



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 16 957 B3 2004.10.14**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 16 957.1**
 (22) Anmeldetag: **12.04.2003**
 (43) Offenlegungstag: –
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **14.10.2004**

(51) Int Cl.7: **F16F 9/48**
B60G 17/08, F16F 9/508

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

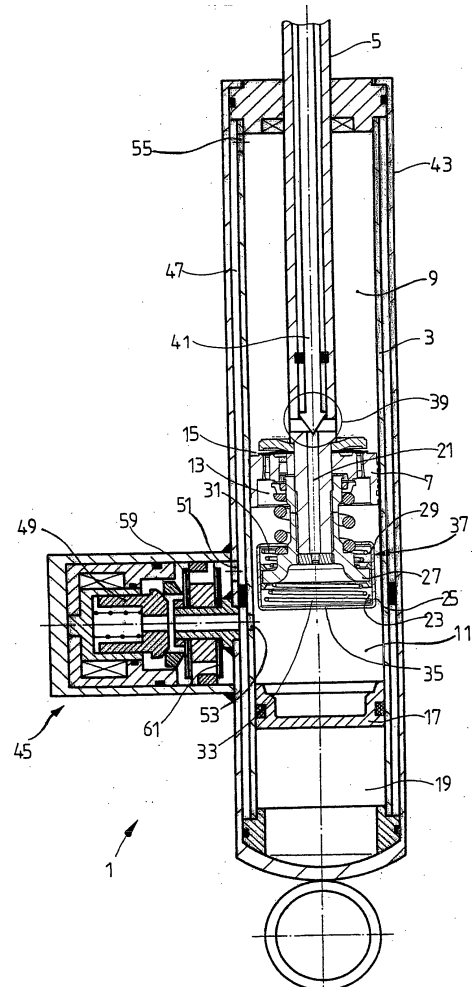
(71) Patentinhaber:
ZF Sachs AG, 97424 Schweinfurt, DE

(72) Erfinder:
Pradel, Robert, Dipl.-Ing.(FH), 97520 Röthlein, DE;
Baalmann, Helmut, Dipl.-Ing., 97493
Bergheinfeld, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 195 47 910 C1
DE 40 02 882 C1
DE 35 18 327 C2
DE 199 48 328 A1
DE 100 47 878 A1
DE 100 22 029 A1
DE 39 22 155 A1
EP 11 52 166 A1

(54) Bezeichnung: **Schwingungsdämpfer mit amplitudenselektiver Dämpfungskraft**

(57) Zusammenfassung: Schwingungsdämpfer, umfassend einen mit einem Dämpfmedium gefüllten Zylinder, in dem eine Kolbenstange mit einem Kolben axial beweglich geführt ist, wobei der Kolben den Zylinder in einen kolbenstangenseitigen und einen kolbenstangenfernen Arbeitsraum unterteilt, eine Strömungsverbindung, die mindestens einen der beiden Arbeitsräume mit einer ersten Arbeitskammer in einem Gehäuse verbindet, in dem ein axial beweglicher Trennkolben die erste Arbeitskammer von einer zweiten Arbeitskammer trennt, wobei die Strömungsverbindung von einem schaltbaren Ventil gesteuert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schwingungsdämpfer mit amplitudenselektiver Dämpfungskraft gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Stand der Technik

[0002] Bei amplitudenselektiv arbeitenden Schwingungsdämpfern, wie sie beispielsweise aus der DE 100 22 029 A1 oder der DE 40 02 882 C1, der DE 100 47 878 A1, der DE 199 48 328 A1 sowie der EP 1 152 166 A1 bekannt sind, ist mindestens ein Arbeitsraum des Schwingungsdämpfers mit einem Gehäuse verbunden, in dem ein Trennkolben in Grenzen zwischen zwei Arbeitskammern innerhalb des Gehäuses axial verschiebbar ist. Der Verschiebeweg des Trennkolbens dient dazu, dass bei einer Kolbenstangenbewegung, bei der das verdrängte Volumen einer der Arbeitskammern durch eine Drossel zwischen der Arbeitskammer und einem Arbeitsraum verdrängt wird, nur eine sehr geringe Dämpfungskraft erzeugt. Der Sinn dieser Maßnahme besteht darin, dass gerade hochfrequente Anregungen mit kleiner Amplitude ausgefiltert werden und insgesamt ein hoher Fahrkomfort erreicht wird. Sportliche Fahrer werden u. U. eine gewisse Direktheit des Fahrwerks gerade bei schnellen Lenkbewegungen vermissen, da die Dämpfungskräfte des Schwingungsdämpfers zusätzlich zum Stabilisator auch die Seitenneigung des Fahrzeugaufbaus bestimmen.

Aufgabenstellung

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es die vorstehend beschriebene Problematik zu minimieren.

[0004] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch den Patentanspruch 1 gelöst.

[0005] Der Vorteil besteht darin, dass nun die amplitudenselektive Dämpfung ohne Einschränkung des Ansprechverhaltens des Fahrwerks eingesetzt werden kann. Durch eine entsprechende Sensierung der Fahrsituation kann die amplitudenselektive Dämpfung eingesetzt werden, um einerseits einen hohen Fahrkomfort und andererseits eine hohe Fahrsicherheit zu gewährleisten.

[0006] Gemäß einer weiteren Erfindung ist mindestens einer der Arbeitsräume mit einem verstellbaren Dämpfventil verbunden. Verstellbare Dämpfventile gibt es in verschiedenen Ausführungen bereits seit geraumer Zeit. Um einen hohen Fahrkomfort auch bei hochfrequenten Anregungen zu erreichen, müssen die Sensoren zur Erfassung der Fahrsituation entsprechend schnell reagieren. Derartige Sensoren sind jedoch vergleichsweise teuer. Des Weiteren kommt noch die interne Regelzeit im Fahrwerkssystem hinzu, so dass die Zeit zum Nachregeln der Dämpfungskraft ihre Grenzen erreicht. Durch die Verknüpfung eines verstellbaren Dämpfventils mit einer amplitudenselektiven Dämpfungseinrichtung werden die hochfrequenten Anregungen praktisch ausgefiltert, so dass insgesamt längere Regelzeiten mit einfacheren Sensoren zulässig sein können.

[0007] Prinzipiell ist es durchaus denkbar, dass das verstellbare Dämpfventil an die Strömungsverbindung für die amplitudenselektive Dämpfungseinrichtung angeschlossen ist. Ein generelles Problem dürfte der in oder an einem Schwingungsdämpfer zur Verfügung stehende Bauraum sein. Deshalb ist der axial bewegliche Trennkolben im Gehäuse mit mindestens einem Dämpfventil ausgestattet. Funktional sind damit das verstellbare Dämpfventil und die amplitudenselektive Dämpfungseinrichtung weitestgehend zusammengefasst.

[0008] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist das Ventil in der Strömungsverbindung stufenlos steuerbar. Damit kann die Dämpfungskraft im Wirkungsbereich der amplitudenselektive Dämpfung gezielt eingestellt werden.

[0009] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung werden das verstellbare Dämpfventil und das schaltbare Ventil für die Strömungsverbindung von einem gemeinsamen Aktuator geschaltet. Prinzipiell kann man einen separaten Aktuator für das verstellbare Dämpfventil und einen Aktuator für das schaltbare Ventil in der Strömungsverbindung vorsehen. Insbesondere magnetkraftbetätigte Aktuatoren sind aber vergleichsweise teuer. Deshalb ist es erstrebenswert mit einem gemeinsamen Aktuator beide Ventile zu beeinflussen.

[0010] Gemäß einem vorteilhaften Unteranspruch ist das verstellbare Dämpfventil an der Kolbenstange befestigt.

Ausführungsbeispiel

[0011] Anhand der folgenden Figurenbeschreibung soll die Erfindung näher erläutert werden.

[0012] Es zeigt:

[0013] Fig. 1 Schaltbares Dämpfventil in einer Strömungsverbindung und einem separat verstellbaren Dämpfventil;

[0014] Fig. 2 kombinierte amplitudenselektive Dämpfungseinrichtung mit einem verstellbaren Dämpfventil.

[0015] Die Fig. 1 zeigt einen Schwingungsdämpfer 1, in dessen mit einem Dämpfmedium gefüllten Zylinder 3 eine Kolbenstange 5 mit einem Kolben 7 axial

beweglich geführt ist. Der Kolben unterteilt den Zylinder in einen kolbenstangenseitigen und einen kolbenstangenfernen Arbeitsraum **9**; **11**, wobei im Kolben für die Zugrichtung und für die Druckrichtung ein Dämpfventil **13**; **15** ausgeführt ist. Dem kolbenstangenfernen Arbeitsraum schließt sich ein Trennkolben **17** zu einem gasgefüllten Ausgleichsraum **19** an.

[0016] Innerhalb der Kolbenstange **5** ist eine Störungsverbindung **21** ausgeführt, die vom kolbenstangenseitigen Arbeitsraum **9** ausgeht und diesen Arbeitsraum **9** mit einer ersten Arbeitskammer **23** verbindet, die in einem Gehäuse **25** an der Kolbenstange ausgeführt ist. Die Kolbenstange trägt einen Trennkolben **27**, der die erste Arbeitskammer von einer zweiten Arbeitskammer **29** im Gehäuse **25** trennt. Das Gehäuse **25** ist über zwei Federn **31**; **33** am Trennkolben axial zu diesem beweglich gelagert. Die erste Arbeitskammer **23** ist über einen geschlossenen Boden **35** des Gehäuses **23** von dem kolbenstangenfernen Arbeitsraum **11** getrennt. Das Gehäuse, der Trennkolben mit den beiden Federn und die Strömungsverbindung bilden eine amplitudenselektive Dämpfeinrichtung **37**.

[0017] Innerhalb der Strömungsverbindung ist ein schaltbares Ventil **39** angeordnet, wobei lediglich ein axial verstellbarer Ventilkörper als Teil eines Aktuators **41** von dem schaltbaren Ventil dargestellt ist. Der Aktuator kann durch Magnetkraft aber auch hydraulisch, pneumatisch oder durch eine andere beliebige Kräfteinleitung betrieben werden. Prinzipiell kann das schaltbare Ventil als einfaches Schließventil mit den Schaltstellungen offen-geschlossen oder als ein Proportionalventil ausgeführt sein, das auch beliebige Zwischenstellungen einnehmen kann.

[0018] Konzentrisch zu dem Zylinder ist ein Außenrohr **43** angeordnet, an dem ein verstellbares Dämpfventil **45** angeflanscht ist. Das Außenrohr und der Zylinder bestimmen jeweils eine Fluidverbindung **47** von einem der beiden Arbeitsräume **9**, **11** zu dem verstellbaren Dämpfventil **45**. Beispielhaft verfügt das verstellbare Dämpfventil über einen magnetkraftbetriebenen Aktuator **49**, aber es sind genauso wie bei dem schaltbaren Ventil für die Strömungsverbindung auch beliebige andere Ansteuerungskräfte denkbar und sinnvoll. Das verstellbare Dämpfventil wird über Anschlussöffnungen **51**; **53** in Abhängigkeit der Kolbenstange wechselseitig durchströmt.

[0019] Ausgehend von einer langsamen Kolbenstangenausfahrbewegung wird das Volumen im kolbenstangenseitigen Arbeitsraum **9** komprimiert. Geht man von einer unkritischen Fahrsituation aus, ist das schaltbare Ventil **39** in der Strömungsverbindung **21** geöffnet. Bevor ein nennenswerter Volumenstrom durch das Dämpfventil **13** im Kolben oder dem verstellbaren Dämpfventil **45** fließt, verschiebt sich das Gehäuse **25** gegen die Feder **31** in Richtung des kol-

benstangenfernen Arbeitsraums **11** bezogen auf den Trennkolben. Sobald die Endstellung des Gehäuses zum Trennkolben erreicht ist, wird durch eine Fluidöffnung **55** im kolbenstangenseitigen Arbeitsraum unterhalb einer Kolbenstangenföhrung das Dämpfmedium zum verstellbaren Dämpfventil **45** verdrängt. Die Schaltstellung des schaltbaren Dämpfventils **39** ist ab diesem Betriebszustand unerheblich. In Abhängigkeit der Schaltstellung des verstellbaren Dämpfventils **45** fließt nun Dämpfmedium durch das Dämpfventil im Kolben und über die Anschlussöffnung **51** durch das verstellbare Dämpfventil **45**. Im verstellbaren Dämpfventil ist ein Ventilkörper **57** mit Ventilscheiben **59** für die Ausfahrrichtung und Ventilscheiben **61** für die Einfahrrichtung angeordnet.

[0020] Bei einer Kolbenstangenbewegung in Richtung des kolbenstangenfernen Arbeitsraums **11** wird dieser komprimiert, wodurch auf den Boden **35** des Gehäuses **25** der amplitudenselektiven Dämpfeinrichtung **37** eine axiale Verschiebewegung bezogen auf den Trennkolben **27** ausgeübt wird. Ist das schaltbare Ventil **39** in der Strömungsverbindung **21** geöffnet, dann wird das aus der ersten Arbeitskammer **23** im Gehäuse verdrängte Volumen durch die Strömungsverbindung **21** in den kolbenstangenseitigen Arbeitsraum **9** verdrängt. Hat das Gehäuse seine Endstellung in Richtung des Trennkolben, also bei einer minimalen ersten Arbeitskammer, erreicht, dann fließt das Dämpfmedium durch den Kolben **7** und/oder durch das verstellbare Dämpfventil **45**, wobei der Ausgleichsraum **19** das Volumen der ein- und ausfahrenden Kolbenstange **5** kompensiert.

[0021] Unabhängig von der Bewegungsrichtung der Kolbenstange kann durch eine Zwischenstellung des stufenlos verstellbaren Ventils **39** in der Strömungsverbindung **21** eine individuelle Bedämpfung des aus der ersten Arbeitskammer verdrängten Volumens erreicht werden. Damit kann ein wesentlicher Einfluss auf die gesamte Dämpfkraftcharakteristik des Schwingungsdämpfers ausgeübt werden.

[0022] Eine weitere Ausführungsvariante ist in der **Fig. 2** dargestellt. Oberhalb des Kolbens **7**, der den kolbenstangenseitigen Arbeitsraum **9** vom kolbenstangenfernen Arbeitsraum **11** trennt, ist das Gehäuse **25** an der Kolbenstange **5** über ein Anschlussgewinde **63** befestigt. Zwischen einem Gehäusedeckel **65** und dem Boden **35** des Gehäuses ist der Trennkolben **27** der amplitudenselektiven Dämpfeinrichtung genauso wie in der **Fig. 1** zwischen zwei Federn **31**; **33** axial beweglich gespannt. Der Trennkolben verfügt über ein Zugstufen- **67** und ein Druckstufenventil **69**. Im Gehäusedeckel ist eine Ventilöffnung **71** ausgeführt, wobei die Oberseite des Gehäusedeckels für einen axial beweglichen Ventilkörper **73** eine Ventilsitzfläche bildet. Der Gehäusedeckel trennt die erste Arbeitskammer **23** im Gehäuse **25** von einem Sammelraum **75**, der mindestens eine Fluidöffnung

77 zum kolbenstangenseitigen Arbeitsraum **9** aufweist. Auch im Boden **35** des Gehäuses ist eine Fluidöffnung **79** zur zweiten Arbeitskammer **29** ausgeführt. Der Strömungsweg zwischen den Fluidöffnungen **77**; **79** durch die Ventilöffnung **71** im Gehäusedeckel **65**, den beiden Arbeitskammern **23**; **29** und den Dämpfventilen **67**; **69** im Trennkolben bildet die Strömungsverbindung zu den Dämpfventilen **13**; **15** im Kolben **7**.

[0023] Der Ventilkörper **73** in Verbindung mit einer Spule **81** und einer Rückstellfeder **83** bilden den magnetkraftbetätigten Aktuator.

[0024] Der Trennkolben innerhalb des Gehäuses kann bis auf eine ggf. eingesetzte Voröffnung **85** als geschlossen angesehen werden, solange die Ventilscheiben der Dämpfventil im Trennkolben noch nicht abgehoben sind.

[0025] Bei einer Kolbenstangenbewegung in Richtung des kolbenstangenseitigen Arbeitsraums **9** kann das Dämpfmedium durch die Fluidöffnung **77** in den Sammelraum **75** einströmen. Bei einem abgehobenen Ventilkörper **73** kann das Dämpfmedium durch die Ventilöffnung **71** in die erste Arbeitskammer **23** einfließen und den Trennkolben in Richtung der zweiten Arbeitskammer **29** im Gehäuse axial verschieben. Sobald das Hubende des Trennkolbens erreicht ist, öffnet sich in Abhängigkeit der Kolbenstangengeschwindigkeit das Zugstufenventil **67** im Trennkolben. Die Dämpfkraft wird dann aus der überlagerten Dämpfwirkung des Zugstufenventils **13** im Kolben **7** und im Trennkolben **27** bestimmt.

[0026] Wenn die Kolbenstange **5** in Richtung des kolbenstangenfernen Arbeitsraums **11** bewegt wird, dann steht der umgekehrte Strömungsweg in der Strömungsverbindung zur Verfügung, wobei sich der Trennkolben **27** im Gehäuse in Richtung des Gehäusedeckels **65** verschiebt. Dabei überlagern sich die Dämpfkraft der Druckstufenventile **15**; **63** im Trennkolben **17** und im Kolben **7**.

[0027] Der wesentliche Unterschied zur Variante nach **Fig. 1** besteht darin, dass bei geschlossenem Ventil in der Strömungsverbindung, d. h. wenn der Ventilkörper **73** auf dem Ventilsitz des Gehäusedeckels **65** aufsitzt, ist die Wirkung der amplitudenselektiven Dämpfeinrichtung **37** mit dem verschiebbaren Trennkolben, wie auch die Zug- und die Druckstufendämpfventile im Trennkolben aufgehoben. Es liegt dann auch die härteste Dämpfkraft an, da das gesamte Dämpfmedium aus dem kolbenstangenfernen Arbeitsraum durch die Dämpfventile im Kolben verdrängt werden. Räumlich und funktional werden dann das verstellbare Dämpfventil und das schaltbare Ventil für die Strömungsverbindung von einem gemeinsamen Aktuator geschaltet, wobei auch räumlich eine Einheit vorliegt. Diese Zusammenfassung

von getrennten Ventilen liegt der Gedanke zugrunde, dass bei einer abgeschalteten amplitudenselektiven Dämpfeinrichtung **37** tendenziell eine härtere Dämpfkraft gewünscht wird oder bei einer weichen Dämpfkraftkennlinie auch eine amplitudenselektive Dämpfeinrichtung zugeschaltet werden soll. Der große Vorteil liegt in der günstigen Ausnutzung des Bauraums und der Bauteile, insbesondere die Beschränkung auf einen einzigen Aktuator.

[0028] Generell kann man in den dargestellten Varianten auch auf die Funktion des verstellbaren Dämpfventils verzichten, wenn man das außenliegende Dämpfventil **45** in **Fig. 1** nicht einsetzt oder in der **Fig. 2** die Dämpfventile **67**, **69**, **85** nicht benutzt und statt dessen einen vollkommen geschlossenen Trennkolben verwendet.

[0029] Andererseits kann man durchaus sinnvoll auch eine amplitudenselektive Dämpfung in Verbindung mit einem verstellbaren Dämpfventil **45** verwenden, ohne dass die Strömungsverbindung zur amplitudenselektiven Dämpfeinrichtung durch ein Ventil schaltbar ist.

Patentansprüche

1. Schwingungsdämpfer, umfassend einen mit einem Dämpfmedium gefüllten Zylinder, in dem eine Kolbenstange mit einem Kolben axial beweglich geführt ist, wobei der Kolben den Zylinder in einen kolbenstangenseitigen und einen kolbenstangenfernen Arbeitsraum unterteilt und mindestens einer der beiden Arbeitsräume für eine amplitudenselektive Dämpfkraft über eine Strömungsverbindung mit einer ersten Arbeitskammer in einem Gehäuse verbunden ist, dessen mindestens eine Arbeitskammer durch einen begrenzt axial beweglichen Trennkolben zum Arbeitsraum abgetrennt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strömungsverbindung (**21**) zur Arbeitskammer (**23**) innerhalb des Gehäuses (**25**) von einem schaltbaren Ventil (**39**) gesteuert wird.

2. Schwingungsdämpfer dem Oberbegriff von Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitsräume (**9**; **11**) mit einem verstellbaren Dämpfventil (**45**) verbunden sind.

3. Schwingungsdämpfer nach den Patentansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der axial bewegliche Trennkolben (**27**) im Gehäuse (**25**) mit mindestens einem Dämpfventil (**67**; **69**; **65**) ausgestattet ist.

4. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (**39**) in der Strömungsverbindung (**21**) stufenlos steuerbar ist.

5. Schwingungsdämpfer nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das verstellba-

re Dämpfventil (45) und das schaltbare Ventil (39) für die Strömungsverbindung (27) von einem gemeinsamen Aktuator geschaltet werden.

6. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das verstellbare Dämpfventil (45) an der Kolbenstange (5) befestigt ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

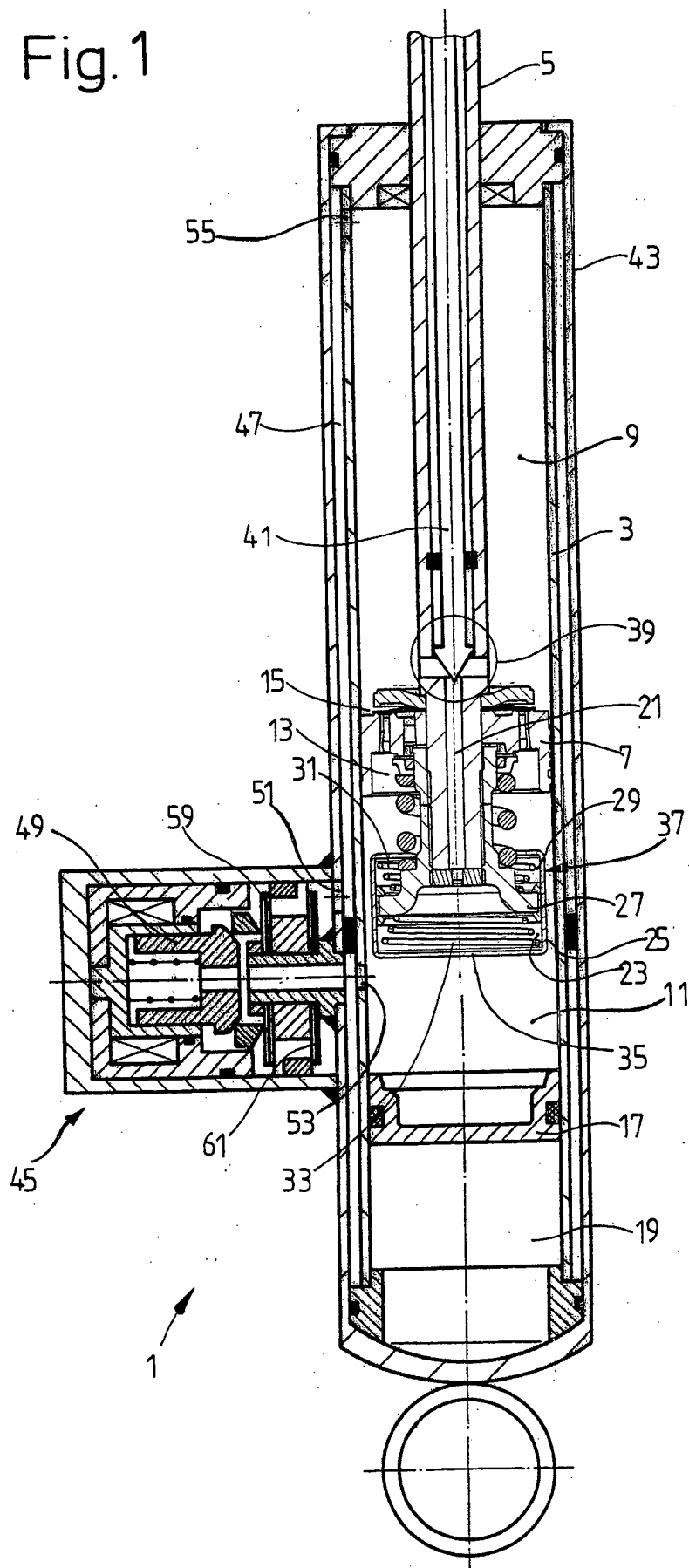


Fig. 2

