



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2009 022 328 A1** 2010.06.17

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 022 328.2**

(22) Anmeldetag: **22.05.2009**

(43) Offenlegungstag: **17.06.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F16F 9/46** (2006.01)  
**B60G 13/08** (2006.01)

(66) Innere Priorität:  
**10 2008 061 272.3 10.12.2008**

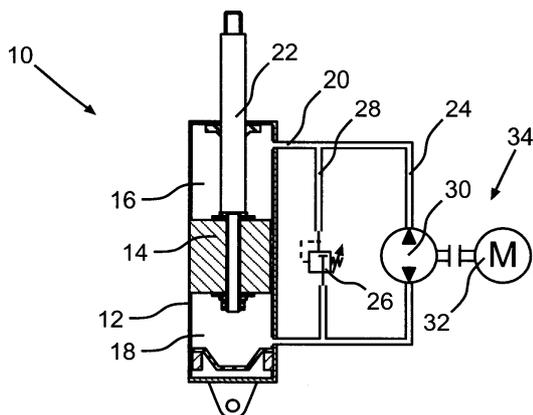
(71) Anmelder:  
**Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Ammon, Dieter, Prof. Dr. Ing., 71686 Remseck, DE;**  
**Rieger, Karl-Josef, Dr. Ing., 72108 Rottenburg, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Dämpfereinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Dämpfereinrichtung (10), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Zylinder (12) und einem in dem Zylinder (12) bewegbar gehaltenen Arbeitskolben (14), welcher zwischen einem ersten Arbeitsraum (16) und einem zweiten Arbeitsraum (18) angeordnet ist. Die Dämpfereinrichtung (10) weist eine die Arbeitsräume (16, 18) unter Umgehung zumindest eines Elements des Arbeitskolbens (14) verbindende Umgehungsleitung (20) auf. Die Umgehungsleitung (20) weist des Weiteren eine Regeleinrichtung (26, 34) auf, mittels welcher ein Volumenstrom eines Fluids durch die Umgehungsleitung (20) einstellbar ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Dämpfereinrichtung, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Zylinder und einem in dem Zylinder bewegbar gehaltenen Arbeitskolben, welcher zwischen einem ersten Arbeitsraum und einem zweiten Arbeitsraum angeordnet ist, und mit einer die Arbeitsräume unter Umgehung zumindest eines Elements des Arbeitskolbens verbindenden Umgehungsleitung.

**[0002]** Bei einer derartigen, aus dem Stand der Technik bekannten Dämpfereinrichtung zum Dämpfen einer Bewegung eines Rades gegenüber einem Aufbau eines Kraftfahrzeugs ist in der Umgehungsleitung ein beweglicher magnetischer Kolben angeordnet. Die die Arbeitsräume unter Umgehung des Arbeitskolbens verbindenden Umgehungsleitung ist mit einer elektrisch leitfähigen Wicklung umgeben. Bei einer derartigen Dämpfereinrichtung führen ein Einfedern oder ein Ausfedern des Rades mit geringen Amplituden zunächst zu einem Eintreten eines Fluids in die Umgehungsleitung und hierbei zu einem Verschieben des magnetischen Kolbens in der Umgehungsleitung, wodurch in der elektrisch leitfähigen Wicklung Induktionsenergie erzeugt wird. Bis der magnetische Kolben in der Umgehungsleitung eine Endposition erreicht hat, strömt das Fluid vorwiegend durch die Umgehungsleitung. Nach dem Erreichen seiner Endposition in der Umgehungsleitung, wenn also kein hydraulisches Fluid mehr in die Umgehungsleitung einströmen kann, strömt das Fluid verstärkt durch Fluidkanäle in dem Arbeitskolben von dem ersten Arbeitsraum in den zweiten Arbeitsraum oder umgekehrt.

**[0003]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Dämpfereinrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche ein hochkomfortables Dämpfen ermöglicht.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch eine Dämpfereinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

**[0005]** Bei der erfindungsgemäßen Dämpfereinrichtung, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Zylinder und einem in dem Zylinder bewegbar gehaltenen Arbeitskolben, welcher zwischen einem ersten Arbeitsraum und einem zweiten Arbeitsraum des Zylinders angeordnet ist, und mit einer die Arbeitsräume unter Umgehung zumindest eines Elements des Arbeitskolbens verbindenden Umgehungsleitung, weist die Umgehungsleitung eine Regeleinrichtung auf, mittels welcher ein Volumenstrom eines Fluids durch die Umgehungsleitung einstellbar ist. Die Umgehungsleitung kann hierbei, je nach verfügbarem Bau- raum, innerhalb oder außerhalb des Zylinders ange-

ordnet sein. Umfasst ein Element des Arbeitskolbens wenigstens einen die Arbeitsräume verbindenden Fluidkanal, so ist durch die Umgehungsleitung eine parallel zu dem wenigstens einen Fluidkanal durchströmbare Verbindung der Arbeitsräume geschaffen. Die Umgehungsleitung kann hierbei auch innerhalb des Arbeitskolbens angeordnet sein. Mittels dieser Umgehungsleitung ist somit der wenigstens eine Fluidkanal des Arbeitskolbens umgehbar.

**[0006]** Eine solche Regeleinrichtung ermöglicht ein Einstellen eines jeweiligen Volumenstroms des Fluids durch die Umgehungsleitung, wodurch ein glatter, sanfter Dämpfkraftaufbau erreichbar ist. Eine derartige, als Verstelldämpfer ausgebildete Dämpfereinrichtung ermöglicht somit ein hochkomfortables Dämpfen.

**[0007]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Regeleinrichtung wenigstens ein Druckregelventil. Das Druckregelventil ist hierbei so einstellbar, dass eine Druckdifferenz eines Drucks des Fluid stromaufwärts des Druckregelventils und stromabwärts des Druckregelventils konstant haltbar ist. Mittels des Druckregelventils kann eine Kennlinie der Dämpfereinrichtung wunschgemäß eingeregelt beziehungsweise abgestimmt werden.

**[0008]** Des Weiteren ist bei einer derartigen Dämpfereinrichtung ein Verhärten der Dämpfereinrichtung vermeidbar, wenn eine ungefederte Masse, beispielsweise ein Rad eines Kraftfahrzeugs, mit hoher Frequenz zum Schwingen mit einer Eigenfrequenz der ungefederten Masse angeregt wird. Bei konventionellen Dämpfereinrichtungen von Kraftfahrzeugen führt hingegen ein Anregen des Rades zum Schwingen mit der Eigenfrequenz des Rades, etwa in Folge von Straßenunebenheiten, zu einem Verhärten der Dämpfereinrichtung, da sich zwischen den Arbeitsräumen kein angemessen dämpfend wirkender Volumenstrom einstellt.

**[0009]** Die wenigstens ein Druckregelventil umfassende Regeleinrichtung ermöglicht darüber hinaus ein wunschgemäßes Vorgeben der Kennlinie der Dämpfereinrichtung, insbesondere mittels einer Software. Mittels der wenigstens ein Druckventil aufweisenden Regeleinrichtung ist des Weiteren eine amplitudenabhängige Dämpfung der Dämpfereinrichtung und/oder eine frequenzabhängige Dämpfung erreichbar. Bei der amplitudenabhängigen Dämpfung ist ein verstärktes Dämpfen mit Erreichen oder Überschreiten einer vorgebbaren Amplitude einstellbar. Ziel der frequenzabhängigen Dämpfung ist es, hohe Frequenzen weniger stark zu dämpfen als niedrigere Frequenzen.

**[0010]** Ist das Druckregelventil als einseitig wirkendes Druckregelventil ausgebildet, so ist eine weitere Umgehungsleitung vorzusehen, wobei eine das ein-

seitig wirkende Druckventil aufweisende Umgehungsleitung dem Übertreten des Fluids von dem ersten Arbeitsraum in den zweiten Arbeitsraum und die zweite, das einseitig wirkende Druckregelventil aufweisende Umgehungsleitung dem Übertreten des Fluids aus dem zweiten Arbeitsraum in den ersten Arbeitsraum dient. Durch entsprechende Absperreinrichtungen, insbesondere Rückschlagventile, ist ein Weg des Fluids durch die jeweilige Umgehungsleitung vorgebar.

**[0011]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Regelventil doppelseitig wirkend ausgebildet. Hierbei kann dann lediglich eine Umgehungsleitung vorgesehen sein, was die Komplexität der Dämpfereinrichtung verringert.

**[0012]** In einer ergänzenden oder alternativen Ausgestaltung der Erfindung kann die Regeleinrichtung eine Pumpeinrichtung umfassen, welche zum Beaufschlagen des Fluids mit Bewegungsenergie mit einem elektromechanischen Wandler gekoppelt ist. Eine derartige Pumpeinrichtung kann insbesondere dann zum Einsatz kommen, wenn der erste und der zweite Arbeitsraum sowohl über die Umgehungsleitung als auch über wenigstens einen in dem Arbeitskolben ausgebildeten Fluidkanal miteinander verbunden sind.

**[0013]** Auch ohne Vorsehen eines Druckregelventils in der Umgehungsleitung ermöglicht eine derartige, die Pumpeinrichtung und den elektromechanischen Wandler aufweisende Dämpfereinrichtung einen glatten, sanften Dämpfkraftaufbau, bei welchem ein Trägheitsmoment des elektromechanischen Wandlers kompensierbar ist. Ergänzend oder alternativ kann eine elastische Anbindung des Arbeitskolbens vorgesehen sein. Auch eine Regeleinrichtung, welche lediglich die mit dem elektromechanischen Wandler gekoppelte Pumpeinrichtung umfasst, ermöglicht ein Vorgeben der Kennlinie der Dämpfereinrichtung, insbesondere mittels Software. Dadurch dass mittels der beispielsweise als Motor-Pumpe-Einheit ausgebildeten Regeleinrichtung Kräfte entgegen der Bewegungsrichtung erzeugbar sind, lassen sich mittels der Dämpfereinrichtung Funktionen einer aktiven Federung realisieren. Eine derartige, auch als Activ-Body-Control (ABC) bezeichnete aktive Federung ermöglicht ein Einstellen eines gewünschten Niveaus des Aufbaus des Kraftfahrzeugs bei Bremsvorgängen, Beschleunigungen, beim Überfahren von Fahrbahnebenheiten und/oder in Kurven. Zudem können Fahrzeugaufbau- und Radbewegungen dynamisch beeinflusst werden.

**[0014]** Als weiter vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn die Bewegungsenergie des Fluids in einem passiven Zustand des elektromechanischen Wandlers in elektrische Energie wandelbar ist. Der hierbei als Generator wirkende elektromechanische Wandler

ermöglicht also in vorteilhafter Weise ein Rückgewinnen von Energie der Dämpfereinrichtung, welche bei konventionellen Dämpfereinrichtungen in einer Größenordnung beispielsweise von 120 Watt bis 160 Watt verloren geht.

**[0015]** Durch das Bereitstellen von zusätzlichen Stellkräften mittels der Motor-Pumpe-Einheit ist selbst bei einer auf Zug beanspruchten Dämpfereinrichtung, wenn also eine mit dem Arbeitskolben verbundene Kolbenstange aus dem Zylinder heraus bewegt wird, eine Kraft in Bewegungsrichtung aufbringbar, während eine konventionelle Dämpfereinrichtung eine Dämpfkraft lediglich entgegen der Bewegungsrichtung bereitstellt. Dadurch ist eine besonders große Freiheit beim Vorgeben der Kennlinie der Dämpfereinrichtung gegeben und zudem kann die Funktion einer aktiven Federung dargestellt werden.

**[0016]** Weist die Regeleinrichtung in einem ersten Strang der Umgehungsleitung das Druckregelventil auf, und in einem zweiten Strang der Umgehungsleitung die mit dem elektromechanischen Wandler gekoppelte Pumpeinrichtung, so sind die für die jeweilige Regeleinrichtung vorstehend beschriebenen Vorteile kombinierbar.

**[0017]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung geben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen sowie anhand der Zeichnungen, in welchen gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigen:

**[0018]** [Fig. 1](#) eine erste Ausführungsform einer verstellbaren Dämpfereinrichtung eines Kraftfahrzeugs, bei welcher in einer Umgehungsleitung zwei jeweils einseitig wirkende Druckregelventile angeordnet sind;

**[0019]** [Fig. 2](#) eine zweite Ausführungsform einer Dämpfereinrichtung eines Kraftfahrzeugs, bei welcher anstatt der Druckregelventile eine Motor-Pumpe-Einheit vorgesehen ist;

**[0020]** [Fig. 3](#) eine dritte Ausführungsform einer Dämpfereinrichtung eines Kraftfahrzeugs, welche ein zweiseitig wirkendes Druckregelventil und eine reversierbare Motor-Pumpe-Einheit aufweist;

**[0021]** [Fig. 4](#) eine vierte Ausführungsform einer Dämpfereinrichtung eines Kraftfahrzeugs, bei welcher eine reversierbare Motor-Pumpe-Einheit und ein einseitig wirkendes Druckregelventil einem Zweirohrdämpfer zugeordnet sind;

**[0022]** [Fig. 5](#) eine alternative Ausführungsform der Dämpfereinrichtung gemäß [Fig. 4](#), wobei eine nicht reversierbare Motor-Pumpe-Einheit vorgesehen ist,

[0023] [Fig. 6](#) eine fünfte Ausführungsform der Dämpfereinrichtung eines Kraftfahrzeugs; mit einem Druckregel- und einem Druckbegrenzungsventil,

[0024] [Fig. 7](#) eine alternative Ausführungsform der Dämpfereinrichtung gemäß [Fig. 6](#), und

[0025] [Fig. 8](#) die schematisch dargestellten Arbeitsbereiche der Dämpfereinrichtung gemäß [Fig. 6](#).

[0026] [Fig. 1](#) zeigt schematisch eine als Einrohr-Schwingungsdämpfer ausgebildete Dämpfereinrichtung **10** für ein Kraftfahrzeug. Die Dämpfereinrichtung umfasst einen Zylinder **12** und einen in dem Zylinder **12** bewegbar gehaltenen Arbeitskolben **14**. Mittels des Arbeitskolbens **14** sind ein erster Arbeitsraum **16** und ein zweiter Arbeitsraum **18** in dem Zylinder **12** voneinander getrennt. Beim Bewegen des Arbeitskolbens **14** in dem Zylinder **12** erfolgt ein Übertritt eines Fluids, beispielsweise eines Hydrauliköls, zwischen den Arbeitsräumen **16**, **18** über eine Umgehungsleitung **20**. Wird also eine an dem Arbeitskolben **14** festgelegte Kolbenstange **22** aus dem Zylinder **12** herausbewegt, so tritt das Fluid aus dem ersten Arbeitsraum **16** über die Umgehungsleitung **20** in den zweiten Arbeitsraum **18** über. Bei dieser durch ein Ausfedern bewirkten Bewegung des Arbeitskolbens **16** strömt das Fluid dem zweiten Arbeitsraum **18** über einen ersten Strang **28** der Umgehungsleitung **20** zu. In dem ersten Strang **28** der Umgehungsleitung **20** ist als Regeleinrichtung ein einseitig wirkendes Druckregelventil **26** angeordnet. Durch Ansteuern des Druckregelventils **26** ist es ermöglicht, eine Druckdifferenz in dem ersten Strang **28** weitgehend konstant zu halten.

[0027] Die Umgehungsleitung **20** weist einen zweiten Strang **24** auf, in welchem ebenfalls ein einseitig wirkendes Druckregelventil **26** angeordnet ist. Auch das in dem zweiten Strang **24** angeordnete Druckregelventil **26** ist so ansteuerbar, dass beim Übertreten des Fluids aus dem zweiten Arbeitsraum **18** in dem ersten Arbeitsraum **16** über die Umgehungsleitung **20** eine Druckdifferenz konstant haltbar ist.

[0028] Diese, die zwei Druckregelventile **26** umfassende Regeleinrichtung ermöglicht ein glattes, sanftes Aufbauen einer Dämpfkraft der Dämpfereinrichtung **10**, ohne dass bei hochfrequenten Anregungen eines Rades des Kraftfahrzeugs, etwa aufgrund von Unebenheiten einer Fahrbahn, und bei einem daraus resultierenden Schwingen des Rades mit seiner Eigenfrequenz eine Verhärtung der Dämpfereinrichtung **10** gegeben ist. Ein Vorgeben einer Kennlinie der Dämpfereinrichtung **10**, etwa mittels einer Software, ermöglicht ein Einstellen eines jeweiligen Volumenstroms des Fluids durch den jeweiligen Strang **24**, **28** der Umgehungsleitung **20**, so dass ein hoch komfortables Dämpfen mittels der Dämpfereinrichtung **10** ermöglicht ist.

[0029] Bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform der ebenfalls als Einrohr-Schwingungsdämpfer ausgebildeten Dämpfereinrichtung **10** weist die Umgehungsleitung **20** lediglich einen Strang auf. Bei dieser Ausführungsform ist in der Umgehungsleitung **20** eine beidseitig wirkende Pumpeinrichtung **30** angeordnet. Die mit einem elektromechanischen Wandler **32** gekoppelte Pumpeinrichtung **30** ist Bestandteil einer Motor-Pumpe-Einheit **34**. Mittels der als Motor-Pumpe-Einheit **34** ausgebildeten Regeleinrichtung ist ein Einstellen eines Volumenstroms des Fluids in der Umgehungsleitung **20** sowohl beim Übertreten des Fluids aus dem ersten Arbeitsraum **16** in den zweiten Arbeitsraum **18** als auch in umgekehrter Richtung ermöglicht. Des Weiteren weist bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform der Dämpfereinrichtung **10** der Arbeitskolben **14** zwei Fluidkanäle **36** auf, deren Durchströmbarkeit mittels jeweiliger Plattenventile einstellbar ist. Durch die Fluidkanäle **36** sind die Arbeitsräume **16**, **18** miteinander verbunden. In alternativen Ausführungsformen können in auch mehr als zwei die Arbeitsräume **16**, **18** verbindende Fluidkanäle **36** vorgesehen sein.

[0030] Über die Motor-Pumpe-Einheit **34** sind Zusatzkräfte generierbar, welche entgegen oder in einer Bewegungsrichtung des Arbeitskolbens **14** relativ zu dem Zylinder **12** aufbringbar sind. Dadurch ist mittels der Motor-Pumpe-Einheit **34** eine aktive Federung bzw. Niveauregulierung eines die Dämpfereinrichtung **10** aufweisenden Fahrwerks ermöglicht. Des Weiteren ist der elektromechanische Wandler **32** als Generator nutzbar, so dass Bewegungsenergie des Fluids beim Durchströmen der Umgehungsleitung **20** in elektrische Energie wandelbar ist.

[0031] [Fig. 2](#) zeigt des Weiteren schematisch einen Arbeitsbereich **38** innerhalb dessen Kennlinien der Dämpfereinrichtung **10** gemäß der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform vorgebar sind. Eine Kraftachse **40** trennt hierbei Quadranten I und IV von Quadranten II und III, während eine Geschwindigkeitsachse **42** die Quadranten I und II von den Quadranten III und IV trennt. Die Quadranten I und IV bilden hierbei Zusammenhänge zwischen der relativen Dämpfergeschwindigkeit und der auf der Kraftachse **40** aufgetragenen Dämpferkraft bei einem Ausfedern der Dämpfereinrichtung ab. Die relative Dämpfergeschwindigkeit entspricht in dem Kraftfahrzeug der Geschwindigkeit einer Relativbewegung des Rades zu dem Aufbau des Kraftfahrzeugs. Die Quadranten II und III bilden den Zusammenhang zwischen Dämpfergeschwindigkeit und Dämpferkraft beim Einfedern ab. Der mittels der die Motor-Pumpe-Einheit **34** aufweisenden Dämpfereinrichtung **10** zur Verfügung stehende Arbeitsbereich **38** umfasst vorliegend Bereiche aller vier Quadranten I, II, III, IV.

[0032] Bei der in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsform der Dämpfereinrichtung **10** ist in einem der zwei

Stränge **24**, **28** der Umgehungsleitung **20** die Motor-Pumpe-Einheit **34** angeordnet, während in dem anderen Strang **28** das Druckregelventil **26** angeordnet ist. Das Druckregelventil **26** ist hierbei doppelseitig wirkend ausgebildet, ebenso wie die Pumpeinrichtung **30** der Motor-Pumpe-Einheit **34**. Die Dämpfereinrichtung **10** gemäß der in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsform vereinigt somit die Eigenschaften der mit Bezug auf [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) beschriebenen Ausführungsformen. Wie in der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform der Dämpfereinrichtung **10** weist der Arbeitskolben **14** keine Fluidkanäle auf, so dass ein Übertreten des Fluids zwischen den jeweiligen Arbeitsräumen **16**, **18**, lediglich über die Umgehungsleitung **20** erfolgt. In alternativen Ausführungsformen kann auch wenigstens ein die Arbeitsräume **16**, **18** verbindender Fluidkanal in dem Arbeitskolben **14** vorgesehen sein, so dass ein Fluidübergang zwischen den Arbeitsräumen **16**, **18** über die Umgehungsleitung **20** und den wenigstens einen Fluidkanal erfolgen kann.

**[0033]** Bei der in [Fig. 4](#) gezeigten Ausführungsform der Dämpfereinrichtung **10** ist eine erste Umgehungsleitung **20** vorgesehen, welche den ersten Arbeitsraum **16** mit dem zweiten Arbeitsraum **18** verbindet. In dieser Umgehungsleitung **20** ist die Motor-Pumpe-Einheit **34** mit der doppelseitig wirkenden Pumpeinrichtung **30** und dem elektromechanischen Wandler **32** angeordnet. Die Dämpfereinrichtung **10** ist bei der in [Fig. 4](#) gezeigten Ausführungsform jedoch als Zweirohr-Schwingungsdämpfer ausgebildet. Bei diesem Zweirohr-Schwingungsdämpfer weist der Zylinder **12** einen mittels eines Bodenventils **44** von den Arbeitsräumen **16**, **18** getrennten Ausgleichsraum **46** auf.

**[0034]** Über eine zweite Umgehungsleitung **20**, in welcher das einseitig wirkende Druckregelventil **26** angeordnet ist, sind der erste Arbeitsraum **16**, der zweite Arbeitsraum **18** und der Ausgleichsraum **46** hydraulisch miteinander verbunden. In der das Druckregelventil **26** aufweisenden zweiten Umgehungsleitung **20** sind fünf Rückschlagventile **48** angeordnet. Mittels der Rückschlagventile **48** ist ein Strömungsweg des Fluids durch die Umgehungsleitung **20** beim Übertreten von dem ersten Arbeitsraum **16** in den zweiten Arbeitsraum **18** und in den Ausgleichsraum **46** vorgegeben.

**[0035]** So stellt sich beim Ausfedern, also beim Herausbewegen der Kolbenstange **22** aus dem Zylinder **12**, ein Fluidstrom von dem ersten Arbeitsraum **16** über die zweite Umgehungsleitung **20** und das Druckregelventil **26** in den zweiten Arbeitsraum **18** über einen ersten Strang **50** der zweiten Umgehungsleitung **20** ein. Gleichzeitig wird das aus dem Druckregelventil **26** austretende Fluid über einen zweiten Strang **52** der zweiten Umgehungsleitung **20** dem Ausgleichsraum **46** zugeführt.

**[0036]** Durch das Anordnen des Rückschlagventils **48** in dem zweiten Strang **52** ist verhindert, dass beim Einfedern, also beim Bewegen der Kolbenstange **22** in den Zylinder **12** hinein, das Fluid aus dem Arbeitsraum **46** beim Durchströmen der Umgehungsleitung **20** den zweiten Strang **52** durchströmt. Stattdessen tritt das Fluid aus dem Arbeitsraum **46** über das, ein weiteres Rückschlagventil **54** aufweisende, Bodenventil **44** in den zweiten Arbeitsraum **18** über. Aus dem Arbeitsraum **18** strömt das Fluid beim Einfedern über den ersten Strang **50** der zweiten Umgehungsleitung **20** dem ersten Arbeitsraum **16** zu.

**[0037]** Die in [Fig. 5](#) gezeigte Ausführungsform der Dämpfereinrichtung **10** ist ebenfalls als Zweirohr-Schwingungsdämpfer ausgebildet, wobei über die fünf Rückschlagventile **48** aufweisende zweite Umgehungsleitung **20** mit dem einseitig wirkenden Druckregelventil **26** ein Fluidaustausch zwischen den Arbeitsräumen **16**, **18** und dem Ausgleichsraum **46** wie mit Bezug auf die in [Fig. 4](#) beschriebene Ausführungsform ermöglicht ist.

**[0038]** Demgegenüber ist die in der ersten Umgehungsleitung **20** angeordnete Pumpeinrichtung **30** der Motor-Pumpe-Einheit **34** einfach wirkend ausgebildet. Mittels eines in der ersten Umgehungsleitung **20** angeordneten Vier-Wege-Ventils **56** ist eine Flussrichtungssteuerung durch die erste Umgehungsleitung **20** beim Übertreten des Fluids aus dem ersten Arbeitsraum **16** in den zweiten Arbeitsraum **18** und umgekehrt ermöglicht.

**[0039]** Hierfür ist in vier Leitungssträngen **58** des Vier-Wege-Ventils **56** jeweils ein Drosselventil **60** mit einstellbarem Querschnitt angeordnet. Jeder der vier Leitungsstränge **58** des Vier-Wege-Ventils **56** ist mit einer Förderleitung **62** verbunden, in welcher mittels der Pumpeinrichtung **32** der Motor-Pumpe-Einheit **34** ein Fluidstrom in eine Richtung einstellbar ist. Die erste Umgehungsleitung **20** verzweigt sich zu jeweils zwei der vier Leitungsstränge **58** des Vier-Wege-Ventils **56**. Je nachdem, welche zwei Leitungsstränge **58** mittels des jeweiligen Drosselventils **60** gesperrt sind, ist in der Umgehungsleitung **20** so der gewünschte Volumenstrom des Fluids zwischen den Arbeitsräumen **16**, **18** einstellbar.

**[0040]** Bei der in [Fig. 6](#) gezeigten Ausführungsform der Dämpfereinrichtung **10** ist in einem der zwei Stränge **24**, **28** der Umgehungsleitung **20**, insbesondere im zweiten Strang **24** der Umgehungsleitung **20**, die Motor-Pumpe-Einheit **34** und das zur Motor-Pumpe-Einheit **34** in Reihe angeordnete Druckregelventil **26** angeordnet. Ferner weist der andere Strang **28** ein Druckbegrenzungsventil **64** auf, das parallel zur Motor-Pumpe-Einheit **34** angeordnet ist. Das Druckregelventil **26** und das Druckbegrenzungsventil **64** sind hierbei doppelseitig wirkend ausgebildet, ebenso wie die Pumpeinrichtung **30** der Motor-Pumpe-

pe-Einheit **34**. In einer alternativen Ausführungsform ist anstelle eines doppelseitig wirkenden Druckregelventils **26** und/oder Druckbegrenzungsventils **64** eine funktional der „Wheatstone-Brücke“ entsprechende Anordnung einfacher Rückschlagventile ebenfalls denkbar.

**[0041]** Durch die Parallelschaltung von Motor-Pumpe-Einheit **34** und Druckbegrenzungsventil **64** sowie das hierzu in Reihe angeordnete Druckregelventil **26** ermöglicht die Ausnutzung eines Zusatzvolumenstroms bei niederen Dämpferkräften, gemäß [Fig. 8](#).

**[0042]** In einer anderen oder alternativen Ausführungsform ist es denkbar, dass die Umgehungsleitung **20** lediglich einen Strang **24** aufweist, in welchem die Motor-Pumpe-Einheit **34** und das hierzu in Reihe angeordnete Druckregelventil **26** angeordnet sind.

**[0043]** Wie beispielsweise in der in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsform der Dämpfereinrichtung **10** weist der Arbeitskolben **14** keine Fluidkanäle auf, so dass ein Übertreten des Fluids zwischen den jeweiligen Arbeitsräumen **16**, **18**, lediglich über die Umgehungsleitung **20** erfolgt. In alternativen Ausführungsformen kann auch wenigstens ein die Arbeitsräume **16**, **18** verbindender Fluidkanal in dem Arbeitskolben **14** vorgesehen sein, so dass ein Fluidübergang zwischen den Arbeitsräumen **16**, **18** über die Umgehungsleitung **20** und den wenigstens einen Fluidkanal erfolgen kann.

**[0044]** In [Fig. 7](#) ist eine andere oder alternative Ausführungsform der im Wesentlichen in [Fig. 6](#) gezeigten Dämpfereinrichtung **10** dargestellt. Die Umgehungsleitung **20** der Dämpfereinrichtung **10** weist in deren ersten Strang **28** das Druckregelventil **26** auf. Weiterhin weist der zweite Strang **24** der Umgehungsleitung **20** die Motor-Pumpe-Einheit **34** sowie ein hierzu in Reihe angeordnetes Dämpfungsmittel **66**. Das Dämpfungsmittel **66** kann beispielsweise von einem Zylinder **68** mit einem Arbeitskolben **70** gebildet sein, wobei im Zylinder **68** ein Ölvolumen von einer ersten Arbeitskammer **72** in eine zweite Arbeitskammer **74** – und umgekehrt – verdrängt wird.

**[0045]** [Fig. 8](#) zeigt im Wesentlichen die schematischen Arbeitsbereiche **38**, gemäß [Fig. 2](#), innerhalb dessen Kennlinien der Dämpfereinrichtung **10** gemäß der in [Fig. 6](#) gezeigten Ausführungsformen vorgebar sind.

**[0046]** Wie in den Quadranten I und III als strichlierte Rechtecke DRV dargestellt, ermöglicht die Verwendung des Druckregelventils **26** höhere Dämpferkräfte, sowohl bei einem Ausfedern der Dämpfereinrichtung **10** als auch bei einem Einfedern der Dämpfereinrichtung **10**. Des Weiteren sind punktiert die Arbeitsbereiche DBV des Druckbegrenzungsventils **64**

dargestellt. Wie aus der Zeichnung zu entnehmen ist, ermöglicht das Druckbegrenzungsventil **64** höhere Dämpfergeschwindigkeiten beim Ein- und Ausfedern der Dämpfereinrichtung **10**. Ferner zeigen die Arbeitsbereiche R beim Ein- und Ausfedern der Dämpfereinrichtung **10** diejenigen Bereiche, in denen die Motor-Pumpe-Einheit **34** rekuperativ arbeitet, also elektrische Energie einem Verbraucher unmittelbar zur Verfügung stellt bzw. die elektrische Energie in einem Speichermedium, beispielsweise einer Batterie, einem Kondensator oder einem Akkumulator, zwischenspeichert.

**[0047]** In den Quadranten II und IV sind in den Arbeitsbereichen Q diejenigen Bereiche dargestellt, in denen beim Ein- bzw. Ausfedern der Dämpfereinrichtung **10** die Motor-Pumpe-Einheit **34** Zusatzkräfte entgegen der Bewegungsrichtung des Arbeitskolbens **14** generiert. Dadurch ist mittels der Motor-Pumpe-Einheit **34** eine aktive Federung bzw. Niveauregulierung eines die Dämpfereinrichtung **10** aufweisenden Fahrwerks ermöglicht.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Dämpfereinrichtung
<b>12</b>	Zylinder
<b>14</b>	Arbeitskolben
<b>16</b>	erster Arbeitsraum
<b>18</b>	zweiter Arbeitsraum
<b>20</b>	Umgehungsleitung
<b>22</b>	Kolbenstange
<b>24</b>	zweiter Strang
<b>26</b>	Druckregelventil
<b>28</b>	erster Strang
<b>30</b>	Pumpeinrichtung
<b>32</b>	Wandler
<b>34</b>	Motor-Pumpe-Einheit
<b>36</b>	Fluidkanal
<b>38</b>	Arbeitsbereich
<b>40</b>	Kraftachse
<b>42</b>	Geschwindigkeitsachse
<b>44</b>	Bodenventil
<b>46</b>	Ausgleichsraum
<b>48</b>	Rückschlagventil
<b>50</b>	erster Strang
<b>52</b>	zweiter Strang
<b>54</b>	Rückschlagventil
<b>56</b>	Vier-Wege-Ventil
<b>58</b>	Leitungsstrang
<b>60</b>	Drosselventil
<b>62</b>	Förderleitung
<b>64</b>	Druckbegrenzungsventil
<b>66</b>	Dämpfungsmittel
<b>68</b>	Zylinder
<b>70</b>	Arbeitskolben
<b>72</b>	erste Arbeitskammer
<b>74</b>	zweite Arbeitskammer

<b>DRV</b>	Arbeitsbereiche des Druckregelventils
<b>DBV</b>	Arbeitsbereiche des Druckbegrenzungsventils
<b>R</b>	Rekuperative Arbeitsbereiche der Motor-Pumpe-Einheit
<b>Q</b>	Zusatzkräfte generierende Arbeitsbereiche der Motor-Pumpe-Einheit

### Patentansprüche

1. Dämpfereinrichtung, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Zylinder (12) und einem in dem Zylinder (12) bewegbar gehaltenen Arbeitskolben (14), welcher zwischen einem ersten Arbeitsraum (16) und einem zweiten Arbeitsraum (18) angeordnet ist, und mit einer die Arbeitsräume (16, 18) unter Umgehung zumindest eines Elements (36) des Arbeitskolbens (14) verbindenden Umgehungsleitung (20), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umgehungsleitung (20) eine Regeleinrichtung (26, 34) aufweist, mittels welcher ein Volumenstrom eines Fluids durch die Umgehungsleitung (20) einstellbar ist.

2. Dämpfereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung wenigstens ein Druckregelventil (26) umfasst.

3. Dämpfereinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Druckregelventil (26) doppelseitig wirkend ausgebildet ist.

4. Dämpfereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (34) eine Pumpeinrichtung (30) umfasst, welche zum Beaufschlagen des Fluids mit Bewegungsenergie mit einem elektromechanischen Wandler (32) gekoppelt ist.

5. Dämpfereinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass Bewegungsenergie des Fluids in einem passiven Zustand des elektromechanischen Wandlers (32) in elektrische Energie wandelbar ist.

6. Dämpfereinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpeinrichtung (30) doppelseitig wirkend ausgebildet ist.

7. Dämpfereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder (12) einen mittels eines, insbesondere ein Rückschlagventil (54) aufweisenden, Bodenventils (44) von den Arbeitsräumen (16, 18) getrennten Ausgleichsraum (46) aufweist, welcher über die Umgehungsleitung (20) mit dem Fluid beaufschlagbar ist.

8. Dämpfereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in der Umgehungsleitung (20) wenigstens ein Rückschlagventil (48) angeordnet ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

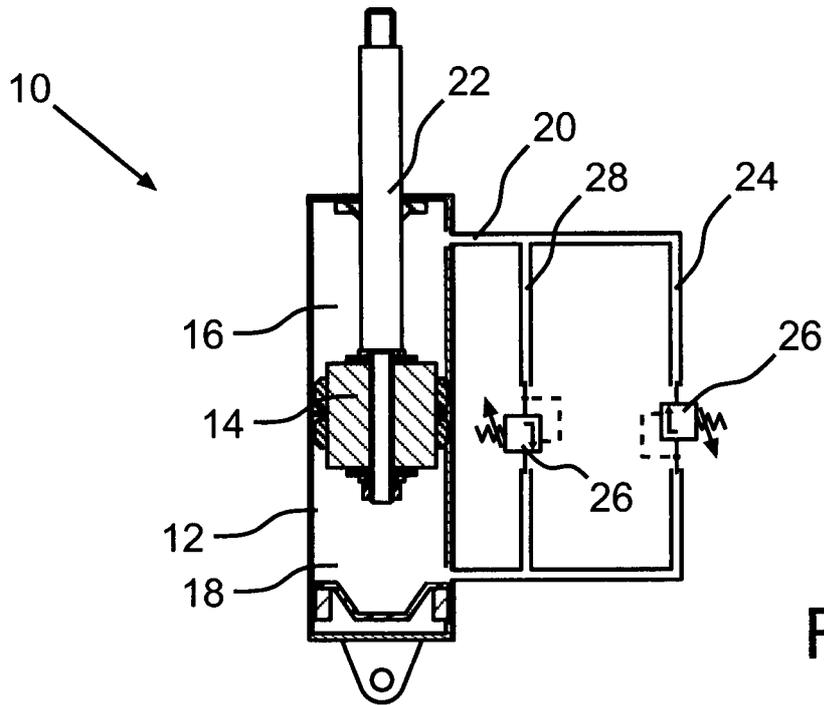


Fig.1

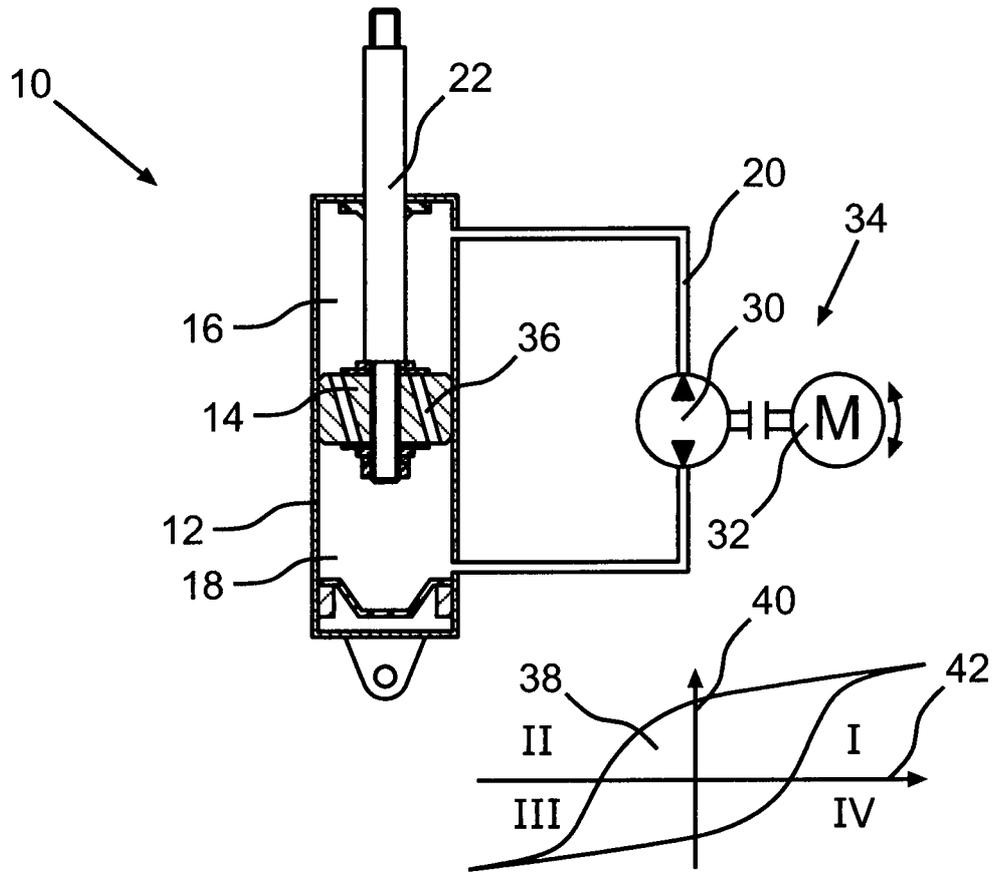


Fig.2

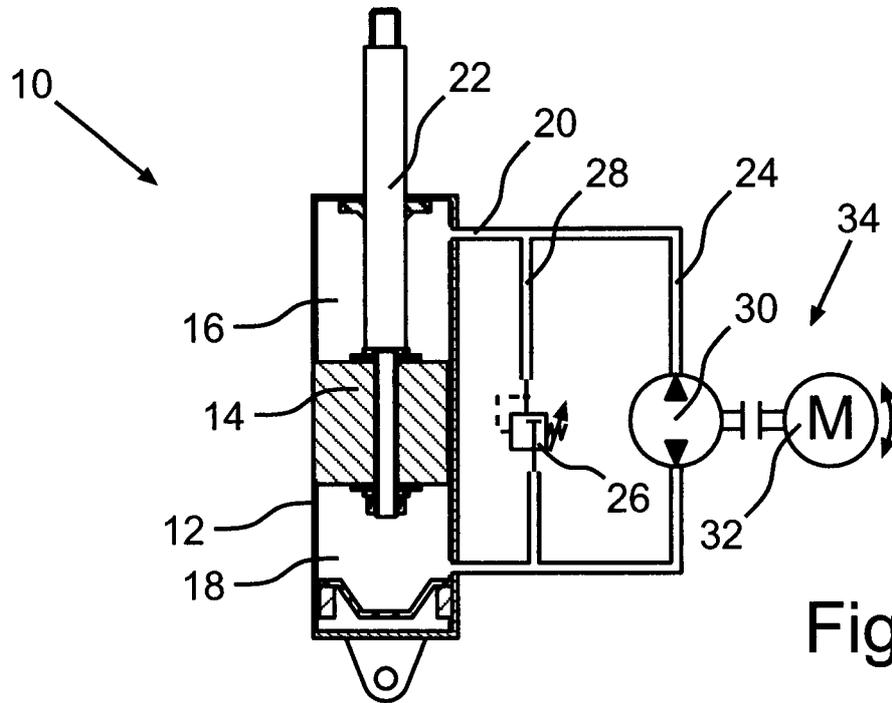


Fig.3

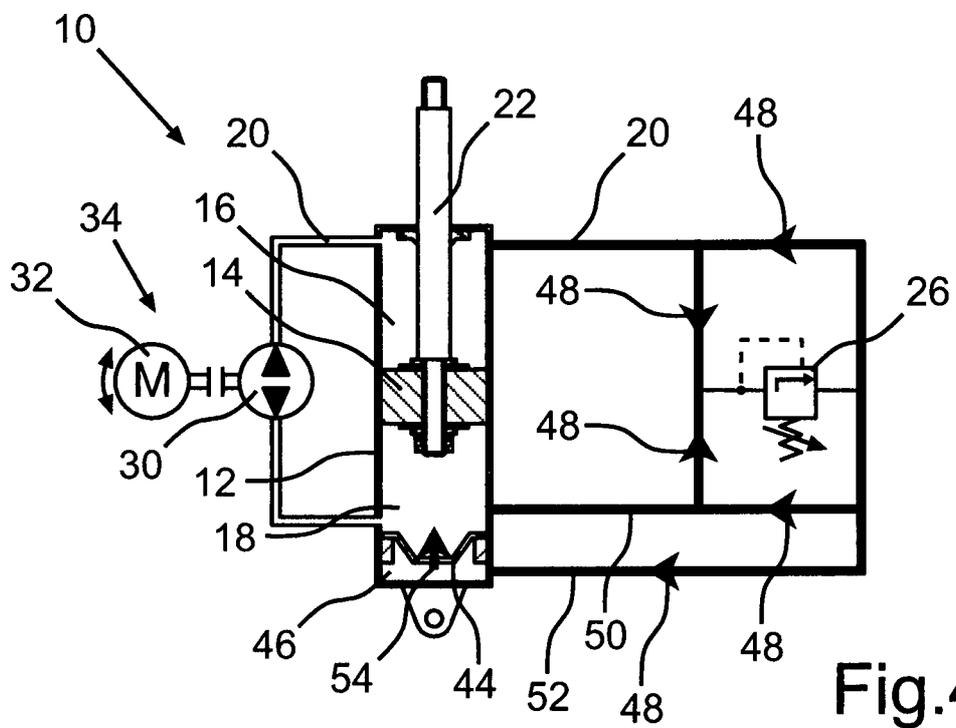


Fig.4

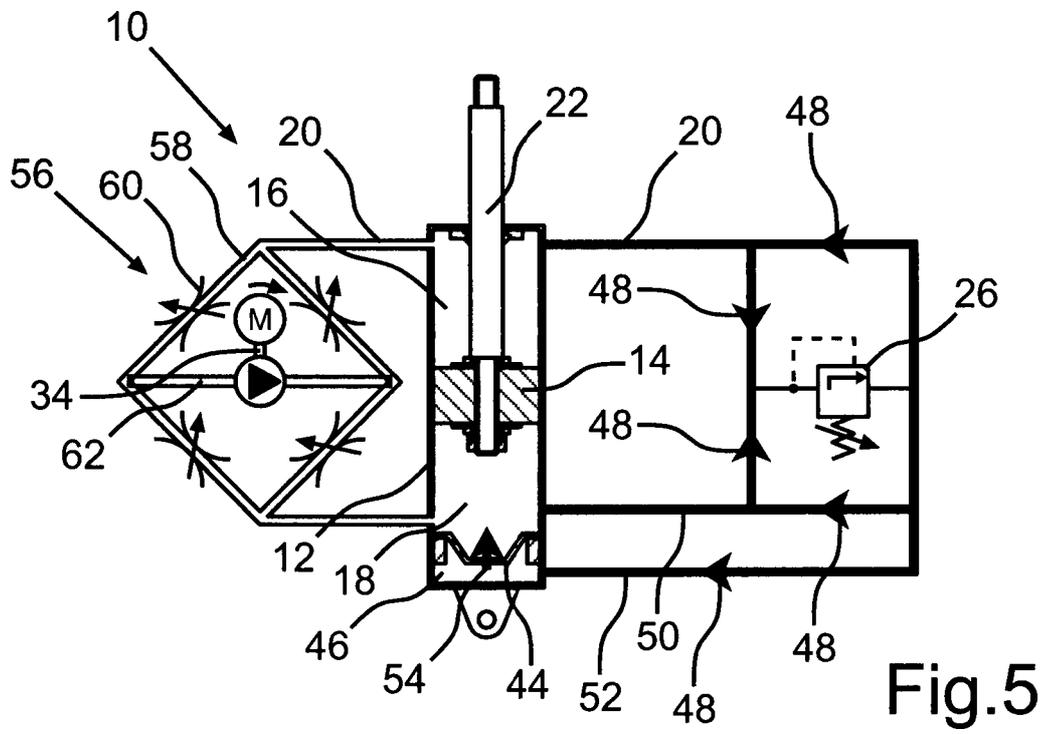
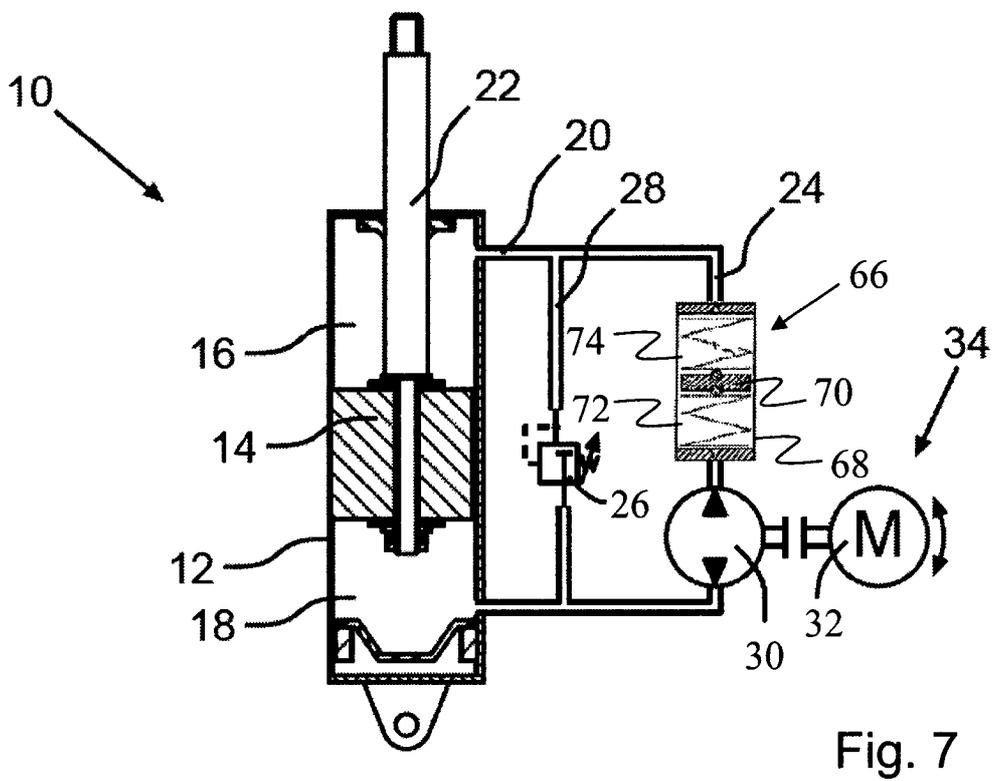
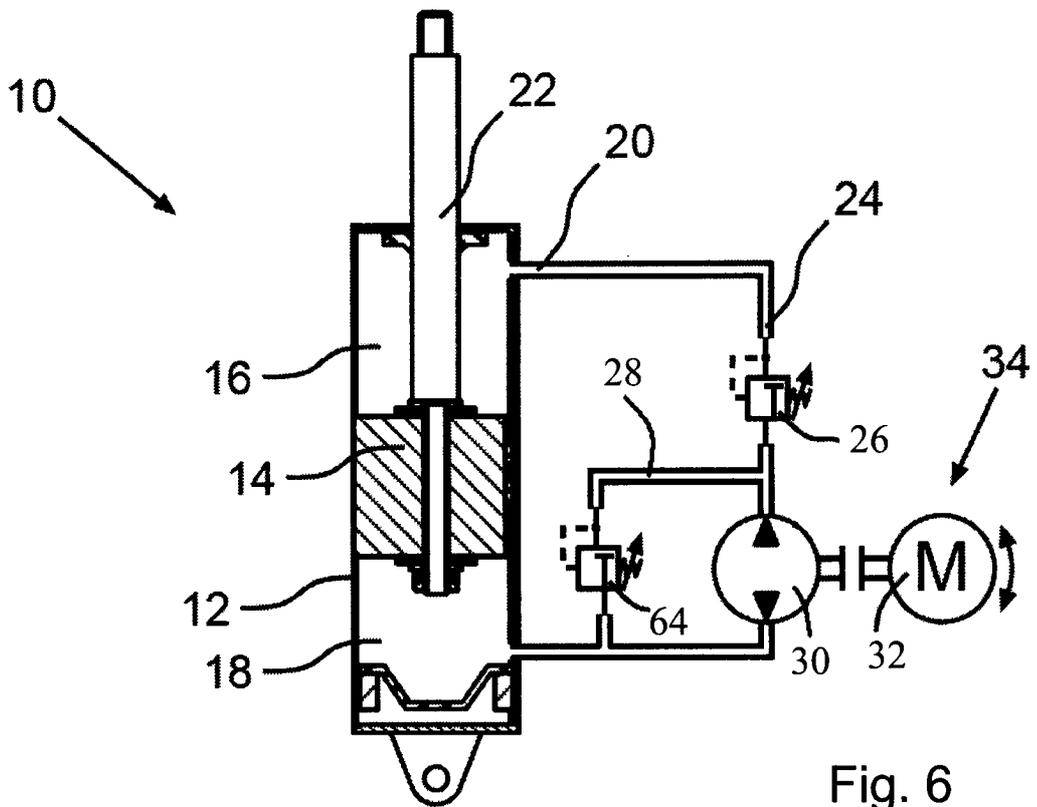


Fig.5



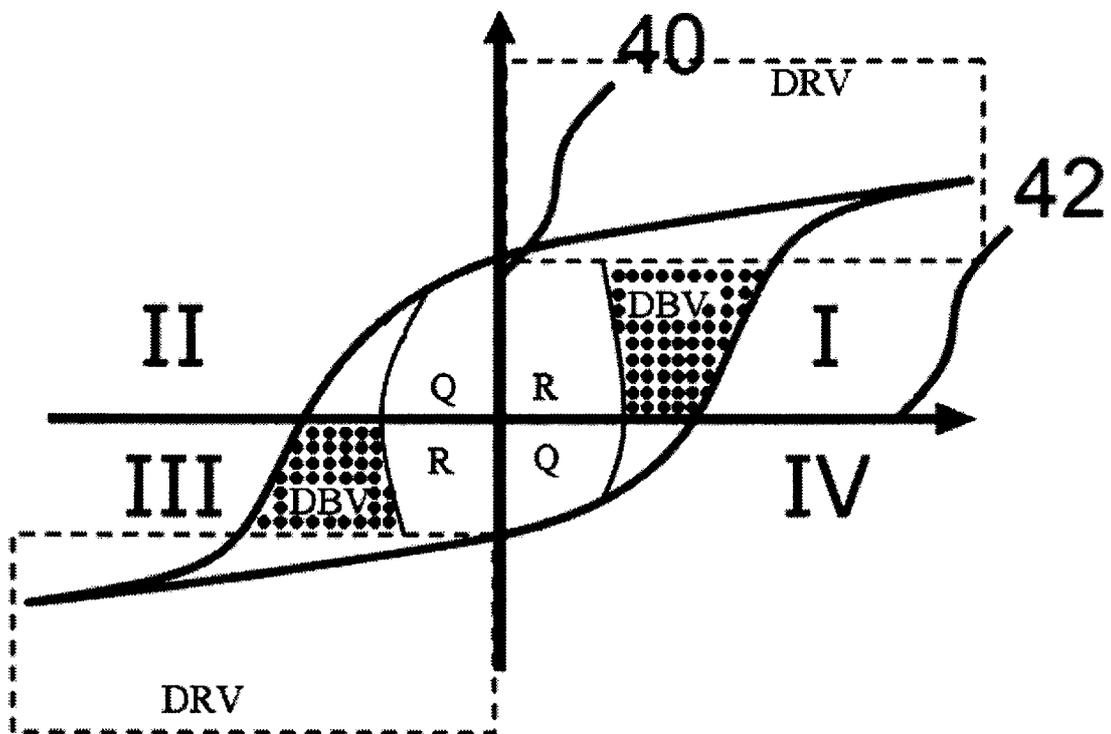


Fig. 8