



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 20 005 B3** 2004.10.21

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 20 005.3**  
(22) Anmeldetag: **06.05.2003**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **21.10.2004**

(51) Int Cl.7: **F16F 9/53**  
**F16F 9/46**

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

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

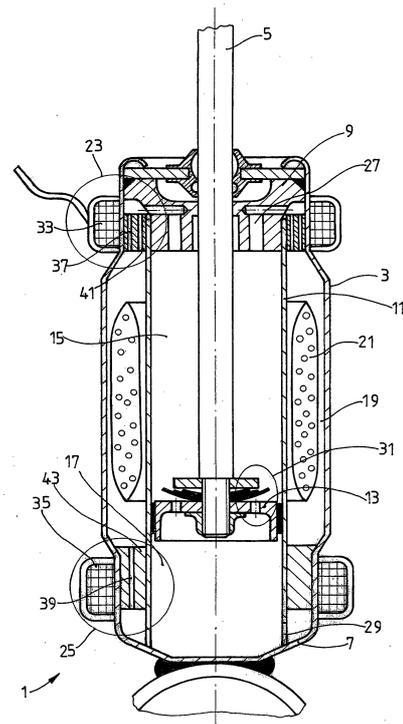
(72) Erfinder:  
**Pradel, Robert, Dipl.-Ing. (FH), 97520 Röthlein, DE**

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

**DE 9 73 285 C**  
**DE 9 35 831 C**  
**DE 10 30 625 B**  
**DE 36 32 562 A1**  
**DE 34 43 183 A1**  
**FR 14 14 841**  
**US 64 97 309 B1**  
**US 64 71 018 B1**  
**US 63 90 253 B1**  
**US 63 82 369 B1**  
**US 52 77 281**  
**EP 07 50 133 A1**  
**EP 05 34 327 B1**  
**JP 07-1 97 976 A**  
**JP 05-0 52 235 A**  
**JP 02-2 29 935 A**  
**JP 02-1 50 526 A**

(54) Bezeichnung: **Schwingungsdämpfer mit feldkraftabhängig regelbarer Dämpfungskraft**

(57) Zusammenfassung: Schwingungsdämpfer mit verstellbarer Dämpfungskraft, umfassend einen Zylinder, in dem eine Kolbenstange mit einem Kolben axial verschiebbar gelagert ist, mit einer die Dämpfungskraft des Schwingungsdämpfers beeinflussenden Mediumfüllung, deren Viskosität sich in Abhängigkeit von der Ansteuerung eines elektrisch versorgten Feldkrafterzeugungselements ändert, wobei zumindest der Teil des Feldkrafterzeugungselements, der mit einer elektrischen Stromversorgung verbunden ist, außerhalb des Zylinders angeordnet ist und die Feldkraft durch den geschlossenen Zylinder geleitet wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Schwingungsdämpfer gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

**[0002]** Verstellbare Schwingungsdämpfer verfügen in der Regel über einen Aktuator, der einen Ventilkörper innerhalb eines Dämpfventils rotatorisch oder translatorisch bewegt. Als Aktuatoren kommen häufig elektromagnetische Antriebe oder auch fluidische Antriebe, z. B. Druckluft zur Anwendung. Diese Art der Dämpfventile verlangen nach sehr genau gefertigten Bauteilen, die zur Kompensation von Fertigungstoleranzen häufig schon im Zuge der Fertigung auf ihre Funktion überprüft und dabei ggf. justiert werden.

**Stand der Technik**

**[0003]** Im Vergleich zu diesen komplizierten verstellbaren Dämpfventilen gestaltet sich der Aufbau eines Schwingungsdämpfers mit feldkraftabhängiger Dämpfungskraft deutlich einfacher. So verfügt der Schwingungsdämpfer gemäß der EP 0 534 327 B1 über ein elektrisch gespeistes Feldkrafterzeugungselement, dass auf ein elektro-rheologisches Steuermedium einwirkt. Bei einem derartigen Schwingungsdämpfer kommen vergleichsweise einfache Dämpfventilbauteile zur Anwendung.

**[0004]** Neben dem inneren Aufbau eines verstellbaren Dämpfventils ist die Energieversorgung für den Aktuator des Dämpfventils von Bedeutung. In der EP 0 534 327 wird lediglich prinzipiell die Stromversorgung über Schaltsymbole offenbart. Die US 5,277,281 beschreibt als Feldkrafterzeugungselement eine Spule, die durch die hohle Kolbenstange eine Kabelverbindung aufweist. Insbesondere bei Kolbenstangen mit einem Ringgelenk stellen sich neue Schwierigkeiten ein, da die Kabelverbindung um den Gelenkbolzen geführt werden muss.

**[0005]** Aus der EP 0 750 133 A1 ist ein Schwingungsdämpfer mit elektro-rheologischem Dämpfungsmedium bekannt, wobei das Feldkrafterzeugungselement über Kabelanschlüsse im Behälterrohr des Schwingungsdämpfers versorgt wird.

**[0006]** Die DE 1 030 625 B offenbart einen Schwingungsdämpfer mit verstellbarer Dämpfungskraft, wobei der Schwingungsdämpfer einen Zylinder umfasst, in dem eine Kolbenstange mit einem Kolben axial verschieblich gelagert ist. Die Viskosität der Mediumfüllung des Schwingungsdämpfers kann durch Ansteuerung eines elektrisch versorgten Feldkrafterzeugungselements verändert werden, wobei zumindest der Teil des Feldkrafterzeugungselements, der mit der elektrischen Stromversorgung verbunden ist, außerhalb des Zylinders angeordnet ist und die Feld-

kraft durch den geschlossenen Zylinder geleitet wird.

**Aufgabenstellung**

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Schwingungsdämpfer mit verstellbarer Dämpfungskraft zu realisieren, bei dem die Energieversorgung des Feldkrafterzeugungselements einfach ausgeführt ist.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe für eine erste Ausführungsform durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst

**[0009]** Der große Vorteil besteht darin, dass man aufgrund des geschlossenen Zylinders keine Leckagen an bisher notwendigen Durchtrittsöffnungen befürchten muss. Des weiteren lässt sich auch eine einfache Vollmassivkolbenstange verwenden. Letztlich liegen einerseits der geschlossene Zylinder als eine erste Baugruppe und der Teile des Feldkrafterzeugungselements, der mit der elektrischen Stromversorgung verbunden ist als eine zweite separat handhabbare Baugruppe vor. Für die Erfindung ist es ohne Belang, ob als Mediumfüllung ein magneto-rheologisches oder ein elektro-rheologisches Medium verwendet wird, wobei es weiter offen bleiben kann, ob man ein Übertragungsmedium, z. B. ein einfaches Öl und zusätzlich ein Steuermedium, wie z. B. in der EP 0534 327 B1 oder ausschließlich ein Medium mit willkürlich veränderbarer Viskosität verwendet wird.

**[0010]** Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass man nicht ständig mit der Frequenz der ein- und ausfahrenden Kolbenstange eine Neueinstellung des Feldkrafterzeugungselements vornehmen muss, um z. B. bewegungsrichtungsabhängig unterschiedliche Dämpfungskräfte zu erhalten.

**[0011]** Gemäß einem vorteilhaften Unteranspruch wird die Drosselstrecke von einem Drosselstreckeneinsatz gebildet, der im Bereich der Feldkraft des Feldkrafterzeugungselements angeordnet ist. Der Drosselstreckeneinsatz muss im Bereich der Drosselstrecke möglichst exakt gefertigt sein, da dann die möglichen Viskositätsänderungen besser ausgeschöpft werden können.

**[0012]** Es besteht die Möglichkeit, dass der Ringraum zwischen dem Druckrohr und dem Zylinder zwei durch den Kolben getrennte Arbeitsräume des Schwingungsdämpfers miteinander verbindet. Damit kann eine einzige Drosselstrecke für zwei Durchströmungsrichtungen also bei ein- und ausfahrender Kolbenstange verwendet werden.

**[0013]** Zur Trennung der Strömungspfade ist der Drosselstreckeneinsatz mit einem Rückschlagventil versehen, das einen Verbindungskanal steuert, der außerhalb des Wirkungsbereichs des Feldkrafterzeu-

gungselements liegt. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass der Ringraum weiterhin für beide Strömungsrichtungen zur Verfügung steht.

**[0014]** Im Hinblick auf eine kurze Baulänge des Schwingungsdämpfers ist in dem Ringraum ein Ausgleichskörper für das verdrängte Volumen der aus- und einfahrenden Kolbenstange angeordnet.

**[0015]** Für die Herstellung des Drosselstreckeneinsatzes bestehen vielfältige Möglichkeiten. Insbesondere bei der Verwendung einer magneto-rheologischen Mediumfüllung ist es vorteilhaft, wenn der Drosselstreckeneinsatz von einem Sinterkörper oder einem Stanzblechpaket gebildet wird. Beide Versionen verbinden günstige Herstellungskosten mit sehr großer Fertigungsgenauigkeit.

**[0016]** Bei einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Drosselstreckeneinsatz als Trennscheibe zwischen einem Arbeitsraum des Schwingungsdämpfers und einem weiteren Raum des Schwingungsdämpfers ausgeführt ist. Diese Variante bietet sich insbesondere für einen Schwingungsdämpfer nach dem Einrohrprinzip an.

**[0017]** Für die Anwendung bei einem Schwingungsdämpfer mit einer elektro-rheologischen Mediumfüllung ist es vorteilhaft, wenn das Feldkrafterzeugungselement eine erste Spule umfasst, die außerhalb und eine zweite Spule die innerhalb des Zylinders angeordnet ist, wobei die zweite Spule leitend mit dem Drosselstreckeneinsatz verbunden ist.

**[0018]** Es besteht dann nämlich die Möglichkeit, dass die erste Spule eine deutlich kleinere Windungszahl aufweist als die zweite Spule, so dass funktional ein Transformator vorliegt, der die für die Anwendung der elektro-rheologischen Mediumfüllung notwendigen Hochspannungen erst innerhalb des Schwingungsdämpfers erzeugt. Die ansonsten notwendige besondere Isolation und Abschirmung der Kabelverbindung und des Schwingungsdämpfers können entfallen.

**[0019]** Zur Gewichtsreduzierung und der freien Auswahl des Werkstoffs für das Druckrohres, wird der Drosselstreckeneinsatz von mindestens einem Isolator zum Druckrohr getrennt.

**[0020]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung stützt sich die zweite Spule axial auf einem Isolator des Drosselstreckeneinsatzes ab.

**[0021]** Um insgesamt eine einfache Anordnung der Bauteile zu erreichen, wird der Drosselstreckeneinsatz von einem Stützrohr axial zum Zylinder fixiert.

**[0022]** Im Hinblick auf eine minimale Anzahl von Kabelverbindungen und Anschlüssen ist der Zylinder

mit der zweiten Spule elektrisch verbunden und dient als Leiter.

#### Ausführungsbeispiel

**[0023]** Anhand der folgenden Figurenbeschreibung soll die Erfindung näher erläutert werden.

**[0024]** Es zeigt:

**[0025]** Fig. 1 Schwingungsdämpfer mit magneto-rheologischer Mediumfüllung;

**[0026]** Fig. 2 Detaildarstellung aus Fig. 1;

**[0027]** Fig. 3 Draufsicht zur Fig. 2;

**[0028]** Fig. 4 Detaildarstellung zur Fig. 1;

**[0029]** Fig. 5 Schwingungsdämpfer mit elektro-rheologischer Mediumfüllung;

**[0030]** Die Fig. 1 zeigt einen Schwingungsdämpfer **1** mit einem Zylinder **3**, in dem eine Kolbenstange **5** axial beweglich geführt ist. Koaxial zum Zylinder **3** ist zwischen einem Boden **7** des Zylinders und einer Kolbenstangenführung **9** ein Druckrohr **11** verspannt, in dem ein Kolben **13** an der Kolbenstange **5** das Druckrohr **11** in einen kolbenstangenseitigen und einen kolbenstangenfernen Arbeitsraum **15**, **17** unterteilt. Das Druckrohr und ein von dem Druckrohr und dem Zylinder gebildeter Ringraum **19** sind bis auf einen Ausgleichskörper **21**, der das verdrängte Volumen der ein- und ausfahrenden Kolbenstange kompensiert, vollständig mit einem Medium gefüllt, dessen Viskosität in Abhängigkeit eines Feldkrafterzeugungselements **23**; **25** veränderbar ist, das mit einer Boardspannung eines Kfz verbunden ist.

**[0031]** Innerhalb der Kolbenstangenführung **9** ist ein Überführungskanal **27** von dem kolbenstangenseitigen Arbeitsraum **15** zum Ringraum **19** vorgesehen. Auch der kolbenstangenferne Arbeitsraum **17** ist über mindestens eine Fluidöffnung **29** an den Ringraum angeschlossen.

**[0032]** Der Kolben kann als einfacher Verdrängen, aber auch mit an sich bekannten Dämpfventilen **31** bestückt sein. Dieser Aufbau entspricht bis auf die Mediumfüllung einem konventionellen Schwingungsdämpfer. Zusätzlich verfügt der Schwingungsdämpfer über das Feldkrafterzeugungselement **23**; **25** in der Bauform einer Ringspule **33**; **35**, die außenseitig auf den Zylinder angeordnet ist. Innerhalb des Ringraums ist eine Drosselstrecke **37**; **39** als Teil eines Drosselstreckeneinsatzes **41**; **43** im Wirkungsbereich des Feldkrafterzeugungselements angeordnet. Der Drosselstreckeneinsatz besteht aus einem feldkräfteleitenden Werkstoff. Beispielfhaft ist der Drosselstreckeneinsatz unterhalb der Kolbenstangenführung be-

festigt. In den **Fig. 2** und **3** ist ein Ausschnitt bzw. eine Draufsicht des Ausschnitts aus dem Schwingungsdämpfer im Bereich des Feldkrafterzeugungselements **33** und des Drosselstreckeneinsatzes **41** vergrößert dargestellt. Im Hinblick auf die radial schmale Drosselstrecke wird der Drosselstreckeneinsatz bevorzugt aus einem Sinterwerkstoff oder aus einem Stanzblechpaket gebildet. Die radialen schmalen Drosselstrecke ermöglicht eine laminare Durchströmung der Drosselstrecke. Die Spule als Feldkrafterzeugungselement wird von einem Rückschlusskörper **45** z. B. aus Stahl eingehüllt wodurch in Verbindung mit dem feldkräfteleitenden Drosselstreckeneinsatz ein Magnetfeld entsprechend den eingezeichneten Magnetfeldlinien entsteht.

**[0033]** Die Mediumfüllung des Schwingungsdämpfers besteht aus einer magneto-rheologischen Flüssigkeit, die bei Anlegen eines Magnetfelds sehr rasch ihre Viskosität ändern kann. Praktisch stellt damit der Drosselstreckeneinsatz den Ersatz für ein verstellbares Dämpfventil dar. Der Zylinder **3** kann z. B. aus Aluminium als ein magnetisch transparenter Werkstoff hergestellt sein. Wesentlich ist, dass der gesamte Schwingungsdämpfer wie ein konventioneller nicht verstellbarer Schwingungsdämpfer vollständig verschlossen ist und über keinerlei Anschlussöffnungen für Kabel- oder Fluidleitungen verfügt.

**[0034]** Aufgrund der Kolbenbewegung wird die Mediumfüllung innerhalb des Ringraums **19** richtungsabhängig umgepumpt. In Abhängigkeit der Bestromung der Feldkrafterzeugungselemente **23**; **25** ändert sich die Viskosität der Mediumfüllung innerhalb der Drosselstrecke **37**, **39**, so dass sich eine Dämpfungskraftveränderung einstellt.

**[0035]** Wie aus der **Fig. 1** weiter zu entnehmen ist, verfügt der Schwingungsdämpfer **1** über zwei Feldkrafterzeugungselemente **23**; **25** und zwei Drosselstreckeneinsätze **41**; **43**, die getrennt ansteuerbar sind. Damit kann einerseits eine Redundanz bei Ausfall eines Feldkrafterzeugungselements erreicht werden, aber auch eine Trennung der Dämpfungseinstellung in Abhängigkeit der Durchströmungsrichtung des Ringraums **19** bei unveränderter Bestromung des jeweiligen Feldkrafterzeugungselements **23**; **25**. Dazu verfügen die beiden Drosselstreckeneinsätze, wie die **Fig. 4** zeigt, über Verbindungskanäle **47**, **49**, die außerhalb des Wirkungsbereichs des jeweiligen Feldkrafterzeugungselements liegen und jeweils über ein Rückschlagventil **48**, **50** verfügen. Zur funktionalen Trennung der Verbindungskanäle zu den Drosselstrecken ist innerhalb der Drosselstreckeneinsätze ein Isolator **51**; **53** angeordnet.

**[0036]** Die **Fig. 5** zeigt einen Schwingungsdämpfer **1**, der für die Anwendung einer Mediumfüllung mit einer elektro-rheologischen Viskositätsänderung ausgelegt ist. Der prinzipielle Aufbau mit dem Druckrohr

**11**, dem Ringraum **19** und dem Zylinder **3** stimmt mit der Ausführung nach **Fig. 1** überein. Abweichend kommt innerhalb des Ringraums **19** eine zweite Spule **55** zur Anwendung die leitend mit dem Drosselstreckeneinsatz **41** verbunden ist. Die erste Spule **33** des Feldkrafterzeugungselements **23** weist eine deutlich kleine Windungszahl als die zweite Spule **55** im Ringraum **19** auf. Dadurch bilden die beiden Spulen einen Transformator, der die Bord-Spannung des Fahrzeugs auf die benötigte Hochspannung für das elektro-rheologische Medium innerhalb des Schwingungsdämpfers erzeugt. Die Sekundärspule **55** ist elektrisch mit dem Zylinder **3** verbunden, so dass der Zylinder als Masseleiter benutzt wird.

**[0037]** Der Drosselstreckeneinsatz **41** ist als ein Rohrkörper ausgeführt, der über mindestens einen Isolator **57**, **59** zum Druckrohr zentriert wird. Die Sekundärspule **55** und der Drosselstreckeneinsatz **41** sind auf einem Stützrohr **61** axial zwischen dem Boden **7** des Zylinders **3** und der Kolbenstangenführung **9** fixiert.

**[0038]** Zwischen dem Stützrohr **61** und dem Zylinder **3** ist der Ausgleichskörper **21** angeordnet. In Abhängigkeit der Bestromung der ersten Spule **33** stellt sich ein Viskositätsniveau der Mediumfüllung innerhalb der Drosselstrecke **37** ein, wodurch die Dämpfungskraft innerhalb der Drosselstrecke willkürlich veränderbar ist.

## Patentansprüche

1. Schwingungsdämpfer mit verstellbarer Dämpfungskraft, umfassend ein Druckrohr, in dem eine Kolbenstange mit einem Kolben axial verschiebbar gelagert ist, sowie einen, das Druckrohr koaxial umgebenden Zylinder mit einer die Dämpfungskraft des Schwingungsdämpfers beeinflussenden Mediumfüllung, deren Viskosität sich in Abhängigkeit von der Ansteuerung mindestens eines elektrisch versorgten Feldkrafterzeugungselements ändert, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest der Teil des Feldkrafterzeugungselements (**23**), der mit einer elektrischen Stromversorgung verbunden ist, außerhalb des Zylinders (**3**) angeordnet ist und die Feldkraft durch den geschlossenen Zylinder (**3**) geleitet wird, wobei im Bereich der Feldkraft des Feldkrafterzeugungselements (**23**) innerhalb des Zylinders (**3**) eine Drosselstrecke (**37**; **39**) für die die Dämpfungskraft des Schwingungsdämpfers beeinflussende Mediumfüllung ausgeführt und jeweils ein Feldkrafterzeugungselement (**23**; **25**) für die Strömung der Mediumfüllung bei Aus- und Einfahrbewegung der Kolbenstange (**5**) vorgesehen ist.

2. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselstrecke (**37**; **39**) von einem Drosselstreckeneinsatz (**41**; **43**) gebildet wird, der im Bereich der Feldkraft des Feldkrafter-

zeugungselements (**23; 25**) angeordnet ist.

3. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringraum (**19**) zwischen dem Druckrohr (**11**) und dem Zylinder (**3**) zwei durch den Kolben getrennte Arbeitsräume (**15; 17**) des Schwingungsdämpfers (**1**) miteinander verbindet.

4. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drosselstreckeneinsatz (**23; 25**) mit einem Rückschlagventil (**48; 50**) versehen ist, das einen Verbindungskanal (**47; 49**) steuert, der außerhalb des Wirkungsbereichs des Feldkrafterzeugungselements (**41; 43**) liegt.

5. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Ringraum (**19**) ein Ausgleichskörper (**21**) für das verdrängte Volumen der aus- und einfahrenden Kolbenstange (**5**) angeordnet ist.

6. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Drosselstreckeneinsatz (**41; 43**) von einem Sinterkörper gebildet wird.

7. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Drosselstreckeneinsatz (**41; 43**) von einem Stanzblechpaket gebildet wird.

8. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drosselstreckeneinsatz (**41**) als Trennscheibe zwischen einem Arbeitsraum (**17**) des Schwingungsdämpfers **1** und einem weiteren Raum (**65**) des Schwingungsdämpfers ausgeführt ist.

9. Schwingungsdämpfer nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Feldkrafterzeugungselement (**23**) eine erste Spule (**33**) umfasst, die außerhalb und eine zweite Spule (**55**) die innerhalb des Zylinders (**3**) angeordnet ist, wobei die zweite Spule (**55**) leitend mit dem Drosselstreckeneinsatz (**41**) verbunden ist.

10. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Spule (**23**) eine deutlich kleinere Windungszahl aufweist als die zweite Spule (**55**).

11. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Drosselstreckeneinsatz (**41**) von mindestens einem Isolatorring (**57, 59**) zum Druckrohr getrennt wird.

12. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sich die zweite Spule (**55**) axial auf einem Isolator (**57**) des Drosselstreckeneinsatzes (**41**) abstützt.

13. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Drosselstreckeneinsatz (**41**) von einem Stützrohr (**61**) axial zum Zylinder (**3**) fixiert wird.

14. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder (**3**) mit der zweiten Spule (**55**) elektrisch verbunden ist und als Leiter dient.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

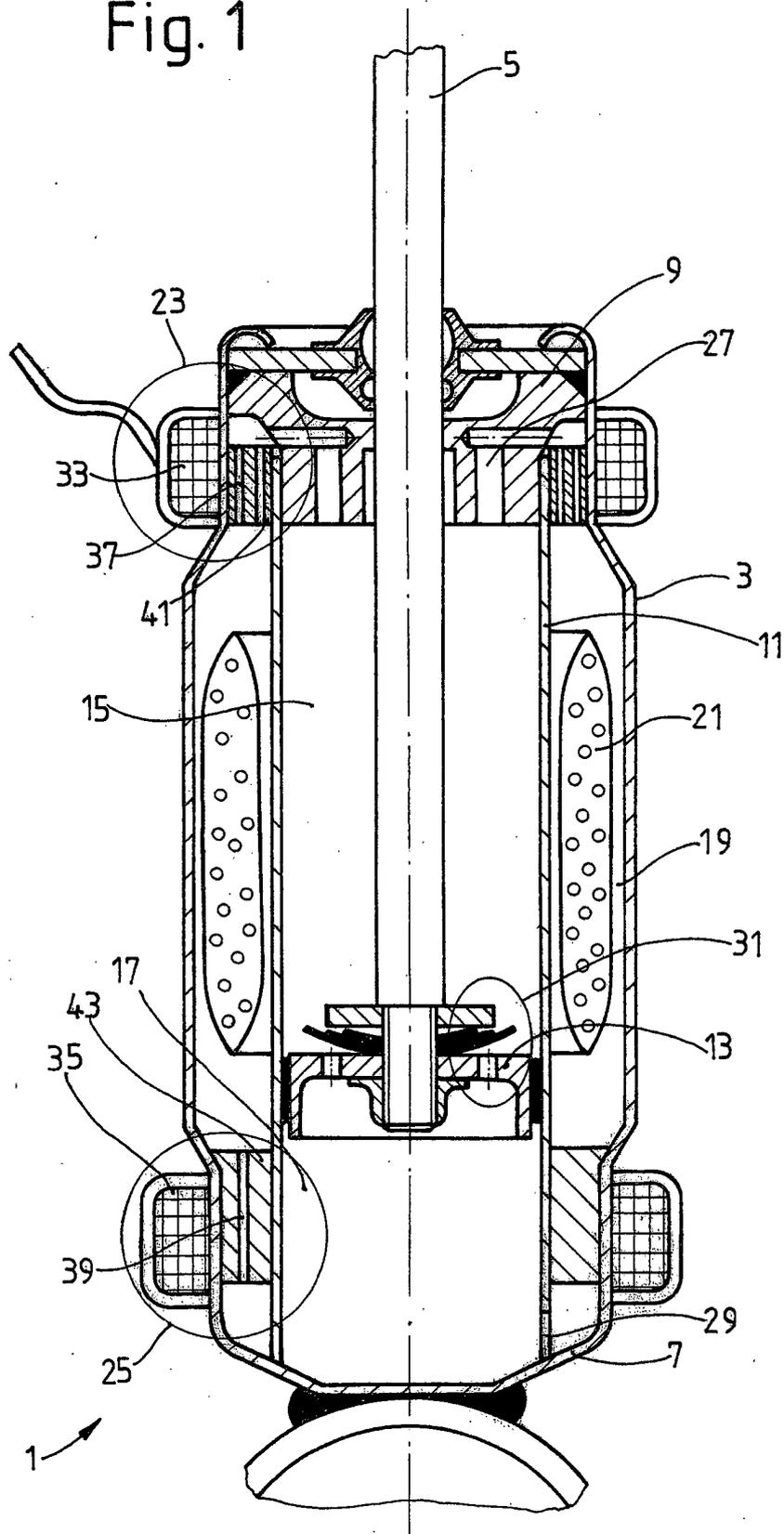


Fig. 2

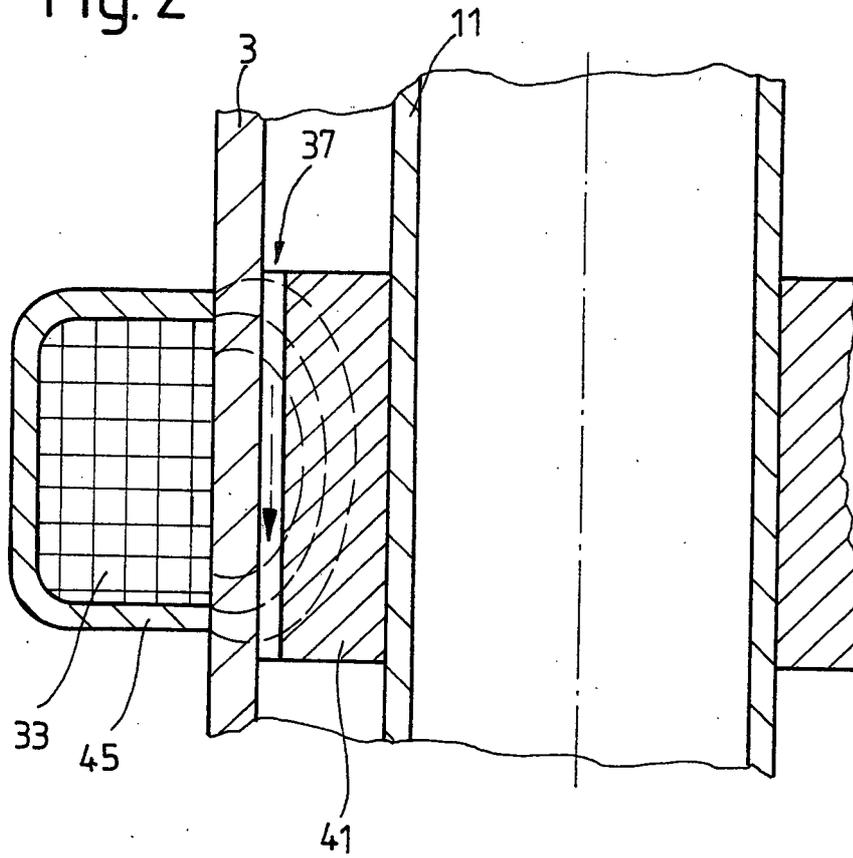


Fig. 3

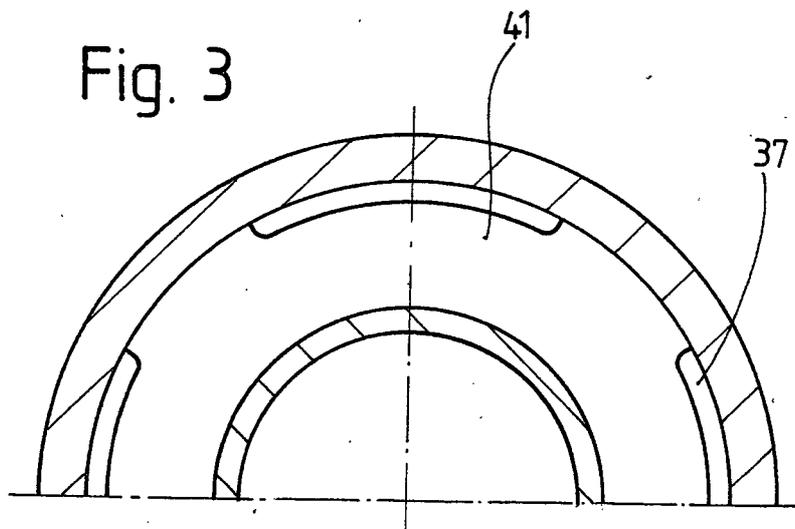


Fig. 4

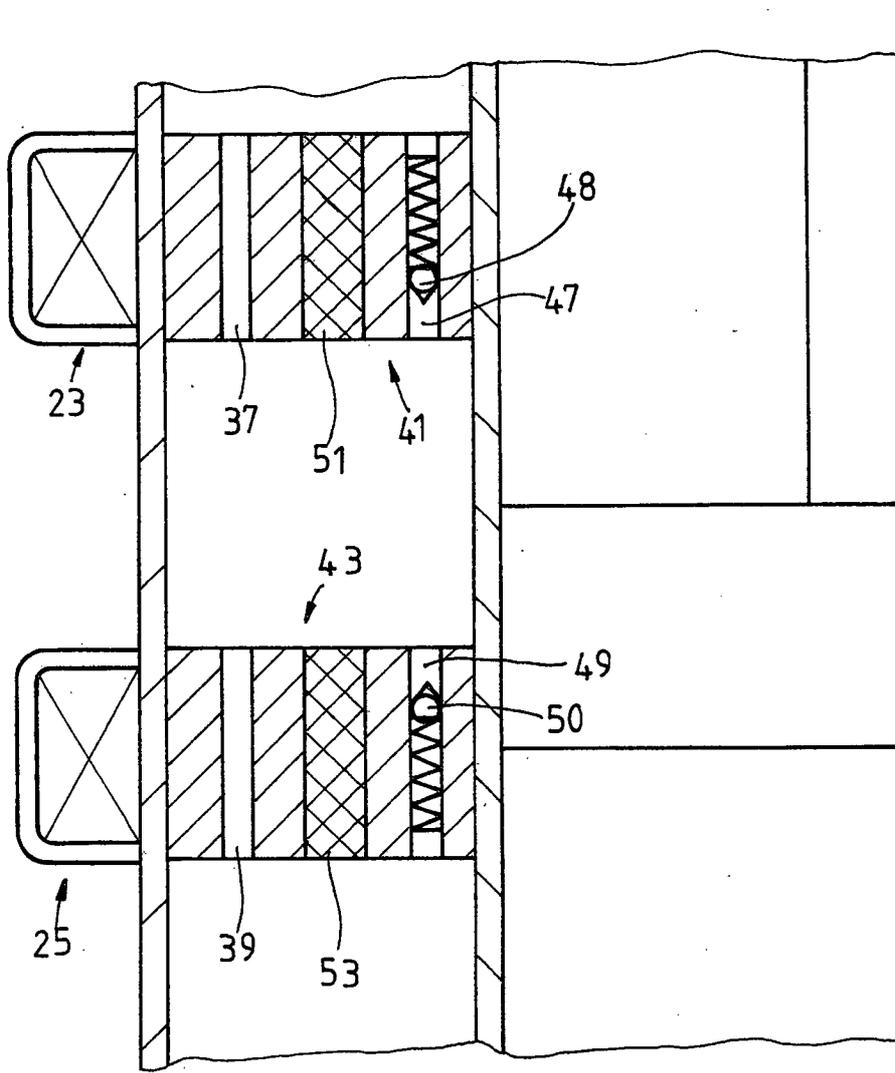


Fig. 5

