



(10) **DE 10 2011 101 746 A1** 2012.03.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 101 746.5**

(22) Anmeldetag: **17.05.2011**

(43) Offenlegungstag: **29.03.2012**

(51) Int Cl.: **F16F 9/19** (2011.01)

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Kieserling, Joachim, Dipl.-Ing., 71334, Waiblingen, DE; Mosler, Christian, 70374, Stuttgart, DE; Opara, Andreas, 71640, Ludwigsburg, DE; Rieger, Karl-Josef, 72108, Rottenburg, DE; Troulis, Markos, Dr.-Ing., 70597, Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

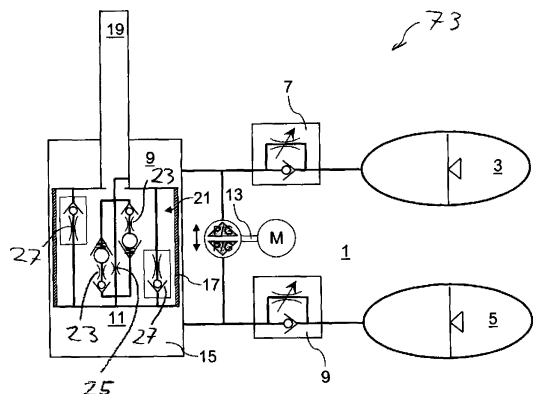
(54) Bezeichnung: **Federdämpfervorrichtung mit einer mitbeweglichen Ventilanordnung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Federdämpfervorrichtung (1) mit:

- einem mit einem Hydraulikmedium gefüllten oder befüllbaren Arbeitszylinder (15),
- einem innerhalb des Arbeitszylinders (15) verschieblich gelagerten und diesen in eine erste und eine zweite Arbeitskammer (9, 11) teilenden Arbeitskolben (17),
- einer dem Arbeitskolben (17) fest zugeordneten und die erste Arbeitskammer (9) durchdringenden Kolbenstange (19),
- einem den Arbeitskammern (9, 11) zugeordneten hydraulischen Motorgenerator (13).

Um eine passive, in einem Komfort verbesserte Federdämpfervorrichtung zu schaffen, ist diese mit:

- einer dem Arbeitskolben (17) mitbeweglich zugeordneten und zwischen die Arbeitskammern (9, 11) geschalteten, hydraulischen und passiven Ventilanordnung (21) ausgestattet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Federdämpfervorrichtung gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein mit der Federdämpfervorrichtung ausgestattetes Kraftfahrzeug.

[0002] Federdämpfervorrichtungen sind bekannt. Sie dienen zum Dämpfen und/oder Entkoppeln einer Karosserie eines Kraftfahrzeugs gegenüber einer von einer von dem Kraftfahrzeug befahrenen Straße ausgehenden Anregung. Dabei ist es bekannt, um einen Komfort zu erhöhen, eine Freischaltung der Federdämpfervorrichtung vorzunehmen, wobei ein hydraulisches Arbeitsmedium in einem freigeschalteten Zustand zwischen zwei Arbeitsräumen der Federdämpfervorrichtung überströmen kann. Die EP 2 098 389 A1 bezieht sich auf eine hydraulische Federungsanordnung, umfassend: Einen doppelt wirkenden Hydraulikzylinder mit einem Kolbenraum und einem Kolbenstangenraum, einen ersten Druckspeicher, der ständig mit dem Kolbenraum verbunden ist, und einem zweiten Druckspeicher, der ständig mit dem Kolbenstangenraum verbunden ist. Es ist vorgesehen, dass der Kolbenraum und der Kolbenstangenraum durch einen veränderbaren Strömungswiderstand untereinander verbunden oder verbindbar sind.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, eine passiv freischaltbare und höchsten Komfortanforderungen genügende Federdämpfervorrichtung zu schaffen.

[0004] Die Aufgabe ist bei einer Federdämpfervorrichtung gemäß des Oberbegriffs des Anspruchs 1 durch eine dem Arbeitskolben mitbeweglich zugeordnete, zwischen die Arbeitsträume geschaltete, hydraulische und passive Ventilanordnung gelöst. Vorteilhaft ist die Ventilanordnung mit dem Arbeitskolben mitbeweglich, wobei sich besonders kurze hydraulische Fluidpfade ergeben. Dadurch kann ein Höchstmaß an Komfort erzielt werden. Unter mitbeweglich zugeordnet kann verstanden werden, dass die Ventilanordnung innerhalb des Arbeitskolbens oder beispielsweise benachbart zu diesem angeordnet ist, so dass eine Auf- und Abbewegung des Arbeitskolbens auch eine Auf- und Abbewegung der Ventilanordnung bewirkt. Dadurch kann gewährleistet werden, dass hydraulische Fluidpfade für eine Freischaltung, also ein Überströmen eines Arbeitsmediums zwischen den Arbeitskammern der Federdämpfervorrichtung minimal sind. Vorteilhaft ist die Ventilanordnung passiv, muss also nicht aufwändig angesteuert werden.

[0005] Bei einer Ausführungsform der Federdämpfervorrichtung ist vorgesehen, dass die Ventilanordnung zwei wechselseitig gesperrte, parallel zueinander und jeweils zwischen die Arbeitskammern geschaltete, gedrosselte, differenzdruckgesteuerte

Durchflusssperren aufweist. Unter einer differenzdruckgesteuerten Durchflusssperre kann ein hydraulisches Ventil verstanden werden, das bei niedrigen Druckdifferenzen geöffnet ist und selbsttätig bei höheren Druckdifferenzen schließt. Vorteilhaft erfolgt die Freischaltung bei vergleichsweise geringen Differenzdrücken, wobei diese automatisch zurückgefahren wird, sobald höhere Differenzdrücke auftreten. Dies kann beispielsweise bei einer Aktivierung – verbunden mit hohen Differenzdrücken – der Federdämpfervorrichtung mittels einer hydraulischen Energiequelle, die zwischen die Arbeitskammern geschaltet ist, erfolgen.

[0006] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Federdämpfervorrichtung ist vorgesehen, dass die Ventilanordnung zwei wechselseitig gesperrte, parallel zueinander und jeweils zwischen die Arbeitskammern geschaltete Strömungsdrosseln aufweist. Vorteilhaft können die Strömungsdrosseln eine so genannte Komfortleckage für hohe Differenzdrücke darstellen, insbesondere dann, falls die differenzdruckgesteuerten Durchflusssperren geschlossen sind.

[0007] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Federdämpfervorrichtung ist vorgesehen, dass die Ventilanordnung eine zwischen die Arbeitskammern geschaltete Lose mit zumindest einer Eigenschaft der Gruppe: beidseitig wirkend, amplitudenselektiv, gedrosselt aufweist. Vorteilhaft kann für kleinere Amplituden eine beidseitige Freischaltung erfolgen, beispielsweise für raue Fahrbahnbeläge. Für größere Amplituden, beispielsweise bei einer längeren Kurvenfahrt, kann vorteilhaft eine Verhärtung bzw. eine Rücknahme der Freischaltung erfolgen.

[0008] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Federdämpfervorrichtung ist vorgesehen, dass die Ventilanordnung eine Vielzahl der zwei wechselseitig gesperrten, parallel zueinander und jeweils zwischen die Arbeitskammern geschalteten, differenzdruckgesteuerten Durchflusssperren aufweist. Vorteilhaft kann jede der differenzdruckgesteuerten Durchflusssperren eine unterschiedliche Eigenschaft aufweisen, beispielsweise bezüglich eines Schließverhaltens bei einem bestimmten Differenzdruck.

[0009] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Federdämpfervorrichtung ist vorgesehen, dass die Ventilanordnung zwei wechselseitig gesperrte, gedrosselte, frequenzselektive, zeitweilige und jeweils zwischen die Arbeitskammern geschaltete hydraulische Durchlässe aufweist. Vorteilhaft kann die Freischaltung frequenzabhängig erfolgen.

[0010] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Federdämpfervorrichtung ist vorgesehen, dass die zeitweiligen, hydraulischen Durchlässe jeweils mit einer der gedrosselten, differenzdruckgesteuerten Durchflusssperren in Reihe geschaltet sind. Vorteil-

haft kann die Freischaltung differenzdruckabhängig und frequenzselektiv erfolgen.

[0011] Die Aufgabe ist außerdem bei einem Kraftfahrzeug mit einer vorab beschriebenen Federdämpfervorrichtung gelöst. Es ergeben sich die vorab beschriebenen Vorteile.

[0012] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der – gegebenenfalls unter Bezug auf die Zeichnung – zumindest ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Beschriebene und/oder bildlich dargestellte Merkmale bilden für sich oder in beliebiger, sinnvoller Kombination den Gegenstand der Erfindung, gegebenenfalls auch unabhängig von den Ansprüchen, und können insbesondere zusätzlich auch Gegenstand einer oder mehrerer separaten Anmeldung/en sein. Gleiche, ähnliche und/oder funktionsgleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

[0013] **Fig. 1** eine Federdämpfervorrichtung nach einem Stand der Technik;

[0014] **Fig. 2** ein Ausführungsbeispiel einer Federdämpfervorrichtung mit einer in einen Arbeitskolben geschalteten Ventilanordnung mit insbesondere zwei wechselseitig gesperrten, gedrosselten, differenzdruckgesteuerten Durchflusssperren;

[0015] **Fig. 3** eine Federdämpfervorrichtung analog der in **Fig. 2** gezeigten Federdämpfervorrichtung, jedoch zusätzlich mit einer beidseitig wirkenden, amplitudenselektiven, gedrosselten, hydraulischen Lose;

[0016] **Fig. 4** eine weitere Federdämpfervorrichtung analog den **Fig. 2** und **Fig. 3**, jedoch mit einer Vielzahl von jeweils wechselseitig gesperrten, gedrosselten, differenzdruckgesteuerten Durchflusssperren;

[0017] **Fig. 5** eine weitere Federdämpfervorrichtung gemäß der **Fig. 4**, jedoch zusätzlich mit zwei wechselseitig gesperrten, gedrosselten, frequenzselektiven, zeitweiligen, hydraulischen Durchlässen;

[0018] **Fig. 6** einen Längsschnitt einer Federdämpfervorrichtung analog der in **Fig. 5** gezeigten Federdämpfervorrichtung, wobei frequenzselektive, zeitweilige hydraulische Durchlässe ausgangsseitig angeordnet sind; und

[0019] **Fig. 7** einen Längsschnitt einer weiteren Federdämpfervorrichtung analog der in

[0020] **Fig. 6** gezeigten Federdämpfervorrichtung, wobei im Unterschied die frequenzselektiven, zeitweiligen, hydraulischen Durchlässe eingangsseitig angeordnet sind.

[0021] **Fig. 1** zeigt eine Federdämpfervorrichtung **1** gemäß Stand der Technik. Die in **Fig. 1** gezeigte Federdämpfervorrichtung **1** weist einen ersten hydropneumatischen Energiespeicher **3** und einen zweiten hydropneumatischen Energiespeicher **5** auf. Die hydropneumatischen Energiespeicher **3**, **5** können hydraulische Energie in pneumatische Energie wandeln, in dieser Form speichern und bei Bedarf wieder in hydraulische Energie zurückwandeln. Jedem der hydropneumatischen Energiespeicher **1**, **3** ist ein Drosselrückschlagventil **7** nachgeschaltet, das von den Energiespeichern **3**, **5** gesehen, jeweils stromabwärts öffnet. Unter einem Drosselrückschlagventil kann eine Parallelschaltung eines Rückschlagventils und einer Drossel verstanden werden. Vorliegend sind die Drosseln einstellbar, beispielsweise mittels einer elektrischen Ansteuerung.

[0022] Weiter stromabwärts ist dem ersten hydropneumatischen Energiespeicher **3** eine erste Arbeitskammer **9** nachgeschaltet. Analog dazu ist dem zweiten hydropneumatischen Energiespeicher **5** eine zweite Arbeitskammer **11** nachgeschaltet. Zwischen die Drosselrückschlagventile **7** und die Arbeitskammern **9**, **11** ist ein elektrohydraulischer Motorgenerator **13** geschaltet. Der Motorgenerator **13** ist bidirektional betreibbar, was in **Fig. 1** mittels eines Doppelpfeils symbolisiert ist. Der Motorgenerator **13** kann eine Elektromaschine aufweisen, mittels der die Federdämpfervorrichtung **1** aktivierbar ist. In einem umgekehrten Betrieb als Generator kann der Federdämpfervorrichtung **1** hydraulische Energie entnommen werden und in elektrische Energie zurückgewandelt werden, um diese zurück zu gewinnen.

[0023] Die Arbeitskammern **9** und **11** werden von einem Arbeitszylinder **15** und einem Arbeitskolben **17** begrenzt. Der Arbeitskolben **17** ist einer Kolbenstange **19** fest zugeordnet und längs verschieblich, fluiddicht innerhalb des Arbeitszylinders **15** gelagert. Die Kolbenstange **19** bewegt sich mit dem Arbeitskolben **17** mit und durchdringt die erste Arbeitskammer **9**.

[0024] **Fig. 2** zeigt eine Federdämpfervorrichtung **1**, die auf der Federdämpfervorrichtung **1** gemäß der Darstellung der **Fig. 1** basiert. Im Folgenden wird lediglich auf die Unterschiede eingegangen.

[0025] Im Unterschied zur Darstellung des Standes der Technik der **Fig. 1** weist die Federdämpfervorrichtung **1** gemäß **Fig. 2** eine mit dem Arbeitskolben **17** mitbeweglich angeordnete Ventilanordnung **21** auf. Die Ventilanordnung **21** ist zwischen die Arbeitskammern **9**, **11** geschaltet. Die Ventilanordnung **21** ist besonders vorteilhaft rein passiv ausgelegt, benötigt also keinerlei Ansteuerung. Vorteilhaft kann mittels der Ventilanordnung **21** eine passive Freischaltung der Federdämpfervorrichtung **1** erfolgen. Die Ventilanordnung **21** weist zwei parallel geschaltete Durchflusssperren **23** auf. Die parallel geschalte-

ten Durchflusssperren **23** sind wechselseitig gesperrt und gedrosselt. Diese Funktionalität kann durch einzelne Ventile oder ein integriertes hydraulisches Bauteil realisiert werden. In einem hydraulischen Ersatzschaltbild, wie in [Fig. 2](#) dargestellt, ergibt sich die Funktionalität durch ein Rückschlagventil, dem eine Drossel in Reihe geschaltet ist, denen ein Feder offen gehaltenes, entgegengesetzt sperrendes Rückschlagventil in Reihe geschaltet ist. Das Feder offen gehaltene Rückschlagventil schließt im Wesentlichen ab einem bestimmten Differenzdruck, der sich zwischen den Arbeitskammern **9** und **11** aufgebaut hat, beispielsweise durch eine Aktivierung mittels des Motorgenerators **13** oder eine über die Kolbenstange **19** eingeleitete Energiemenge.

[0026] Optional ist zwischen die Arbeitskammern **9** und **11** eine Drossel **25** geschaltet, beispielsweise um eine Komfortleckage zu bewirken. Die Drossel **25** kann insbesondere als progressive Drossel ausgelegt sein. Alternativ und/oder zusätzlich kann eine solche Komfortleckage auch durch zwei wechselseitig gesperrte Strömungsdrosseln **27** erreicht werden. Die Strömungsdrosseln **27** sind parallel zueinander geschaltet und sperren wechselseitig. In einem Ersatzschaltbild, das in [Fig. 2](#) dargestellt ist, kann unter einer Strömungsdrossel **27** eine Reihenschaltung von einem Rückschlagventil und einer passiven Drossel verstanden werden. Je nach Auslegung der Federdämpfervorrichtung **1** können sämtliche in [Fig. 2](#) gezeigten Drosseln linear, degressiv oder progressiv ausgelegt sein.

[0027] Die Federdämpfervorrichtung **1** ist Teil eines in [Fig. 2](#) nur teilweise dargestellten Kraftfahrzeugs **73**. Dazu kann diese insbesondere mit einer Feder- vorrichtung, beispielsweise einer Stahlfeder und/oder einer Luftfeder kombiniert werden.

[0028] [Fig. 3](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Federdämpfervorrichtung **1** analog der in [Fig. 2](#) gezeigten Federdämpfervorrichtung **1**. Im Folgenden wird lediglich auf die Unterschiede eingegangen.

[0029] Im Unterschied zur Darstellung gemäß [Fig. 2](#) ist anstelle der Strömungsdrosseln **27** eine beidseitig wirkende, amplitudenselektive, gedrosselte, hydraulische Lose geschaltet. Alternativ und/oder zusätzlich kann die hydraulische Lose **29** einseitig wirkend und/oder amplitudenselektiv und/oder gedrosselt sein. Vorteilhaft ergibt sich die Freischaltung für kleine Amplituden und ist für große Amplituden, wie beispielsweise im Fall einer Aktivierung, begrenzt.

[0030] [Fig. 4](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Federdämpfervorrichtung **1** gemäß den Federdämpfervorrichtungen der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#). Im Folgenden wird lediglich auf die Unterschiede eingegangen.

[0031] Im Unterschied zu den Darstellungen gemäß den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ist anstelle der hydraulischen Lose **29** bzw. der Strömungsdrosseln **27** ein weiteres Paar von wechselseitig gesperrten, gedrosselten, differenzdruckgesteuerten Durchflusssperren **31** vorgesehen. Insgesamt sind zwischen die Arbeitskammern **9** und **11**, also vier der Durchflusssperren **23**, **31** geschaltet. Vorteilhaft können diese jeweils unterschiedliche Eigenschaften aufweisen, beispielsweise bei unterschiedlichen Differenzdrücken sperren.

[0032] [Fig. 5](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Federdämpfervorrichtung **1** analog der in [Fig. 4](#) gezeigten Federdämpfervorrichtung **1**. Im Unterschied zur Darstellung gemäß der [Fig. 4](#) ist jeder der weiteren Durchflusssperren **31** jeweils ein frequenzselektiver, zeitweiliger, hydraulischer Durchlass **33** in Reihe geschaltet. Vorteilhaft können durch die Reihenschaltung die frequenzselektiven, zeitweiligen hydraulischen Durchlässe **33** aufgrund des sperrenden Rückschlagventils auch bei hohen Drücken vor einer Überlast geschützt werden. Vorteilhaft sind die Durchlässe **33** frequenzselektiv und so ausgelegt, dass diese bei hohen Frequenzen hydraulisch durchlässig sind und bei niedrigeren Frequenzen automatisch wieder verhärtet. Vorteilhaft kann auf einem vergleichsweise rauen Fahrbahnbelag eine komfortsteigernde Freischaltung erfolgen, wobei beispielsweise bei einer längeren Kurvenfahrt, bei der eine Verhärtung gewünscht ist, automatisch eine Verhärtung erfolgt. Vorteilhaft kann dieses Verhalten durch rein passive Maßnahmen erzielt werden.

[0033] Alternativ und/oder zusätzlich ist es denkbar, die Reihenschaltung aus den Durchlässen **33** und den Durchflusssperren **31** mittels separater hydraulischer Bauteile zu realisieren, beispielsweise wie in dem in [Fig. 5](#) gezeigten hydraulischen Ersatzschaltbild. Alternativ und/oder zusätzlich ist es jedoch auch denkbar, die in [Fig. 5](#) gezeigten hydraulischen Funktionen in einem Bauteil zu integrieren, beispielsweise das gezeichnete Rückschlagventil in kombinierten hydraulischen Bauelementen mit vorzusehen.

[0034] [Fig. 6](#) zeigt einen Längsschnitt eines innerhalb eines Arbeitszylinders **15** angeordneten Arbeitskolbens **17** mit einer analogen Funktionalität wie der in [Fig. 5](#) dargestellte Arbeitskolben **17**.

[0035] Der in [Fig. 6](#) gezeigte Arbeitskolben **17** weist einen um 180° rotationssymmetrischen Aufbau auf, was für eine Aufwärtsbewegung und eine Abwärtsbewegung des Arbeitskolbens **17** innerhalb des Arbeitszylinders **15** eine entgegengesetzt, jedoch hydraulisch gleich wirkende Funktionalität bewirkt. Im Folgenden wird diese hydraulische Funktionalität lediglich für eine Abwärtsbewegung des Arbeitskolbens **17** in Richtung eines Pfeils **35** erläutert. Für eine Bewegung entgegen des Pfeils **35** ergibt sich eine hydraulisch analoge, jedoch entgegengesetzt verlaufende

hydraulische Funktionalität. Die Bewegung des Arbeitskolbens **17** in Richtung des Pfeils **35** bewirkt in gewissen Grenzen ein Überströmen eines Hydraulikmediums von der zweiten Arbeitskammer **11** in die erste Arbeitskammer **9** der Federdämpfervorrichtung **1**, die in [Fig. 6](#) nur teilweise dargestellt ist.

[0036] Der Arbeitskolben **17** der in [Fig. 6](#) dargestellten Federdämpfervorrichtung **1** weist ein mittleres Ventilpaket **37** und zwei sich daran anschließende äußere Ventilkpakete **39** auf. Die äußeren Ventilkpakete **39** realisieren die jeweilige Reihenschaltung einer der weiteren Durchflusssperren **31** mit einem der zeitweiligen hydraulischen Durchlässe **33**, wie in [Fig. 5](#) symbolisiert. Das mittlere Ventilpaket **37** realisiert die in [Fig. 5](#) dargestellte Parallelschaltung der differenzdruckgesteuerten Durchflusssperren **23**.

[0037] Im Folgenden wird zunächst die Funktionalität der weiteren Durchflusssperre **31** und des Durchlasses **33**, realisiert von dem, in Ausrichtung der [Fig. 6](#) gesehen, oben angeordneten äußeren Ventilkpaket **39** realisiert, beschrieben. Das dabei auftretende Überströmen des Hydraulikmediums zwischen der zweiten Arbeitskammer **11** und der ersten Arbeitskammer **9** ist in [Fig. 6](#) mittels geschwungenen Pfeilen symbolisiert und beginnt an einem Einlass **41**, der mittels einer Radialbohrung realisiert ist. Die Radialbohrung kommuniziert mit einer Längsbohrung, die sich durch das mittlere Ventilpaket **37** hindurch erstreckt bis zu dem oben angeordneten äußeren Ventilkpaket **39**. Die zentrale Längsbohrung erstreckt sich bis in einen hohlkreisförmigen gestuften Eingangsraum **43**. Eine Oberseite des Eingangsraums **43** wird mittels eines in Längsrichtung des Arbeitskolbens **17** verschieblich gelagerten Dichtpakets **45** abgedichtet. Das Dichtpaket **45** ist mittels eines Federpakets **47** federkraftbeaufschlagt, in Ausrichtung der [Fig. 6](#) gesehen, nach unten, so dass das Federpaket **47** entsprechende Dichtkräfte zum Abdichten des Eingangsraums **43** mittels des Dichtpakets **45** aufbringt. Das Federpaket **47** sowie das Dichtpaket **45** sind mittels eines Durchbruchs **49**, vorzugsweise einer Bohrung, mit der ersten Arbeitskammer **9** verbunden, so dass auf einer Rückseite des Dichtpakets **45** und/oder des Federpakets **47** ein identischer Druck wie in der ersten Arbeitskammer **9** herrscht.

[0038] Zentrisch ist das Dichtpaket **45** von einem Drosselstück **51** durchdrungen. Das Drosselstück **51** weist eine zentrische Drosselbohrung **53** auf, die insbesondere gestuft ausgeführt ist. Die Drosselbohrung **53** verbindet den Eingangsraum **43** mit einem von dem Federpaket **47** und dem Dichtpaket begrenzten Zwischenraum. Für den Fall, dass über den Einlass **41** eine schnell verlaufende Druckänderung anliegt, wird das Dichtpaket **45** angehoben, so dass das Hydraulikmedium über einen Ausgangsfluidpfad in Richtung der weiteren Durchflusssperre **31** aus dem Eingangsraum **43** ausströmen kann.

Für den Fall, dass die Druckänderung sehr langsam verläuft, kann das entsprechende Hydraulikmedium ausreichend schnell über die Drosselbohrung **53** des Drosselstücks **51** auf die Rückseite des Dichtpakets **45** gelangen, so dass sich auf der Vorderseite und der Rückseite des Dichtpakets **45** ein gleicher Druck einstellt, so dass das Dichtpaket **45** mittels des Federpakets **47** in einem dichtenden Anlagekontakt zum Abdichten des Eingangsraums **43** gehalten wird. Es ist ersichtlich, dass frequenzselektiv nur sehr schnell verlaufende Druckänderungen einen Durchfluss durch den Durchlass **33** bewirken. Vorteilhaft liegt auf der Rückseite des Federpakets **47** und über dieses auch auf der Rückseite des Dichtpakets **45** mittels des Durchbruchs **49** der Innendruck der ersten Arbeitskammer **9** an, so dass der Durchlass **33** auch die Funktionalität eines Rückschlagventils aufweist.

[0039] Der Ausgangsfluidpfad **55** mündet in die weitere Durchflusssperre **31**, die einen Ventilring **57** und einen Ventilringsitz **59** aufweist. Der Ventilring **57** kann in einem fluiddichten Anlagekontakt an den Ventilringsitz **59** anschlagen. Dabei ist der Ventilring **57** in einer Ruheposition beabstandet zu dem Ventilringsitz **59** angeordnet, so dass für vergleichsweise kleine Strömungsgeschwindigkeiten und/oder Differenzdrücke zwischen den Arbeitskammern **9**, **11** die differenzdruckgesteuerte weitere Durchflusssperre **31** geöffnet ist. Für höhere Differenzdrücke, also höhere Durchflussgeschwindigkeiten und/oder Durchflussvolumenströme greifen hydrodynamische Kräfte derartig an dem Ventilring **57** an, dass dieser unter einer elastischen Verformung an den Ventilringsitz **59** in einem fluiddichtenden Anlagekontakt anschlägt. Der Ventilring kann einen dichtenden Werkstoff, insbesondere einen elastischen, dichten Werkstoff, beispielsweise ein Elastomer, aufweisen. Alternativ und/oder zusätzlich kann der Ventilring **57** auch ein elastisch verformbares Metall aufweisen.

[0040] Die Funktionalität des unten dargestellten, äußeren Ventilkpakets **39** ist analog, so dass auf eine nähere Beschreibung verzichtet wird.

[0041] Im Folgenden wird die Funktion einer der weiteren Durchflusssperren **31**, gebildet durch das mittlere Ventilpaket **37** beispielhaft anhand eines Überströmens von der zweiten Arbeitskammer **11** in die erste Arbeitskammer **9** beschrieben. Ein entsprechender hydraulischer Fluidpfad ist in [Fig. 6](#) ebenfalls mittels geschwungenen Pfeilen symbolisiert. Das Hydraulikfluid strömt von der zweiten Arbeitskammer **11** zunächst über einen Einlass **61** in eine radial schräg verlaufende Verbindungsbohrung **63**. Zwischen dem Einlass **61** und der Verbindungsbohrung **63** ist eine Tellerfeder **65** angeordnet, die mittels einer Spiralfeder **67** derartig vorgespannt ist, dass in einem Kräftegleichgewicht eine Verbindung zwischen dem Ein-

lass **61** und der Verbindungsbohrung **63** verbleibt. Für den Fall eines langsamen Überströmens von dem Einlass **61** in die Verbindungsbohrung **63** verbleibt die Tellerfeder **65** in einer geöffneten Position. Für ein Überströmen bei höheren Differenzdrücken und/oder höheren Strömungsgeschwindigkeiten und/oder höheren Volumenströmen greifen hydrodynamische Kräfte an der Tellerfeder **65** an. Diese Kräfte führen zu einer weiteren Spannung der Tellerfeder **65** und zu einer Entlastung der Spiralfeder **67**, solange bis die Tellerfeder in einem dichtenden Anlagekontakt an einem Zentralkörper des mittleren Ventilkpakets **37** anschlägt und dabei den Einlass **61** in Richtung der Verbindungsbohrung **63** absperrt.

[0042] Die Verbindungsbohrung **63** mündet in einen ringförmigen Rückraum eines Rückschlagventilrings **69**. Der Rückschlagventilring **69** kann ein Dichtmaterial, insbesondere ein elastisches Dichtmaterial, insbesondere ein Elastomer aufweisen und ist, insbesondere im statischen Fall unter einer geringen Vorspannung in einem dichtenden Anlagekontakt mit dem Zentralkörper des mittleren Ventilkpakets **37**. Aufgrund hydrostatischer Kräfte und/oder hydrodynamischer Kräfte, die an dem Rückschlagventilring **69** angreifen, öffnet sich dieser für von der zweiten Arbeitskammer **11** in die erste Arbeitskammer **9** überströmendes Hydraulikmedium selbsttätig. Im umgekehrten Fall, also falls in der ersten Arbeitskammer **9** ein höherer Druck herrscht als in der zweiten Arbeitskammer **11** greift dieser Druck derartig an dem Rückschlagventilring **69** an, dass der dichtende Anlagekontakt stets vorhanden bleibt, also eine Flächenpressung die Druckdifferenz übersteigt. Der Rückschlagventilring **69** realisiert also ein Rückschlagventil.

[0043] [Fig. 7](#) zeigt einen weiteren Arbeitskolben **17**, angeordnet innerhalb des Arbeitszylinders **15** analog der Darstellung der [Fig. 6](#). Im Folgenden wird lediglich auf die Unterschiede eingegangen.

[0044] Im Unterschied sind gemäß der [Fig. 7](#) die weiteren Durchflusssperren **31** der äußeren Ventilkpakete **39** eingangsseitig den Einlässen **41** und damit den frequenzselektiven zeitweiligen hydraulischen Durchlässen **33** vorgeschaltet. Gemäß der Darstellung der [Fig. 6](#) sind diese den Ausgangsfluidpfaden **55**, also den frequenzselektiven zeitweiligen hydraulischen Durchlässen **33** nachgeschaltet. Ansonsten sind Ansprechverhalten und Funktionalität bezüglich eines Überströmens zwischen den Arbeitskammern **9** und **11** identisch.

[0045] Als weiterer Unterschied ist gemäß der Darstellung der [Fig. 6](#) eine die Einlässe **41** über die Radialbohrung und Längsverbindungsbohrung verbindende Querbohrung **71** vorgesehen. Die Querbohrung **71** dient zum Realisieren der in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) dargestellten Drossel **25**.

[0046] Gemäß den Darstellungen der [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) kann das mittlere Ventilkpaket **37** zur Realisierung eines möglichst hohen Komforts ausgelegt sein, also bereits bei vergleichsweise kleinen Differenzdrücken ansprechen. Dementsprechend kann das äußere Ventilkpaket **39** so ausgelegt sein, dass dieses erst bei höherem Differenzdruck anspricht, insbesondere erst bei einem höheren Differenzdruck die weiteren Durchflusssperren **31** schließen.

[0047] Die in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 7](#) dargestellte Federdämpfervorrichtung **1** realisiert einen aktiven Einrohrdämpfer mit Motorgenerator **13** bzw. Motorgeneratorpumpe und den zwei hydropneumatischen Energiespeichern **3**, **5**.

[0048] Vorteilhaft kann eine Komfortsteigerung durch Verringerung von dynamischen Kraftspitzen sowie einer dynamischen Steifigkeit der aktiven Federdämpfervorrichtung **1** mittels der in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 7](#) beschriebenen passiven Freischaltung der Arbeitskammern **9**, **11** erzielt werden, wobei die passive Freischaltung innerhalb des Arbeitskolbens **17** oder zumindest mit diesem mitbeweglich realisiert ist.

[0049] Vorteilhaft kann durch die zwei optional wechselseitig gesperrten Strömungsdrosseln ein Druckspitzenabbau auch bei höheren Druckdifferenzen erfolgen. Parallel zu diesen kann vorteilhaft durch die zwei wechselseitig gesperrten, gedrosselten, differenzdruckgesteuerten Durchflusssperren **23** ein vorteilhaft sanfter Dämpfungsbeginn aus einer Nulldruckdifferenz zwischen den Arbeitskammern **9** und **11** erzielt werden, wobei die Durchflusssperren **23** so ausgelegt sein können, dass diese bereits bei geringen Dämpferdruckdifferenzen schließen. Optional kann parallel geschaltet zu den übrigen hydraulischen Elementen die Drossel **25** zwischen die Arbeitskammern **9** und **11** im Sinne einer ständig offenen Umgehungs-drossel geschaltet sein.

[0050] Gemäß der Darstellung der [Fig. 4](#) können zwei weitere Durchflusssperren **31** vorgesehen sein, welche erst bei mittleren bis höheren Dämpferdruckdifferenzen schließen.

[0051] Gemäß der Darstellung der [Fig. 5](#) sind zusätzlich zwei wechselseitig gesperrte, gedrosselte, frequenzselektive, zeitweilige, hydraulische Durchlässe **33** vorgesehen, die jeweils mit den weiteren differenzdruckgesteuerten Durchflusssperren **31** in Reihe geschaltet sind, wobei diese erst bei mittleren bis höheren Dämpferdruckdifferenzen schließen. Parallel dazu sind die zwei Durchflusssperren **23** geschaltet.

[0052] Alternativ und/oder zusätzlich können die in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 7](#) dargestellten hydraulischen Funktionselemente miteinander kombiniert werden, beispielsweise alle gemeinsam vorgesehen sein.

[0053] Allgemein weisen die differenzdruckgesteuerten hydraulischen Durchflusssperren **23** einen durch Federkraft entgegen einer Wirkrichtung fließenden hydraulischen Strömung offen gehaltenen Sperrkörper auf, der ab einer bestimmten Druckdifferenz bzw. einer von diesen erzeugten Strömungsgeschwindigkeit gegen eine entsprechende Öffnungsfeder auf einen entsprechenden Dichtsitz gedrückt wird und die Strömung dadurch sperrt, jeweils in Verbindung mit einem in Gegenflussrichtung sperrenden Rückschlagventil sowie optional einer mit den beschriebenen Elementen in Reihe geschalteten Drosselstelle. Unter einer optional in Reihe geschalteten Drosselstelle kann beispielsweise eine zusätzliche Verengung in einem entsprechenden Fluidpfad verstanden werden. Alternativ und/oder zusätzlich kann auch ein sich grundsätzlich aufgrund einer entsprechenden hydraulischen Anordnung ergebender Strömungswiderstand der Durchflusssperren **23** verstanden werden.

57	Ventilring
59	Ventilringsitz
61	Einlass
63	Verbindungsbohrung
65	Tellerfeder
67	Spiralfeder
69	Rückschlagventilring
71	Querbohrung
73	Krafffahrzeug

[0054] Alternativ und/oder zusätzlich ist denkbar, den Sperrkörper und die Öffnungsfeder und/oder in dieser Anmeldung beschriebene Rückschlagventile in einem Bauteil zu integrieren beziehungsweise konstruktiv zu vereinigen, beispielsweise in Form von elastisch verformbaren metallischen Federplättchen, beispielsweise der Tellerfeder **65** und/oder des Ventilrings **57** und/oder des Rückschlagventilrings **69**.

Bezugszeichenliste

1	Federdämpfervorrichtung
3	erster Energiespeicher
5	zweiter Energiespeicher
7	Drosselrückschlagventil
9	erste Arbeitskammer
11	zweite Arbeitskammer
13	Motorgenerator
15	Arbeitszylinder
17	Arbeitskolben
19	Kolbenstange
21	Ventilanordnung
23	Durchflusssperren
25	Drossel
27	Strömungsdrossel
29	hydraulische Lose
31	Durchflusssperre
33	Durchlass
35	Pfeil
37	mittleres Ventilpaket
39	äußeres Ventilpaket
41	Einlass
43	Eingangsraum
45	Dichtpaket
47	Federpaket
49	Durchbruch
51	Drosselstück
53	Drosselbohrung
55	Ausgangsfluidpfad

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 2098389 A1 [[0002](#)]

Patentansprüche

1. Federdämpfervorrichtung (1) mit:

- einem mit einem Hydraulikmedium gefüllten oder befüllbaren Arbeitszylinder (15),
- einem innerhalb des Arbeitszylinders (15) verschieblich gelagerten und diesen in eine erste und eine zweite Arbeitskammer (9, 11) teilenden Arbeitskolben (17),
- einer dem Arbeitskolben (17) fest zugeordneten und die erste Arbeitskammer (9) durchdringenden Kolbenstange (19),
- einem den Arbeitskammern (9, 11) zugeordneten hydraulischen Motorgenerator (13),

gekennzeichnet durch:

- eine dem Arbeitskolben (17) mitbeweglich zugeordnete, zwischen die Arbeitskammern (9, 11) geschaltete, hydraulische und passive Ventilanordnung (21).

2. Federdämpfervorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung (21) zwei wechselseitig gesperrte, parallel zueinander und jeweils zwischen die Arbeitskammern (9, 11) geschaltete, gedrosselte, differenzdruckgesteuerte Durchflusssperren (23) aufweist.

3. Federdämpfervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung (21) zwei wechselseitig gesperrte, parallel zueinander und jeweils zwischen die Arbeitskammern (9, 11) geschaltete Strömungsdröseln (27) aufweist.

4. Federdämpfervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung (21) eine zwischen die Arbeitskammern (9, 11) geschaltete, hydraulische Lose (29) mit zumindest einer Eigenschaft der Gruppe: beidseitig wirkend, amplitudenselektiv, gedrosselt aufweist.

5. Federdämpfervorrichtung nach einem der vorhergehenden drei Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung (21) eine Vielzahl der zwei wechselseitig gesperrten, parallel zueinander und jeweils zwischen die Arbeitskammern (9, 11) geschalteten, differenzdruckgesteuerten Durchflusssperren (23, 31) aufweist.

6. Federdämpfervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung (21) zwei wechselseitig gesperrte, gedrosselte, frequenzselektive zeitweilige und jeweils zwischen die Arbeitskammern (9, 11) geschaltete hydraulische Durchlässe (33) aufweist.

7. Federdämpfervorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die zeitweiligen hydraulischen Durchlässe (33) jeweils

mit einer der gedrosselten, differenzdruckgesteuerten Durchflusssperren (31) in Reihe geschaltet sind.

8. Kraftfahrzeug (73) mit einer Federdämpfervorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

STAND DER TECHNIK

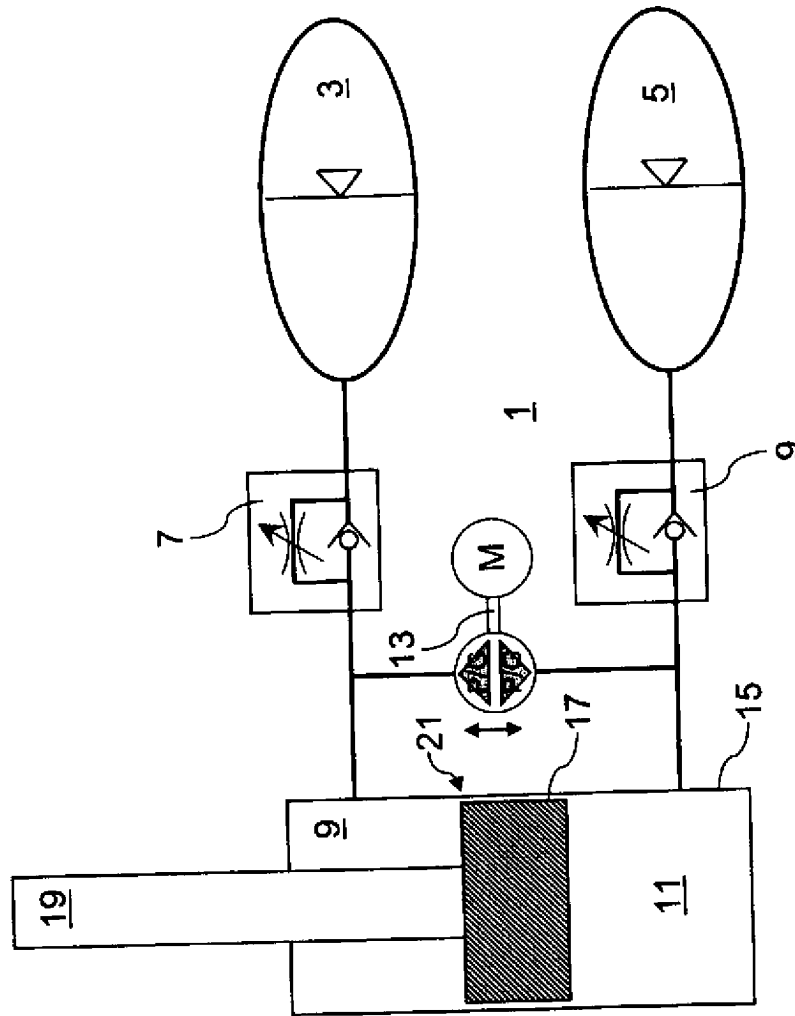


Fig. 1

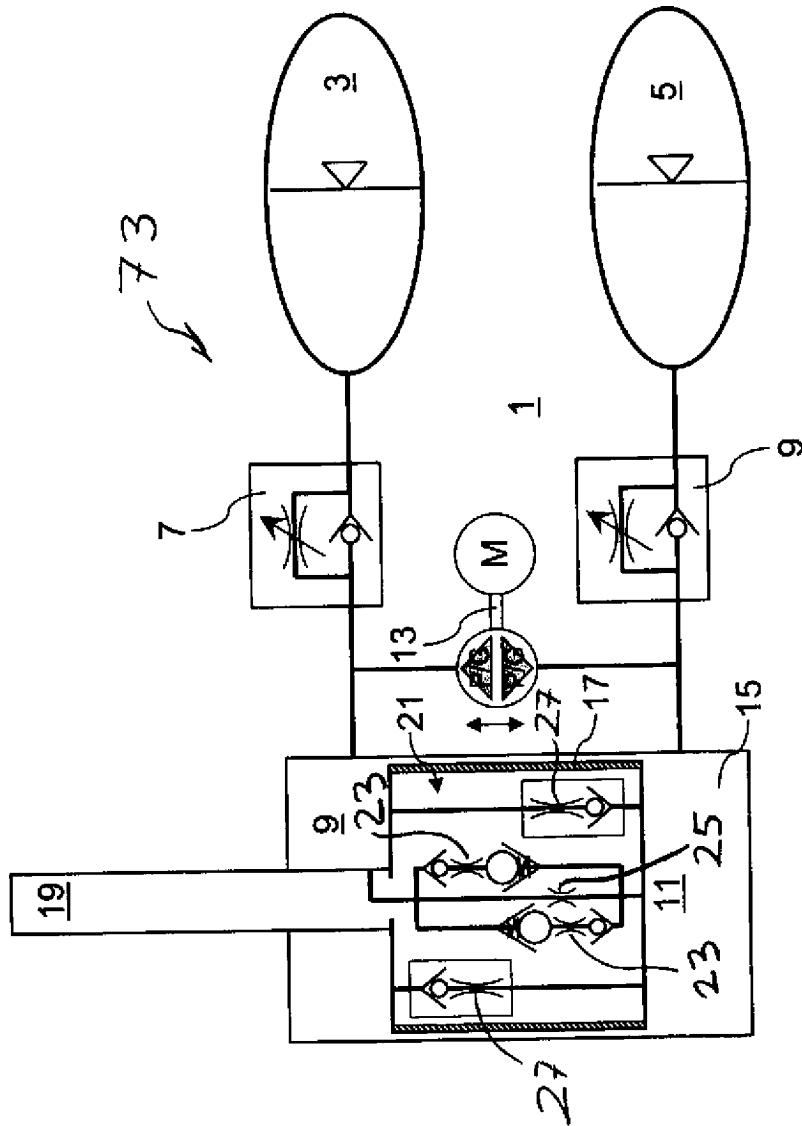


Fig. 2

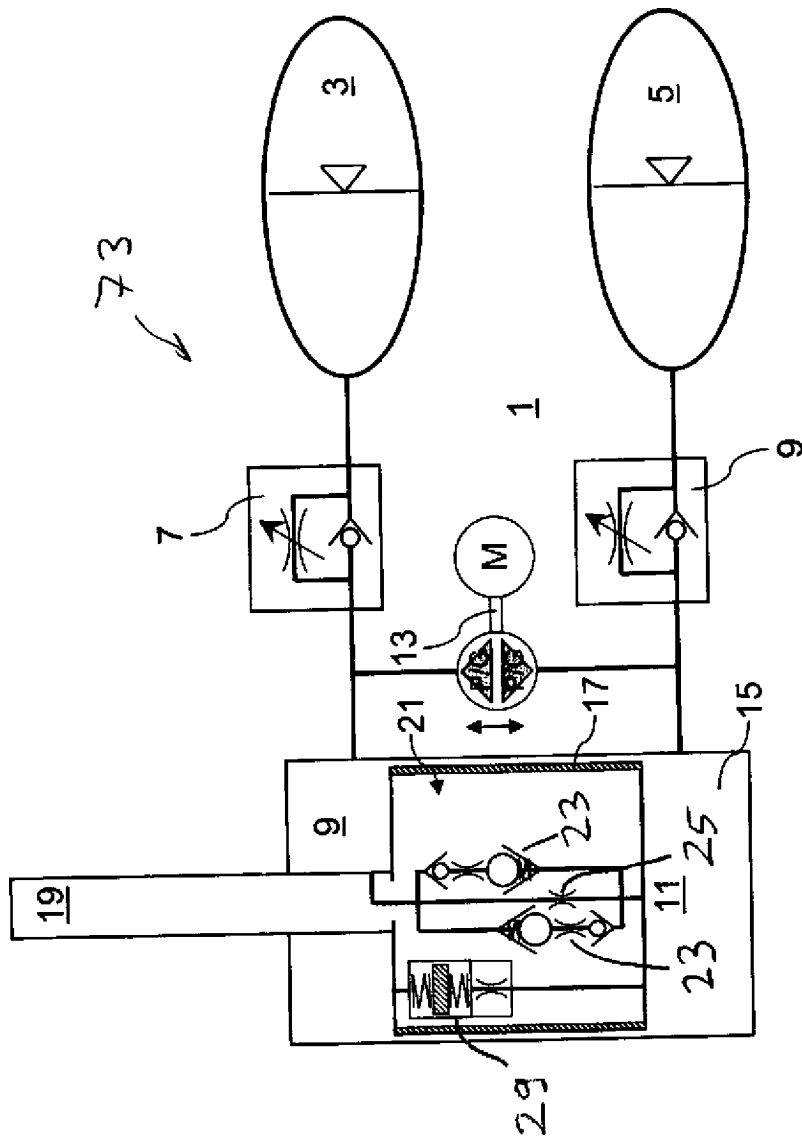


Fig. 3

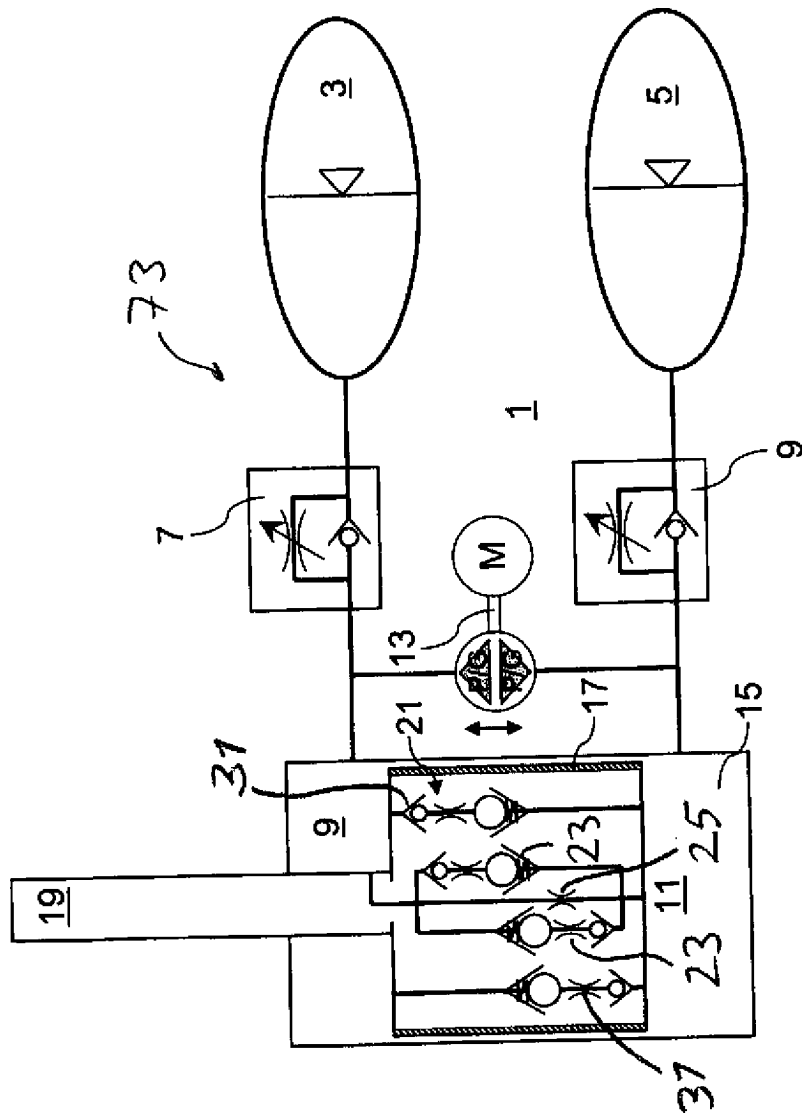


Fig. 4

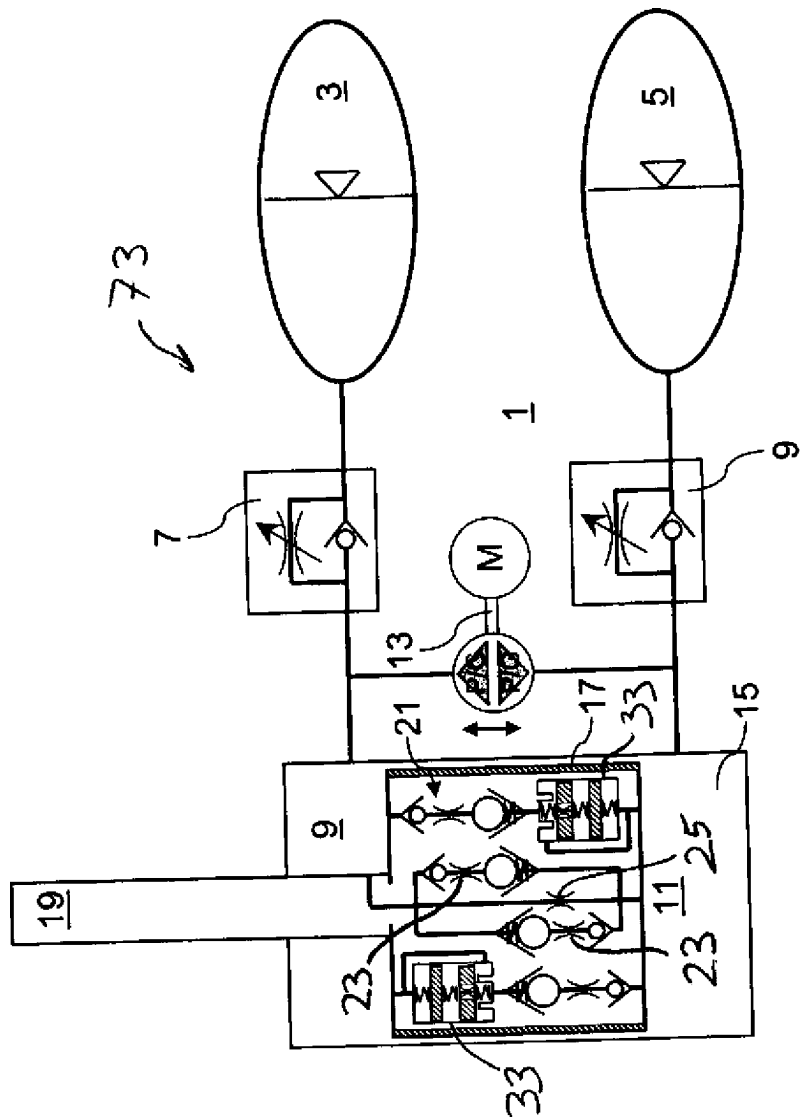


Fig. 5

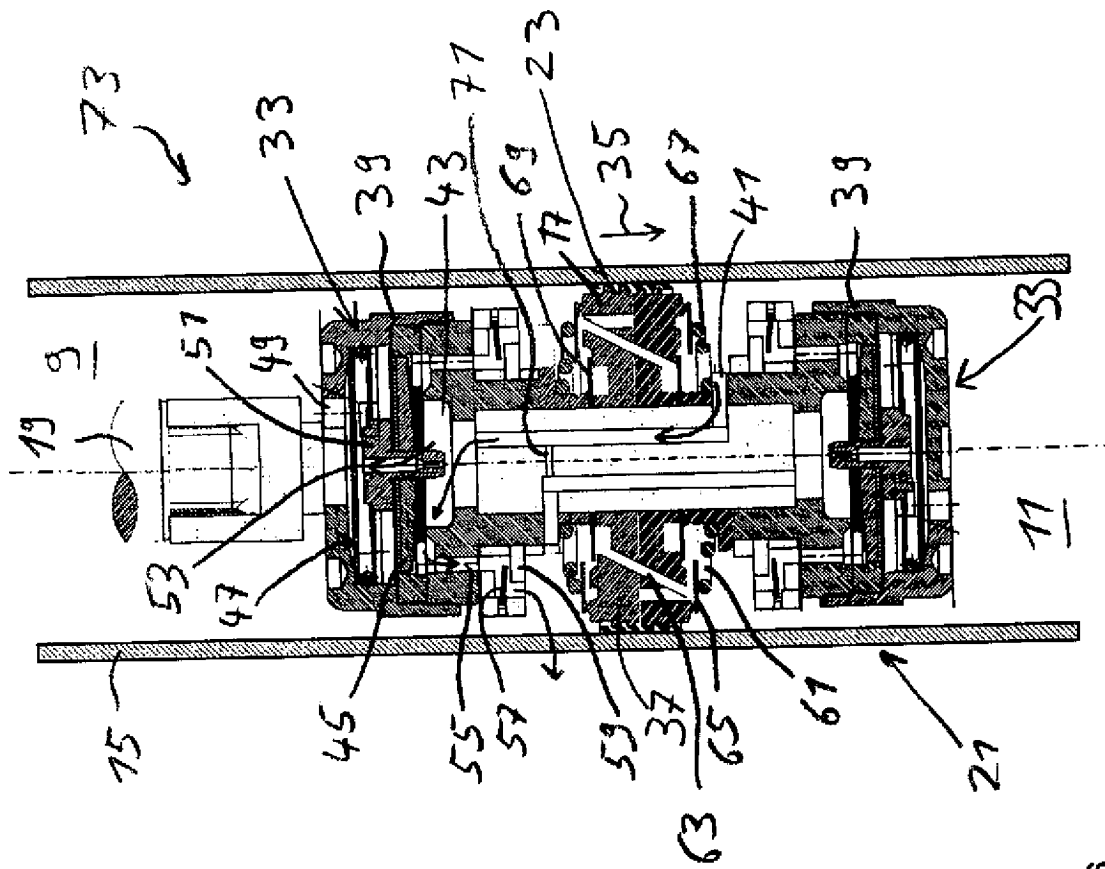


Fig. 6

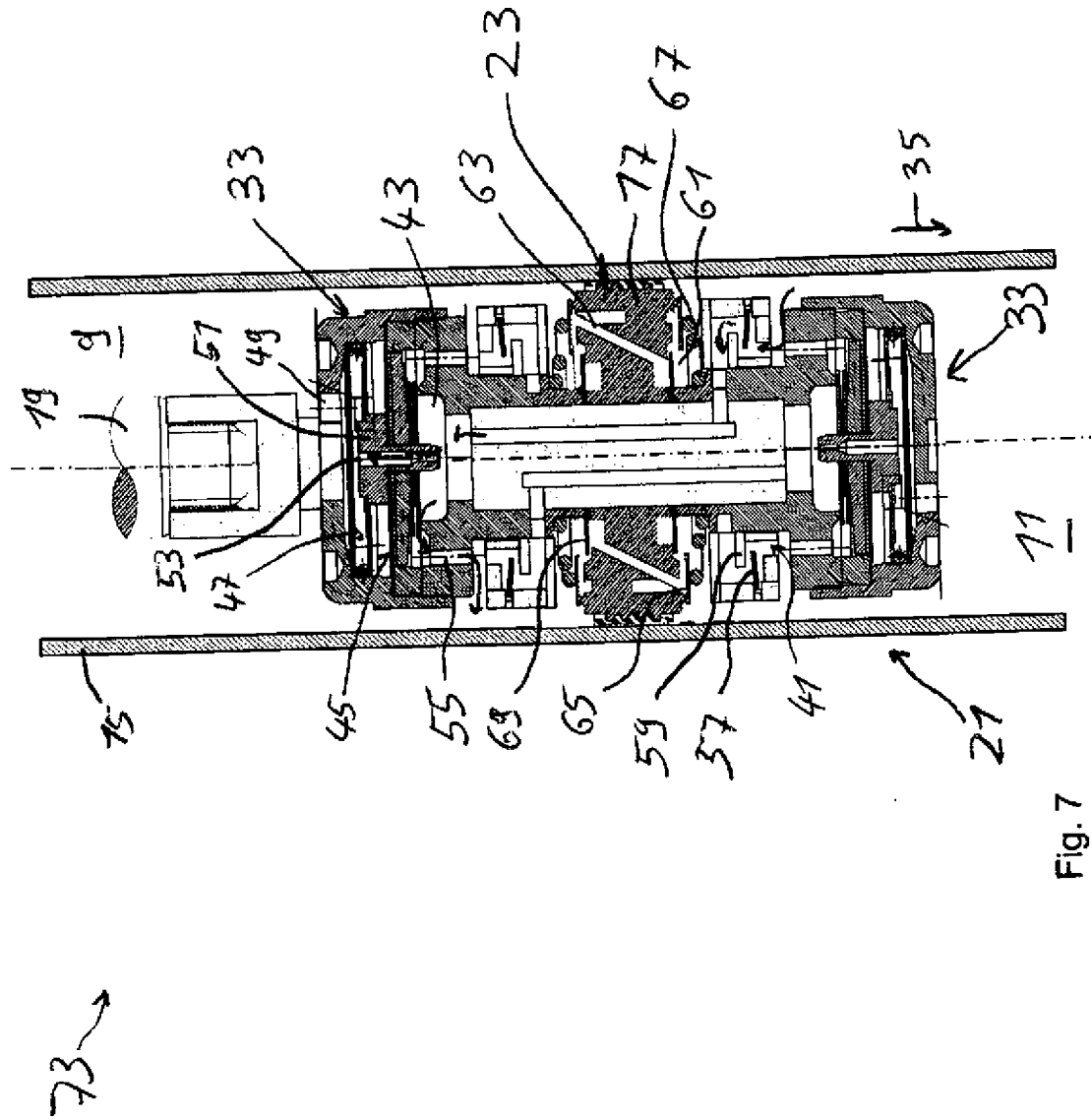


Fig. 7