

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 51080/2018 (51) Int. Cl.: **F16F 9/52** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 05.12.2018 **F16F 9/32** (2006.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2023 **F16F 5/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 3605207 A1
DE 19650476 C1
WO 9103664 A1

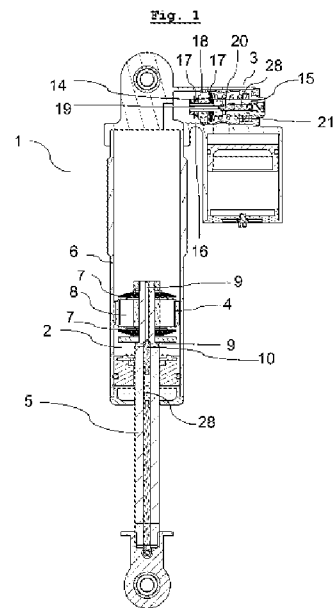
(73) Patentinhaber:
SUSPENSION TECH GmbH
4800 Attnang-Puchheim (AT)

(72) Erfinder:
Stadlbauer Norbert Ing.
4820 Bad Ischl (AT)

(74) Vertreter:
Burgstaller Peter FH-Prof. Dr. LLM
4020 Linz (AT)

(54) **Thermischer Aktuator**

(57) Die Erfindung betrifft einen thermischer Aktuator in einem hydraulischen Stoßdämpfer (1), wobei der thermische Aktuator (22, 28) bei sich ändernder Temperatur aufgrund seiner Materialzusammensetzung eine Ausdehnungsänderung und/oder Formänderung erfährt, wobei der thermische Aktuator (22, 28) in einen Fließquerschnitt des Fluids des Stoßdämpfers (1) ragt oder auf ein Element des Stoßdämpfers (1) wirkt, welches den Fluss des Fluids durch einen Kolben (4, 14) des Stoßdämpfers (1) beeinflusst, wobei der Fließquerschnitt durch den Kolben (4, 14) mit steigender Temperatur verringert und mit sinkender Temperatur erhöht wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft thermische Aktuatoren in hydraulischen Stoßdämpfern, sowie Stoßdämpfer mit thermischen Aktuatoren.

[0002] Bei einem Stoßdämpfer wird durch das Bewegen der Kolbenstange eine gewisse Menge eines flüssigen Dämpfungsmediums, zumeist Öl, durch Dämpfungsventile am Kolben hindurchgepresst, wobei die Dämpfungsventile in Form von Dämpfungsscheiben dem Ölfluss einen Widerstand entgegensetzen. Dadurch wird eine Druckdifferenz erzeugt, die der sich relativ zum Behälter bewegenden Kolbenstange eine dämpfende Kraft entgegensetzt. Durch die am Dämpfungskolben entstehende Drosselwirkung, verursacht durch die Dämpfungsscheiben, wird kinematische Energie in thermische Energie umgewandelt. Dies hat zur Folge, dass sich das Fluid erwärmt und die Viskosität des Fluids abnimmt. Es liegt eine Temperaturveränderung zwischen dem Ruhezustand des Stoßdämpfers und dem Betriebszustand des Dämpfers vor. Die Erwärmung im Betriebszustand und die damit verbundene Viskositätsänderung bewirkt eine Änderung der Dämpfungskraft am Stoßdämpfer sowohl in Einfederungs- als auch in Ausfederungsrichtung.

[0003] Die DE3605207A1 zeigt einen Zweirohr-Schwingungsdämpfer, welcher ein großflächiges Bimetallement aufweist, welches direkt auf eine zentrale Beipassöffnung in der Kolbenstange (Fig. 1 und 2) oder auf eine Beipassöffnung des Bodenventils (Fig. 3-6) wirkt. Das Bimetallement ist dabei außerhalb der Beipassöffnung direkt anschließend an diese angeordnet. Der Kolbenkopf weist keine thermischen Aktuatoren auf. Eine Stellnadel ist nicht vorhanden.

[0004] Die DE19650476C1 betrifft ein Dämpferventil mit temperaturabhängig arbeitenden Federanordnungen.

[0005] Die WO9103664A1 betrifft eine Gasdruckfeder.

[0006] Die US2310570A betrifft einen Stabilisierungsdämpfer eines Lenkmechanismus eines Automobils. Beidseits des Kolbenkopfes sind Bimetallemente angebracht, welche einen Freiheitsgrad in Längsrichtung des Kolbens aufweisen. Die Bimetallemente sind durch Federn verbunden, welche durch Öffnungen des Kolbens verlaufen. Bei einem Stoß wird ein Bimetallement entgegen der Federkraft gegen den Kolbenkopf bewegt, sodass dieses die Öffnungen im Kolben verschließt. Der Kolben blockiert also im Fall von Stößen, damit diese nicht an das Lenkrad übertragen werden. Der Aufbau und die Funktion des Kolbens der D1 ist somit unterschiedlich zum Aufbau und der Funktion des gegenständlichen Stoßdämpfers bzw. eines Stoßdämpfers eines Motorrades.

[0007] Die JP2950960B2 betrifft einen Stoßdämpfer, welcher eine temperaturveränderliche Hülse aufweist, welche im Inneren einer Bypass-Bohrung der Kolbenstange vorliegt.

[0008] Die DE439192C betrifft die hydraulische Bremse eines Stoßdämpfers, also ein ortsfestes Dämpfungsventil.

[0009] Die FR1100295A betrifft ein Dämpferventil, das im geschlossenen Zustand einen kleinen Spalt aufweist. Damit dieser Spalt auch bei Temperaturänderungen konstant bleibt, kann ein temperaturveränderliches Element vorhanden sein.

[0010] Bei im Gelände eingesetzten Stoßdämpfern tritt dieser Effekt sehr stark auf. Durch hohe Einfederungsgeschwindigkeiten und Hübe können Temperaturdifferenzen von bis zu 120 Grad Celsius auftreten. Bei Vergleichsmessungen am Dämpfungsprüfstand tritt bei Motocross-Stoßdämpfern des Hinterrades eine Dämpfungskraftabnahme von 10% bei selbsttätiger Erwärmung im Fahrbetrieb auf.

[0011] Die Aufgabe besteht darin die temperaturbedingte Änderung der Dämpfungskraft in einem hydraulischen Stoßdämpfer, umfassend einen Dämpfungskolben, umfassend einen doppelseitig wirkenden Kolben mit Kolbenstange auszugleichen oder zumindest zu reduzieren.

[0012] Zur Lösung der Aufgabe wird in einer ersten Ausführungsvariante ein thermischer Aktuator in einem hydraulischen Stoßdämpfer vorgeschlagen, umfassend einen Dämpfungskolben,

umfassend einen doppelseitig wirkenden Kolben mit Kolbenstange, wobei zumindest an einer Seite des Kolbens eine Mehrzahl von Dämpfungsscheiben vorliegt, welche den Fluidfluss durch Öffnungen im Kolben begrenzen, wobei der thermische Aktuator bei sich ändernder Temperatur aufgrund seiner Materialzusammensetzung eine Ausdehnungsänderung und/oder Formänderung erfährt, wobei der thermische Aktuator auf die Dämpfungsscheiben wirkt.

[0013] Zur Lösung der Aufgabe wird in einer zweiten Ausführungsvariante ein thermischer Aktuator in einem hydraulischen Stoßdämpfer vorgeschlagen, umfassend einen Dämpfungskolben, umfassend einen doppelseitig wirkenden Kolben mit Kolbenstange, wobei zumindest an einer Seite des Kolbens eine Mehrzahl von Dämpfungsscheiben vorliegt, welche den Fluidfluss durch Öffnungen im Kolben begrenzen, wobei in der Kolbenstange eine Stellnadel des hydraulischen Stoßdämpfers vorliegt, welche den Fluss des Fluids durch eine Bypassleitung durch den Kolben einstellt, wobei der thermische Aktuator bei sich ändernder Temperatur aufgrund seiner Materialzusammensetzung eine Ausdehnungsänderung und/oder Formänderung erfährt, wobei der thermische Aktuator auf die Stellnadel wirkt, wobei durch diese Wirkung auf die Stellnadel der Fließquerschnitt durch die Bypassleitung mit steigender Temperatur verringert und mit sinkender Temperatur erhöht wird. Durch die erfindungsgemäße Lösung wird bei steigender Temperatur zumindest ein Fließquerschnitt des Fluids im hydraulischen Stoßdämpfer reduziert, wobei dies durch einen thermischen Aktuator in Form eines passiven thermischen Elements erfolgt, also ohne elektrische Bauteile bzw. Elektronik. Dies ist vorteilhaft, da eine elektronische Steuerung oder Regelung aufwendiger ist und beispielsweise im Motorsport auch verboten sein kann.

[0014] Durch die erfindungsgemäße Lösung, wird bei sinkender Temperatur zumindest ein Fließquerschnitt des Fluids im hydraulischen Stoßdämpfer erweitert. Der höheren Viskosität bei geringeren Temperaturen, wird somit ein größerer Fließquerschnitt entgegengesetzt, sodass der Stoßdämpfer beim Anlaufen bzw. bei Inbetriebnahme eine gegenüber herkömmlichen Stoßdämpfern geringere Dämpfung aufweist.

[0015] Der thermische Aktuator könnte direkt in den zu verjüngenden Fließquerschnitt ragen, bevorzugt wirkt er aber auf ein Element des Stoßdämpfers, welches dazu dient einen Fließquerschnitt des Fluids einzustellen. Dies hat den Vorteil, dass der thermische Aktuator nicht direkt an der Stelle der Verjüngung liegt und somit nicht vom Fluidfluss an dieser Stelle direkt passiert wird, sodass erhöhter Abrieb am thermischen Aktuator vermieden werden kann.

[0016] Bevorzugt erfolgt jene Form- oder Längenänderung des thermischen Aktuators, mit welcher es auf ein Element des Stoßdämpfers wirkt, in Längsrichtung der Kolbenstange des Kolbens, an welchem es vorgesehen ist.

[0017] Bevorzugt wird diese Aufgabe durch zumindest einen thermischen Aktuator gelöst, welcher im Stoßdämpfer vorliegt und welcher bei Erwärmung eine Ausdehnungsänderung oder Formänderung erfährt, wobei diese Änderung des Aktuators auf ein Element des Stoßdämpfers wirkt, ausgewählt aus den Elementen Dämpfungsscheiben (auch shims genannt) oder einer Stellnadel.

[0018] Bei Temperaturerhöhung wird das Element des Stoßdämpfers durch den thermischen Aktuator belastet und bei Temperaturreduzierung entlastet.

[0019] Der thermische Aktuator kann sowohl an einem beweglichen als auch an einem unbeweglichen Dämpfungskolben angeordnet sein.

[0020] Der thermische Aktuator kann bevorzugt als Bimetallement ausgeführt sein. Ein Bimetall (auch Thermobimetall) ist ein Element aus zwei Schichten unterschiedlicher Metalle, die miteinander stoffschlüssig oder formschlüssig verbunden sind. Charakteristisch ist die Veränderung der Form bei Temperaturänderung. Diese äußert sich als Verbiegung. Ursache ist der unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizient der verwendeten Metalle. Diese Metalle können zum Beispiel Zink und Stahl sein oder auch Stahl in Kombination mit der Legierung Messing.

[0021] Der thermische Aktuator kann in einer weiteren Ausführungsvariante auch als monolithisches Element mit definierter, insbesondere hoher Wärmeausdehnung ausgeführt sein, aus ei-

nem Nichteisenmetall oder bevorzugt aus Kunststoff, oder zumindest ein solches Element umfassen.

[0022] Ein hoher Wärmeausdehnungskoeffizient kann verstanden werden als einer, welcher über dem Wärmeausdehnungskoeffizient der Materialien der Elemente des Stoßdämpfers liegt. Bevorzugt ist der Wärmeausdehnungskoeffizient des thermischen Aktuators oder zumindest eines Elements des thermischen Aktuators größer als jener des Materials der Dämpfungsscheiben und/oder der Stellnadel des Stoßdämpfers. Bevorzugt ist der Wärmeausdehnungskoeffizient größer als jener von Stahl. Bevorzugt ist der Wärmeausdehnungskoeffizient bei 20°C größer als $13 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ besonders bevorzugt größer $15 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, insbesondere größer $30 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

[0023] Bevorzugt werden thermische Aktuatoren im Bereich der Ventilplatten eines doppelseitig wirkenden Dämpfungskolbens und/oder an der Stellnadel des Dämpfungskolbens vorgesehen.

[0024] Die durch die thermischen Aktuatoren verursachten temperaturabhängigen Be- und Entlastungen der Dämpfungsscheiben bewirken somit eine konstantere Dämpfkraft des Stoßdämpfers. Bei bevorzugter beidseitiger Anbringung von thermischen Aktuatoren an einem doppelseitig wirkenden Dämpfungskolben wird eine gleichbleibende Dämpfkraft in Ein- und Ausfederungsrichtung erzielt.

[0025] Bevorzugt ist der thermische Aktuator ein Bimetallelement.

[0026] Bevorzugt umfasst der thermische Aktuator ein Material mit hohem Wärmeausdehnungskoeffizienten.

[0027] Bevorzugt umfasst der thermische Aktuator ein erstes Element aus einem ersten Material und ein zweites Element aus einem zweiten Material, wobei das erste Material einen höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist als das zweite Material.

[0028] Bevorzugt umfasst der thermische Aktuator einen äußeren Ring des besagten ersten Materials und einen inneren Ring des besagten zweiten Materials.

[0029] In einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante wirkt der thermische Aktuator auf Dämpfungsscheiben eines hydraulischen Stoßdämpfers.

[0030] In einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante wirkt der thermische Aktuator auf eine Stellnadel des hydraulischen Stoßdämpfers, welche den Fluss des Fluids durch eine Bypassleitung einstellt.

[0031] Bevorzugt umfasst ein hydraulischer Stoßdämpfer zumindest einen thermischen Aktuator, wobei der thermische Aktuator an einer Kolbenstange zwischen Dämpfungsscheiben des hydraulischen Stoßdämpfers vorliegt oder zwischen zwei getrennten Abschnitten der Stange einer Stellnadel des Stoßdämpfers.

[0032] Bevorzugt verlaufen die Öffnungen eines Kolbens des Stoßdämpfers, welche an die Dämpfungsscheiben anschließen, schräg und besonders bevorzugt gewunden durch den Kolben.

[0033] Bevorzugt ist zumindest ein beweglicher oder unbeweglicher Kolben des Stoßdämpfers doppelseitig wirkend ausgeführt, wobei beidseits des Kolbens bzw. Kolbenkopfes ein erfindungsgemäßer thermischer Aktuator vorgesehen ist. Bevorzugt weist besagter doppelseitig wirkender bewegliche oder unbewegliche Kolben zudem eine Bypassleitung mit Stellnadel auf, wobei die Stellnadel einen erfindungsgemäßen thermischen Aktuator aufweist oder als solcher vorliegt.

[0034] Bevorzugt weist der Stoßdämpfer sowohl einen beweglichen als auch einen zumindest einen unbeweglichen Kolben auf, wobei beide mit je zumindest einem erfindungsgemäßen thermischer Aktuator versehen sind.

[0035] Die Erfindung wird an Hand von Zeichnungen veranschaulicht:

[0036] Fig. 1: zeigt schematisch den Aufbau eines beispielhaften Stoßdämpfers in Schnittansicht.

- [0037] Fig. 2: zeigt schematisch einen Stoßdämpferkolben mit einer ersten beispielhaften Variante von erfindungsgemäßen thermischen Aktuatoren in Schnittansicht.
- [0038] Fig. 3: zeigt die erste beispielhafte Variante eines erfindungsgemäßen thermischen Aktuators in Schnittansicht.
- [0039] Fig. 4: zeigt schematisch einen Stoßdämpferkolben mit einer zweiten beispielhaften Variante von erfindungsgemäßen thermischen Aktuatoren in Schnittansicht.
- [0040] Fig. 5: zeigt die zweite beispielhafte Variante eines erfindungsgemäßen thermischen Aktuators in Schnittansicht.
- [0041] Fig. 6: zeigt schematisch einen Stoßdämpferkolben mit einer dritten beispielhaften Variante von erfindungsgemäßen thermischen Aktuatoren in Schnittansicht bei niedriger Temperatur.
- [0042] Fig. 7: zeigt schematisch einen Stoßdämpferkolben mit der dritten beispielhaften Variante von erfindungsgemäßen thermischen Aktuatoren in Schnittansicht bei höherer Temperatur.
- [0043] Fig. 8: zeigt eine beispielhafte erfindungsgemäße Variante eines Kolbens in einer ersten Ansicht.
- [0044] Fig. 9: zeigt die beispielhafte erfindungsgemäße Variante eines Kolbens in einer zweiten Ansicht.
- [0045] Fig. 10: zeigt die beispielhafte erfindungsgemäße Variante eines Kolbens in Schnittansicht.
- [0046] Fig. 11: veranschaulicht eine weitere bekannte Bauart von Dämpfungskolben, in welchem ein erfindungsgemäßer thermischer Aktuator zum Einsatz kommen kann.
- [0047] Fig. 12: Fig. 12 zeigt eine vierte beispielhafte Variante eines erfindungsgemäßen thermischen Aktuators.
- [0048] In Fig. 1 ist ein beispielhafter bevorzugter Aufbau eines Stoßdämpfers 1 dargestellt.
- [0049] Der Stoßdämpfer 1 umfasst einen beweglichen Dämpfungskolben 2 und einen unbeweglichen Dämpfungskolben 3. Der Stoßdämpfer 1 kann bei anderer Bauart auch lediglich einen beweglichen Dämpfungskolben 2 aufweisen.
- [0050] Der bewegliche Dämpfungskolben 2 umfasst einen Kolben 4 mit Kolbenstange 5. Der Kolben 4 ist in einem Zylinder 6 angeordnet. Der bewegliche Dämpfungskolben 2 ist doppelseitig wirkend ausgeführt, und weist beidseits des Kolbens 4 eine Mehrzahl von Dämpfungsscheiben 7 auf, welche den Fluidfluss (meist Ölfluss) durch die Öffnungen 8 im Kolben 4 begrenzen. Die Öffnungen 8 verlaufen nach dem Stand der Technik geradlinig durch den Kolben 4 und sind meist als Bohrungen ausgeführt. Durch Wahl unterschiedlicher Dämpfungsscheiben 7 können Dämpfungskolben 2, 3 mit unterschiedlicher Charakteristik erzeugt werden, bzw. könnte bei Demontage des Dämpfungskolbens 2 die Charakteristik des Dämpfungskolbens 2 geändert werden. Die Dämpfungsscheiben 7 liegen so wie der Kolben 4 am oberen Abschnitt der Kolbenstange vor und können bis zur Anlage an einem Sitz der Kolbenstange auf diese aufgeschoben werden. Wie dargestellt kann an das Paket der Dämpfungsscheiben 7, welche üblicherweise beidseits vom Kolben 4 ausgehend mit abnehmendem Durchmesser zueinander vorliegen, in Richtung des Sitzes an der Kolbenstange 5 eine dickere Scheibe angeordnet sein. Von unten nach oben aufgezählt, werden die breitere Scheibe, das erste Paket von Dämpfungsscheiben 7, der Kolben 4 und das zweite Paket von Dämpfungsscheiben 7 durch eine Mutter, welche auf das obere Ende der Kolbenstange 5 aufgeschraubt ist, gegen den Sitz an der Kolbenstange 5 fixiert.
- [0051] Je nach Bauform kann der bewegliche Dämpfungskolben 2 eine Bypassleitung 9 aufweisen, durch welche Fluid zwischen der Vorderseite und der Rückseite des Kolbens 4 fließen kann. Der Fluss durch die Bypassleitung 9 kann mit einer Stellnadel 10 eingestellt werden. Diese bietet somit eine Möglichkeit von außen die Charakteristik des bewegliche Dämpfungskolbens 2 justie-

ren zu können.

[0052] Wie dargestellt, kann der Stoßdämpfer 1 zudem einen unbeweglichen Dämpfungskolben 3 umfassen, welcher sich im Weg zwischen dem Kolben 4 und einem Fluidreservoir befindet, sodass bei Bewegung des Kolbens 4 auch ein Fluidfluss durch den unbeweglichen Dämpfungskolben 3 erfolgt. Der unbewegliche Dämpfungskolben 3 kann wiederum doppelseitig wirkend ausgeführt sein.

[0053] Der unbewegliche Dämpfungskolben 3 umfasst einen Kolben 14 mit Kolbenstange 15. Der Kolben 14 ist in einem Zylinder 16 angeordnet. Der unbewegliche Dämpfungskolben 3 ist doppelseitig wirkend ausgeführt, und weist beidseits des Kolbens 14 eine Mehrzahl von Dämpfungsscheiben 17 auf, welche den Fluidfluss durch die Öffnungen 18 im Kolben 14 begrenzen. Durch Wahl unterschiedlicher Dämpfungsscheiben 17 können Dämpfungskolben 3 mit unterschiedlicher Charakteristik erzeugt werden, bzw. könnte bei Demontage des Dämpfungskolbens 3 die Charakteristik des Dämpfungskolbens 3 geändert werden.

[0054] Je nach Bauform kann der unbewegliche Dämpfungskolben 3 eine Bypassleitung 19 aufweisen, durch welche Öl zwischen der Vorderseite und der Rückseite des Kolbens 14 fließen kann. Der Fluss durch die Bypassleitung 19 kann mit einer Stellnadel 20 eingestellt werden. Diese bietet somit eine Möglichkeit um von außen die Charakteristik des unbeweglichen Dämpfungskolbens 3 justieren zu können. Zudem können die Dämpfungsscheiben 17 mit einer Feder 21 vorgespannt sein, wobei diese Vorspannung von außen einstellbar sein kann, um die Charakteristik des unbeweglichen Dämpfungskolbens 3 justieren zu können.

[0055] Der unbewegliche Kolben 3 kann in einer beliebigen Ausrichtung zum beweglichen Kolben 2 vorliegen, beispielsweise können diese auch parallel nebeneinander angeordnet sein. Es sind zudem Stoßdämpfer bekannt, welche mehrere unbewegliche Kolben 3 aufweisen, um für unterschiedliche Geschwindigkeitsbereiche Einstellungen treffen zu können. Keiner, einer, mehrere oder jeder dieser unbeweglichen Kolben 3 kann mit zumindest einem erfindungsgemäßen thermischen Aktuator 22, 28, 29 ausgestattet sein.

[0056] Wie eingangs erwähnt, kommt es durch eine Erwärmung des Fluids des Stoßdämpfers 1 während des Betriebs zu einer Viskositätsänderung und dadurch zu einem geänderten Verhalten des Stoßdämpfers, sodass sich die eingestellte Charakteristik des Stoßdämpfers dadurch ändert.

[0057] Die Fig. 2 und 4 zeigen einen erfindungsgemäßen Kolben 4 in Detailansicht, wobei das in Folge beschriebene auch auf einen erfindungsgemäßen Kolben 14 anwendbar ist. Wie dargestellt sind am Kolben 4 mehrere Dämpfungsscheiben 7 angebracht, welche als elastisch verformbare Scheiben vorliegen, sodass diese durch den Fluidfluss von den Öffnungen 8 wegverformt werden können, um einen größeren Fließquerschnitt freizugeben. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass am Montageort der Dämpfungsscheiben 7 zudem ein thermischer Aktuator 22 angebracht ist, welcher derart ausgebildet ist, dass dieser bei Erwärmung stärker gegen die Dämpfungsscheiben 7 drückt und dadurch die Verformung der Dämpfungsscheiben 7 bei steigender Temperatur einschränkt, wodurch durch den geringeren Strömungsquerschnitt die Viskositätsänderung des Fluids kompensiert wird, sodass der Strömungswiderstand möglichst konstant bleibt. Von unten nach oben aufgezählt, sind eine breitere Scheibe, das erste Paket von Dämpfungsscheiben 7 mit einem ersten thermischen Aktuator 22, der Kolben 4 und das zweite Paket von Dämpfungsscheiben 7 mit einem zweiten thermischen Aktuator 22 durch eine Mutter, welche auf das obere Ende der Kolbenstange 5 aufgeschraubt ist, gegen den Sitz an der Kolbenstange 5 fixiert.

[0058] Beim Kolben 4 der Fig. 2 ist der thermische Aktuator 22 als Bimetallelement ausgeführt, welches in Fig. 3 veranschaulicht ist. Der thermische Aktuator 22 umfasst zwei Scheiben oder anders geformte Plättchen 23, 24 aus Materialien mit unterschiedlicher Wärmeausdehnung. Diese Plättchen 23, 24 sind an deren Außenumfang zumindest an mehreren Stellen punktuell oder durchgängig miteinander verbunden. Insbesondere kann dies durch Punktschweißen oder durch eine kontinuierliche Schweißnaht erreicht werden. Bei Wärmeänderung dehnen sich die beiden Plättchen 23, 24 unterschiedlich stark aus, sodass eine Verformung des thermischen Aktuators 22 resultiert, wobei diese Verformung eine Kraft verursacht, welche auf das Paket der

Dämpfungsscheiben 7 wirkt, wobei die Kraft temperaturabhängig ist und mit steigender Temperatur zunimmt. In Fig. 3 ist das Bimetallplättchen in erwärmten Zustand dargestellt, ersichtlich ist dies am leicht gewölbten Verlauf der geschnittenen dargestellten Scheibe. Wie zu erkennen ist, weist der Aktuator 22 zentral eine Öffnung zum Durchtritt der Kolbenstange 5 auf.

[0059] Das Bimetallelement ist bei einer Temperatur ausgewählt aus dem Bereich 0-40°C, bevorzugt 20°C-30°C, eben, welche Temperatur eine Art Nullungspunkt des Elements darstellt. Bei steigender Temperatur über den Nullungspunkt wird das Bimetallelement in eine erste Richtung verbogen. Bei sinkender Temperatur unter den Nullungspunkt wird das Bimetallelement in eine zweite Richtung verbogen, sodass auch die Viskositätsänderung aufgrund sinkender Temperatur ausgeglichen wird, indem durch die Biegung in die entgegengesetzte Richtung das Paket der Dämpfungsscheiben entlastet wird. Die Biegung des Bimetallelements in die erste Richtung wirkt somit der Kraft des Fluidflusses entgegen, die Biegung des Bimetallelements in die entgegengesetzte zweite Richtung unterstützt die Kraft des Fluidflusses, welche zur Verformung der Dämpfungsscheiben führt.

[0060] Beim Kolben 4 der Fig. 4 ist der thermische Aktuator 22 als gegenüber den Dämpfungsscheiben 7 dickere Scheibe aus einem Material mit hohem Temperatúrausdehnungskoeffizienten ausgeführt, welche in Fig. 5 im erwärmten Zustand veranschaulicht ist. Die Scheibe weist zentral eine Öffnung zum Durchtritt der Kolbenstange 5 auf. Das Material ist bevorzugt ein Nichteisenmetall oder ein Kunststoff. Die Scheibe des thermischen Aktuators 22 ist bevorzugt bei Raumtemperatur zumindest 0,3 mm, insbesondere zumindest 0,5 mm dick. Bevorzugt führt die Wärmeausdehnung des thermischen Aktuators 22 bei einer Temperaturerhöhung von 100K zu einer Dämpfkrafterhöhung von zumindest 5%, insbesondere zumindest 8%, insbesondere ca. 10%. Bevorzugt führt die Wärmeausdehnung des thermischen Aktuators 22 bei einer Temperaturreduktion von 10 K zu einer Dämpfkraftverringerung von zumindest 0,5% insbesondere zumindest 0,8%, insbesondere ca. 1%. Bevorzugt beträgt also die Dämpfkraftänderung zumindest 0,05%, insbesondere zumindest 0,08% insbesondere ca. 0,1% pro Kelvin Temperaturänderung.

[0061] Der thermische Aktuator 22 umfasst bevorzugt einen äußeren Ring 25 aus besagtem Material, welcher mit einem inneren Ring 26 aus einem Material mit geringerem Temperatúrausdehnungskoeffizient, bevorzugt über einen Abstandhalter 27, verbunden ist, um den äußeren Ring 25 in Position zu halten. Dadurch wird erreicht, dass der thermische Aktuator 22 auf den äußeren Randbereich der Dämpfungsscheiben 7 wirkt, diese also bei steigender Temperatur stärker verspannt. Bei Wärmeänderung dehnt sich der thermische Aktuator 22 als Ganzes, oder im konkreten Beispiel dessen äußerer Ring 25 stark aus, sodass eine Dickenänderung des thermischen Aktuators 22 resultiert, wobei diese Dickenänderung eine Kraft verursacht, welche auf das Paket der Dämpfungsscheiben 7 wirkt, wobei die Kraft temperaturabhängig ist und mit steigender Temperatur zunimmt. Der Abstandhalter 27 kann bevorzugt mit dem inneren Ring 26 und/oder dem äußeren Ring 25 verbunden sein. Bevorzugt kann der Abstandhalter 27 eine Scheibe sein, welche zwischen zwei Elementen des inneren Rings 26 eingeklemmt ist, wie in Fig. 5 ersichtlich ist.

[0062] Der innere Ring 26 und der äußere Ring, weisen bei einer Temperatur ausgewählt aus dem Bereich 0-40°C, bevorzugt 20°C-30°C, dieselbe Dicke auf, welche Temperatur eine Art Nullungspunkt des Elements darstellt.

[0063] Bei steigender Temperatur wird der Außenring breiter gegenüber dem Innenring, bei sinkender Temperatur wird der Außenring schmaler gegenüber dem Innenring, sodass auch die Viskositätsänderung aufgrund sinkender Temperatur ausgeglichen wird, indem durch die Reduktion der Dicke des Außenrings das Paket der Dämpfungsscheiben entlastet wird. Der Innendurchmesser des Außenrings des Aktuators 22 ist größer als der Innendurchmesser der Dämpfungsscheiben 7 und größer als der Durchmesser der Kolbenstange 5 an deren Anbringungsstelle. Bevorzugt ist der Innendurchmesser des Außenrings des Aktuators 22 zumindest gleich dem Mittel aus Innendurchmesser und Außendurchmesser der Dämpfungsscheibe 7 mit dem größten Durchmesser. Bevorzugt ist der Innendurchmesser des Außenrings zumindest gleich groß wie die Hälfte dessen Außendurchmessers.

[0064] Wie in den Fig. 2, 4 und 5 ersichtlich ist, liegt der thermische Aktuator 22 bevorzugt zwi-

schen den Dämpfungsscheiben 7 vor. Bevorzugt befindet sich zwischen dem thermischen Aktuator 22 und den Öffnungen 8 des Kolbens 4 zumindest eine Dämpfungsscheibe 7, besonders bevorzugt exakt eine Dämpfungsscheibe 7. Die Dämpfungsscheiben 7 und thermische Aktuatoren 22 sind bevorzugt auf die Kolbenstange 5 aufgeschoben und gegen den Kolben 4 fixiert.

[0065] Die Dämpfungsscheiben 7 sind üblicherweise zwischen 0,1 mm und 0,3 mm dicke Scheiben aus Metall. Die Dämpfungsscheiben 7 sind nach dem Stand der Technik Stahlplättchen.

[0066] Die zu den Fig. 2-4 beschriebenen thermischen Aktuatoren 22 können auch an den Dämpfungsscheiben 17 des unbeweglichen Dämpfungskolben 3 angebracht sein, wobei die Form- oder Dickenänderung des thermischen Aktuators eine Kraft verursacht, welche auf das Paket der Dämpfungsscheiben 17 wirkt, wobei die Kraft temperaturabhängig ist und mit steigender Temperatur zunimmt.

[0067] Erfindungsgemäß ist somit in einer ersten Variante der Erfindung vorgesehen, dass der Stoßdämpfer 1 mehrere Dämpfungsscheiben 7 in Form von Metallplättchen insbesondere Stahlplättchen aufweist und an oder in einem Paket von solchen Metallplättchen zumindest ein Bimetallplättchen oder ein Kunststoffplättchen oder ein Kunststoffring vorgesehen ist, welches an zumindest einem Metallplättchen flächig anliegt. Vorteilhaft daran ist, dass der thermische Aktuator bei bestehenden Stoßdämpfern auf einfache Weise nachgerüstet werden kann, indem dieser anstelle einer oder mehrerer Dämpfungsscheiben 7 in den Stoßdämpfer 1 eingebaut wird. Der Aktuator 22 weist bevorzugt eine größere Dicke auf als die Dämpfungsscheiben 7 des Stoßdämpfers, bevorzugt zumindest die doppelte Dicke.

[0068] Bevorzugt wirkt der thermische Aktuator 22 verstärkt oder ausschließlich auf den radial gesehen äußeren Randbereich der Dämpfungsscheiben 7. Beim thermischen Aktuator 22 in Form des Bimetallements wird dies dadurch erreicht, dass dessen Metallscheiben nur am Randbereich miteinander verbunden sind. Beim Aktuator 22 in Form eines Materials mit großem Ausdehnungsvermögen, wird dies dadurch erreicht, indem das Material als Ring ausgeführt ist, welcher einen größeren Innendurchmesser aufweist als der Innendurchmesser der Dämpfungsscheiben 7.

[0069] Wie in den Fig. 1, 6 und 7 veranschaulicht ist, kann alternativ oder bevorzugt zusätzlich ein erfindungsgemäßer thermischer Aktuator 28 an der Stellnadel 10 und/oder Stellnadel 20 ansetzen. Dazu ist die Stellnadel 10, 20 bevorzugt zweigeteilt ausgeführt, wobei die beiden Teile der Stellnadel 10, 20 durch den thermischen Aktuatoren 28 verbunden sind. Wie dargestellt, können die beiden Teile der Stellnadel 10, 20 in den thermischen Aktuator 28 eingeschraubt oder eingepresst sein. Der thermische Aktuator 28 weist dabei eine höhere Wärmeausdehnung in Längsrichtung der Kolbenstange 5, 15 auf als das Material der Stellnadel 10, 20. Der thermische Aktuator 28 weist bei niedriger Temperatur z.B. Raumtemperatur bevorzugt einen geringeren Durchmesser auf als die Stange der Stellnadel 10, 20, wie in Fig. 6 ersichtlich ist. Der thermische Aktuator 28 ist bevorzugt ein Stoffelement. Die Stellnadel 10, 20 besteht bevorzugt aus Metall, insbesondere Stahl. Der thermische Aktuator 28 kann vorteilhaft bei bestehenden Stoßdämpfern durch Tausch der üblichen metallischen, einteiligen Stellnadel durch eine erfindungsgemäße mehrteilige Stellnadel nachgerüstet werden. Eine erfindungsgemäße Stellnadel 10, 20 umfasst zumindest zwei Elemente aus unterschiedlichen Materialien, wobei eines der Materialien einen höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist als das andere. Eine solche erfindungsgemäße Stellnadel 10, 20 mit thermischem Aktuator 28 kann auch in ihrer Gesamtheit als thermischer Aktuator angesehen werden, sodass auch in dieser Ausführungsvariante ein thermischer Aktuator aus zwei Elementen mit unterschiedlicher Wärmeausdehnung vorhanden ist.

[0070] In Fig. 7 ist die Anordnung der Fig. 6 bei erhöhter Temperatur dargestellt. Wie zu erkennen ist, ist die Spitze der Stellnadel 10, 20 bei erhöhter Temperatur weiter in die Bypassleitung hineinbewegt, sodass der Fließquerschnitt gegenüber dem Fließquerschnitt bei geringerer Temperatur verringert ist. Der thermische Aktuator 28 bewirkt, dass mit steigender Temperatur der Fließquerschnitt durch die Bypassleitung durch die Stellnadel 20 verringert wird, sodass der reduzierte Fließwiderstand aufgrund der Viskositätsänderung des Fluids ausgeglichen wird.

[0071] Durch den erfindungsgemäßen Aktuator 28 wird somit erreicht, dass die Einstellung des Stoßdämpfers 1 über die Stellnadel 10 und/oder 20 über den Temperaturbereich beim Betrieb konstanter beibehalten wird als bisher.

[0072] Durch die erfindungsgemäßen Aktuatoren 22 wird erreicht, dass die Charakteristik des Stoßdämpfers 1, welche durch die Dämpfungsscheiben 7 und/oder 17 vorgegeben ist, über den Temperaturbereich beim Betrieb konstanter beibehalten wird als bisher.

[0073] Vorteilhaft ist dies insbesondere im Bereich des Motorsports, da das Setting des Stoßdämpfers oft aufgrund weniger Proberunden bei kaltem Stoßdämpfer getroffen wird, wobei durch die erfindungsgemäßen thermischen Aktuatoren 22, 28 das gewählte Setting während des Rennens konstanter beibehalten wird.

[0074] Die Fig. 8 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Verbesserung eines Stoßdämpfers 1, welche darin besteht, dass die Öffnungen 8, 18 nicht geradlinig durch den Kolben 4, 14 verlaufen, sondern schräg, besonders bevorzugt gewunden. Fig. 9 zeigt einen Schnitt durch die Öffnungen des Kolbens 4, 14, wobei hier gut ersichtlich ist, dass diese schräg durch den Kolben 4, 14 verlaufen, wobei die Öffnungen 8, 18 zudem einen bogenförmigen Verlauf aufweisen. Durch den bogenförmigen Verlauf können die Öffnungen 8, 18 nicht durch Bohren erzeugt werden, was die Fertigung aufwändiger macht.

[0075] Durch den schrägen Verlauf der Öffnungen 8, 18 wird erreicht, dass die Öffnungsfläche der Öffnungen 8, 18 größer ausfallen und der Ausströmwinkel des Fluids flacher ausfällt. Ohne an diese Theorie gebunden zu sein, wird vermutet, dass dadurch der Fluss des Fluids durch die Öffnungen 8, 18 sanfter erfolgt und eine bessere Temperaturverteilung erreicht werden kann, sodass der Temperaturanstieg des Fluids geringer ausfällt als bei geraden Öffnungen 8, 18, welche parallel zur Kolbenstange 5, 15 durch den Kolben 4, 14 verlaufen. Zudem wird vermutet, dass sich erwärmtes, durch die Öffnungen 8, 18 ausströmendes Fluid und das Fluid im Zylinder 6, 16 besser durchmischen, sodass eine Überhitzung des Fluids verhindert werden kann. Eine Überhitzung kann zur Folge haben, dass Additive aus dem Fluid abgeschieden werden.

[0076] Ohne an diese Theorie gebunden zu sein, wird vermutet, dass die aufwändigere Fertigung mit gewundenen Öffnungen 8, 18 vorteilhaft ist, da durch die erfindungsgemäßen Öffnungen 8, 18 das Fluid des Stoßdämpfers 1 eine gewisse Rotation erfährt, sodass ein Teil der vom Stoßdämpfer 1 aufgenommenen Energie in Rotationsenergie umgewandelt wird.

[0077] Durch die schrägen und oder gewundenen Öffnungen 8, 18 im Kolben 4, 14 kann also vermutlich ebenfalls ein konstanteres Verhalten des Stoßdämpfers 1 bei betriebsbedingter Temperaturänderung des Fluids erreicht werden.

[0078] Auch diese Maßnahme verbessert somit das thermische Verhalten des Stoßdämpfers 1.

[0079] Fig. 11 veranschaulicht schematisch eine weitere bekannte Ausführungsform eines Stoßdämpfers, bei welchem ein erfindungsgemäßer thermischer Aktuator vorteilhaft anwendbar ist. Der Stoßdämpfer ist mit einem Kegelventil ausgestattet, welches anstelle eines Pakets von Dämpfungsscheiben 7 vorhanden ist. Das Kegelventil 11 umfasst einen Ventilkörper 12 und ein Kegelelement 13, welche beide beweglich an der Kolbenstange 5 aufgeschoben sind. Am Kegelelement 13 setzt eine Feder an, welche an einem Sitz der Kolbenstange 5 abgestützt ist. Die Feder drückt das Kegelelement 13 in den Ventilkörper 12, sodass die Öffnung im Ventilkörper 12 durch das Kegelelement 13 dichtend verschlossen wird. An der anderen Seite (nicht dargestellt) weist der Ventilkörper 12 Öffnungen auf, welche mit den Öffnungen 8 (nicht dargestellt) im Kolben 4 kommunizieren und eine Verbindung zur Öffnung aufweisen, in welche das Kegelelement 13 durch die Feder gedrückt wird. Die Feder wird durch Anziehen der Mutter am gegenüberliegenden Ende des Kolbens 4 vorgespannt. Zwischen der Mutter und dem Kolben 4 können Dämpfungsscheiben 7 vorliegen.

[0080] Um temperaturbedingte Viskositätsänderungen des Stoßdämpfer-Fluids auszugleichen, ist vorgesehen, dass zwischen der Mutter und dem Sitz der Feder an der Kolbenstange 5 ein thermischer Aktuator 29 vorgesehen ist, welcher durch Ausdehnung die Vorspannung auf die

Feder erhöht. Zudem kann bevorzugt ein thermischer Aktuator 22 im Dämpfungsscheibenpaket vorliegen, welcher auf den Außenrand der Dämpfungsscheiben 7 wirkt und somit kaum Einfluss auf die Vorspannung der Feder hat. Der thermische Aktuator 29 umfasst bevorzugt ein Material mit hohem Wärmeausdehnungskoeffizienten, wie es bereits für die thermischen Aktuatoren 22, 28 beschrieben wurde. Das Material weist also eine hohe Wärmeausdehnung über jener von Stahl auf. Bevorzugt ist der Aktuator 29 aus Nichteisenmetall oder Kunststoff gefertigt.

[0081] Erfindungsgemäß wird zumindest ein Aktuator 22 oder 29 verwendet. Bevorzugt sind der Aktuator 22 und der Aktuator 29 beide vorhanden. Dadurch, dass der Aktuator 22 hauptsächlich auf die Dämpfungsscheiben 7 wirkt und der Aktuator 29 hauptsächlich auf die Federvorspannung, können diese vorteilhaft entsprechend der jeweiligen Aufgabe gezielt gewählt bzw. dimensioniert werden.

[0082] Der Stoßdämpfer der Fig. 11 kann so wie die Stoßdämpfer der Fig. 1- 2,4,6-7 eine Bypassleitung 9 und eine Stellnadel 10 aufweisen, welche bevorzugt einen erfindungsgemäßen thermischen Aktuator 28 aufweist. Zudem kann bevorzugt zumindest ein unbeweglicher Kolben 3 vorhanden sein, welcher zumindest einen erfindungsgemäßen thermischen Aktuator 22, 28 oder 29 aufweist.

[0083] Fig. 12 zeigt eine zweite beispielhafte Ausführungsvariante eines thermischen Aktuators 22 in Form eines Bimetallelements. Dieses umfasst wiederum zwei Plättchen 23, 24 aus unterschiedlichen Metallen, welche, bevorzugt im Bereich des äußeren Randes, miteinander verbunden sind. Die Plättchen 23, 24 weisen einen inneren Ring 30 auf, mit welchem sie auf die Kolbenstange 5, 15 aufgeschoben werden können. Von diesem inneren Ring 30 kragen in radialer Richtung mehrere Bereiche 31, beispielsweise in Form von Streifen ab. Dadurch, dass die abkragenden Bereiche 31 jeweils nur über einen Teilumfang des inneren Ringes 30 mit diesem verbunden sind, können sich diese, im Vergleich zur vollflächigen Ringausführung der Fig. 3, ungehinderter verformen. Bevorzugt sind die beiden Plättchen 23, 24 an den abkragenden Bereichen 31 miteinander verbunden, besonders bevorzugt in deren äußerem Randbereich.

Patentansprüche

1. Thermischer Aktuator (22) in einem hydraulischen Stoßdämpfer (1), umfassend einen Dämpfungskolben (2) umfassend einen doppelseitig wirkenden Kolben (4, 14) mit Kolbenstange (5, 15), wobei zumindest an einer Seite des Kolbens (4, 14) eine Mehrzahl von Dämpfungsscheiben (7, 17) vorliegt, welche den Fluidfluss durch Öffnungen (8, 18) im Kolben (4, 14) begrenzen, wobei der thermische Aktuator (22) bei sich ändernder Temperatur aufgrund seiner Materialzusammensetzung eine Ausdehnungsänderung und/oder Formänderung erfährt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der thermische Aktuator (22) auf die Dämpfungsscheiben (7) wirkt.
2. Thermischer Aktuator (22) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der thermische Aktuator (22) ein Bimetallelement umfasst.
3. Thermischer Aktuator (22) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der thermische Aktuator (22) ein Material mit hohem Wärmeausdehnungskoeffizienten, insbesondere aus Kunststoff oder aus einem Nichteisenmetall umfasst.
4. Thermischer Aktuator (22) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der thermische Aktuator (22) ein erstes Element aus einem ersten Material und ein zweites Element aus einem zweiten Material umfasst, wobei das erste Material einen höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist als das zweite Material.
5. Thermischer Aktuator (22) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der thermische Aktuator (22) einen äußeren Ring (25) des ersten Materials und einen inneren Ring (26) des zweiten Materials umfasst.
6. Thermischer Aktuator (22) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der thermische Aktuator (22) an der Kolbenstange zwischen Dämpfungsscheiben (7, 17) des hydraulischen Stoßdämpfers (1) vorliegt.
7. Thermischer Aktuator (22) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnungen (8, 18) eines Kolbens (4, 14) des Stoßdämpfers (1) welche an die Dämpfungsscheiben (7, 17) anschließen, schräg und bevorzugt gewunden durch den Kolben (4, 14) verlaufen.
8. Thermischer Aktuator (28) in einem hydraulischen Stoßdämpfer (1), umfassend einen Dämpfungskolben (2) umfassend einen doppelseitig wirkenden Kolben (4, 14) mit Kolbenstange (5), wobei zumindest an einer Seite des Kolbens (4, 14) eine Mehrzahl von Dämpfungsscheiben (7, 17) vorliegt, welche den Fluidfluss durch Öffnungen (8, 18) im Kolben (4, 14) begrenzen, wobei in der Kolbenstange (5, 15) eine Stellnadel (10, 20) des hydraulischen Stoßdämpfers (1) vorliegt, welche den Fluss des Fluids durch eine Bypassleitung (9, 19) des Kolbens (4, 14) einstellt, wobei der thermische Aktuator bei sich ändernder Temperatur aufgrund seiner Materialzusammensetzung eine Ausdehnungsänderung und/oder Formänderung erfährt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der thermische Aktuator auf die Stellnadel (10, 20) wirkt, wobei durch diese Wirkung auf die Stellnadel (10, 20) der Fließquerschnitt durch die Bypassleitung (9, 19) mit steigender Temperatur verringert und mit sinkender Temperatur erhöht wird.
9. Thermischer Aktuator (28) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der thermische Aktuator (28) zwischen zwei getrennten Abschnitten der Stange der Stellnadel (10, 20) des Stoßdämpfers (1) vorliegt.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

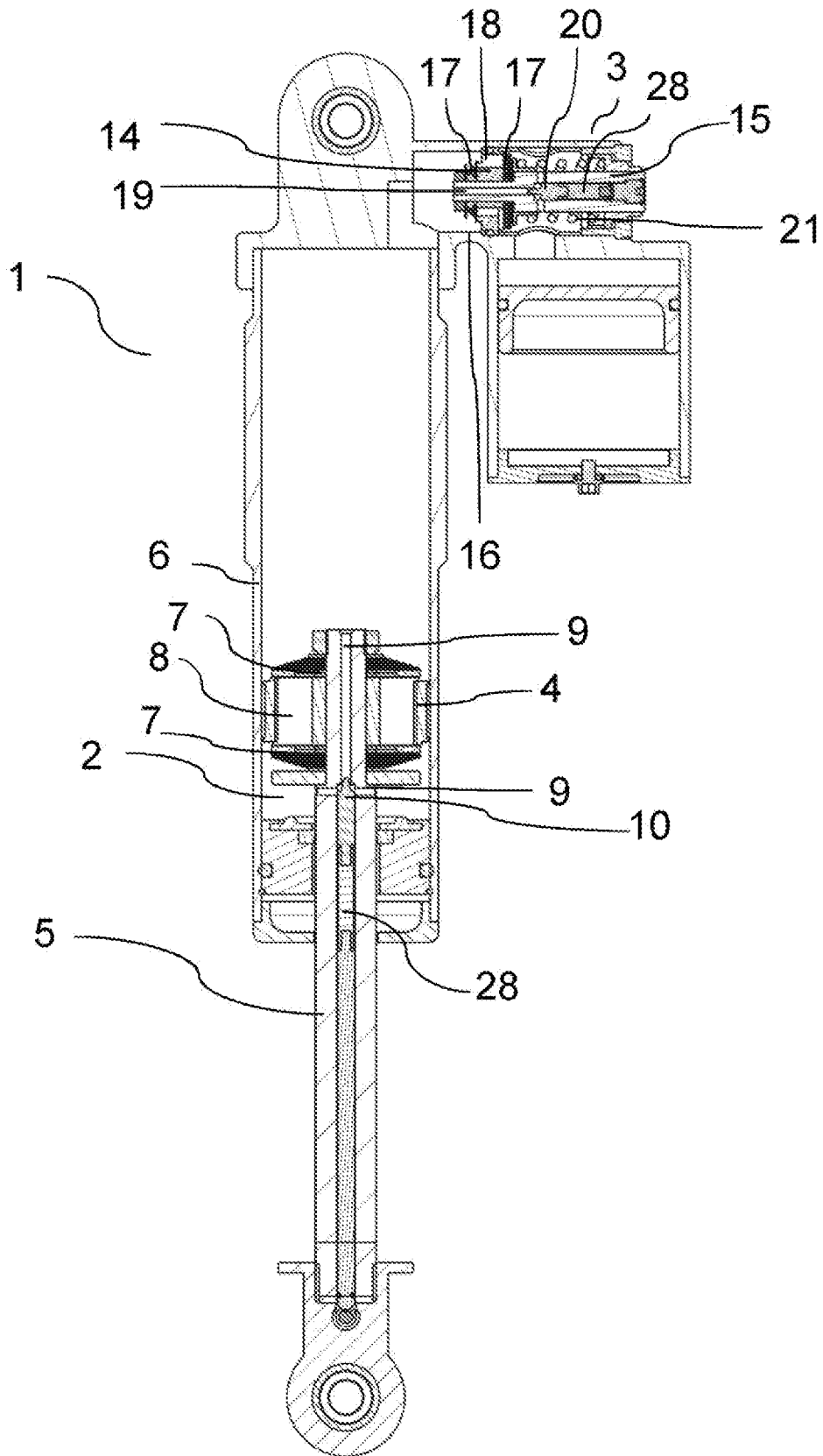


Fig. 2

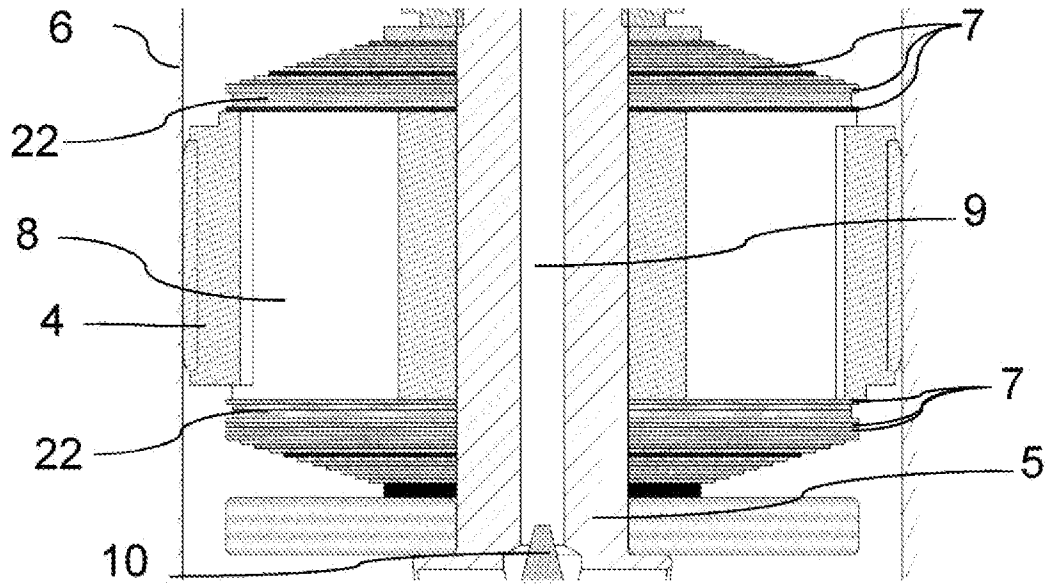


Fig. 3

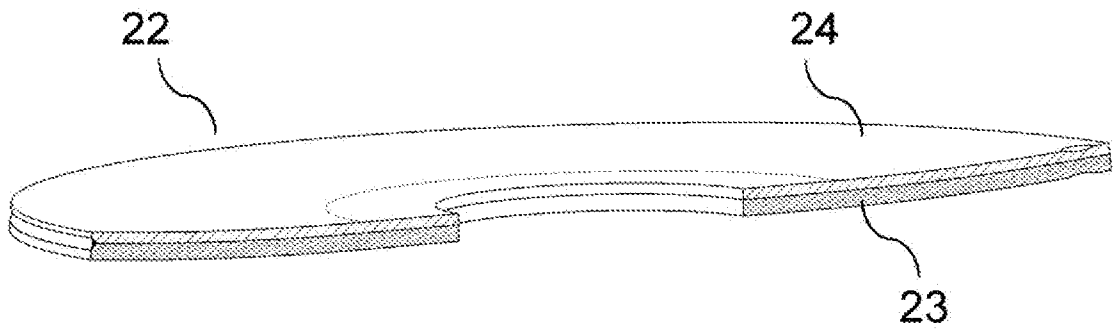


Fig. 4

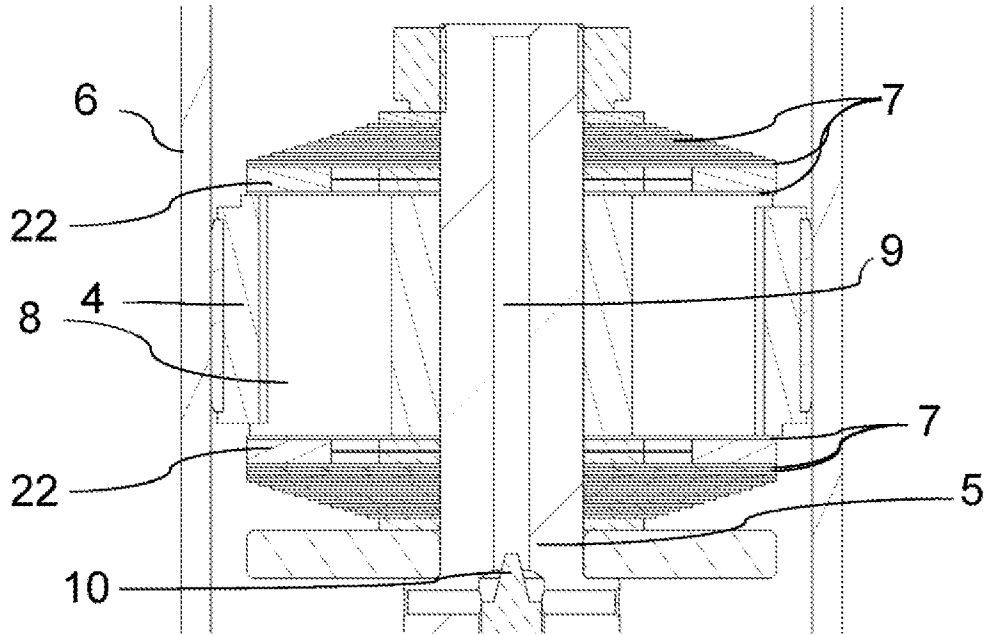


Fig. 5

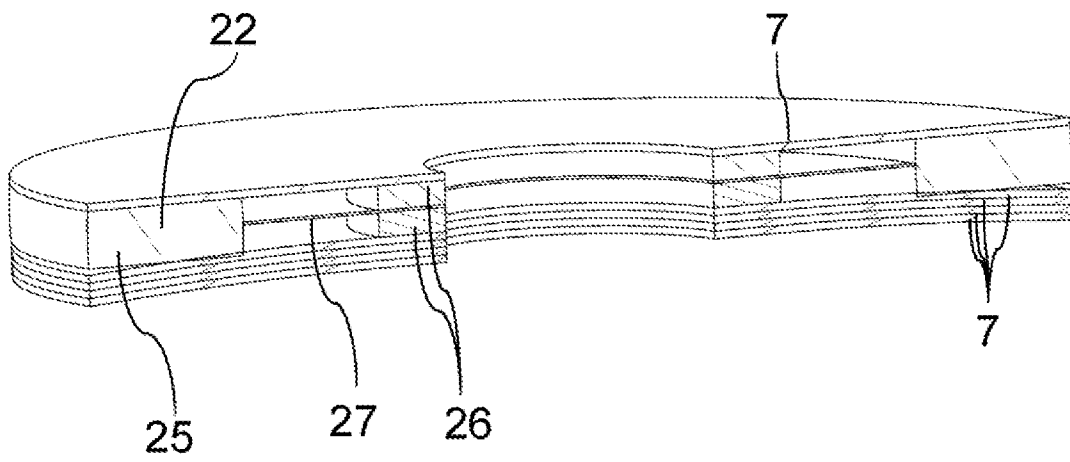


Fig. 6

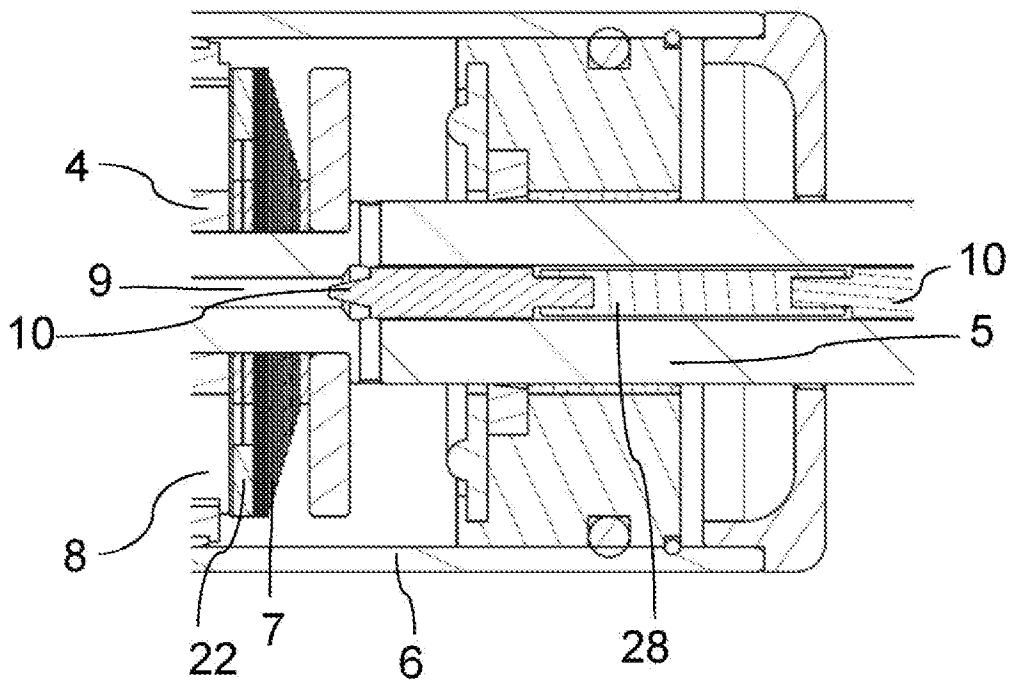


Fig. 7

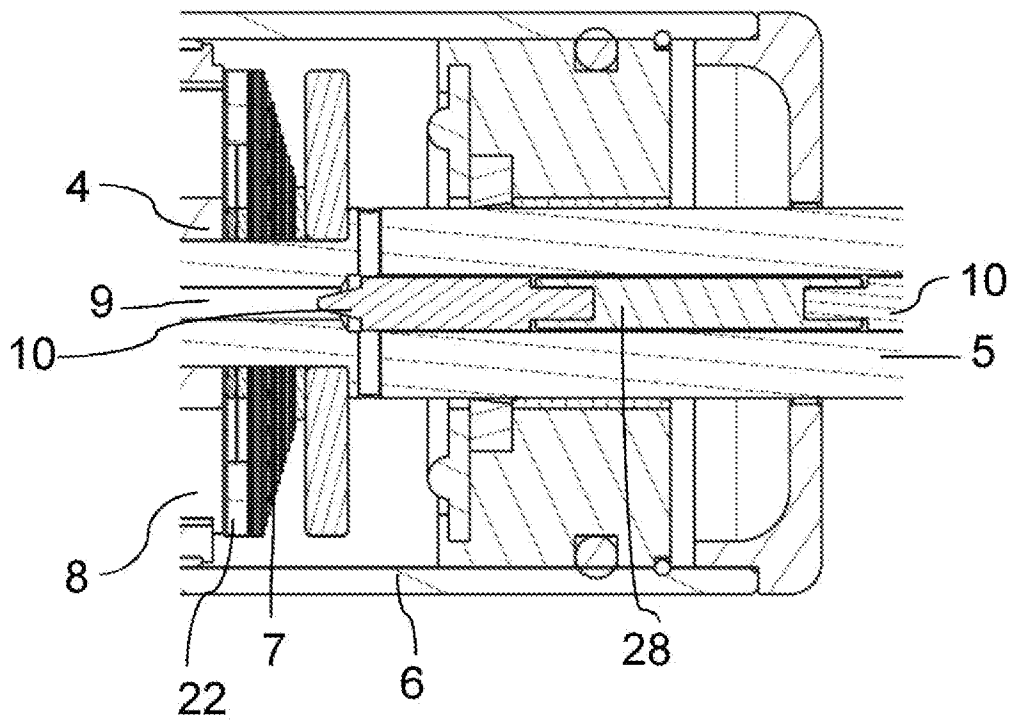


Fig. 8

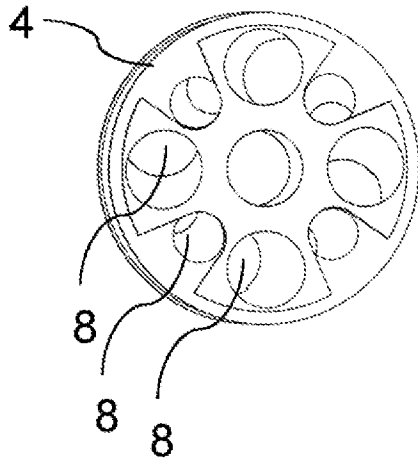


Fig. 9

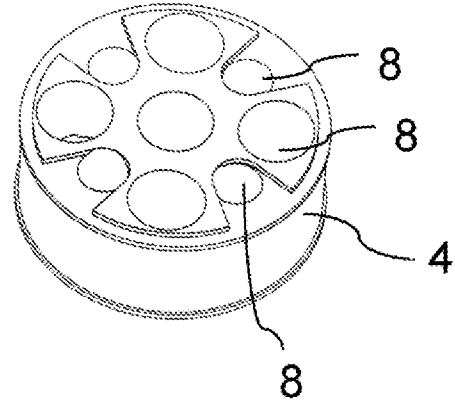


Fig. 10

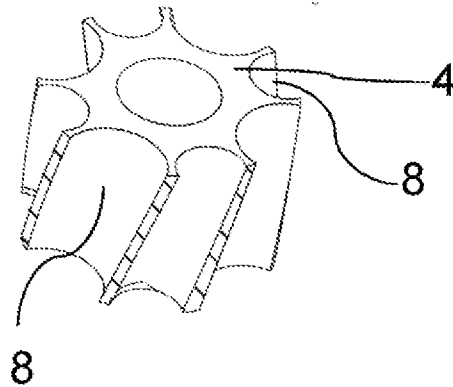


Fig. 11

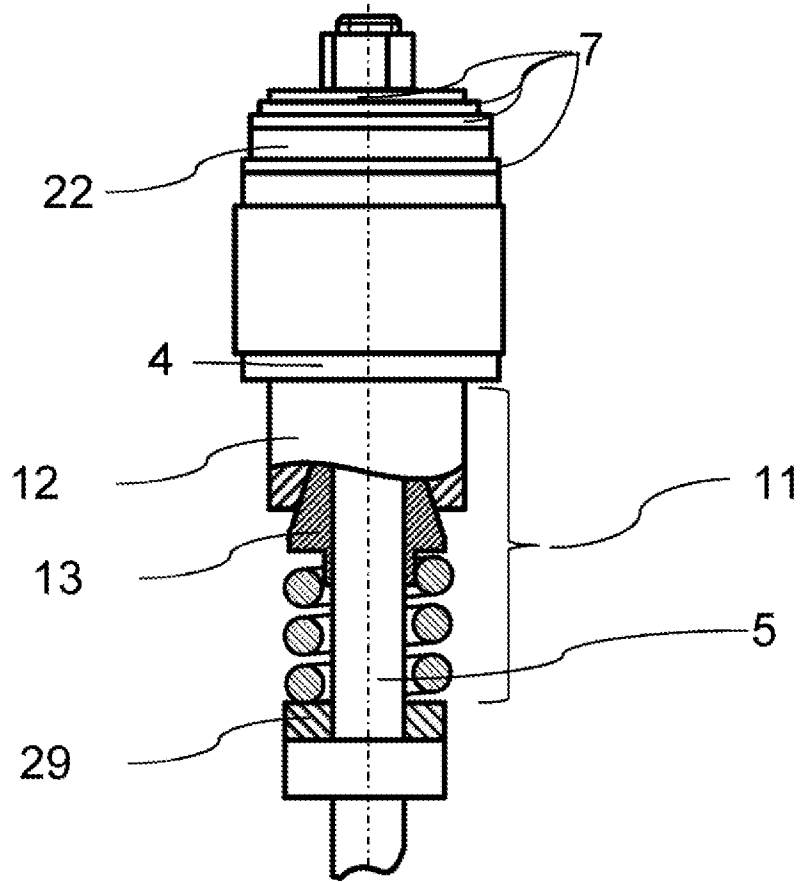


Fig. 12

