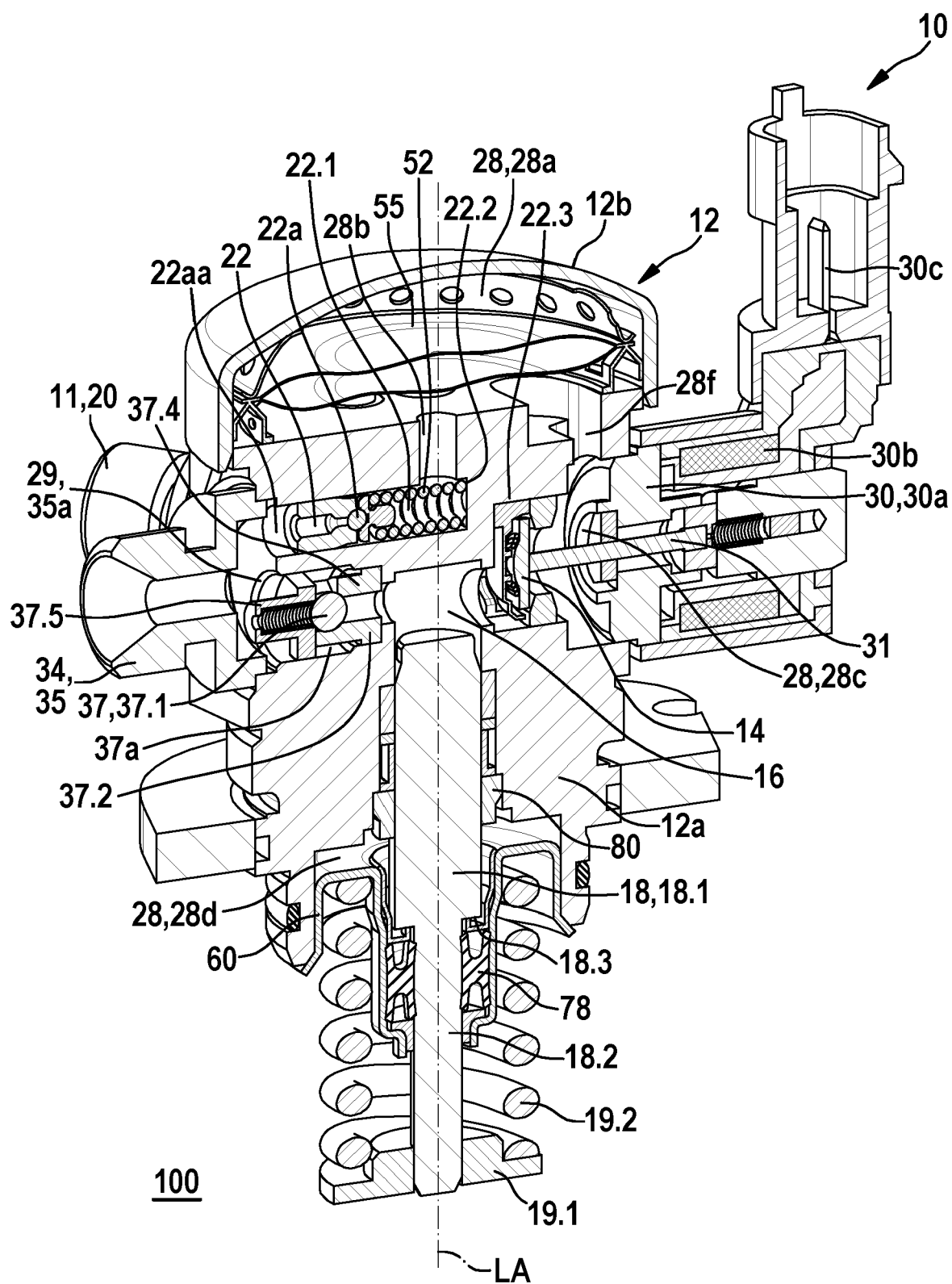


Fig. 2

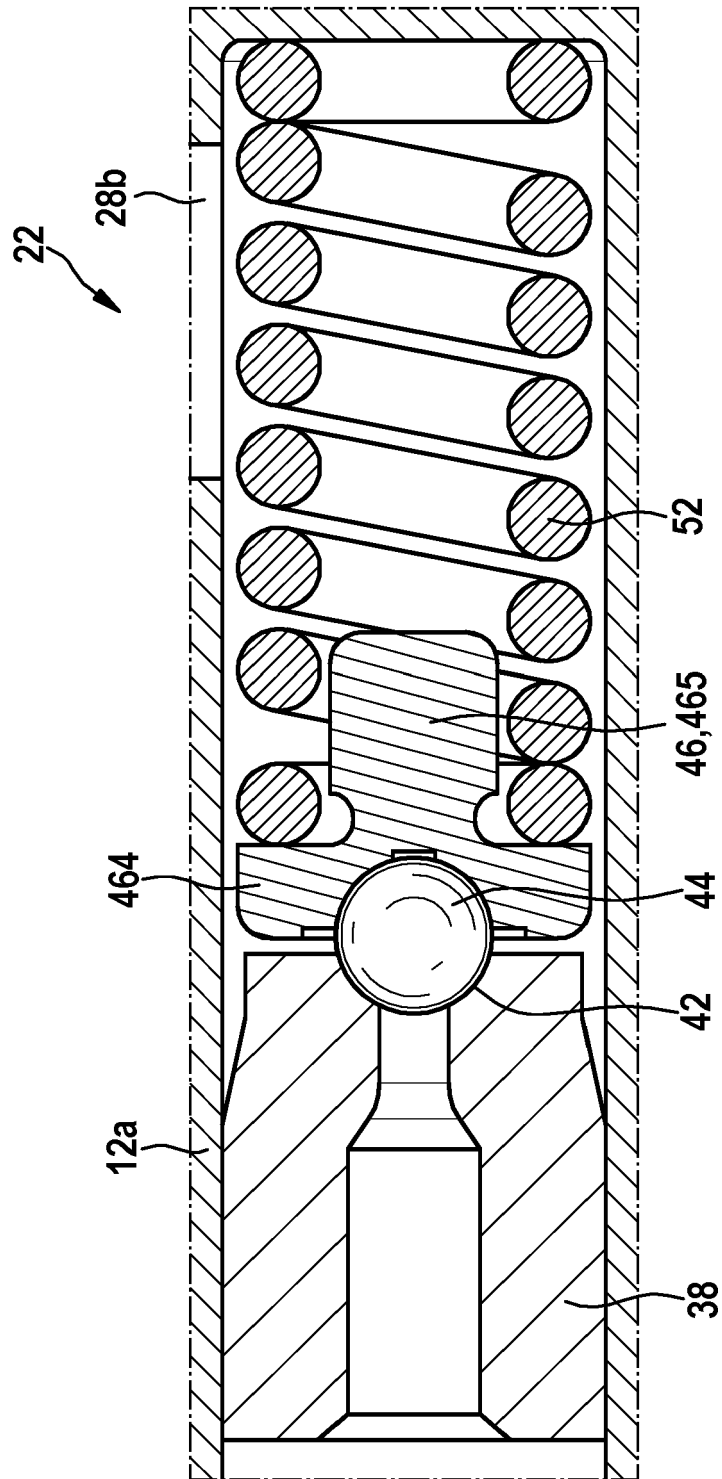


Fig. 3

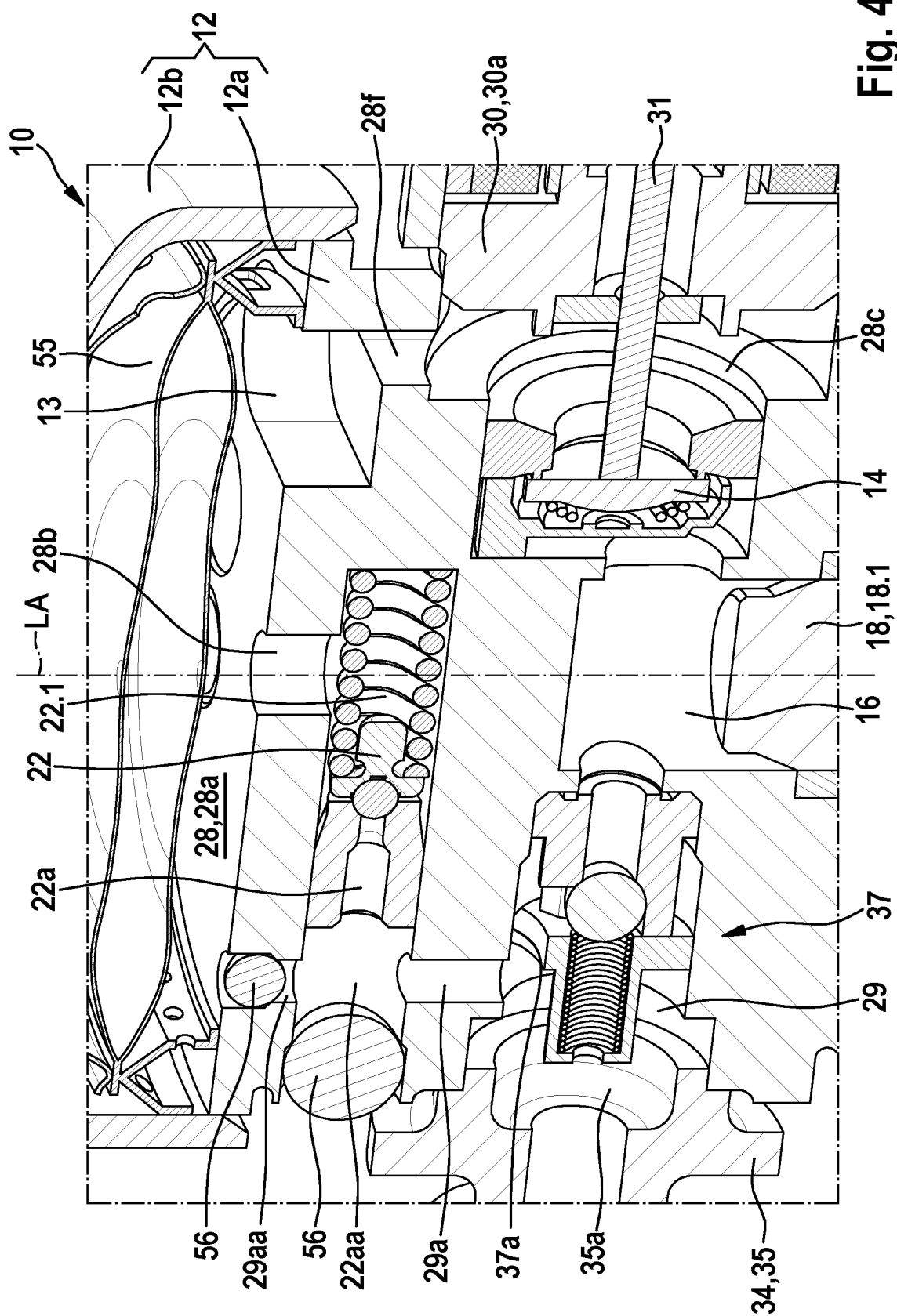
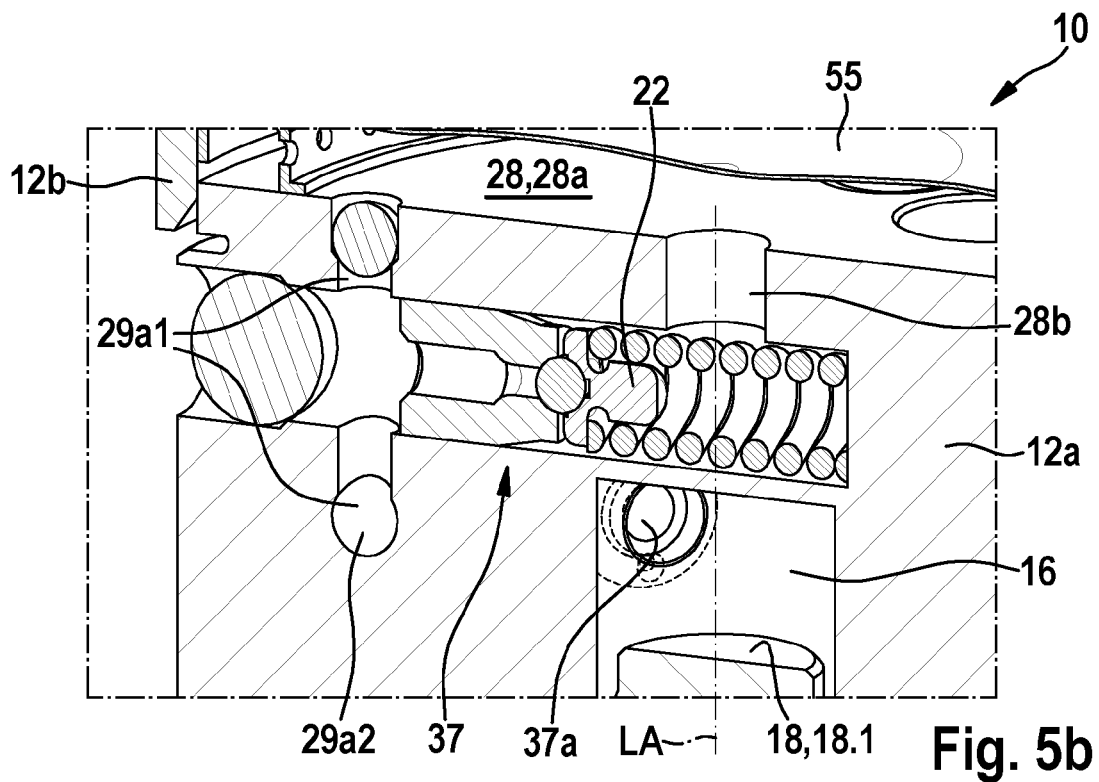
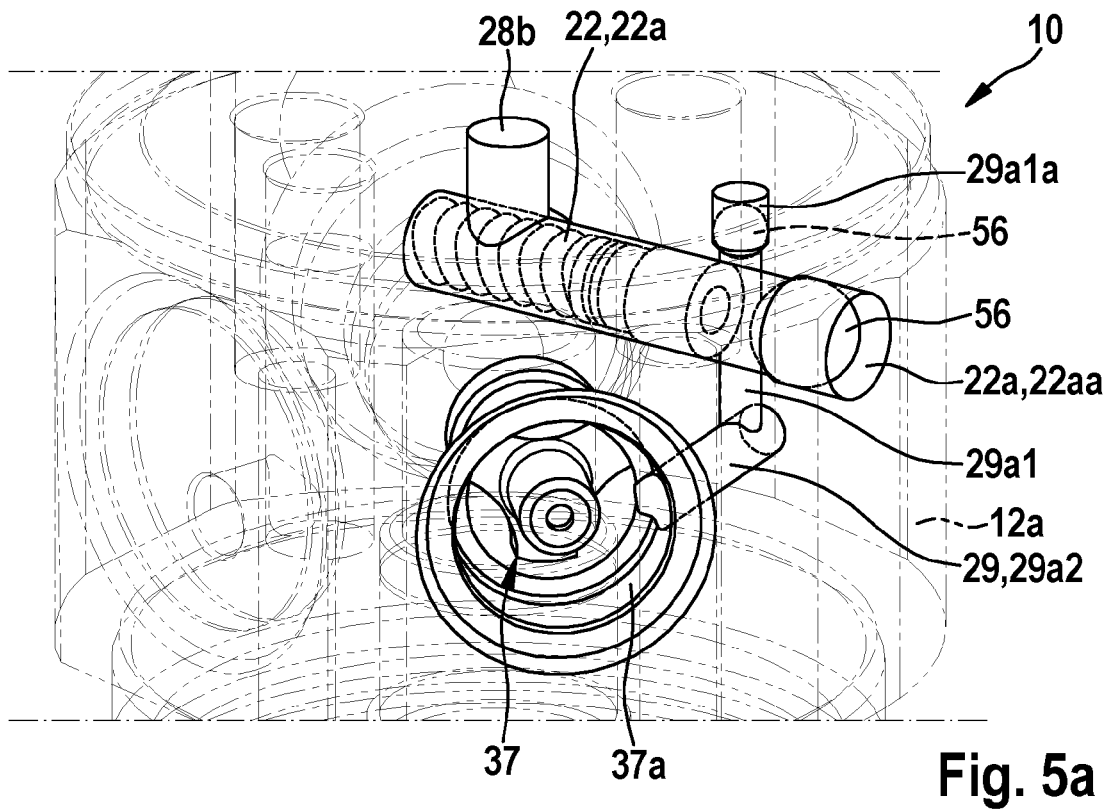
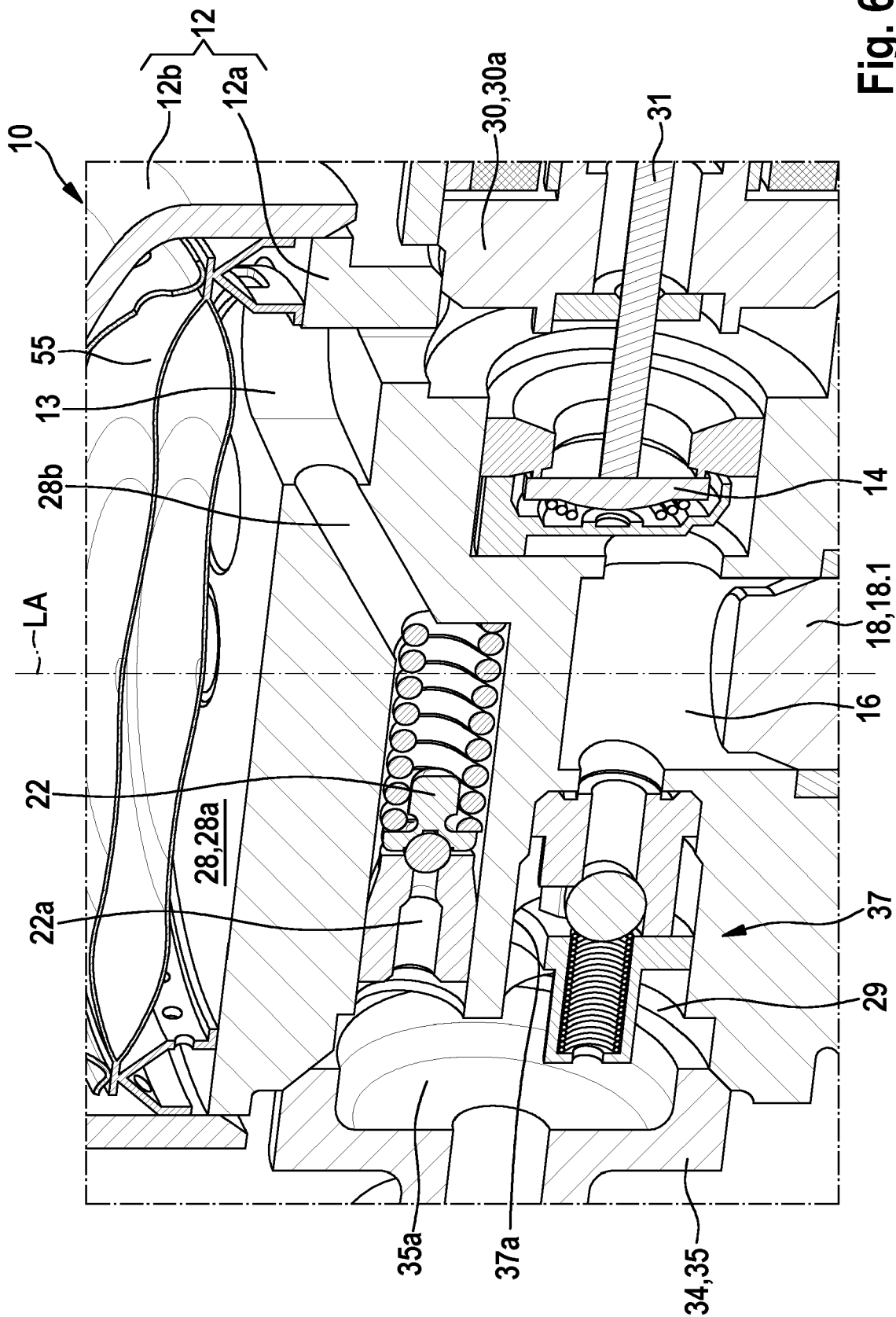


Fig. 4





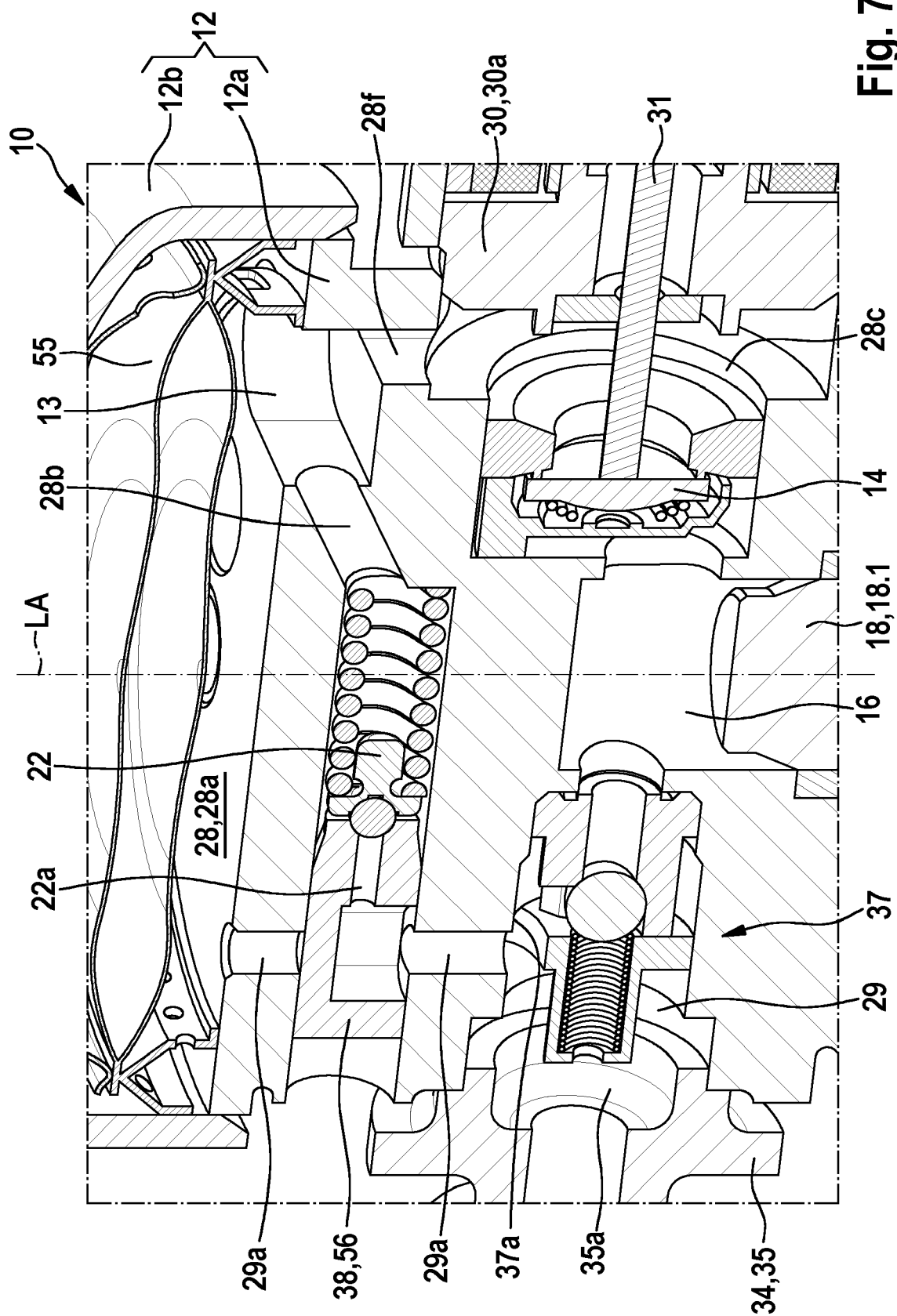


Fig. 7

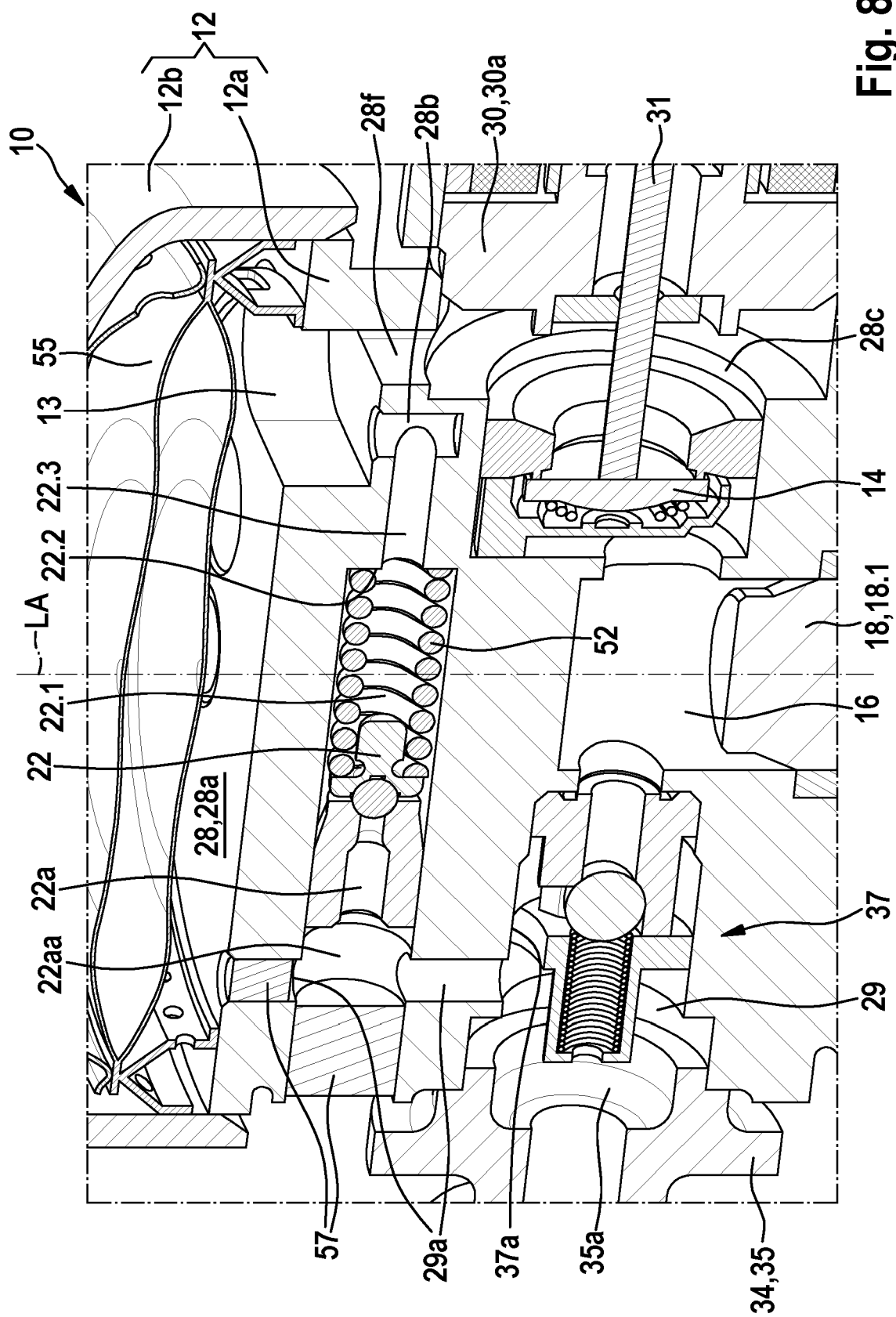


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 7983

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2019 203967 A1 (KEIHIN CORP [JP]) 2. Oktober 2019 (2019-10-02)	1-3	INV. F02M55/04
Y	* Abbildungen 1-6 * -----	4-14	F02M59/46
Y	DE 103 27 411 B4 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17. Dezember 2015 (2015-12-17) * Abbildungen 12,13 * -----	4-14	
X,P	WO 2022/063521 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31. März 2022 (2022-03-31) * Abbildungen 1,2 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		22. November 2022	Morales Gonzalez, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 17 7983

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-11-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102019203967 A1	02-10-2019	CN 110307109 A	08-10-2019
		DE 102019203967 A1	02-10-2019
		US 2019301626 A1	03-10-2019

DE 10327411 B4	17-12-2015	KEINE	

WO 2022063521 A1	31-03-2022	DE 102020211798 A1	24-03-2022
		WO 2022063521 A1	31-03-2022

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 2344749 B1 [0001]
- WO 19015862 A1 [0044]
- WO 06069819 A1 [0044]