



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 33 152 T2** 2007.12.20

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 189 774 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 33 152.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/AU00/00311**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 915 043.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/061393**

(86) PCT-Anmeldetag: **12.04.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **19.10.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.03.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **24.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.12.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B60G 21/06** (2006.01)

B60G 21/067 (2006.01)

B60G 21/073 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

PP970999 12.04.1999 AU

PP998399 23.04.1999 AU

PP557000 11.02.2000 AU

(73) Patentinhaber:

Kinetic PTY. Ltd., Dunsborough, W.A., AU

(74) Vertreter:

**Ackmann, Menges & Demski Patent- und
Rechtsanwälte, 80469 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB

(72) Erfinder:

**HEYRING, Brian, Christopher, Eagle Bay, W.A.
6281, AU; LONGMAN, James, Michael,
Dunsborough, W.A. 6281, AU**

(54) Bezeichnung: **AKTIVE REGELUNG DES FAHRVERHALTENS FÜR EIN FAHRZEUGAUFHÄNGUNGSSYSTEM**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung ist auf Fahrzeugfederungs- oder -aufhängungssysteme gerichtet und insbesondere auf Federungs- oder -aufhängungssysteme, welche untereinander verbundene Dämpfer und eine aktive Rollsteuerung aufweisen.

[0002] Zum Bereitstellen von erhöhtem Fahrkomfort und erhöhter Fahrzeugstabilität ist bereits eine breite Vielfalt von Lösungen vorgeschlagen worden. Diese können in mehrere Gruppen eingeordnet werden: Dämpfungssysteme; passive Rollsteuerung und Fahrzeugabstützung; aktive Rollsteuerungssysteme; aktive Karosseriesteuerungssysteme (auch als aktive Systeme niedriger Bandbreite bekannt); und voll aktive Aufhängungs- oder Federungssysteme (mit hoher Bandbreite).

[0003] Vorgeschlagene Dämpfungssysteme decken einen breiten Bereich von Konzepten ab von passiven Einzelraddämpfern (welche Dämpfungskräfte liefern, die zum Teil bestimmt werden durch: die Position in dem Hub; Beschleunigung des Dämpferkolbens; Belastung auf dem Rad) über passive, untereinander verbundene Dämpfer (die unterschiedliche Dämpfungskräfte für die unterschiedlichen Aufhängungsbetriebsarten von Rollen, Nicken und Heben/Senken liefern können) bis zu elektronisch gesteuerten „semi-aktiven“ Dämpfern, die die Dämpfungskraft in Abhängigkeit von erfassten Fahrzeugbetriebsbedingungen (wie Rollen, Gieren usw.) beeinflussen, um zu ermöglichen, dass eine optimale Dämpfung zu allen Zeiten bewirkt wird, die zu erhöhtem Komfort und erhöhter Stabilität führt. Ohne das Vorsehen von Heben/Senken- oder Rollsteifigkeit gibt es eine Grenze dafür, wie effektiv dieser Typ von Systemen sein kann.

[0004] Passive Rollsteuerungs- und Fahrzeugtragssysteme, welche verschiedene Federungsbetriebsarten entkoppeln, können von vollständig mechanischen Systemen bis zu vollständig hydraulischen Systemen variieren. Die Fähigkeit, die Roll-, Verwindungs- und Heben/Senken-Steifigkeitsbetriebsarten einer Federung zu entkoppeln, erlaubt eine erhöhte Rollsteifigkeit und -stabilität und erhöhten Komfort. Es gibt jedoch eine Grenze für die Größe der Rollsteifigkeit, die bereitgestellt werden kann, bevor sich der Fahrkomfort verschlechtert. Es besteht ein Trend zu Federungssystemen mit sehr niedrigen Rollwinkeln, selbst bei großem lateralen g , die, um diese passiv zu erzielen, eine übermäßige Rollsteifigkeit verlangen können, wodurch der Fahrkomfort begrenzt wird.

[0005] Aktive Rollsteuerungssysteme basieren üblicherweise auf lateralen Stabilisatorstäben mit hydraulischer Betätigung, um eine Steuerung des Karosserierollwinkels zu ermöglichen durch Steuern der Torsionskraft in dem Stabilisatorstab. Die Unterbrin-

gung des Stabilisatorstabes einschließlich des hydraulischen Stellantriebs kann schwierig sein, insbesondere am Vorderende eines Fahrzeuges im Bereich des Frontunterrahmens, der Federungsgeometrie und des Motors.

[0006] Aktive Karosseriesteuerungssysteme benutzen im Allgemeinen herkömmliche weiche Federn für jedes Rad zum Verbessern des Komforts in Verbindung mit hydraulischen Stellantrieben zum Steuern und Begrenzen der Karosseriebewegung hinsichtlich Rollen und Nicken. Da diese Systeme nur die Karosserieposition steuern, brauchen sie nicht auf individuelle Radeingaben mit hoher Frequenz und kleiner Größe anzusprechen, welche im Allgemeinen durch die geringe Federsteifigkeit absorbiert werden. Die Regler können deshalb eine relativ geringe Geschwindigkeit oder eine „niedrige Bandbreite“ haben. Diese Typen von Systemen bewirken im Allgemeinen keine Fahrzeugdämpfung.

[0007] Vollaktive Federungssysteme tragen das Fahrzeug auf Hydraulikstreben, die alle durch einen Zentralcomputer gesteuert werden. Um schnell genug reagieren zu können, kann jedes Rad eine lokale Fluidquelle und einen lokalen Computer haben zum Steuern von kleinen hochfrequenten (eine hohe Bandbreite aufweisenden) Radeingaben. Der lokale Computer erfasst üblicherweise Stellantriebsbelastung und -position, Rad- und Karosseriebeschleunigung, usw. Das muss mit dem Zentralcomputer kommuniziert werden, der die Gesamtkarosserieposition steuert, durch Kommunizieren mit den Computern für jedes Rad und unter Verwendung von zusätzlichen Eingaben wie Gaspedal-, Bremsen- und Lenkungspositionen, Karosseriebeschleunigungen, Stellantriebspositionen. Diese Systeme sind äußerst komplex und teuer.

[0008] Die meisten der obigen Typen von Federungssystemen haben nur eine begrenzte Produktion erreicht aufgrund von variierenden Gründen wie Konflikten zwischen Kosten, Unterbringbarkeit, Komplexität, Wirkungsgrad, Gewicht und Verfeinerung.

[0009] Ein Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem für ein Fahrzeugfederungssystem ist in der EP-A-858918 offenbart, wobei Radzylinder zwischen jeder Fahrzeugradhalterung und der Fahrzeugkarosserie angebracht sind und jeder Zylinder durch einen Kolben in eine erste und eine zweite Kammer unterteilt ist, wobei erste und zweite Fluidleitungen zwischen den ersten Kammern der Zylinder auf einer Seite des Fahrzeuges und den zweiten Kammern auf der anderen Seite des Fahrzeuges kommunizieren, um dadurch für Rollstützung zu sorgen, und Fluidakkumulatoren in den Kreisen, um für Rollelastizität oder -beweglichkeit zu sorgen. Es findet jedoch keine Steuerung der Fluidströmung in die und aus den Akkumulatoren statt.

[0010] Die US-A-5480188 zeigt ein Rollsteuerungssystem mit einer Dämpfereinrichtung.

[0011] Es ist deshalb vorzuziehen, ein Federungssystem bereitzustellen, das eine Anordnung von untereinander verbundenen Dämpfern umfasst, die für Dämpfung und Rollsteifigkeit sorgt, und weiter eine niedrige Bandbreite aufweisende aktive Steuerung des Fahrzeugrollwinkels umfasst.

[0012] Es ist deshalb ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Fahrzeugfederungssystem zu schaffen, das ein aktives Rollsteuerungssystem mit wenigstens vier Radzylindern umfasst.

[0013] Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein kombiniertes Dämpfungs- und aktives Rollsteuerungssystem bereitzustellen. Zu diesem Zweck schafft die vorliegende Erfindung ein Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem für ein Fahrzeugfederungssystem, wobei das Fahrzeug wenigstens ein Paar seitlich beabstandete Vorderbaugruppen und wenigstens ein Paar seitlich beabstandete Hinterradbaugruppen hat, wobei jede Radbaugruppe ein Rad aufweist und eine Radhalterung, die das Rad haltet, um eine Bewegung des Rades in einer insgesamt vertikalen Richtung relativ zu einer Karosserie des Fahrzeuges zu gestatten, und eine Fahrzeugtrageeinrichtung, die wenigstens im Wesentlichen einen überwiegenden Teil der Abstützung für das Fahrzeug übernimmt; wobei das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem aufweist:

Radzylinder, die zwischen jeder Radhalterung und der Karosserie des Fahrzeuges anbringbar sind, wobei jeder Radzylinder ein inneres Volumen aufweist, das durch einen in dem Radzylinder gelagerten Kolben in eine erste und eine zweite Kammer unterteilt ist;

einen ersten und einen zweiten Fluidkreis, die eine Fluidverbindung zwischen den Radzylindern durch Fluidleitungen herstellen, wobei jeder Fluidkreis eine Fluidverbindung herstellt zwischen den ersten Kammern der Radzylinder auf einer Seite des Fahrzeuges und den zweiten Kammern der Radzylinder auf der entgegengesetzten Seite des Fahrzeuges, um dadurch eine Rollabstützung zu bewirken, die von der Verwindungsbetriebsart des Fahrzeugfederungssystems entkoppelt ist, durch Schaffung einer Rollsteifigkeit um eine waagerechte Rolllage und gleichzeitige Schaffung von im Wesentlichen null Verwindungssteifigkeit;

wobei jeder Fluidkreis einen oder mehrere Fluidakkumulatoren aufweist zur Schaffung von Rollbeweglichkeit;

wobei der oder wenigstens einer der Akkumulatoren von jedem Fluidkreis eine Akkumulatordämpfereinrichtung aufweist zum Steuern der Fluidströmung in den und aus dem Akkumulator;

eine Dämpfereinrichtung zum Steuern der Geschwindigkeit der Fluidströmung in die und aus der wenig-

tens einen Kammer jedes Radzylinders; und eine Fluidsteuereinrichtung, die mit dem ersten und dem zweiten Fluidkreis verbunden ist, zum Zuführen und Absaugen von Fluid aus jedem Fluidkreis als eine Funktion der Fahrcharakteristik des Fahrzeuges;

wobei das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem dadurch im Wesentlichen die gesamte Dämpfung des Fahrzeugfederungssystems übernimmt.

[0014] Die Dämpfereinrichtungen des Dämpfungs- und Rollsteuerungssystems sind vorgesehen zum Steuern der Geschwindigkeit der Fluidströmung in die und aus der wenigstens einen Kammer jedes Radzylinders, um dadurch im Wesentlichen die gesamte Dämpfung des Fahrzeugfederungssystems zu bewirken. Die Leitungen können so bemessen sein, dass wenigstens ein Teil der Hochgeschwindigkeitsdämpfung des Fahrzeugfederungssystems bewirkt wird, da sie aber einen festen, nichtlinearen Effekt haben, sind normalerweise auch Dämpfereinrichtungen notwendig.

[0015] Die Fahrzeugtrageeinrichtung kann in gewissen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wenigstens im Wesentlichen die gesamte Abstützung für das Fahrzeug übernehmen.

[0016] Das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem besorgt deshalb die Dämpfung für die Fahrzeugfederung und bewirkt eine Rollsteifigkeit, ohne eine entsprechende Verwindungssteifigkeit hervorzurufen.

[0017] Jeder Fluidkreis kann in einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine erste Fluidleitung aufweisen zum Herstellen einer Fluidverbindung zwischen den ersten Kammern der Radzylinder auf der einen Seite des Fahrzeuges und eine zweite Fluidleitung zum Herstellen einer Fluidverbindung zwischen den zweiten Kammern der Radzylinder auf der entgegengesetzten Seite des Fahrzeuges, wobei die erste und die zweite Fluidleitung in Fluidverbindung stehen.

[0018] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann jeder der Fluidkreise eine erste und eine zweite diagonale Fluidleitung aufweisen, die jeweils eine Fluidverbindung zwischen der ersten Kammer eines Radzylinders auf einer Seite des Fahrzeuges und der zweiten Kammer des diagonal entgegengesetzten Radzylinders auf der anderen Seite des Fahrzeuges herstellen, wobei die erste diagonale Fluidleitung zwischen einem Paar diagonal entgegengesetzter Radzylinder in Fluidverbindung ist mit der zweiten diagonalen Fluidleitung zwischen dem anderen Paar entgegengesetzter Radzylinder.

[0019] Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann

jeder Fluidkreis eine vordere Fluidleitung aufweisen, die eine Fluidverbindung zwischen den Radzylindern der Vorderradbaugruppen herstellt, und eine hintere Fluidleitung, die eine Fluidverbindung zwischen den Radzylindern der hinteren Radbaugruppen herstellt, wobei die vordere und die hintere Leitung eine Fluidverbindung zwischen der ersten Kammer des Radzylinders auf einer Seite des Fahrzeuges mit der zweiten Kammer des Radzylinders auf der entgegengesetzten Seite des Fahrzeuges herstellt und wobei die vordere und die hintere Leitung in Fluidverbindung sind.

[0020] Es ist klar, dass andere Verbindungsanordnungen ebenfalls ins Auge gefasst werden können. Es ist auch klar, dass dieselben Prinzipien bei Fahrzeugen mit mehr als vier Rädern angewandt werden können. Um zum Beispiel das System auf ein sechsrädriges Fahrzeug anzuwenden, wird der zusätzliche linke Radzylinder eine erste Kammer haben, die mit der Leitung verbunden ist, welche die ersten Kammern der anderen beiden linken Radzylinder verbindet, und wird seine zweite Kammer mit der Leitung verbunden haben, die die zweiten Kammern der anderen beiden linken Radzylinder verbindet. Die Verbindung des anderen Zylinders mit der rechten Seite des Fahrzeuges bringt ähnlich die ersten Kammern miteinander in Verbindung und die zweiten Kammern miteinander in Verbindung.

[0021] Die Dämpfereinrichtungen können an oder in den Radzylindern, in den Leitungen und/oder in einem Verteilerblock angeordnet sein. Der Verteilerblock kann zentral in dem Fahrzeug angeordnet sein und die verlangte Fluidverbindung zwischen der ersten und der zweiten Leitung herstellen, um den ersten und den zweiten Fluidkreis zu bilden. Die Dämpfereinrichtungen können bidirektional sein (d.h. eine gesteuerte Strömungsdrosselung in beiden Richtungen bewirken), wobei in diesem Fall jeder Radzylinder nur eine Dämpfereinrichtung für die erste oder die zweite Kammer erfordern kann. In diesem Fall kann die zugeordnete Kammer versuchen, einen Unterdruck aufzubauen, wenn das Dämpferventil nicht Fluid mit demselben Durchsatz liefert, wie er verlangt wird. Das kann zur Belüftung des Fluids und zu einem potentiellen Verlust an Fahrsteuerung des Systems führen. Zum Vermeiden dieses Effekts kann ein Einzelrichtungs-dämpferventil verwendet werden, um zu gewährleisten, dass die Radzylinderkammern nur über ein Dämpferventil wirken, wenn Fluid ausgestoßen wird, um dadurch eine Fluidbelüftung in den Zylinderkammern im Wesentlichen zu verhindern. Alternativ kann das Einzelrichtungs-dämpferventil parallel mit einem Rückschlagventil verwendet werden. Alternativ kann, um große Dämpfungskräfte mit zuverlässigen, kompakten Dämpferventileinrichtungen zur Verfügung zu stellen, eine bidirektionale Dämpfereinrichtung jeweils für die erste und die zweite Kammer von wenigstens einem Paar seitlich beabstandeter

Radzylinder vorgesehen werden.

[0022] Jeder Fluidkreis enthält einen primären Fluidakkumulator, um Änderungen in dem Fluidvolumen jedes Kreises zu erlauben und dadurch Rollbeweglichkeit zu bewirken. Außerdem, wenn ein Radzylinder mit unterschiedlichen wirksamen Kolbenflächen zwischen der ersten und der zweiten Kammer verwendet wird (z.B. ein Kolben, der eine Stange hat, die sich nur von einer Seite aus erstreckt, wie es in einer herkömmlichen Dämpferzylinderbaugruppe der Fall ist), muss der Akkumulator in der Lage sein, Stangenvolumenänderungen innerhalb des Systems während Prellbewegungen der Federung aufzunehmen. In diesem Fall absorbiert der Akkumulator beim Rollen eine viel größere Änderung des Fluidvolumens pro Einheit zur Lagerung der Radzylinder, als er beim Prellen absorbiert, wenn sowohl die effektiven Flächen einer ersten Kammerseite und einer zweiten Kammerseite arbeiten, um Fluid in den Akkumulator zu verdrängen, was eine entsprechend höhere Steifigkeit für Rollbewegungen des Rollsteuersystems ergibt als für Teilbewegungen.

[0023] Jeder Fluidkreis kann wenigstens einen sekundären Fluidakkumulator aufweisen, um für eine erhöhte Rollbeweglichkeit zu sorgen. Zwischen jedem zweiten Akkumulator und dem betreffenden Fluidkreis kann es ein Rollbeweglichkeitsschaltventil geben. Wenn sich das Fahrzeug in einer geraden Linie bewegt, kann das Ventil offen gehalten werden, um den zweiten Akkumulatoren zu erlauben, mit den zugeordneten Fluidkreisen zu kommunizieren, um zusätzliche Rollbeweglichkeit zu bewirken und dadurch den Fahrkomfort weiter zu verbessern. Wenn erkannt wird, dass das Fahrzeug eine Kurve fährt, wird das Rollbeweglichkeitsschaltventil geschlossen, um eine erwünschte Zunahme der Rollsteifigkeit während der Kurvenfahrt zu bewirken. Das Erfassen der Kurvenfahrt des Fahrzeuges kann auf irgendeine bekannte Art und Weise erfolgen unter Verwendung von Eingangssignalen über Bedingungen wie Lenkungsänderungsgeschwindigkeit, Lenkwinkel, laterale Beschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit. Irgendwelche von diesen oder alle diese Sensoren und/oder andere, nicht zitierte Sensoren können verwendet werden.

[0024] Die Akkumulatoren können von der Bauart mit Gas oder mit mechanisch gefederten Kolben oder von der Diaphragmabauart sein und einer oder beide können vorteilhaft eingesetzt werden zum Begrenzen einer Druckänderung innerhalb des Systems aufgrund von Fluidexpansion und -kontraktion bei Temperaturänderungen und bei dem Verlängern der Zeit bis zur Wartung des Systems durch Ergänzen eines Fluidverlusts aus dem System durch Lecks vorbei an den Stangendichtungen und aus Anschlussstellen. Jeglicher Fluidverlust sollte minimal sein, weshalb der Effekt auf den Betriebsdruck des Systems über

der Zeit vernachlässigbar sein kann.

[0025] Wenigstens einer der Akkumulatoren in jedem Fluidkreis hat eine Dämpfereinrichtung zum Steuern der Geschwindigkeit der Fluidströmung in die und aus dem Akkumulator. Aufgrund der höheren Geschwindigkeit der Fluidströmung in die und aus den Akkumulatoren beim Rollen im Vergleich zum Prellen (wie weiter oben erläutert), ist der Effekt der Akkumulatordämpfer beim Rollen größer als beim Prellen, was ein erwünschtes hohes Verhältnis von Rolldämpfung zu Prellämpfung ergibt. Wenn die Akkumulatoren nicht gedämpft sind, wird die Rolldämpfung durch die Prellämpfung bestimmt, wie es der Fall ist, wenn herkömmliche Dämpfer verwendet werden. Das Dämpfen der Akkumulatoren (die Rollbeweglichkeit in dem System bewirken) ist auch zu bevorzugen, wenn eine aktive Steuerung der Rolllage des Fahrzeuges erfolgt, denn das Ansprechen des Systems wird verbessert und ein Überspringen in dem Steuerungssystem wird reduziert.

[0026] Das Dämpfen der Akkumulatoren kann auch einen nachteiligen Einfluss auf Einzelradeingaberauheit haben, wenn einzelne Radeingaben ebenfalls durch Akkumulatordämpfer stark gedämpft werden. Zum Steigern des Komforts bei Geradeausfahrt kann es deshalb vorteilhaft sein, einen Bypasskanal um das Akkumulatordämpferventil vorzusehen, um Fluid zu gestatten, den Dämpfer für wenigstens einen Akkumulator zu umgehen. Der Bypasskanal enthält ein Ventil zum Öffnen oder Schließen des Kanals. Während Kurvenfahrt ist das Ventil in der geschlossenen Position und die Akkumulatordämpferventile sorgen für hohe Rolldämpfung. Bei Geradeausfahrt ist das Ventil offen, um das Rollen und Einzelradeingabedämpfungskräfte in dem System zu reduzieren.

[0027] Das Rollsteuerungssystem kann eine Druckvorladung haben, um den Akkumulatoren zu erlauben, zu arbeiten und Fluid bei Rückprallbewegungen der Räder (wobei diese von der Fahrzeugkarosserie wegfallen) zu liefern. Diese Vorladung beträgt vorzugsweise etwa 20 Bar für das Rollsteuerungssystem, wenn das unbeladene Fahrzeug in Standardfahrrhöhe ist.

[0028] Es kann zu bevorzugen sein, eine Radzylinderkonstruktion mit einer Stange zu verwenden, die von einer Seite des Kolbens durch nur eine Kammer hindurch vorsteht. Das erlaubt eine einfache und billige Zylinderkonstruktion, aber jeder Systemvorladungsdruck, der über die ungleichen effektiven Kolbenflächen in der ersten und der zweiten Kammer wirkt, erzeugt insgesamt eine Zylinderkraft. Diese Kraft kann etwas Abstützung für die Fahrzeugkarosserie bewirken, obgleich der Anteil der Fahrzeuglast, der durch das Rollsteuerungssystem abgestützt wird, üblicherweise sehr klein ist und im Allgemeinen ein ähnlich vernachlässigbarer Prozentsatz (obgleich es

mehr als das sein kann) des Grades an Abstützung ist, der durch eine herkömmliche vorgeladene Dämpferzylinderbaugruppe bewirkt wird. Das exakte Ausmaß wird durch die Abmessungen von Zylinderstange und -bohrung, den Systemvorladungsdruck und das Verhältnis von Zylinder- zu Radnabenhebel bestimmt.

[0029] Zum Beispiel in dem Fall, wo die erste Kammer jedes Radzylinders auf Kompression beansprucht ist, wenn sich die Räder in Bezug auf die Fahrzeugkarosserie aufwärts bewegen und die effektive Fläche des Kolbens auf der ersten Kammerseite größer ist als die effektive Fläche des Kolbens auf der zweiten Kammerseite, wird dadurch ein Grad an Abstützung der Fahrzeugkarosserie bewirkt.

[0030] Wenn Akkumulatoren mit einer nichtlinearen Federfunktion (d.h. ein hydropneumatischer Akkumulator, der eine zunehmende Steifigkeit bei Kompression und eine abnehmende Steifigkeit beim Zurückprallen hat) verwendet werden und das Rollsteuerungssystem einen Grad an Fahrzeugabstützung (wie oben dargelegt) bewirkt, dann kann, wenn das Fahrzeug aufgrund von lateraler Beschleunigung rollt, das gesamte Fluidvolumen in den Akkumulatoren insgesamt abnehmen, wodurch das Fluidvolumen in dem Rollsteuerungssystem zunimmt und einen Gesamtanstieg des Fahrzeuggewichts verursacht (bekannt als Rollaufbäumen oder „roll jacking“). Der Grad an Fahrzeugabstützung, der durch das Rollsteuerungssystem bewirkt wird, beeinflusst den Grad an „Rollaufbäumen“, wobei der Effekt minimal ist, wenn das Rollsystem einen geringen Anteil der Fahrzeuglast trägt.

[0031] Es kann erwünscht sein, das Gegenteil des Rollaufbäumeffekts zu erzeugen, so dass die mittlere Höhe des Fahrzeuges während Kurvenfahrt verringert wird. Dieser Effekt kann in dem Fall erzeugt werden, in welchem die erste Kammer jedes Radzylinders in Kompression ist, wenn sich die Räder in Bezug auf die Fahrzeugkarosserie aufwärts bewegen, und die effektive Fläche des Kolbens auf der Seite der zweiten Kammer größer ist als die effektive Fläche des Kolbens auf der Seite der ersten Kammer, wodurch ein Grad an zusätzlicher Belastung auf den Fahrzeugtrageinrichtungen bewirkt wird, mit der Tendenz, das Fahrzeug abwärts zum Boden zu drücken.

[0032] Vorzugsweise kann eine einfachere Anordnung mit der billigeren Zylinderkonstruktion benutzt werden, die Fahrzeugabstützung bewirkt (wie oben erläutert). Die elastische Einrichtung in dem ersten Akkumulator kann eine oder mehrere mechanische Federn umfassen, so dass die Federsteifigkeit in der Kompressionsrichtung von der normalen statischen Position aus niedriger ist als die Federsteifigkeit in der Rückprallrichtung von der normalen statischen Position aus, um dadurch den umgekehrten Effekt ei-

nes herkömmlichen hydropneumatischen Akkumulatoren zu ergeben und die mittlere Höhe des Fahrzeuges während Kurvenfahrt zu verringern. Zusätzlich oder alternativ kann die Rückpralldämpfungsrate der Akkumulatoren höher sein als die Kompressionsdämpfungsrate, um einen ähnlichen Fahrzeugabsenkeffekt und eine bessere Reaktion auf Lenkungseingaben während anfänglicher Kurvenfahrt (Einlenken) zu bewirken. Tatsächlich kann nur Rückpralldämpfung für die Akkumulatoren vorgesehen sein, wobei ein Rückschlagventil eine praktisch ungedrosselte Strömung in der Kompressionsrichtung erlaubt (obgleich das nicht immer erwünscht sein wird, da es in dem Ansprechen der aktiven Rollsteuerung Nebeneffekte geben kann).

[0033] Ideal sollte das Rollsteuerungssystem keinerlei vertikale Abstützung des Fahrzeuges bewirken. Deshalb können in einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die effektiven Kolbenflächen in der ersten und der zweiten Kammer jedes Zylinders ähnlich sein, wodurch das Rollsteuerungssystem dadurch im Wesentlichen null Fahrzeuglast abstützt. Wenn das Ausmaß der Fahrzeuglastabstützung, die durch das Rollsteuerungssystem bewirkt wird, einer der Hauptfaktoren ist, der das Ausmaß an Rollaufbäumen steuert, welches dem System eigen ist, bei dem Radzylinder mit ähnlichen effektiven Kolbenflächen in der ersten und der zweiten Kammer verwendet werden, bewirkt das deshalb keinerlei Fahrzeugabstützung und ergibt das Rollsteuerungssystem mit null Rollaufbäumen.

[0034] In einigen Anwendungsfällen kann jedoch die Verwendung eines Zylinders, der Kolbenstangen hat, die sich von beiden Enden desselben aus erstrecken, zu Unterbringungsschwierigkeiten führen wegen der Notwendigkeit, Spielraum für die sich aufwärts erstreckende Kolbenstange vorzusehen. Deshalb kann sich gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform eine Kolbenstange von einer Seite des Kolbens aus erstrecken, wobei die Kolbenstange einen Durchmesser hat, der so klein wie physikalisch möglich ist, um die Fahrzeugabstützung zu minimieren, die durch das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem bewirkt wird. In einer weiteren möglichen Anordnung kann sich eine hohle Kolbenstange von einer Seite des Kolbens aus erstrecken, und eine innere Stange kann innerhalb des inneren Volumens des Zylinders gelagert sein, wobei die innere Stange wenigstens teilweise in der hohlen Kolbenstange aufgenommen ist, wobei sich die hohle Kolbenstange zusammen mit dem Kolben relativ zu der inneren Stange bewegt. Diese Anordnung kann auch bewirken, dass die Differenz in der Fläche der entgegengesetzten Kolbenstirnseiten minimiert wird, um die Fahrzeugabstützung zu minimieren, die durch das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem bewirkt wird. Diese Anordnung kann auch dafür ausgelegt sein, eine kleinere effektive Kolbenfläche in der Kompressions-

kammer (des Rollsteuerungspaares von Kammern in dem Zylinder) bereitzustellen als auf der Rückprallseite, um eine Absenkung des Fahrzeuges beim Rollen zu bewirken, wie oben beschrieben.

[0035] Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform kann die hohle Kolbenstangenanordnung des Radzylinders so angepasst werden, dass sie auch eine vertikale Abstützfunktion für das Fahrzeug erfüllt. Der Kolben, der in dem Radzylinder abgestützt ist, kann eine obere und eine untere Kammer bereitstellen. Die innere Stange bildet, wenn sie mit der hohlen Kolbenstange abgestützt ist, eine Stangenkammer. Diese Stangenkammer kann als ein Teil eines Fluidkreises des Rollsteuerungssystems verwendet werden. Zu diesem Zweck kann die Fläche des peripheren Endes der inneren Stange wenigstens im Wesentlichen identisch sein mit der (oder größer als die) Fläche des Kolbens, die der unteren Kammer zugewandt ist. Die obere Kammer kann verschlossen sein, um eine Prallkammer zu bilden und eine federnde Abstützung für das Fahrzeug zu bewirken. Die Stangenkammer bildet zusammen mit der unteren Kammer einen entsprechenden Teil eines Fluidkreises der Rollsteuerungskammer.

[0036] Es sei angemerkt, dass die Rollmomentverteilung für das Rollsteuerungssystem bestimmt wird durch das Verhältnis zwischen den effektiven Kolbenflächen der vorderen Radzylinder verglichen mit den effektiven Kolbenflächen der hinteren Radzylinder. Ideal sollte in den meisten Anwendungsfällen jeder Radzylinder ein konstantes Verhältnis zwischen der effektiven Kolbenfläche auf der ersten Kammerseite im Vergleich zu der zweiten Kammerseite haben.

[0037] Ein Vorteil der Verwendung von Zylindern, wo die Kolbenstange nur so vorgesehen ist, dass sie sich von der einen Kolbenstirnseite aus erstreckt, ist, dass der Grad an Abstützung, der durch die Zylinder bewirkt wird, variiert werden kann, indem die Abstützungshöhe des Fahrzeuges variiert wird. Wenn das Fahrzeug abgesenkt wird, nimmt die Abstützung, die durch das Rollsteuerungssystem bewirkt wird, zu, was zu höherer Rollsteifigkeit führt. Das ist eine Auswirkung davon, dass eine Kolbenstange erhöhten Volumens in das Rollsteuerungssystem eingeführt wird.

[0038] Die Abstützeinrichtungen für wenigstens ein Paar seitlich oder lateral beabstandeter Radbaugruppen können erste Abstützeinrichtungen umfassen, die für jede Radbaugruppe unabhängig sind, um dadurch eine zusätzliche Rollsteifigkeit zu dem Federungssystem beizutragen. Die Fahrzeugabstützeinrichtungen und das Rollsteuerungssystem können zusammen die Rollsteifigkeit für das Fahrzeug in dieser Anordnung bewirken.

[0039] Darüber hinaus oder alternativ können die

Abstützeinrichtungen für wenigstens ein Paar seitlich beabstandeter Räder zweite Abstützeinrichtungen umfassen, die zwischen jedem Rad miteinander verbunden sind und dadurch im Wesentlichen null Rollsteifigkeit zu dem Federungssystem beitragen. Diese und andere Fahrzeugabstützanordnungen, die wenig oder keine Rollabstützung bewirken, und Kombinationen von Traganordnungen sind in der internationalen Patentanmeldung Nr. PCT/AU97/00870 der Anmelderin beschrieben, auf die oben Bezug genommen worden ist. In einer solchen Anordnung kann das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem im Wesentlichen die gesamte Rollsteuerung für das Fahrzeug bewirken. Darüber hinaus kann das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem, wenn die Trageinrichtungen im Wesentlichen null Rollsteifigkeit haben, im Wesentlichen die gesamte Rollsteuerung des Fahrzeuges bewirken. In diesem Fall bewirken weder die Trageinrichtungen noch das Rollsteuerungssystem nennenswerte Verwindungssteifigkeit. Das erlaubt eine im Wesentlichen freie Verwindungsbewegung der Fahrzeugradbaugruppen, was den Komfort und Reaktionen auf einzelne Radeingaben verbessert und für im Wesentlichen konstante Radbelastungen (und deshalb verbesserte Traktion) bei Niedergeschwindigkeits- oder nichtdynamischen Verwindungsbewegungen bewirkt, wenn auf unebenem Gelände gefahren wird wie in Off-road-Situationen.

[0040] In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können der erste und der zweite Fluidkreis in Fluidverbindung sein, so dass Fluid zwischen denselben übertragen werden kann. Zu diesem Zweck kann wenigstens ein Brückenkanal den ersten und den zweiten Fluidkreis miteinander verbinden, um die Fluidverbindung herzustellen. Der Brückenkanal kann durch eine Brückenleitung gebildet werden. Alternativ kann der Brückenkanal innerhalb eines Verbinderkörpers vorgesehen sein, mit welchem die Leitungen des ersten und des zweiten Kreises verbunden sind. Wenigstens ein Stromventil kann vorgesehen sein zum Steuern der Strömung in dem Brückenkanal. Der Brückenkanal kann jedoch ungeeignet sein zur Verwendung in dem Rollsteuerungssystem, wenn das Gesamtvolumen an Fluid in dem System fixiert ist (es gibt kein externes Reservoir). In vielen Fällen kann er nur zum Einrichten des Systems nützlich sein.

[0041] Ein oder mehrere Akkumulatoren können wahlweise auch für den Brückenkanal vorgesehen werden. Das Stromventil und der Akkumulator können in der Brückenleitung vorgesehen sein. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform können das Stromventil und/oder der Akkumulator an dem Verbinderkörper abgestützt sein. Es ist auch möglich, sämtliche zuvor erwähnten Dämpferventile und Akkumulatoren an einem gemeinsamen Verbinderkörper anzubringen, um die Unterbringung des Systems in einem Fahrzeug zu vereinfachen.

[0042] Das Stromventil kann geöffnet werden, z.B. wenn geringe Anforderungen an das Rollsteuerungssystem gestellt werden, wenn das Fahrzeug sich auf einer geraden Straße bewegt. Wenn das Stromventil geöffnet wird, führt das zu einem „Kurzschluss“ des Systems, so dass der ersten und der zweiten Kammer jedes Zylinders erlaubt wird, direkt zu kommunizieren.

[0043] Die Arbeit des Stromventils kann durch eine elektronische Steuereinheit auf der Basis von Betriebsparametern wie der seitlichen Beschleunigung, der Geschwindigkeit und der Lenkrate des Fahrzeuges gesteuert werden.

[0044] Es ist auch möglich, mehrere Brückenkanäle vorzusehen, welche den ersten und den zweiten Fluidkreis miteinander verbinden. Jeder Brückenkanal kann mit einem Stromventil versehen sein.

[0045] Es ist auch möglich, dass der Radzylinder ein integrales Stromventil und/oder Dämpferventil aufweist. Der Kolben des Radzylinders kann ein Stromventil und/oder ein Dämpferventil aufweisen zum Steuern der Fluidströmung zwischen der ersten und der zweiten Kammer.

[0046] Die Verwendung von mehreren Brückenkanälen, die Stromventile haben, oder von Radzylindern, die eingebaute Stromventile haben, erleichtert die Fluidströmung zwischen den ersten und zweiten Kammern der Radzylinder. Das kann zu einer Reduktion der Trägheitskräfte aufgrund der Fluidströmung in dem System führen, was eine verbesserte Isolation von hochfrequenten Eingaben und steifflankigen Eingaben an den Fahrzeugrädern verbessert. Die Auswirkung von Trägheitskräften innerhalb des Rollsteuerungssystems wird im Folgenden noch ausführlicher beschrieben.

[0047] In der zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist, da das Rollsteuerungssystem umgeschaltet werden kann, um im Wesentlichen null Rollsteifigkeit zu bewirken, die Verwendung von Trageinrichtungen mit null Rollsteifigkeit für alle Räder nicht möglich. Trageinrichtungen mit null Rollsteifigkeit können jedoch weiterhin in Kombination mit unabhängigen Trageinrichtungen, die eine gewisse Rollsteifigkeit bewirken, verwendet werden. Deshalb können die Trageinrichtungen für wenigstens ein Paar seitlich beabstandeter Räder eine erste Trageinrichtung umfassen zum Abstützen von wenigstens einem Teil der Belastung auf den zugeordneten Radbaugruppen, wobei die erste Trageinrichtung eine unabhängige Beweglichkeit für jedes Rad bewirkt und dadurch eine Rollsteifigkeit bewirkt.

[0048] Darüber hinaus können die Trageinrichtungen für wenigstens ein Paar seitlich beabstandeter Räder zweite Trageinrichtungen umfassen zum Ab-

stützen von wenigstens einem Teil der Belastung auf den zugeordneten Radbaugruppen, wobei die zweiten Trageinrichtungen eine kombinierte Beweglichkeit für jede zugeordnete Radbaugruppe bewirken, wodurch die Tragkraft legalisiert wird, die durch die Radbaugruppen bewirkt wird und dadurch im Wesentlichen null Rollsteifigkeit bewirkt wird.

[0049] Die Fluidsteuereinrichtung liefert Fluid zu oder saugt Fluid aus den Fluidleitungen jedes Fluidkreises. In einer bevorzugten Ausführungsform kann die Fluidsteuereinrichtung mit dem ersten und dem zweiten Fluidkreis verbunden sein, so dass Fluid aus einem Fluidkreis abgesaugt werden kann, während Fluid gleichzeitig in den anderen Fluidkreis gepumpt wird. Die Fluidsteuereinrichtung kann mit Hilfe einer elektronischen Steuereinheit gesteuert werden, die z.B. Signale benutzen kann, welche die Fahrzeuggeschwindigkeit anzeigen, Karosseriebeschleunigungen, die Änderungsgeschwindigkeit des Lenkwinkels und der Radpositionen, um die Fahrkenndaten des Fahrzeuges in jedem besonderen Augenblick zu bestimmen.

[0050] Die Fluidsteuereinrichtung kann z.B. eine Fluidpumpe umfassen und ein Ventil zum Steuern der gegenseitigen Verbindung der Fluidkreise mit der Pumpe. Das Ventil kann elektromagnetisch bestätigt sein und kann durch die elektronische Steuereinheit gesteuert werden. Die Verwendung von Niederdruckfluid bedeutet, dass ein relativ großes Volumen an Fluid in dem Rollsteuerungssystem nach der vorliegenden Erfindung enthalten ist, wenn es mit Systemen verglichen wird, bei denen Hochdruckfluid verwendet wird. Die praktische Auswirkung davon ist, dass ein relativ großes Volumen an Fluid durch das Rollsteuerungssystem strömen muss, wenn unterschiedliche Radeingaben und Fahrzeugbewegungen gehandhabt werden.

[0051] Die oben beschriebene Fluidsteuereinrichtung kann verwendet werden, um die großen Fluidströme in jedem Fluidkreis zu kompensieren, indem zusätzliches Fluid für einen der Fluidkreise bereitgestellt wird oder indem ein Fluidtransfer zwischen den Fluidkreisen erlaubt wird, um dadurch das Fluidvolumen jedes Fluidkreises aufrechtzuerhalten. Das verlangt jedoch, dass die Fluidpumpe eines solchen Systems geeignet überdimensioniert ist, um die erwartete hohe Fluidströmung zu handhaben. Die resultierenden Bauteil- und Betriebskosten können deshalb ziemlich hoch sein.

[0052] Deshalb kann gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform die Fluidsteuereinrichtung weiter eine Fluidvolumensteuereinheit aufweisen zum Liefern von Fluid zu jedem Fluidkreis und zum Entnehmen von Fluid aus jedem Fluidkreis. Die Fluidvolumensteuereinheit kann ein inneres Volumen haben, wobei eine Kolbenbaugruppe innerhalb des

inneren Volumens verschiebbar gelagert ist. Das innere Volumen kann in Form einer Zylinderbohrung vorliegen, die eine insgesamt zylindrische Wand hat. Die Kolbenbaugruppe und das innere Volumen können zwei Versorgungskammern definieren, die auf entgegengesetzten Seiten der Kolbenbaugruppe vorhanden sind, so dass die Bewegung der Kolbenbaugruppe in irgendeiner Richtung zu einer entsprechenden Reduktion und Expansion des Volumens der betreffenden Versorgungskammern führen wird. Jede Versorgungskammer kann mit einem der Fluidkreise des Rollsteuerungssystems in Fluidverbindung sein, z.B. mit Hilfe einer Fluidversorgungsleitung.

[0053] Die Fluidvolumensteuereinheit kann auch eine Betätigungseinrichtung aufweisen zum Verlagern der Kolbenbaugruppe. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann die Betätigungseinrichtung ein Hochdruckhydraulikfluidversorgungssystem sein, das wenigstens zwei Fluidauslässe hat. Die Kolbenbaugruppe kann ein Paar Kolben umfassen, die durch eine gemeinsame Stange gekoppelt sind, und eine zentrale Trennwand kann innerhalb des inneren Volumens der Fluidversorgungseinheit vorgesehen sein, wobei sich die gemeinsame Kolbenstange durch eine Öffnung in dieser Wand erstreckt. Die Kolbenstange kann einen relativ breiten Durchmesser haben, so dass sie den Querschnitt des inneren Volumens, in welchem die Kolbenstange angeordnet ist, im Wesentlichen ausfüllt, wodurch ein relativ schmaler zylindrischer Hohlraum zwischen der Wand des inneren Volumens und der Stange verbleibt. Die zentrale Trennwand kann diesen Hohlraum in zwei Betätigungskammern unterteilen.

[0054] Ein separater Fluideinlass kann für jede Betätigungskammer vorgesehen sein, und jeder Fluideinlass kann mit einem der Fluidauslässe des Hydraulikfluidversorgungssystems verbunden sein. Die Kolbenbaugruppe kann deshalb bewegt werden, indem Hydraulikfluid den Betätigungskammern zugeführt oder aus denselben abgesaugt wird. Die Betätigungskammern und das Hydraulikfluidversorgungssystem können eine Hochdruckseite der Anordnung bilden. Die Versorgungskammern und Fluidkreise des Rollsteuerungssystems können zusammen eine Niederdruckseite der Anordnung bilden. Das Gesamtvolumen der Versorgungskammern ist wesentlich größer als das Gesamtvolumen der Betätigungskammern. Deshalb ist das Volumen an Fluid, das zwischen den Versorgungskammern und den Fluidkreisen übertragen wird, wesentlich größer als das Volumen an Hydraulikfluid, dass durch das Hydraulikfluidversorgungssystem durch die Betätigungskammern übertragen wird. Das erlaubt, ein relativ kleines Hydraulikfluidversorgungssystem zu verwenden, um die Fluidvolumensteuereinheit zu betätigen. Die Fluidvolumensteuereinheit wirkt deshalb als ein „Volumenverstärker“ für das Hydraulikfluidversorgungssystem.

[0055] Wenn sowohl eine Fluidvolumensteereinheit als auch ein Brückenventil vorgesehen sind, kann es zu bevorzugen sein, ein zusätzliches Druckaufrechterhaltungsventil hinzuzufügen, so dass das Hochdruckhydraulikfluidversorgungssystem verwendet werden kann, um den Druck in dem ersten und in dem zweiten Fluidkreis zu regeln. Wenn sich das Fahrzeug in einer geraden Linie bewegt, kann das Hochdruckhydraulikfluidversorgungssystem periodisch auf dem gewünschten Vorladungsdruck für den ersten und den zweiten Fluidkreis geregelt werden und dann können die Druckaufrechterhaltungs- und Brückenventile vorübergehend geöffnet werden. Das Öffnen und Schließen dieser Ventile kann variabel gesteuert werden (beispielsweise durch Impulsbreitenmodulation), um die Rauheit zu reduzieren und die Verfeinerung zu verbessern. Es ist auch vorgesehen, dass mechanische Betätigungseinrichtungen verwendet werden, um die Kolbenbaugruppe der Fluidvolumensteereinheit zu verlagern. Zum Beispiel kann die Kolbenbaugruppe eine Kolbenstange aufweisen, die sich aus dem inneren Volumen nach außen erstreckt, wobei die Kolbenstange mit einem Schneckengetriebe oder mit einem anderen Typ von mechanischem oder elektrischem Antrieb im Eingriff ist und durch denselben angetrieben wird.

[0056] Die Fluidvolumensteereinheit bewirkt, dass ein Volumen an Fluid einem Fluidkreis geliefert wird, der zusätzliches Fluid benötigt, während gleichzeitig dasselbe Volumen an Fluid aus dem anderen Fluidkreis abgelassen wird. Das gewährleistet, dass dasselbe Gesamtvolumen an Fluid in jedem Fluidkreis aufrechterhalten wird. Darüber hinaus gewährleistet es, dass der Systemdruck innerhalb der beiden Fluidkreise aufrechterhalten wird. Darüber hinaus können die Akkumulatoren jedes Fluidkreises unter verschiedenen Rad- und Fahrzeugbetriebsbedingungen immer richtig arbeiten. Bekannte aktive Rollsteuerungssysteme lassen allen Druck aus dem unbelasteten System beim Rollen vollständig ab, statt lediglich Fluid zwischen den Fluidkreisen zu transferieren. Das Resultat des Aufrechterhaltens des Druckes in beiden Kreisen ist eine verbesserte Reaktionszeit für das Rollsteuerungssystem.

[0057] Ein weiterer Vorteil der Verwendung einer Fluidvolumensteereinheit, wie sie oben beschrieben ist, besteht darin, dass das Rollsteuerungssystem ein Niederdruckpneumatiksystem sein könnte, wobei Gas in den Fluidkreisen und den Radzylindern verwendet wird. Die Akkumulatoren könnten dann die Form eines Gasreservoirs haben. Das ist so, weil die Fluidvolumensteereinheit den Hochdruckhydraulikabschnitt des Rollsteuerungssystems von dem Niederdruckpneumatikabschnitt trennen wird. Der Vorteil der Verwendung einer pneumatischen Anordnung ist, dass sie die Produktion von Massenströmungseffekten in dem Rollsteuerungssystem wegen der geringen Masse des durch das System strömenden Ga-

ses reduziert. Rauheit beim Fahren kann wegen der inhärenten Kompressibilität des Gases reduziert werden, was erlaubt, dass kleine, hochfrequente Eingaben wenigstens teilweise absorbiert werden, ohne eine Strömung durch das gesamte System zu verlangen.

[0058] Es sei angemerkt, dass die Leitungsgröße ausgewählt werden kann, um einen Grad an Dämpfung zu bewirken, der durch das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem verlangt wird. In Abhängigkeit von dem Grad des Fahrkomforts, der in einem Anwendungsfall verlangt wird, kann die Leitungsgröße auf der Basis einer Vielfalt von Faktoren wie Fluidträgheit, Fluidreibung aufgrund von Viskosität in dem Bereich der Betriebstemperaturen, usw. ausgewählt werden.

[0059] Die Fahrzeugtrageinrichtung bewirkt die überwiegende, wenn nicht die gesamte vertikale Abstützung für das Fahrzeug. Das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem bewirkt jedoch vorzugsweise wenig oder keine vertikale Abstützung für das Fahrzeug, so dass der Betriebsdruck niedriger als derjenige sein kann, den beispielsweise aktiv gesteuerte Tragsysteme verlangen. Die Radzylinder können zwar mit hohen dynamischen Drücken beaufschlagt werden, die Drücke sind jedoch noch niedrig genug, so dass existierende Dämpfertechnologien eingesetzt werden können. Darüber hinaus kann die Mehrheit der Fluidleitungen in dem System mit niedrigeren Spitzendrücken beaufschlagt werden als die Radzylinder (in Abhängigkeit von der Position der Dämpferventile), was die Verwendung von billigeren Bauteilen einfacherer Qualität erlaubt.

[0060] Das erfindungsgemäße Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem für ein Fahrzeugfederungssystem kann deshalb Niederdruckbauteile verwenden. Die Radzylinder können aufgebaut werden, indem Standardfahrzeugdämpfer- und -dichtungstechnologie verwendet wird. Das führt zu wesentlichen Fertigungskosteneinsparungen im Vergleich mit Systemen, die mit höheren Drücken arbeiten. Außerdem werden Komfort- und NVH-Probleme, die mit Systemen höheren Druckes verbunden sind wie Haftreibung zwischen den Bauteilen in Niederdrucksystemen, minimiert, wobei die Haftreibungswerte denjenigen gleichen, die bei einer herkömmlichen Dämpferzylinderbaugruppe vorhanden sind.

[0061] Ein solches Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem kann in vorhandene Fahrzeugfederungssysteme installiert werden, wobei die in solchen Systemen verwendeten Dämpfer ausgetauscht oder an die Verwendung als die Radzylinder des Rollsteuerungssystems nach der vorliegenden Erfindung angepasst werden. Die vorhandene Fahrzeugtrageinrichtung, die das Fahrzeug abstützt, wie z.B. herkömmliche Stahl- oder Pneumatikfedern, kann beibe-

halten werden. Alternativ kann die Fahrzeugtrageeinrichtung durch Trageinrichtungen ersetzt werden, die wenig oder keine Rollabstützung bewirken, wie oben beschrieben. Das ist möglich, weil das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem auch eine Rollsteifigkeit für das Fahrzeugaufhängungssystem bewirkt.

[0062] Es ist zweckmäßig, die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, welche bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung veranschaulichen, weiter zu beschreiben. Andere Anordnungen der Erfindung sind möglich, und infolgedessen ist die Besonderheit der beigefügten Zeichnungen nicht als die Allgemeinheit der vorhergehenden Beschreibung der Erfindung einschränkend zu verstehen.

[0063] In den Zeichnungen ist:

[0064] [Fig. 1](#) eine schematische Teilansicht einer ersten bevorzugten Ausführungsform eines Rollsteuerungssystems nach der vorliegenden Erfindung, montiert an Radbaugruppen eines Fahrzeuges;

[0065] [Fig. 2](#) eine schematische Ansicht einer zweiten bevorzugten Ausführungsform eines Rollsteuerungssystems nach der vorliegenden Erfindung;

[0066] [Fig. 3](#) eine detaillierte Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform einer Radzylinder- und Raddämpferventilanordnung nach der vorliegenden Erfindung;

[0067] [Fig. 4](#) eine schematische Ansicht einer weiteren bevorzugten Ausführungsform eines Radzylinder- und Raddämpferventils nach der vorliegenden Erfindung;

[0068] [Fig. 5](#) eine schematische Ansicht einer weiteren bevorzugten Ausführungsform eines Radzylinders nach der vorliegenden Erfindung;

[0069] [Fig. 6](#) eine schematische Ansicht einer dritten bevorzugten Ausführungsform eines Rollsteuerungssystems nach der vorliegenden Erfindung;

[0070] [Fig. 7](#) eine Querschnittsansicht einer Fluidvolumensteuereinheit des Rollsteuerungssystems nach [Fig. 3](#);

[0071] [Fig. 8](#) eine Verbesserung der dritten Ausführungsform eines Rollsteuerungssystems nach der vorliegenden Erfindung;

[0072] [Fig. 9](#) eine schematische Ansicht einer vierten bevorzugten Ausführungsform eines Dämpfungs- und Rollsteuerungssystems nach der vorliegenden Erfindung; und

[0073] [Fig. 10](#) eine schematische Ansicht einer

fünften bevorzugten Ausführungsform eines Dämpfungs- und Rollsteuerungssystems nach der vorliegenden Erfindung.

[0074] In [Fig. 1](#), auf die zuerst Bezug genommen wird, sind die Vorderradbaugruppen **2** und die Hinterradbaugruppen **3** eines Fahrzeuges gezeigt, wobei der Übersichtlichkeit halber die Karosserie des Fahrzeuges nicht dargestellt ist. Jede Vorderradbaugruppe **2** hat eine Radhalterung **5** in Form eines Dreiecklenkers, der zu der Lagerung eines Rades **4** beiträgt (ein zweiter Dreiecklenker kann benutzt werden, ist aber der Übersichtlichkeit halber weggelassen worden, und es können andere Typen von Lenkern zur Radlagerung verwendet werden). Die hinteren Radbaugruppen **3** haben eine gemeinsame starre Achse **6**, an der jedes Rad **4** angebracht ist. Die Fahrzeugtrageinrichtungen **17a**, **17b** zum Abstützen des Fahrzeuges sind fixiert an den vorderen Dreiecklenkern **5** und benachbart zu der Hinterradachse **6** gezeigt und umfassen unabhängige Torsionsstäbe **22** und ein Paar Luftfedern **23**, die durch eine Leitung **21** miteinander verbunden sind. Die unabhängige Form der vorderen Fahrzeugtrageinrichtung **17a**, die als Torsionsstäbe gezeigt ist, bewirkt eine Rollsteifigkeit und der gegenseitige Verbund der hinteren Fahrzeugtrageinrichtungen bewirkt praktisch keine Rollsteifigkeit, weil Fluid erlaubt wird, über die Leitungen **21** zwischen den Luftfedern **23** zu strömen. Alternative Fahrzeugtrageinrichtungen können ebenfalls verwendet werden, wie z.B. jede bekannte unabhängige Trageinrichtung und jede Trageinrichtung mit geringer Rollsteifigkeit oder irgendeine Kombination von unterschiedlichen Trageinrichtungen. Zum Beispiel kann das Fahrzeug gänzlich durch unabhängige Schraubenfedern abgestützt werden. Alternativ kann es durch eine Kombination von unabhängigen Schraubenfedern und miteinander verbundenen Luftfedern an einem Ende oder an beiden Enden des Fahrzeuges abgestützt werden. Jede Kombination von unabhängigen, kombinierten oder null Steifigkeit bewirkenden Trageinrichtungen kann an dem vorderen und an dem hinteren Ende des Fahrzeuges verwendet werden. Viele Variationen sind in der internationalen Anmeldung Nr. PCT/AU97/00870 der Anmelderin gezeigt und beschrieben.

[0075] Ein Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem **1** verbindet die vorderen und hinteren Radbaugruppen **2**, **3** miteinander und umfasst einen Radzylinder **8**, der für jede Vorderradbaugruppe **2** und jede Hinterradbaugruppe **3** vorgesehen ist, und ein Paar Fluidkreise **7**.

[0076] Die Konfiguration des Dämpfungs- und Rollsteuerungssystems **1** wird leichter verständlich, wenn auf [Fig. 2](#) Bezug genommen wird. (Alternative bevorzugte Ausführungsformen des Dämpfungs- und Rollsteuerungssystems **1** sind weiter unten erläutert und in den Figuren ab [Fig. 5](#) für diese Anordnung und

für weitere Anordnungen gezeigt.) Es sei angemerkt, dass entsprechende Merkmale der Übersichtlichkeit halber mit denselben Bezugszahlen bezeichnet sind. Jeder Radzylinder **8** hat ein inneres Volumen **50**, das durch einen Kolben **53** in eine obere Kammer **51** und eine untere Kammer **52** unterteilt ist. Kolbenstangen **54**, **55** erstrecken sich von beiden Seiten des Kolbens **53** aus in dem Radzylinder **8**, wie es in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigt ist. Jeder Fluidkreis **7** umfasst weiter eine obere Leitung **9**, welche die oberen Kammern **51** von einem Paar longitudinal benachbarter Radzylinder **8** verbindet, und eine untere Leitung **10**, welche die unteren Kammern **52** des entgegengesetzten Paares longitudinal benachbarter Radzylinder **8** miteinander verbindet. In [Fig. 1](#) ist am besten zu erkennen, dass jeder Fluidkreis **7** weiter eine Querleitung **11** umfassen kann, welche die untere Leitung **10** mit der oberen Leitung **9** verbindet. Die beiden Querleitungen **11** selbst sind durch einen Brückenkanal **20** verbunden.

[0077] Raddämpferventile **18** können in der unteren Leitung **10** vorgesehen sein, wobei ein Raddämpferventil **18** für die untere Kammer **52** jedes Radzylinders **8** vorgesehen ist. Raddämpferventile **15** können auch in der oberen Leitung **9** vorgesehen sein, wobei ein oberes Raddämpferventil **15** für jede obere Kammer **51** jedes Radzylinders **8** vorgesehen ist.

[0078] Ein Akkumulator **16** kann auch für jeden Fluidkreis **7** vorgesehen sein. In der Anordnung, die in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist jeder Akkumulator **16** an der Verbindungsstelle zwischen der unteren Leitung **10** und der Querleitung **11** vorgesehen. Ein Akkumulatordämpferventil **19** ist an der Mündung jedes Akkumulators **16** vorgesehen.

[0079] Ein Stromventil **26** ist in dem Brückenkanal **20** vorgesehen zum Steuern der Fluidströmung durch den Brückenkanal **20**. Das Stromventil **26** wird durch eine elektronische Steuereinheit (electronic control unit oder ECU) **27** gesteuert, die das Ventil **26** als eine Funktion von verschiedenen Betriebsparametern steuert. [Fig. 2](#) zeigt, dass die ECU **27** Signale aus einem Lenkungseingabesensor **35** empfängt, der an einem Lenkrad **40** des Fahrzeuges angebracht ist, einem Lateralbeschleunigungssensor **36** und einem Geschwindigkeitssensor **37**. Die ECU **27** steuert auch ein Fluidsteuersystem **28**, das eine Fluidpumpe **29** und ein Wegeventil **30** hat. Das System **28** ist mit den unteren Fluidleitungen **10** jedes Fluidkreises **7** durch eine Versorgungsleitung **31** verbunden. Das Fluidsteuersystem **28** erlaubt, Fluid zwischen den Fluidkreisen **7** nach Bedarf zu transferieren.

[0080] Die Radzylinder **8**, die in [Fig. 2](#) gezeigt sind, enthalten zwar Kolbenstangen **54**, **55**, die sich von beiden Seiten des Kolbens **53** aus erstrecken, ein solcher Radzylinder **8** bewirkt jedoch keine Abstüt-

zung für das Fahrzeug. Die Abstützung wird deshalb im Wesentlichen gänzlich durch die Fahrzeugtrageeinrichtungen **17a**, **17b** bewirkt, die in [Fig. 2](#) schematisch als Schraubenfedern gezeigt sind.

[0081] [Fig. 3](#) ist eine detaillierte Ansicht des Radzylinders **8** nach [Fig. 2](#) und seiner zugeordneten Raddämpferventile **15**, **18**. Das untere Raddämpferventil **18**, das in [Fig. 3](#) schematisch gezeigt ist, bewirkt eine Drosselung der Fluidströmung zu der unteren Kammer **52**, wohingegen es eine relativ unbehinderte Strömung von Fluid aus dieser unteren Kammer **52** erlaubt. Im Vergleich dazu drosselt das obere Dämpferventil **15**, das in [Fig. 3](#) auch schematisch gezeigte ist, die Strömung von Fluid aus der oberen Kammer **51**, wohingegen es gleichzeitig eine relativ unbehinderte Strömung von Fluid zu der oberen Kammer **51** erlaubt. Diese Anordnung erlaubt, einen positiven Druck in den oberen und unteren Kammern **51**, **52** und in den oberen und unteren Leitungen **9**, **10** aufrechtzuerhalten, um dadurch zu verhindern, dass sich darin ein Vakuum bildet. Dieses könnte zu einer Belüftung des Fluids führen, was bewirken könnte, dass das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem **1** nicht richtig arbeitet. Ein Teil einer kardanischen Lagerung für diese Konstruktion mit sich durch den Zylinder erstreckender Stange ist bei **49** gezeigt.

[0082] [Fig. 4](#) zeigt eine alternative bevorzugte Ausführungsform des Radzylinders **8** nach der vorliegenden Erfindung. Der Radzylinder **8** enthält eine Blindstange **61**, die sich innen durch das innere Volumen **50** des Radzylinders **8** erstreckt. Die Blindstange **61** ist in einer hohlen Stange **62** verschiebbar aufgenommen, die ihrerseits an dem Kolben **60** abgestützt ist. Der Kolben **60** und die hohle Stange **62** können deshalb über der Blindstange **60** gleiten. Diese Anordnung reduziert die Differenz in der Fläche zwischen der oberen Stirnseite **60a** und der unteren Stirnseite **60b** des Kolbens **60**. Der Radzylinder **8** gemäß dieser Anordnung wird deshalb eine minimale Abstützung für das Fahrzeug bewirken.

[0083] Der Radzylinder, der in [Fig. 4](#) gezeigt ist, könnte auch so ausgebildet sein, dass er eine Tragfunktion für das Fahrzeug erfüllt sowie eine Rollsteuerung bewirkt, wie es in [Fig. 5](#) gezeigt ist. Die Blindstange **61** definiert, wenn sie in der hohlen Stange **62** angeordnet ist, eine Stangenkammer **63**. Die Blindstange **61** hat eine Fläche **61a** an ihrem peripheren Ende. Der Durchmesser der Blindstange **62** und deshalb der Endfläche **61a** kann so bemessen sein, dass die Fläche der unteren Stirnseite **60b** des Kolbens wenigstens im Wesentlichen gleich der Endfläche **61a** der Blindstange ist. Durch Verschließen der oberen Kammer **51** und Entlüften der Stangenkammer **63** über einen Entlüftungskanal **64**, der sich durch die Blindstange **61** erstreckt, so dass er zu einem Teil des Rollsteuerungssystems wird, wird dem Radzylinder erlaubt, auch als eine Abstützung für das Fahr-

zeug zu wirken. Die verschlossene obere Kammer **51** wird in dieser Konfiguration als eine Prellkammer wirken, um eine federnde Abstützung für das Fahrzeug zu bewirken, so dass die Notwendigkeit von anderen Trageinrichtungen wie Schraubenfedern eliminiert werden kann. Die untere Kammer **52** und die Stangenkammer **63** können dann einen Teil des Fluidkreises des Rollsteuerungssystems bilden.

[0084] Die [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zeigen eine weitere aktive bevorzugte Ausführungsform des Rollsteuerungssystems nach der vorliegenden Erfindung. Die Anordnung der Fluidkreise **7** ist wirkungsmäßig dieselbe wie die Anordnungen, die in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt sind, wobei jeder Fluidkreis **7** seitliche Fluidleitungen **70** aufweist, welche jedes Paar Vorder- und Hinterradzylinder **8** verbinden, und eine longitudinale Fluidleitung **71**, welche die seitlichen Fluidleitungen **70** verbindet. Ein Brückenkanal **20**, der ein Stromventil **26** hat, verbindet die longitudinalen Fluidleitungen **71** der Fluidkreise **7** miteinander. Dämpferventile **18**, **19** und Akkumulatoren **16** sind in dem Rollsteuerungssystem ebenfalls vorgesehen und arbeiten auf dieselbe Art und Weise, wie es oben beschrieben worden ist.

[0085] Dieses aktive Rollsteuerungssystem umfasst weiter eine Fluidsteuereinrichtung **75** zum Transferieren von Fluid zwischen den Fluidkreisen **7** als eine Funktion von Parametern wie den Radeingaben und der Fahrzeugbewegung. Die Fluidsteuereinrichtung **75** umfasst eine Fluidvolumensteuereinheit **90** und ein Hochdruckhydraulikfluidversorgungssystem mit einer Pumpe und einem Tank (nicht dargestellt) und einem Ventilverteiler **92**. Solche Fluidversorgungssysteme werden üblicherweise in aktiven Aufhängungssystemen verwendet und umfassen typisch eine Fluidpumpe, einen Tank, einen Ventilverteiler mit einem Wegeventil, ein Druckregelventil und eine elektronische Steuereinheit zum Steuern der Pumpe und des Ventils als eine Funktion von Fahrzeugbetriebsparametern. Da solche Systeme bekannt sind, werden sie hier nicht im Einzelnen beschrieben.

[0086] Die Fluidvolumensteuereinheit **90**, die ausführlicher in [Fig. 7](#) dargestellt ist, umfasst ein inneres Volumen, das insgesamt zylindrische Wände **95** hat und in dem eine Kolbenbaugruppe **98** verschiebbar gelagert ist. Das innere Volumen **95** ist durch eine zentrale Trennwand **103** in zwei Abschnitte unterteilt. Die Kolbenbaugruppe **96** umfasst ein Paar Kolben **97**, die durch eine gemeinsame Kolbenstange **98** miteinander verbunden sind. Die Kolbenstange **98** erstreckt sich durch eine Öffnung **104**, die in der Trennwand **103** gebildet ist. Das innere Volumen **95** mit der darin gelagerten Kolbenbaugruppe **96** weist zwei Versorgungskammern **101** variablen Volumens auf, die sich an entgegengesetzten Enden der Fluidversorgungseinheit **90** befinden. Die Kolbenstange **98** der Kolbenbaugruppen **96** hat einen relativ breiten

Durchmesser und füllt deshalb den größten Teil des Volumens aus, in welchem sie angeordnet ist. Ein relativ schmaler zylindrischer Hohlraum ist deshalb zwischen der Kolbenstange **98** und der Wand des inneren Volumens **95** gebildet, wobei die Trennwand **103** diesen Hohlraum in zwei Betätigungskammern **102** variablen Volumens unterteilt. Jede Versorgungskammer **101** ist über eine Öffnung **100** mit einem Fluidkreis **7** über eine Versorgungsleitung **94** verbunden, wohingegen jede Betätigungskammer **102** mit dem Hydraulikfluidversorgungssystem **92** über eine Öffnung **99** und eine Betätigungsleitung **112** verbunden ist.

[0087] Die Zufuhr von Hydraulikfluid zu einer Betätigungskammer **102** und das gleichzeitige Absaugen von Fluid aus der anderen Betätigungskammer **102** führt zu einer Bewegung der Kolbenbaugruppe **96**. Diese resultiert in einer entsprechenden Änderung im Volumen jeder Versorgungskammer **101**, wobei das Volumen von einer Versorgungskammer **101** größer wird, während es gleichzeitig eine Abnahme im Volumen der anderen Versorgungskammer **101** gibt. Das Gesamtvolumen der Betätigungskammern **102** ist wesentlich kleiner als das Gesamtvolumen der Versorgungskammern **101**. Deshalb braucht nur eine relativ geringe Menges an Hydraulikfluid in die Betätigungskammern **102** geleitet zu werden, um zu einem wesentlichen Transfer von Fluid durch die Versorgungskammern **101** und deshalb die Fluidkreise **7** zu führen.

[0088] Während Fahrzeugbewegungen, insbesondere dann, wenn es eine Rollbewegung ausführt, kann es beträchtliche Änderungen im Fluidvolumen in jedem Fluidkreis geben. Das kann die Betätigung der Akkumulatoren **16** bewirken, wie es oben beschrieben worden ist. Die Fluidsteuereinrichtung **75** bewirkt deshalb, dass das Fluidvolumen in jedem der Fluidkreise **7** aufrechterhalten wird, so dass die Akkumulatoren richtig arbeiten können. Darüber hinaus wird der Systemdruck in jedem der Fluidkreise aufrechterhalten. Das gewährleistet deshalb, dass die Ansprechzeit des Rollsteuerungssystems aufrechterhalten wird.

[0089] [Fig. 8](#) zeigt die Realisierung des Druckaufrechterhaltungsventils **111**, das in Verbindung mit dem Brückenventil **26** und einem Fluidreservoir **110** verwendet werden kann, um einen konstanten mittleren Druck in dem Rollsteuerungssystem aufrechtzuhalten. Das Druckaufrechterhaltungsventil **111** kann zwischen einer der Betätigungsleitungen **112** und einer der Versorgungsleitungen **112** positioniert sein, um wahlweise den Fluidversorgungssystemventilverteiler direkt mit dem ersten und dem zweiten Rollsteuerungskreis (nicht dargestellt) zu verbinden. Wenn sich das Fahrzeug in einer geraden Linie bewegt oder statisch ist, kann die ECU (nicht dargestellt) den Druck in den Betätigungsleitungen auf den

gewünschten statischen Rollsteuerungskreisdruck regeln. Das Druckaufrechterhaltungsventil und das Brückenventil können dann vorrübergehend geöffnet werden. Das System arbeitet weiterhin als ein im Wesentlichen geschlossenes System, Druckänderungen aufgrund von Expansion und Kontraktion des Fluids können aber reduziert werden. Darüber hinaus kann bei Bedarf der geregelte Druck mit anderen Eingaben geändert werden, zum Beispiel mit Hilfe eines durch den Fahrer betätigten Komfort/Sport-Schalters, um zu ermöglichen, dass die grundlegende Rollsteifigkeit des Systems modifiziert wird. Andere Änderungen können auch an dem aktiven Rollsteuerungsalgorithmus und an den Dämpfungsraten zwischen den vom Fahrer ausgewählten Betriebsarten vorgenommen werden.

[0090] [Fig. 9](#) zeigt eine vierte Ausführungsform des Dämpfungs- und Rollsteuerungssystems, in welchem das Hydraulikfluidversorgungssystem die Rolllage des Fahrzeuges direkt (ohne die Notwendigkeit einer Fluidvolumensteuereinheit) wie in [Fig. 2](#) einstellt. In diesem Fall muss die Hydraulikfluidversorgungseinheit einen hohen Durchsatz haben, wie bei der Version in [Fig. 2](#). Ein Überdruckventil **115** ist vorgesehen, um in dem System einen Überdruck zu vermeiden. Der Betätigungsdruck, der dem Wegeventil **30** durch die Pumpe geliefert wird, wird durch ein Regelventil **116** geregelt, welches durch die ECU **27** gesteuert wird. Drucksensoren **117** sind vorgesehen zum Liefern von Signalen, welche den Druck auf beiden Seiten des Druckregelventils **116** angeben.

[0091] In dieser Figur ist das Wegeventil als eine Vorrichtung mit zwei Positionen dargestellt, Deshalb können die Rollsteuerungssystemkreise **7** nicht verschlossen werden, aber beim Geradeausfahren kann das Druckregelventil **116** auf seine freieste Strömungsposition eingestellt werden, in welcher es hauptsächlich zu einen Brückenventil zwischen den beiden Rollsteuerungskreisen **7** wird. Ein optionales Brückenventil **26** ist gezeigt, welches die beiden Kreise **7** direkt verbindet, damit sich eine erhöhte Strömung ergibt. Wie bei den anderen Ausführungsformen des Rollsteuerungssystems können alternativ oder zusätzlich mehr Brückenventile vorgesehen sein (nicht dargestellt), z.B. an jedem Radzylinder, wie oben erläutert.

[0092] Die Radzylinder sind herkömmliche Einzelstangeneinheiten, und die Tragfedern sind nicht gezeigt.

[0093] [Fig. 10](#) zeigt eine fünfte Ausführungsform des Dämpfungs- und Rollsteuerungssystems, in welchem die Fluidversorgungseinheit eine Druckfluidspeichervorrichtung wie z.B. einen hydropneumatischen Akkumulator **120** aufweist. Anders als das Reservoir in [Fig. 8](#) muss diese Fluidspeichervorrichtung auf den statischen Vorladungsdruck des Rollsteuer-

ungssystems gebracht werden. Die zusätzliche Beweglichkeit hilft jedoch bei dem Begrenzen der Druckänderung innerhalb des Systems aufgrund von Temperaturänderungen oder Fluidverlust, was die Zeit bis zur Wartung verbessert. Die Druckfluidspeichervorrichtung braucht kein verschlossener Akkumulator zu sein. Um z.B. eine einfachere Wartung für den Fluidpegel und die Systemvorladung zu gestatten und wenn der Druck der Vorrichtung nur etwa der statische Vorladungsdruck des Systems ist, kann ein unter Druck stehender Tank verwendet werden, aus welchem der Druck leicht abgelassen werden kann, damit eine Kappe entfernt und der Fluidpegel geprüft werden kann, woraufhin die Kappe wieder angebracht und der Tank wieder unter Druck gesetzt wird, indem irgendein bekanntes Verfahren benutzt wird.

[0094] Die grundlegende Anordnung des Dämpfungs- und Rollsteuerungssystems gleicht der in [Fig. 9](#) gezeigten, das Wegeventil **30** hat aber eine geschlossene Position wie in [Fig. 2](#). Alternativ kann das Wegeventil eine Position zum Miteinanderverbinden der beiden Rollsteuerungskreise **7** aufweisen. Wiederum ist das Brückenventil optional und kann weggelassen oder durch mehrere Brückenventile ersetzt werden. Darüber hinaus sind Radpositionssensoren **118** gezeigt, die ermöglichen, dass Versorgungssignale zu der ECU **27** gesandt werden. Diese können in jeder der vorhergehenden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

[0095] Wenn die Dämpfung des Systems auch elektronisch gesteuert wird, kann es vorteilhaft sein, andere Sensoren vorzusehen wie z.B. Karosseriedrehungs- und -vertikalbeschleunigungsmesser.

[0096] Wenn die Rollsteifigkeit des Systems geändert wird, z.B. wenn Brückenventile geöffnet werden oder wenn der statische Druck des Systems verändert wird, ändern sich die Radraten, so dass die Dämpfung passend geändert werden kann, entsprechend irgend einer Fahrkomfortauswahl, die durch den Fahrer getroffen wird.

[0097] Alternative Druckaufrechterhaltungsanordnungen können verwendet werden. Zum Beispiel erlaubt die Verwendung eines drei Positionen aufweisenden Wegeventils, den Druck in dem Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem einzuschließen, während die Druckaufrechterhaltungsroutine ausgeführt wird. Wenn z.B. das Fluidversorgungssystem von dem Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem isoliert ist, wie z.B. während Geradeausfahrt, kann die Pumpe benutzt werden, um Fluid aus einem zusätzlichen, nicht unter Druck gesetzten Tank abzusaugen und den statischen Druck in dem Fluidversorgungssystem-akkumulator zu erhöhen, indem eine Ventilanordnung verwendet wird, um auch das Zurückleiten von Fluid aus dem Fluidversorgungssystem in den Tank zu erlauben. Viele derartige Anordnungen sind be-

reits bekannt.

Patentansprüche

1. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem für ein Fahrzeugfederungssystem, wobei das Fahrzeug wenigstens ein Paar seitlich beabstandete Vorderradbaugruppen und wenigstens ein Paar seitlich beabstandete Hinterradbaugruppen hat, wobei jede Radbaugruppe ein Rad aufweist und eine Radhalterung, die das Rad haltert, um eine Bewegung des Rades in einer insgesamt vertikalen Richtung relativ zu einer Karosserie des Fahrzeuges zu gestatten, und eine Fahrzeugtrageinrichtung, die wenigstens im Wesentlichen einen überwiegenden Teil der Abstützung für das Fahrzeug übernimmt, wobei das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem aufweist:

Radzylinder, die zwischen jeder Radhalterung und der Karosserie des Fahrzeuges anbringbar sind, wobei jeder Radzylinder ein inneres Volumen aufweist, das durch einen in dem Radzylinder gelagerten Kolben in eine erste und eine zweite Kammer unterteilt ist;

einen ersten und einen zweiten Fluidkreis, die eine Fluidverbindung zwischen den Radzylindern durch Fluidleitungen herstellen, wobei jeder Fluidkreis eine Fluidverbindung herstellt zwischen den ersten Kammern der Radzylinder auf einer Seite des Fahrzeuges und den zweiten Kammern der Radzylinder auf der entgegengesetzten Seite des Fahrzeuges, um dadurch eine Rollabstützung zu bewirken, die von der Verwindungsbetriebsart des Fahrzeugfederungssystems entkoppelt ist, durch Schaffung einer Rollsteifigkeit um eine waagerechte Rolllage und gleichzeitige Schaffung von im Wesentlichen null Verwindungssteifigkeit;

wobei jeder Fluidkreis einen oder mehrere Fluidakkumulatoren aufweist zur Schaffung von Rollbeweglichkeit; und

eine Fluidsteuereinrichtung, die mit dem ersten und dem zweiten Fluidkreis verbunden ist, zum Zuführen oder Absaugen von Fluid aus jedem Fluidkreis als eine Funktion der Fahrcharakteristik des Fahrzeuges;

dadurch gekennzeichnet, dass der oder wenigstens einer der Akkumulatoren von jedem Fluidkreis eine Akkumulatordämpfereinrichtung aufweist zum Steuern der Geschwindigkeit der Fluidströmung in den und aus dem Akkumulator; und

dass eine Dämpfereinrichtung vorgesehen ist zum Steuern der Geschwindigkeit der Fluidströmung in die und aus der wenigstens einen Kammer jedes Radzylinders;

wobei das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem dadurch im Wesentlichen die gesamte Dämpfung des Fahrzeugfederungssystems bewirkt.

2. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1, wobei die Fahrzeugtrageinrichtung im Wesentlichen die gesamte Abstützung für das Fahr-

zeug bewirkt.

3. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Fahrzeugtrageinrichtung für wenigstens ein Ende des Fahrzeuges eine erste Trageinrichtung aufweist, wobei die erste Trageinrichtung wenigstens einen Teil der Last an den Rädern trägt und für im Wesentlichen null Roll- und Verwindungssteifigkeit sorgt.

4. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei jeder Fluidkreis eine erste Fluidleitung aufweist zum Herstellen einer Fluidverbindung zwischen den ersten Kammern der Radzylinder auf einer Seite des Fahrzeuges und eine zweite Fluidleitung zum Herstellen einer Fluidverbindung zwischen den zweiten Kammern der Radzylinder auf der entgegengesetzten Seite des Fahrzeuges, wobei die erste und die zweite Fluidleitung in Fluidverbindung stehen.

5. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei jeder der Fluidkreise eine erste und eine zweite diagonale Fluidleitung aufweist, die jeweils eine Fluidverbindung zwischen der ersten Kammer eines Radzylinders auf einer Seite des Fahrzeuges und der zweiten Kammer des diagonal entgegengesetzten Radzylinders auf der anderen Seite des Fahrzeuges herstellen, wobei die erste diagonale Fluidleitung zwischen einem Paar diagonal entgegengesetzter Radzylinder in Fluidverbindung ist mit der zweiten diagonalen Fluidleitung zwischen dem anderen Paar diagonal entgegengesetzter Radzylinder.

6. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei jeder Fluidkreis eine vordere Fluidleitung aufweist, die eine Fluidverbindung zwischen den Radzylindern der Vorderradbaugruppen herstellt, und eine hintere Fluidleitung, die eine Fluidverbindung zwischen den Radzylindern der hinteren Radbaugruppen herstellt, wobei die vordere und die hintere Leitung eine Fluidverbindung zwischen der ersten Kammer des Radzylinders auf einer Seite des Fahrzeuges mit der zweiten Kammer des Radzylinders auf der entgegengesetzten Seite des Fahrzeuges herstellt und wobei die vordere und die hintere Leitung in Fluidverbindung sind.

7. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1, wobei die Dämpfereinrichtungen an oder in den Radzylindern angeordnet sind.

8. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1, wobei die Dämpfereinrichtungen in den Leitungen angeordnet sind.

9. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1, wobei die Dämpfereinrichtungen in einem Verteilerblock angeordnet sind, der eine Fluid-

verbindung zwischen der ersten und der zweiten Leitung herstellt, um den ersten und den zweiten Fluidkreis zu bilden.

10. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1, wobei die Dämpfereinrichtungen bidirektionale Dämpferventile sind zum Steuern der Geschwindigkeit der Fluidströmung in die und aus wenigstens der ersten oder der zweiten Kammer jedes Radzylinders.

11. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1, wobei die Dämpfereinrichtung ein Einzelrichtungs-dämpferventil aufweist zum Steuern der Geschwindigkeit der Fluidströmung aus jeder Kammer jedes Radzylinders.

12. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 11, wobei das Einzelrichtungs-dämpferventil parallel mit einem Rückschlagventil verwendet wird.

13. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1, wobei jeder Fluidkreis einen zweiten Fluidakkumulator enthält und ein Rollbeweglichkeitsschaltventil, das zwischen dem zweiten Akkumulator und dem Fluidkreis angeordnet ist, zum wahlweisen Verbinden des zweiten Akkumulators mit dem Fluidkreis und dadurch zum Steuern des Grades an Rollbeweglichkeit.

14. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1, wobei ein Bypasskanal um die Dämpfereinrichtungen für den Akkumulator vorgesehen ist, wobei der Bypasskanal ein Ventil aufweist zum Öffnen oder Schließen des Bypasskanals.

15. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem eine Druckvorladung hat.

16. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Radzylinder wenig oder keine Abstützung für das Fahrzeug bewirken.

17. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 16, wobei sich eine Kolbenstange von entgegengesetzten Seiten des Kolbens aus erstreckt und wobei der Durchmesser jeder Kolbenstange wenigstens im Wesentlichen gleich ist, so dass die wirkenden Kolbenflächen in der ersten und der zweiten Kammer jedes Radzylinders wenigstens im Wesentlichen gleich sind.

18. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 16, wobei sich eine hohle Kolbenstange von einer Seite des Kolbens aus erstreckt und wobei eine innere Stange in dem inneren Volumen des Rad-

zylinders gelagert und wenigstens teilweise in der hohlen Kolbenstange aufgenommen ist.

19. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 18, wobei die hohle Kolbenstange und die innere Stange gemeinsam eine Stangenkammer des Radzylinders bilden, wobei die Fläche des freien Endes der inneren Stange wenigstens im Wesentlichen identisch mit der Kolbenfläche ist, die der Kammer zugewandt ist, welche die hohle Kolbenstange aufnimmt, wobei die Stangenkammer einen Teil des Fluidkreises bildet, wobei eine der anderen Kammern des Radzylinders die andere Kammer für den Fluidkreis bildet und wobei die übrige Kammer einen Teil eines Tragkreises für das Fahrzeug bildet.

20. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter mit einer Einrichtung zum wahlweisen Herstellen einer Fluidverbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Fluidkreis.

21. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 20, wobei die Einrichtung wenigstens einen Brückenkanal aufweist, welcher den ersten und den zweiten Fluidkreis verbindet, und ein Stromventil zum Steuern der Strömung durch den Brückenkanal.

22. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 21, weiter mit einem Akkumulator an dem Brückenkanal.

23. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 21, wobei ein Brückenkanal und ein Stromventil für jeden Radzylinder vorgesehen sind.

24. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kolben jedes Radzylinders ein integrales Stromventil und ein Dämpferventil zum Steuern der Strömung zwischen der ersten und der zweiten Kammer aufweist.

25. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fluidsteuereinrichtung eine Fluidpumpe aufweist, ein Ventil zum Steuern der Verbindung der Fluidkreise mit der Pumpe und eine elektronische Steuereinheit zum Steuern der Fluidpumpe und des Ventils als eine Funktion der Fahrcharakteristik des Fahrzeuges.

26. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 1, wobei die Fluidsteuereinrichtung eine Fluidvolumensteuereinheit aufweist zum Liefern und Absaugen von Fluid aus jedem Fluidkreis, wobei die Steuereinheit ein inneres Volumen hat, eine Kolbenbaugruppe, die in dem inneren Volumen verschiebbar gelagert ist und dieses in zwei Versorgungskammern variablen Volumens unterteilt, und eine Betätigungseinrichtung zum Verschieben der Kolbenbau-

gruppe, wobei jeder Fluidkreis mit einer Versorgungskammer in Verbindung steht.

27. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 26, wobei die Kolbenbaugruppe durch ein Hochdruckhydraulikfluidversorgungssystem betätigt wird.

28. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 27, wobei die Kolbenbaugruppe ein Paar Kolben aufweist, die durch eine gemeinsame Stange gekoppelt sind, wobei das innere Volumen durch eine zentrale Trennwand unterteilt ist, wobei sich die gemeinsame Stange durch eine Öffnung in der Betätigungseinrichtung erstreckt, so dass die Kolben auf entgegengesetzten Seiten der Trennwand angeordnet sind, um dadurch Betätigungskammern auf entgegengesetzten Seiten der Trennwand zu bilden, wobei das Hochdruckhydraulikfluid jeder Betätigungskammer zugeführt oder aus derselben abgesaugt wird, um dadurch die Kolbenbaugruppe zu verschieben.

29. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 28, wobei die gemeinsame Stange einen Durchmesser hat, welcher das Volumen im Wesentlichen ausfüllt, in welchem die Stange angeordnet ist, so dass das kombinierte Volumen der Versorgungskammern wesentlich größer als das kombinierte Volumen der Betätigungskammern ist.

30. Dämpfungs- und Rollsteuerungssystem nach Anspruch 26, wobei die Kolbenbaugruppe mechanisch betätigt wird.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

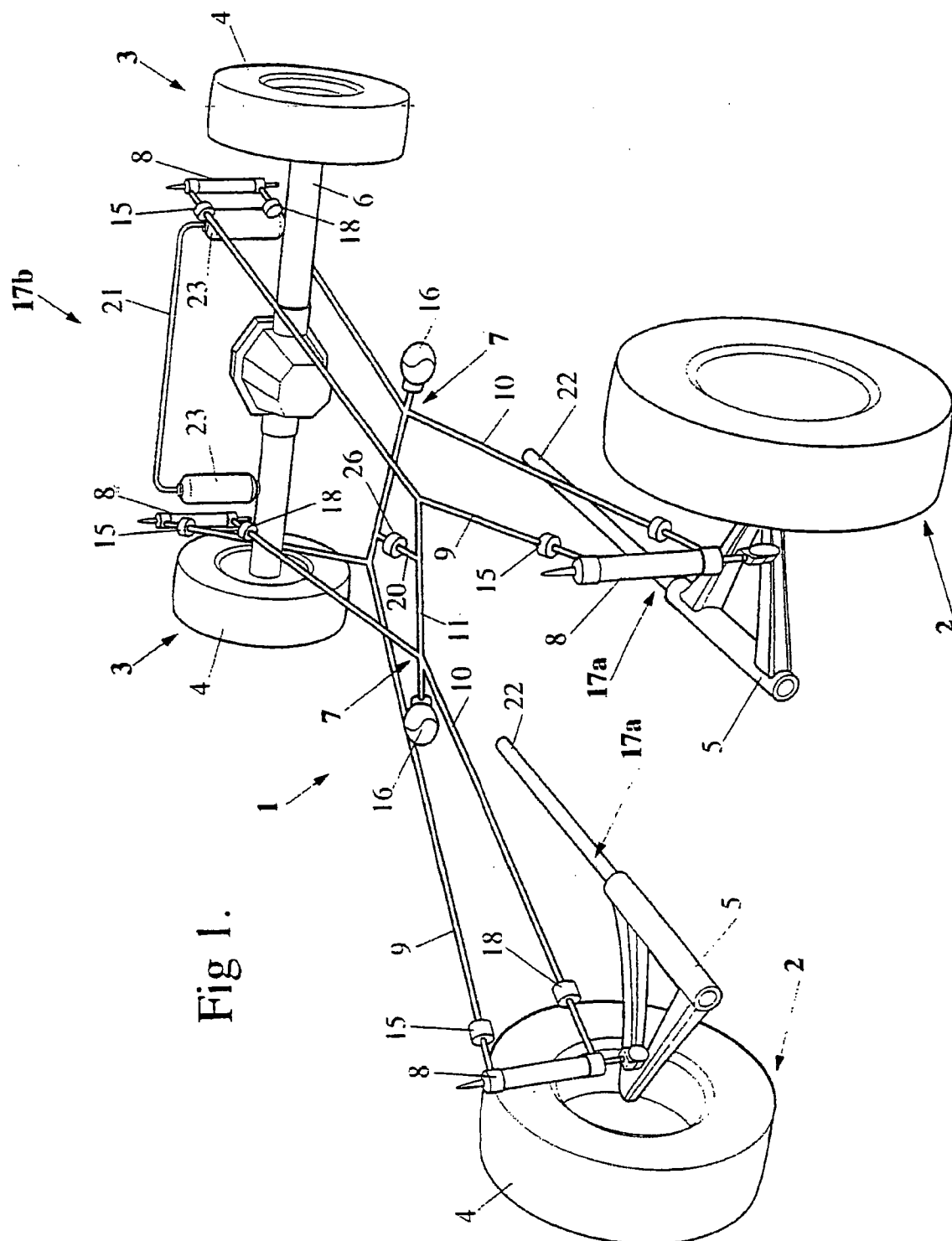


Fig 2.

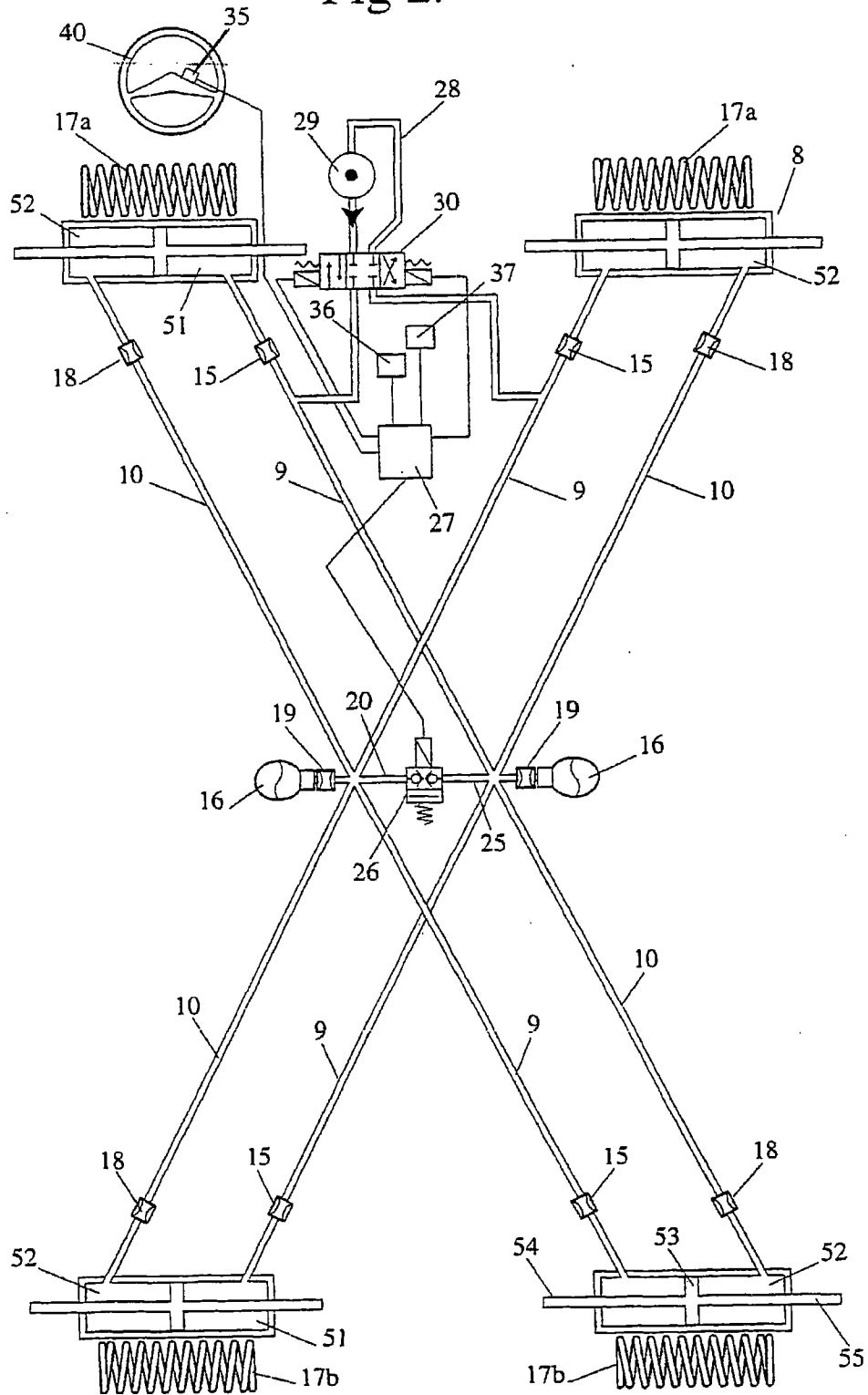


Fig 3.

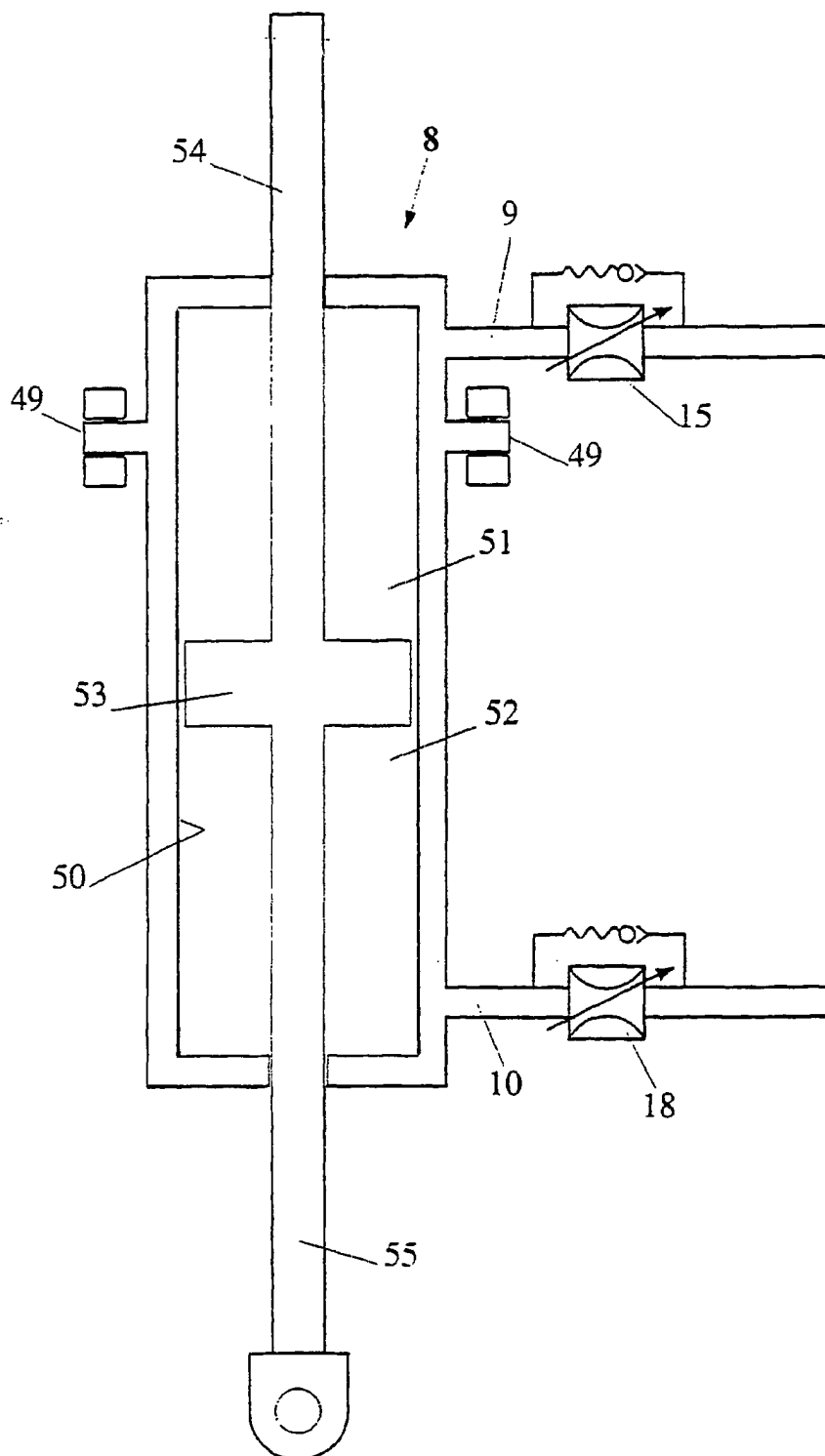


Fig 4.

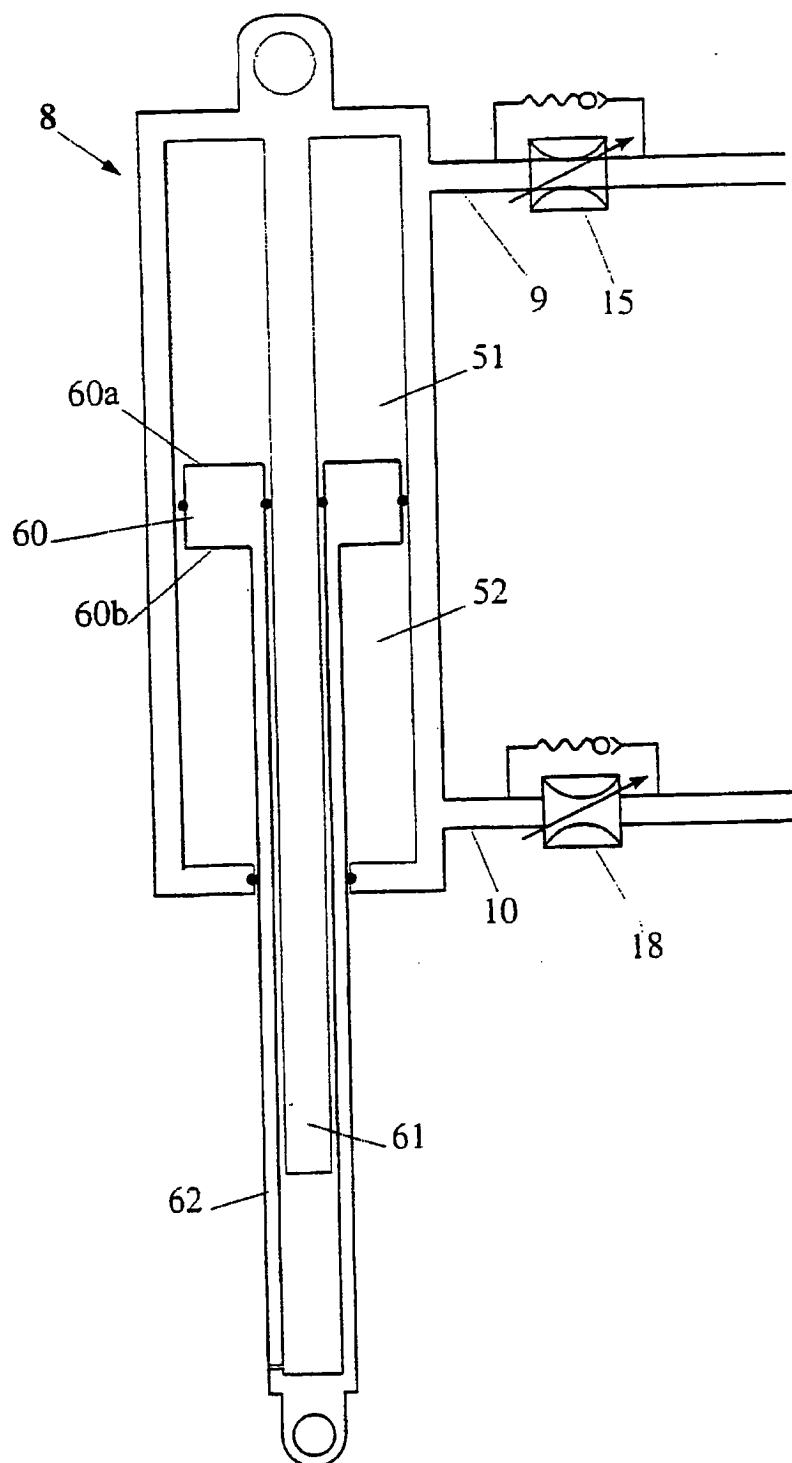
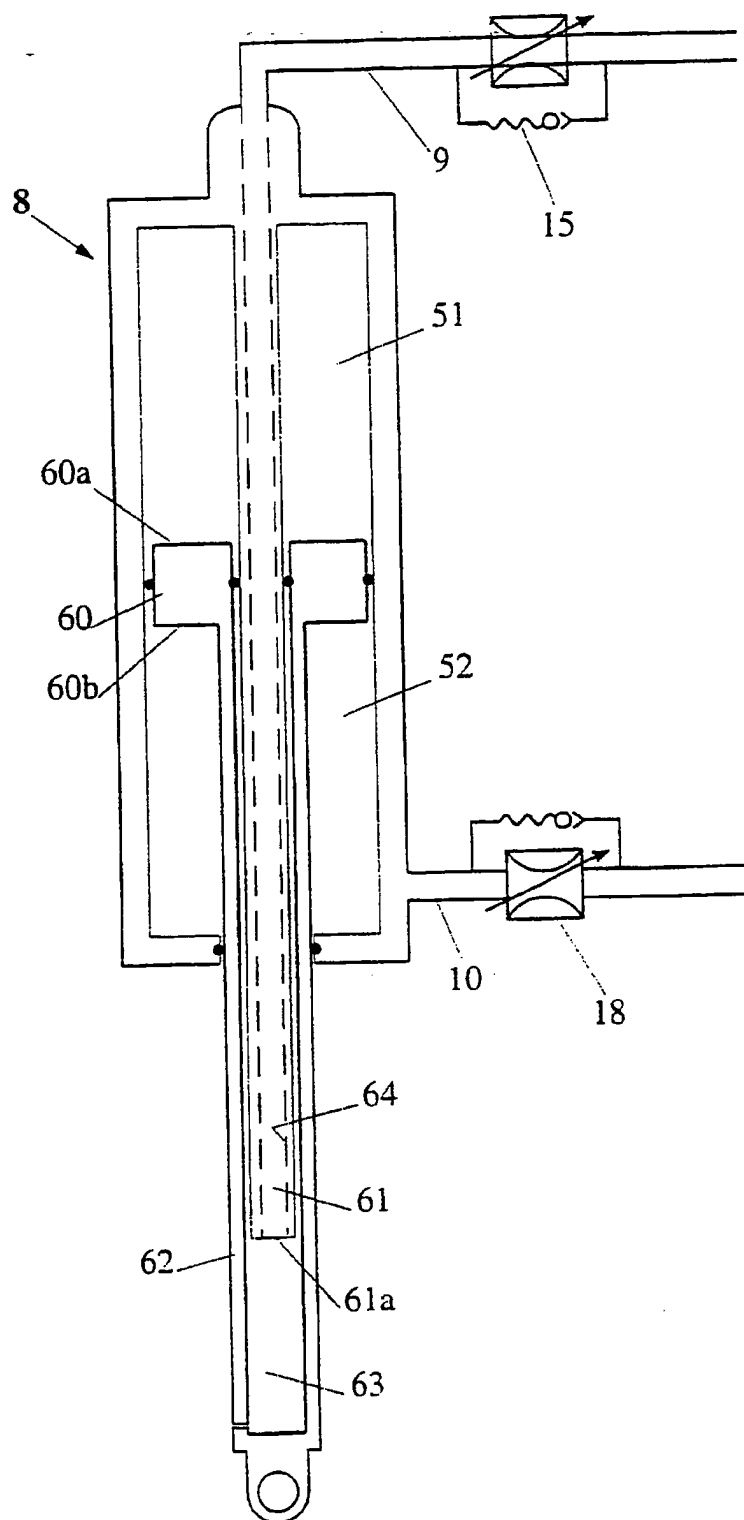


Fig 5.



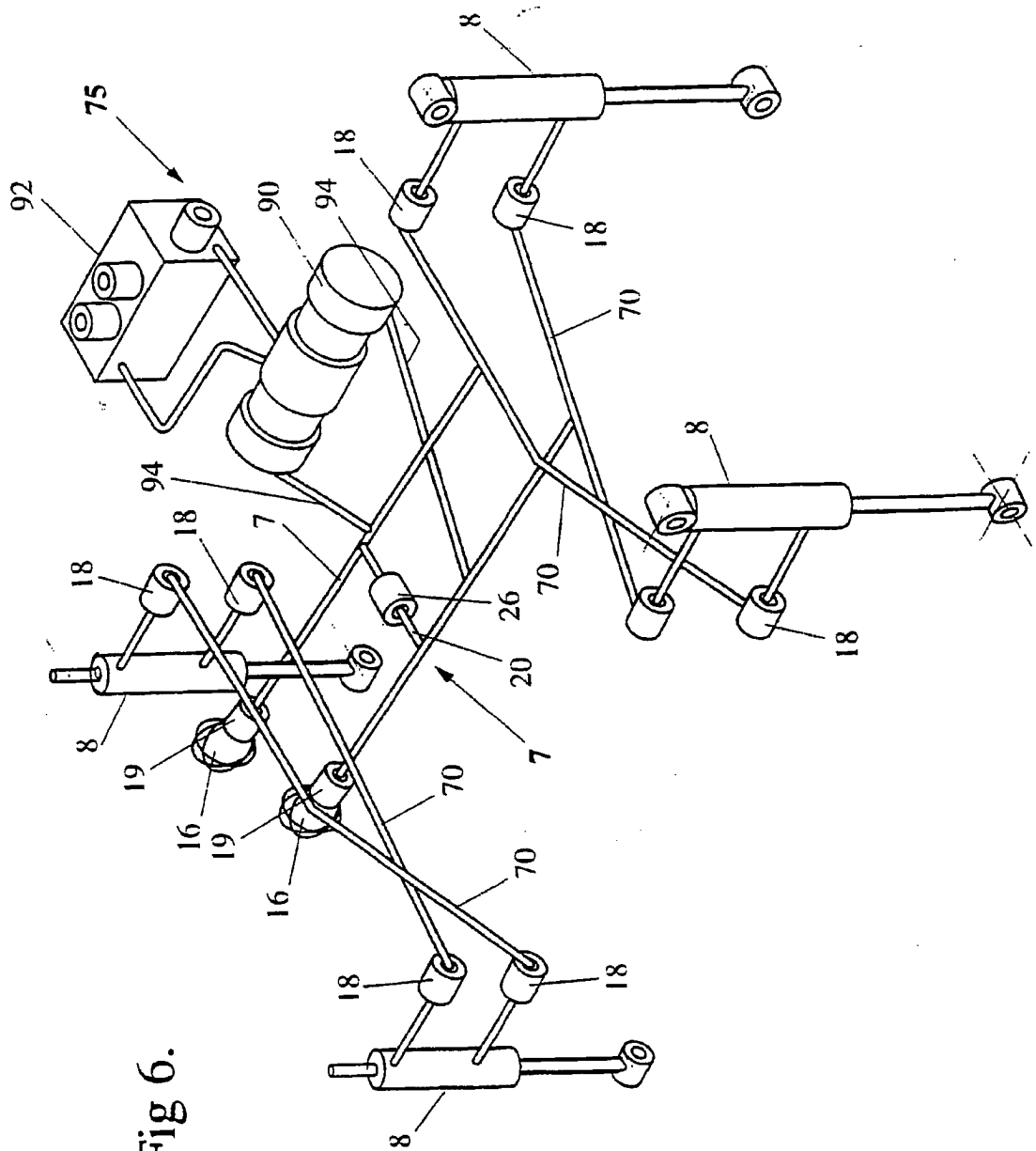


Fig 6.

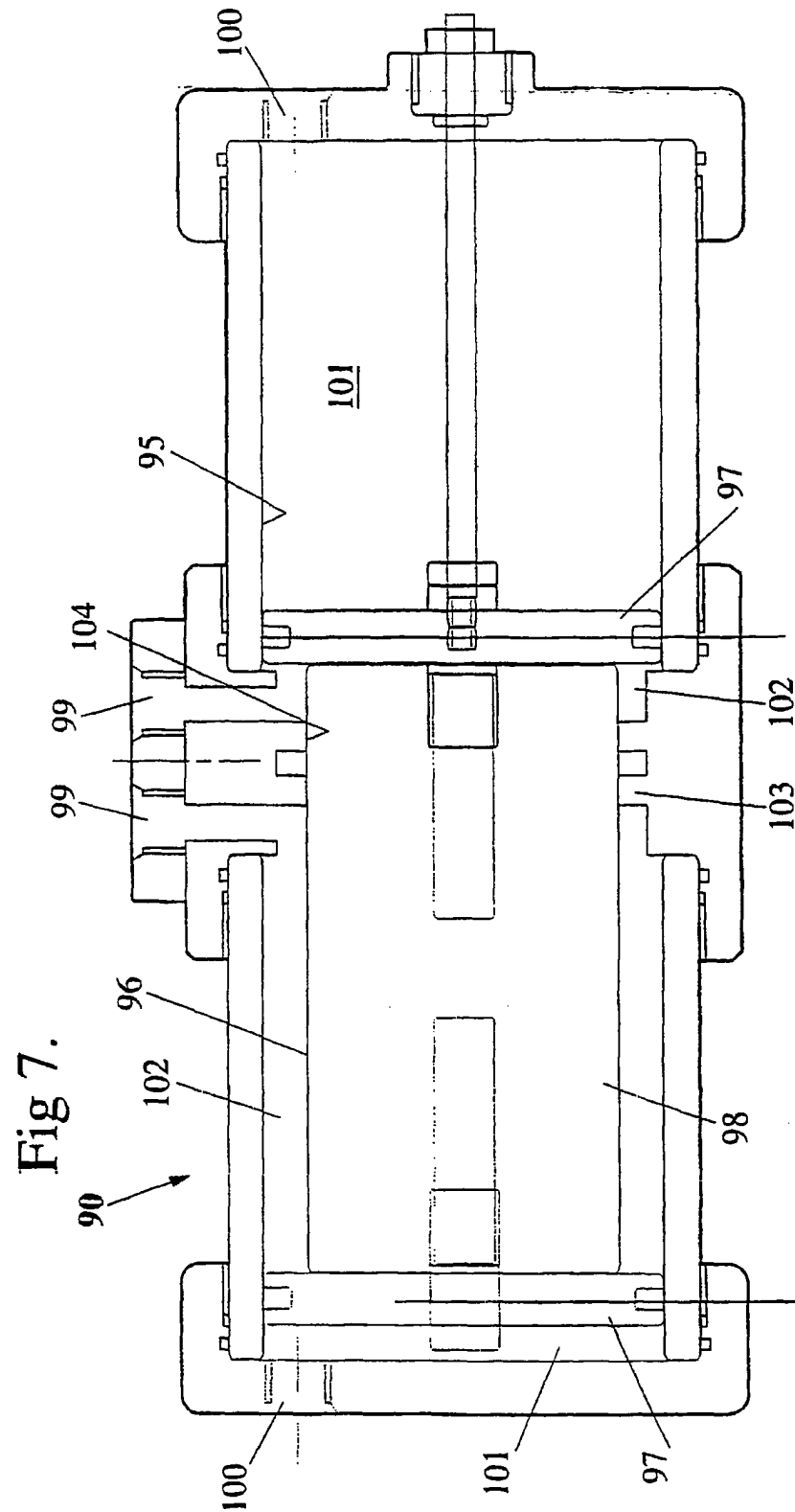
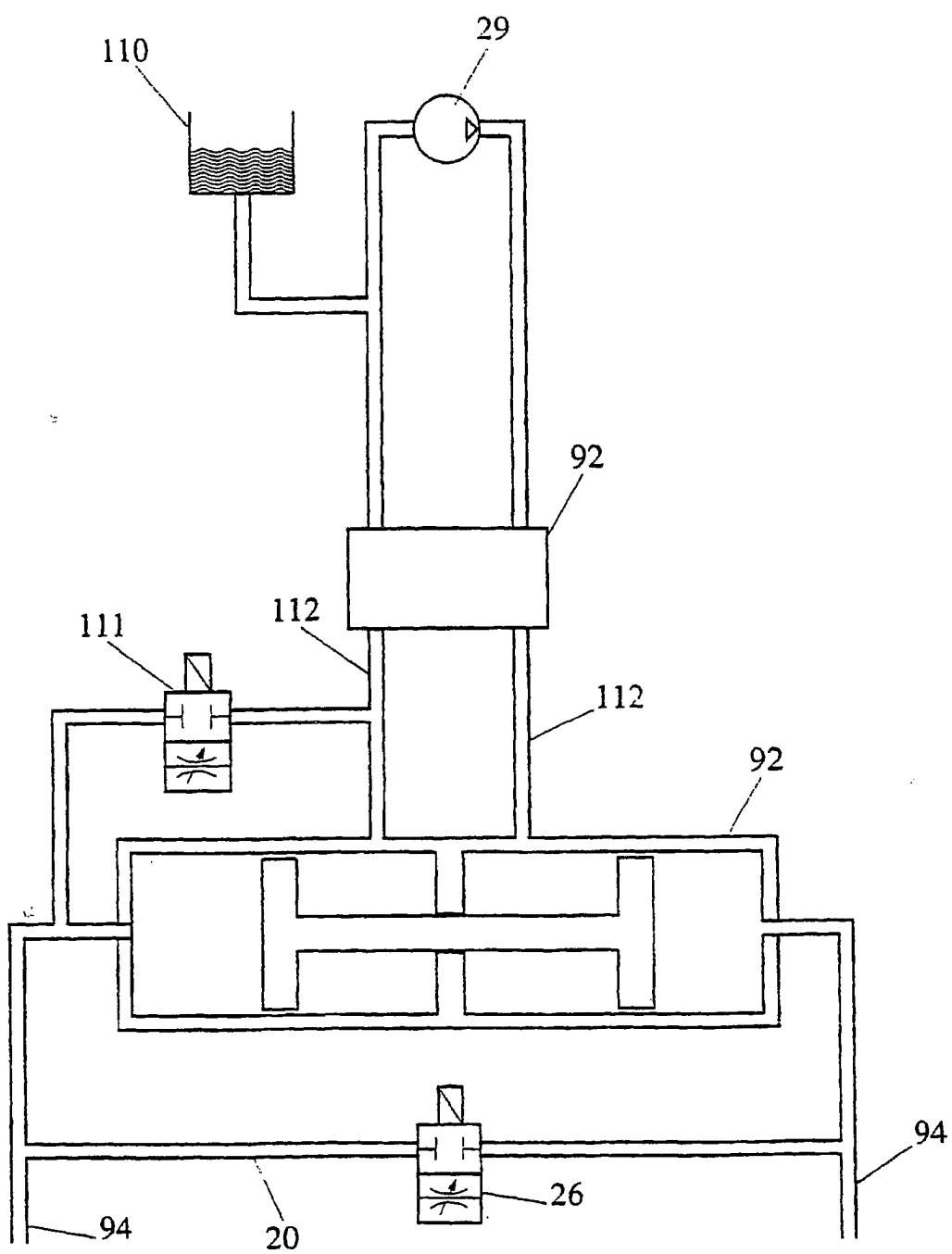


Fig 8.



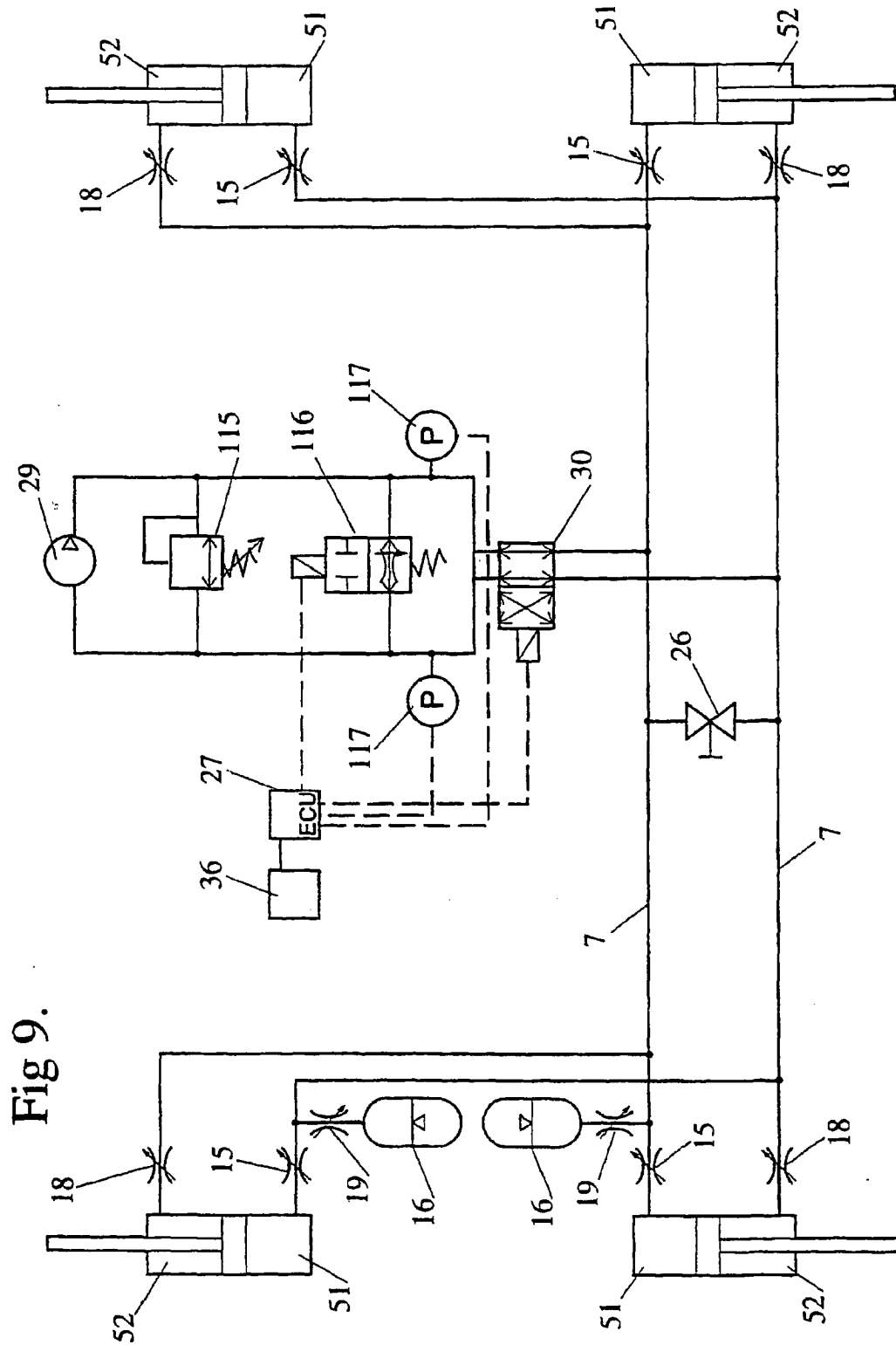


Fig 9.

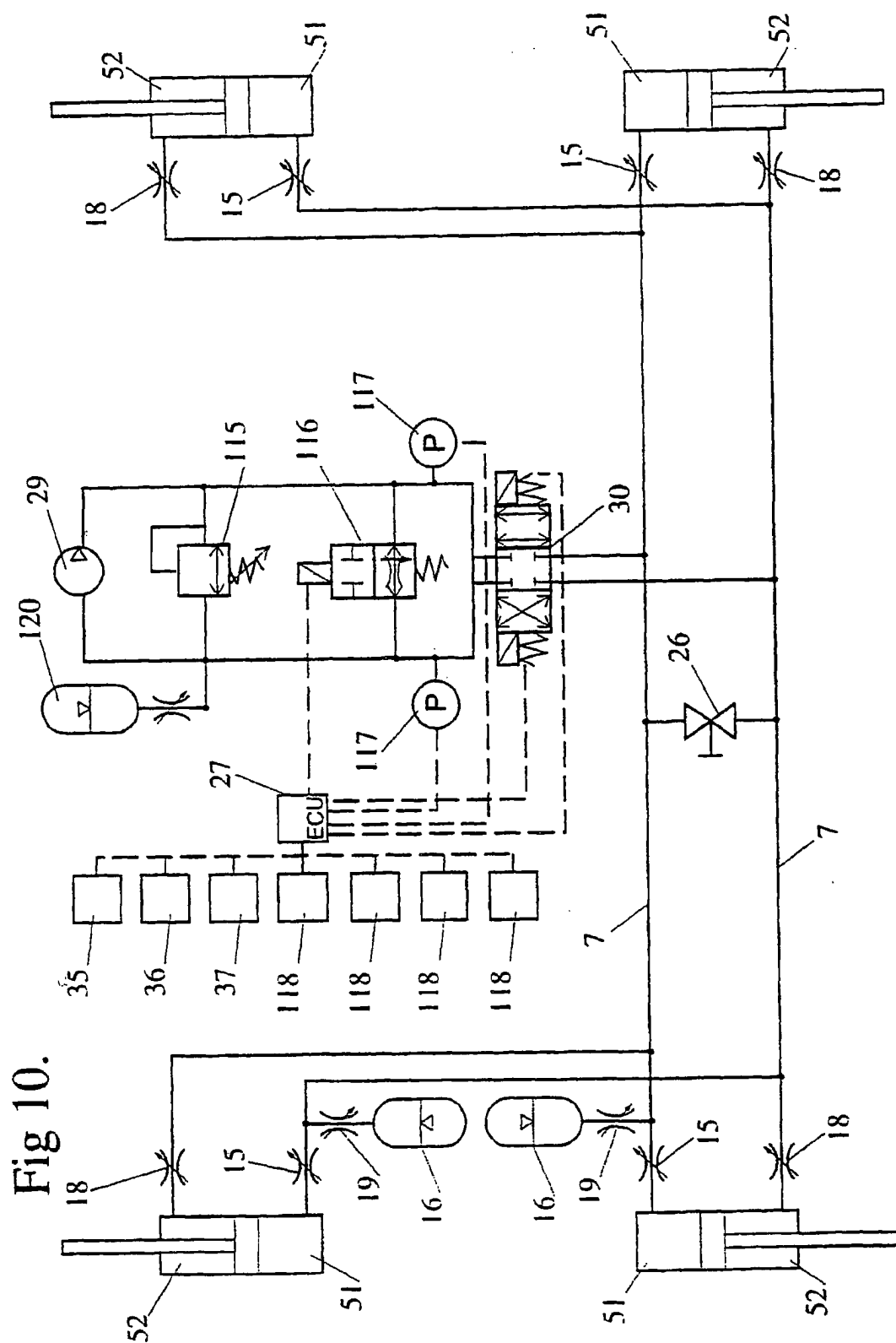


Fig 10.