



(10) **DE 10 2005 059 117 B4** 2014.11.13

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2005 059 117.5**
(22) Anmeldetag: **10.12.2005**
(43) Offenlegungstag: **14.06.2007**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **13.11.2014**

(51) Int Cl.: **B60G 17/027 (2006.01)**
B60G 21/10 (2006.01)
B60G 13/16 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen,
DE**

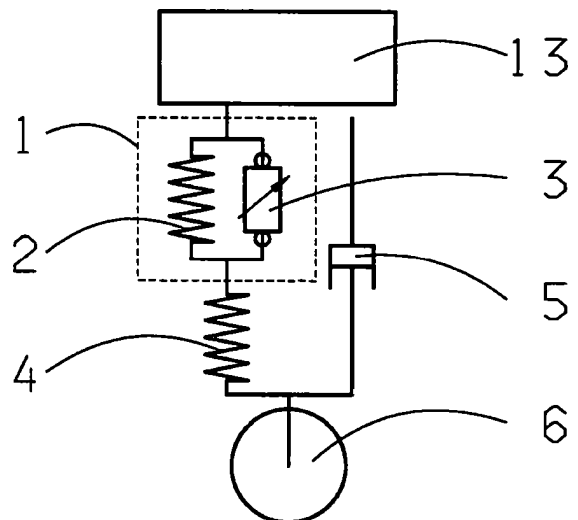
(72) Erfinder:
Thies, Andreas, 88048 Friedrichshafen, DE;
**Wohanka, Uwe, Dr., 88690 Uhdingen-Mühlhofen,
DE; Pelchen, Christoph, Dr., 88069 Tettngang, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	196 04 558	C1
DE	100 43 711	A1
DE	102 27 416	A1
DE	103 06 228	A1
DE	195 29 580	A1
DE	196 06 991	A1
DE	198 55 310	A1

(54) Bezeichnung: **Aktuator für ein aktives Fahrwerk eines Kraftfahrzeugs**

(57) Hauptanspruch: Aktuator für ein aktives Fahrwerk eines Kraftfahrzeugs, welches eine Aufbaufeder und einen Schwingungsdämpfer umfasst, wobei der Aktuator einen hydraulischen oder pneumatischen Stellzylinder umfasst, zwischen der Aufbaumasse und der ungefederten Masse angeordnet und in Reihe zu der Aufbaufeder geschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (1) eine Kompensationsfeder (2) umfasst und derart ausgelegt und angeordnet ist, dass die statische Aufbaumasse (13) von der Kompensationsfeder (2) getragen wird, wobei die Kompensationsfeder (2) parallel zum Stellzylinder (3) geschaltet ist, derart, dass sie die Aufbaumasse (13) trägt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Aktuator für ein aktives Fahrwerk eines Kraftfahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Die Auslegung eines konventionellen Fahrwerks für ein Kraftfahrzeug stellt einen Kompromiss zwischen Fahrsicherheit und Fahrkomfort dar, da eine harte Dämpfung ein gutes Handling gewährleistet und eine weiche Dämpfung den Komfort erhöht. Um beide Aspekte kombinieren zu können, sind aus dem Stand der Technik aktive Fahrwerke, zum Ausgleich von Wank und Nick- und Hubbewegungen bekannt.

[0003] Die gattungsbildende Druckschrift DE 198 55 310 A1 offenbart ein aktives Federungssystem für Kraftfahrzeuge. Dabei sind aktive Abstützaggregate zwischen dem Fahrzeugaufbau und den Rädern des Fahrzeugs angeordnet. Die Abstützaggregate bestehen jeweils aus einer passiven Feder und einem dazu in Reihe angeordneten hubverstellbaren Stellorgan. Parallel zu der Feder ist ein Dämpfer angeordnet.

[0004] Aus der DE 196 06 991 A1 ist eine Feder-Stoßdämpfer-Einrichtung für ein Kraftfahrzeug bekannt, bei der durch ein Hydraulikaggregat der Abstand des Fahrzeugaufbaus nach dem Fahrverhalten des Fahrzeugs gegenüber den Rädern steuerbar ist, wobei die Feder zwischen einem beweglichen Element des Hydraulikaggregates und dem Dämpferzylinder des Stoßdämpfers eingespannt ist und das bewegliche Element des Hydraulikaggregates derart an dem Stoßdämpfer gleitend gelagert ist, dass die Verschiebung ausschließlich im Bereich der Kolbenstange des Stoßdämpfers erfolgt, wodurch die Reibungskräfte beim Verschieben des beweglichen Elementes weitgehend reduziert werden.

[0005] Ferner ist aus der DE 196 04 558 C1 ein Kolben-Zylinderaggregat bekannt, umfassend einen Zylinder, in dem eine Kolbenstange axial beweglich angeordnet ist, ein erstes mit dem Zylinder in Wirkverbindung stehendes Anschlussorgan, ein zweites Anschlussorgan, das mit der Kolbenstange in Verbindung steht, einen Verstellzylinder mit einem Druckmediumanschluss, wobei der Verstellzylinder mit einem der Anschlussorgane in Wirkverbindung steht und über Zu- oder Abfuhr vom Druckmedium der Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Anschlussorgan einstellbar ist. Hierbei ist der Verstellzylinder in Reihe zum Zylinder angeordnet und die Kolbenstange stellt eine Führungsbahn für den Verstellzylinder dar.

[0006] Des weiteren ist aus der DE 195 29 580 A1 ein verstellbares Federbein für Kraftfahrzeuge bekannt, welches eine gute Legeregelung der abgefederten Kraftfahrzeugteile ermöglichen und eine defi-

nierte regel- und abstimmbare Dämpfungs- und Federrate aufweisen soll. Das Federbein umfasst einen von einer Schraubenfeder umgebenen Schwingungsdämpfer mit einem Dämpferzylinder, wobei die Schraubenfeder einerseits durch einen mit dem Dämpferzylinder über einen äußeren und einen inneren den Dämpferzylinder konzentrisch umgebenden Stellzylinder verbundenen ersten Federteller und andererseits durch einen in der Nähe des Anlenkungspunktes der Kolbenstange des Arbeitskolbens des Dämpferzylinders mit der Kolbenstange verbundenen zweiten Federteller so gehalten und eingespannt ist, dass beim Einfahren des Kolbens in den Dämpferzylinder die Schraubenfeder belastet wird. Hierbei sind die beiden Stellzylinder zur Änderung des Bodenabstandes der Karosserie zueinander teleskopartig verschiebbar ausgebildet.

[0007] Bei der aus der DE 195 29 580 A1 bekannten Konstruktion ist der erste Federteller am äußeren Stellzylinder befestigt, wobei der äußere Stellzylinder an seinem der Kolbenstange zugewandten Ende Einrichtungen zur Führung und Dichtung des Dämpferzylinders und an dem gegenüberliegenden Ende Einrichtungen zur Führung und Dichtung des inneren Stellzylinders aufweist.

[0008] Hierbei ist der innere Stellzylinder am Dämpferzylinder befestigt und relativ zum äußeren Stellzylinder durch das Einbringen eines Druckmediums in den von den Stellzylindern und dem Dämpferzylinder begrenzten ringförmigen Innenraum teleskopartig verschiebbar.

[0009] Im Rahmen der DE 100 43 711 A1 ist ein Aktuator zur aktiven Fahrwerksregelung unter Verwendung eines ein Drehmoment erzeugenden Stellgliedes beschrieben, der mit dem am Rad und am Fahrzeugaufbau befestigten Lenker verbunden ist, wobei das Stellglied zwischen Fahrzeugaufbau und Lenker angeordnet ist und ein dem Wank- und Nickausgleich entsprechenden und/oder ein die Dämpfung der Lenkerschwankungen gewährleistendes Drehmoment auf den Lenker überträgt. Vorzugsweise ist das Stellglied als Schwenkmotor ausgebildet.

[0010] Ein weiterer Aktuator zur aktiven Fahrwerksregelung ist aus der DE 103 06 228 A1 bekannt. Er umfasst ein zwischen Rad und Fahrzeugaufbau angeordnetes Stellglied, welches Nick- und Wankbewegungen ausgleicht und zusätzlich die Hubbewegung des Fahrzeugs nach dem Skyhook-Prinzip verringert. Das Stellglied ist als Schwenkmotor ausgebildet und stellt zwischen Rad und Aufbau zusätzlich zum Aktuatormoment für den Wank- und Nickausgleich ein Aktuatormoment zur Verringerung der Aufbauhubbewegung bereit.

[0011] Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Konstruktionen ist der Energiebedarf auf-

grund der Fußpunktverstellung des Federungssystems bzw. der Betätigung des Aktuators in nachteiliger Weise hoch.

[0012] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Aktuator für ein aktives Fahrwerk zur aktiven Fahrwerksregelung zur Beeinflussung von Nick-, Hub- und Wankbewegungen anzugeben, dessen Energiebedarf im Vergleich zum Energiebedarf der aus dem Stand der Technik bekannten Systeme gering ist.

[0013] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere erfindungsgemäße Ausgestaltungen und Vorteile gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0014] Demnach wird ein Aktuator für ein aktives Fahrwerk zur Beeinflussung von Nick-, Hub- und Wankbewegungen vorgeschlagen, welches eine Aufbaufeder und einen Schwingungsdämpfer umfasst, der einen hydraulischen oder pneumatischen Stellzylinder und eine Kompensationsfeder umfasst; wobei der Aktuator derart ausgelegt und angeordnet ist, dass die statische Aufbaumasse von der Kompensationsfeder getragen wird; wobei die Kompensationsfeder parallel zum Stellzylinder geschaltet ist, derart, dass sie die Aufbaumasse trägt; und wobei der Aktuator zwischen der Aufbaumasse und den ungefederten Massen angeordnet und in Reihe zur Aufbaufeder geschaltet ist. Auf diese Weise bringt der hydraulische bzw. der pneumatische Stellzylinder nur die Zusatzkräfte auf, so dass aufgrund der geringen benötigten Aktuatorkräfte der Energiebedarf in vorteilhafter Weise gering ist.

[0015] Durch den hydraulischen bzw. pneumatischen Stellzylinder werden die Aufbaubewegungen durch Aufbringung zusätzlicher Zug- und Druckkräfte reduziert, wobei durch die vorzugsweise parallel zum Stellzylinder geschaltete Kompensationsfeder die stationäre Grundlast kompensiert bzw. die Aufbaumasse getragen wird. Der Aktuator ist zwischen der Aufbaumasse und den ungefederten Massen angeordnet und in Reihe zur Aufbaufeder geschaltet.

[0016] Bei Fahrzeugen mit geringer Ladungsspreizung kann die Kompensationsfeder als konventionelle Stahlfeder ausgebildet sein; bei großer Ladungsspreizung, beispielsweise bei NKWs können die Kompensationsfedern des Aktuators und/oder die Aufbaufedern als Luftfedern oder hydropneumatische Federn ausgeführt sein, die der Niveauregulierung dienen, wodurch der stationäre Offset (Grundlast) des Stellzylinders auf Null gesetzt wird. Die Ausführung der Kompensationsfeder als Luftfeder bzw. hydropneumatische Feder resultiert ferner in dem Vorteil, dass immer gleiche Stellwege für den hydraulischen bzw. pneumatischen Stellzylinder zur Verfügung stehen.

[0017] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Figur beispielhaft näher erläutert.

[0018] Es zeigen:

[0019] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Aktuators für ein aktives Fahrwerk;

[0020] Fig. 2 eine schematische Darstellung der Anordnung zur Ansteuerung eines hydraulischen Stellzylinders des erfindungsgemäßen Aktuators für ein aktives Fahrwerk und

[0021] Fig. 3 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der Anordnung zur Ansteuerung eines hydraulischen Stellzylinders des erfindungsgemäßen Aktuators.

[0022] Wie in Fig. 1 veranschaulicht, umfasst ein erfindungsgemäßer Aktuator **1** für ein aktives Fahrwerk zur Beeinflussung von Nick-, Hub- und Wankbewegungen, welches eine Aufbaufeder **4** und einen Schwingungsdämpfer **5** umfasst, einen hydraulischen oder pneumatischen Stellzylinder **3** und eine vorzugsweise parallel zum Stellzylinder **3** angeordnete Kompensationsfeder **2** und ist derart ausgelegt und angeordnet, dass die statische Aufbaumasse **13** von der Kompensationsfeder **2** getragen wird, so dass der Stellzylinder **3** nur die Zusatzkräfte aufbringt, die zur Reduzierung der Aufbaubewegungen erforderlich sind. Gemäß der Erfindung ist die Kompensationsfeder **2** parallel zum Stellzylinder **3** geschaltet und kompensiert die stationäre Grundlast bzw. trägt die Aufbaumasse **13**.

[0023] Wie zudem aus Fig. 1 ersichtlich, ist der Aktuator **1** zwischen der Aufbaumasse **13** und den ungefederten Massen **6** angeordnet und in Reihe zur Aufbaufeder **4** geschaltet; der Schwingungsdämpfer **5** ist parallel zum Aktuator **1** und zur Aufbaufeder **4** geschaltet.

[0024] Wie bereits erläutert, ist bei Fahrzeugen mit geringer Ladungsspreizung die Kompensationsfeder als konventionelle Stahlfeder ausgebildet; bei Fahrzeugen mit großer Ladungsspreizung sind die Kompensationsfedern und/oder die Aufbaufedern vorzugsweise als Luftfedern oder hydropneumatische Federn ausgeführt.

[0025] In den Fig. 2 und Fig. 3 sind zwei vorteilhafte Möglichkeiten der Anordnung zur Ansteuerung des erfindungsgemäßen Aktuators bzw. des hydraulischen Stellzylinders dargestellt. Es sind selbstverständlich auch weitere, dem Fachmann bekannte Anordnungen möglich.

[0026] Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 ist in vorteilhafter Weise bedarfsgerecht Systemdruck not-

wendig, wobei jedes Rad eine eigene Hydraulikversorgung benötigt.

[0027] Hierbei ist der Tank mit **11**, das vor dem Tank angeordnete Druckbegrenzungsventil mit **10** und ein erforderliches Proportionalventil mit **9** bezeichnet. Die Hydraulikflüssigkeit wird von der Hydraulikversorgung bzw. Pumpe **8** über eine geeignete Einstellung des Proportionalventils **9** und eine entsprechende Schaltung des jedem Rad zugeordneten Wegeventils **7** dem Stellzylinder **3** zugeführt. Bei der in **Fig. 2** gezeigten Anordnung ist pro Rad ein Wegeventil **7** erforderlich. Es ist aber bei einer entsprechenden Anordnung auch möglich, für jede Fahrzeugachse ein Wegeventil vorzusehen.

[0028] Bei der Ausführungsform gemäß **Fig. 3** ist ein hoher Systemdruck erforderlich, wobei in vorteilhafter Weise eine zentrale Hydraulikversorgung möglich ist, so dass für alle Räder ein Wegeventil **7'** benötigt wird. Hierbei wird von der Pumpe **8** die Hydraulikflüssigkeit einem nachgeschalteten Hydrospeicher **12** zugeführt und anschließend über das Wegeventil **7'** an den Stellzylinder **3** geleitet. Bei dieser Anordnung sind zwei Leitungen zum Tank **11** mit entsprechenden Druckbegrenzungsventilen **10** erforderlich. Zwei Möglichkeiten der Ausführung des Wegeventils **7'** sind im rechten Teil der **Fig. 3** gezeigt.

[0029] Durch die erfindungsgemäße Konzeption wird ein Aktuator zur Verfügung gestellt, dessen Energiebedarf im Vergleich zum Energiebedarf der aus dem Stand der Technik bekannten Systeme gering ist. Des Weiteren sind die Herstellungskosten sowie die Montagekosten gering.

[0030] Selbstverständlich fällt auch jede konstruktive Ausbildung, insbesondere jede räumliche Anordnung der Bauteile des erfindungsgemäßen Aktuators für ein aktives Fahrwerk sowie der Anordnung zur Ansteuerung des Stellzylinders an sich sowie zueinander und soweit technisch sinnvoll, unter den Schutzzumfang der vorliegenden Ansprüche, ohne die Funktion des Aktuators, wie sie in den Ansprüchen angegeben ist, zu beeinflussen, auch wenn diese Ausbildungen nicht explizit in den Figuren oder in der Beschreibung dargestellt sind.

Bezugszeichenliste

1	Aktuator
2	Feder/Kompensationsfeder
3	hydraulischer Stellzylinder
4	Feder/Aufbaufeder
5	Schwingungsdämpfer
6	ungefederte (Rad-)Massen
7	Schaltventil/Wegeventil
7'	Schaltventil/Wegeventil
8	Hydraulikversorgung
9	Proportionalventil

10	Druckbegrenzungsventil
11	Tank
12	Hydrospeicher
13	Aufbaumasse

Patentansprüche

1. Aktuator für ein aktives Fahrwerk eines Kraftfahrzeugs, welches eine Aufbaufeder und einen Schwingungsdämpfer umfasst, wobei der Aktuator einen hydraulischen oder pneumatischen Stellzylinder umfasst, zwischen der Aufbaumasse und der ungefederten Masse angeordnet und in Reihe zu der Aufbaufeder geschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

der Aktuator (**1**) eine Kompensationsfeder (**2**) umfasst und derart ausgelegt und angeordnet ist, dass die statische Aufbaumasse (**13**) von der Kompensationsfeder (**2**) getragen wird, wobei die Kompensationsfeder (**2**) parallel zum Stellzylinder (**3**) geschaltet ist, derart, dass sie die Aufbaumasse (**13**) trägt.

2. Aktuator für ein aktives Fahrwerk eines Kraftfahrzeugs nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kompensationsfeder (**2**) als konventionelle Stahlfeder ausgebildet ist.

3. Aktuator für ein aktives Fahrwerk eines Kraftfahrzeugs nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kompensationsfeder (**2**) als Luffeder oder hydropneumatische Feder ausgebildet ist.

4. Aktuator für ein aktives Fahrwerk eines Kraftfahrzeugs nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für den Fall eines hydraulischen Stellzylinders (**3**), dessen Ansteuerung derart aufgebaut ist, dass bedarfsgerecht Systemdruck notwendig ist, wobei jedes Rad eine eigene Hydraulikversorgung benötigt, wobei die Hydraulikflüssigkeit von einer Pumpe (**8**) mittels einer geeigneten Einstellung eines Proportionalventils (**9**) und einer entsprechenden Schaltung eines jedem Rad zugeordneten Wegeventils (**7**) dem Stellzylinder (**3**) zugeführt wird.

5. Aktuator für ein aktives Fahrwerk eines Kraftfahrzeugs nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass für den Fall eines hydraulischen Stellzylinders (**3**), dessen Ansteuerung derart aufgebaut ist, dass bei hohem Systemdruck eine zentrale Hydraulikversorgung vorgesehen ist, so dass für alle Räder ein Wegeventil (**7'**) benötigt wird, wobei die Hydraulikflüssigkeit von einer Pumpe (**8**) einem nachgeschalteten Hydrospeicher (**12**) zugeführt und anschließend über das Wegeventil (**7'**) an den Stellzylinder (**3**) geleitet wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

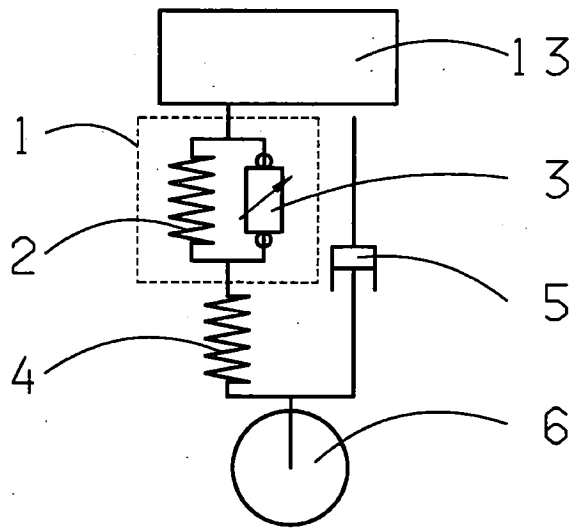


Fig. 1

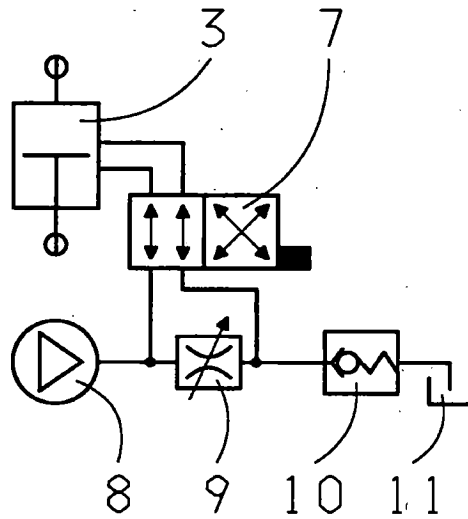


Fig. 2

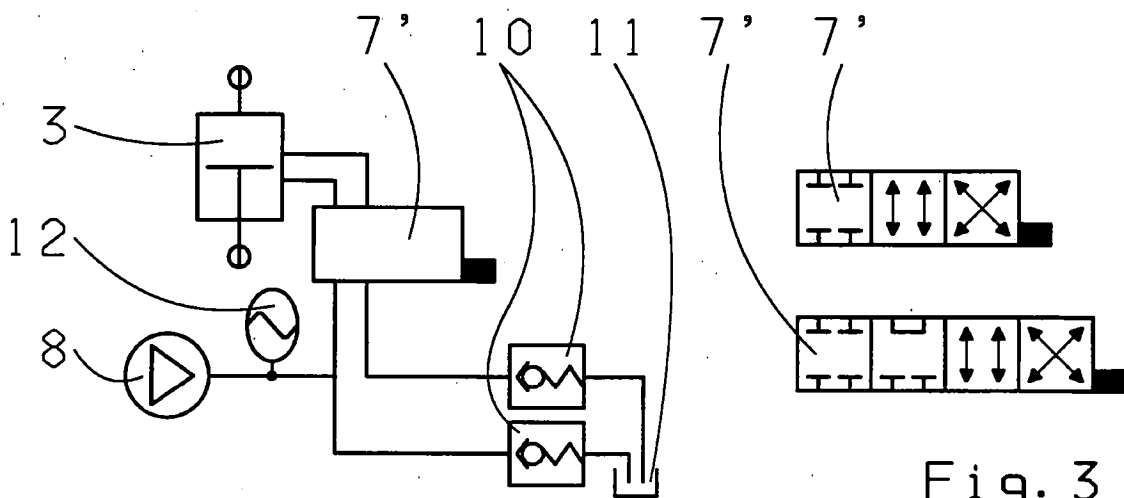


Fig. 3