(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 31 448 T2** 2004.07.22

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 743 906 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 31 448.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/AU95/00096**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 910 341.7**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 95/023076**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.02.1995**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **31.08.1995**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.11.1996**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **06.08.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.07.2004**

(51) Int Cl.[7]: **B60G 21/067**
B60G 21/06, B60G 21/073

(30) Unionspriorität:

PM409294	**25.02.1994**	**AU**
PM596294	**30.05.1994**	**AU**
PCT/AU94/00646	**26.10.1994**	**WO**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:
Kinetic Ltd., Dunsborough, W.A., AU

(72) Erfinder:
HEYRING, Brian, Christopher, Eagle Bay, AU;
THOMPSON, Reginald, Ian, Duncraig, AU

(74) Vertreter:
Ackmann, Menges & Demski Patentanwälte, 80469 München

(54) Bezeichnung: **HYDRAULISCHE AUFHÄNGUNG MIT UNABHÄNGIGER REGELUNG VON NICK- UND ROLLBEWEGUNG**

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 Erfindung bezieht sich auf Verbesserungen bei dem Federungssystem für ein Fahrzeug und bezieht sich speziell auf das Steuern der Anordnung der Karosserie relativ zum Boden, wenn das Fahrzeug Variationen in der Kontur der Oberfläche, die überquert wird, ausgesetzt ist.

[0002] In jüngerer Zeit hat es einen Trend zu elastischen Federungssystemen gegeben, die variable Dämpfungs- und Federkonstanten aufweisen, um zu versuchen, die Fahrzeugstabilität zu verbessern und die Bewegung der Karosserie relativ zu der Oberfläche, die überquert wird, zu reduzieren.

[0003] Ein Bereich von Federungssystemen, die als „aktive" und „halbaktive" Federungen für Fahrzeuge bekannt sind, ist ausprobiert worden, welcher Systeme beinhaltet, die auf der Basis von Kompression und/oder Verlagerung von Fluids arbeiten, und diese Systeme, die gegenwärtig in Gebrauch sind, beinhalten eine Pumpe, um das Arbeitsfluid auf dem verlangten Druck zu halten und die Hochgeschwindigkeitsverteilung desselben zu bewirken, sowie ausgeklügelte Steuermechanismen zum Regulieren des Betriebes des Federungssystems gemäß erfassten Straßen- und/oder Fahrzeugbetriebsbedingungen. Diese bekannten Systeme beinhalten Pumpen und elektronische Steuerungssysteme, die beide üblicherweise kontinuierlich arbeiten, während das Fahrzeug in Betrieb ist, sind vergleichsweise teuer herzustellen und zu warten und verlangen einen beträchtlichen Energieeinsatz. Sie finden deshalb in der Fahrzeugindustrie eine begrenzte Akzeptanz.

[0004] Es gibt eine vorveröffentlichte internationale Patentanmeldung (internationale Veröffentlichungsnummer WO 93/01948, Internationale Anmeldungsnummer PCT/AU92/00362, datiert 4. Februar 1993), welche ein „passives" hydropneumatisches Fahrzeugfederungssystem offenbart. Dieses offenbarte passive Federungssystem hat viele der Vorteile von „aktiven" oder „halbaktiven" Federungssystemen, vermeidet dabei aber die Komplexität und die Kosten von solchen Systemen, wodurch es in der Kraftfahrzeugindustrie mehr Akzeptanz erlangt hat.

[0005] Bei dem Federungssystem, das in diesem Patent offenbart ist, hat ein Vorderradzylinder eine obere Kammer, und der diagonal entgegen gesetzte Hinterradzylinder hat eine untere Kammer, und die obere Kammer des vorderen Zylinders ist mit der unteren Kammer des hinteren Zylinders verbunden und die untere Kammer des vorderen Zylinders ist mit der oberen Kammer des hinteren Zylinders verbunden. Ebenso sind die betreffenden Kammern des anderen vorderen Zylinders und des anderen hinteren Zylinders auf gleiche Weise miteinander verbunden. Es sind somit zwei einzelne Fluidkreise vorhanden, von denen jeder einen vorderen Zylinder und einen diagonal entgegen gesetzten hinteren Zylinder umfasst. Jede der Leitungen, die die obere und die untere Kammer miteinander verbinden, hat normalerweise wenigstens einen herkömmlichen Drucksammler, der damit in Verbindung steht. Die beiden Kreise sind mit einer Druckausgleichsvorrichtung verbunden, die dafür ausgebildet ist, einen im Wesentlichen gleichen Druck in den beiden Kreisen aufrecht zu erhalten, wie es im Einzelnen in der zuvor genannten internationalen Patentanmeldung Nr. WO 93/01948 beschrieben ist, auf welcher der Oberbegriff des Anspruchs 1 beruht.

[0006] Dieses früher vorgeschlagene Fahrzeugfederungssystem vermeidet die Verwendung von gewöhnlichen Federn (z. B. Schrauben-, Blatt- oder Torsionsstabfedern) sowie herkömmliche teleskopische Dämpfer (üblicherweise als Stoßdämpfer bezeichnet) und Roll- oder Drehstabilisierstäbe.

[0007] Das Federungsvermögen oder die Elastizität wird mit Hilfe von gasgefüllten Kraftspeichern geschaffen, wobei Dämpferventile in den Mündungen der Kraftspeicher angeordnet sind. Herkömmliche Fahrzeuge, die mit Kraftspeicherfedern ausgerüstet sind, liefern bekanntlich bei den meisten Geschwindigkeiten gute Komfortwerte, wenn Bodenoberflächen niedriger Amplitude überfahren werden. Kraftspeicher jedoch, die mit Gas gefüllt sind, um für eine sanfte Fahrt zu sorgen, tendieren auch dazu, unerwünschte Roll- und Nickbewegungen hervorzurufen und zu verstärken, wenn sie ohne Roll- oder Drehstabilisierstäbe benutzt werden. Die meisten hydropneumatisch gefederten Fahrzeuge sind deshalb normalerweise mit Roll- oder Drehstabstabilisatoren versehen, welche aus Federstahl bestehen und die beiden Räder jeder Achse mechanisch und transversal miteinander verbinden, wodurch Rollbewegungen begrenzt werden, aber keine Nickbewegungen.

[0008] Bei dem oben beschriebenen Federungssystem (Patent Nr. WO 93/01948) wird ohne Rollstabilisierstäbe übermäßigen Rollbewegungen Widerstand entgegengesetzt und hydropneumatisch gegengesteuert, und das Ausmaß an Rollen, das zugelassen wird, wird durch eine Funktion des Verhältnisses der zylindrischen Bohrungsdurchmesser der Zylinder (der diagonal entgegen gesetzten Zylinder) zu den Zylinderstangendurchmessern definiert sowie mit Bezug auf ihre Längen und mit Bezug auf die Menge an Gas innerhalb der verschiedenen Kraftspeicher des Federungssystems.

[0009] Es ist auch anzumerken, dass der Typ der Radgeometrie sowie die Lage und der Entwurf der verschiedenen Komponenten einigen Komponenten einen mechanischen Vorteil gegenüber anderen geben kann, wodurch z. B. ein geeignetes, aber unterschiedliches Ausmaß an Rollsteifigkeit vorn an dem Fahrzeug relativ zu hinten an dem Fahrzeug geschaffen werden kann, das bis zu einem gewissen Ausmaß festlegt, ob die Fahrzeuge bei einer Kurvenfahrt unter- oder übersteuern.

[0010] Bei herkömmlichen Fahrzeugen wird Rollkräften durch Roll- oder Drehstabstabilisatoren entgegengewirkt, d. h. durch transversal angebrachte, geformte Federstahlstäbe, die für jede Rollbewegung

der Karosserie, die auftritt, durch Torsion verformt werden müssen. Umgekehrt, eine Nickbewegung in der Längsebene wird normalerweise nur teilweise durch den Entwurf der Federungssystemgeometrie entgegengewirkt, wobei Federresonanzen durch die passende Auswahl von vorderen und hinteren Feder- und Dämpferkonstanten vermieden werden, ohne die Notwendigkeit irgendeines direkt wirkenden mechanischen Äquivalents des Rollstabes. Das ist deshalb der Fall, weil die Nickvorgänge in der Längsrichtung weniger stark sind als die Querrollvorgänge.

[0011] Es hat sich gezeigt, dass das früher offenbarte System ausreichend für Komfort, Stabilität und relativ gleich bleibende Radbelastung sorgt, ungeachtet der relativen Radbewegungspositionen während vieler Manöver wie Achsauslenkungen (engl.: axle articulations) und Einzelradeingaben, wobei jedoch die Größe der Nick- und Rollsteuerung durch die selben Komponenten beherrscht wird und die effektive lineare Steifigkeit von jedem Rad in Relation zu der Karosserie entweder beim Nicken oder beim Rollen typisch die selbe ist. Bei Fahrzeugen mit langem Radstand drückt sich das durch steife Nickcharakteristiken in Relation zum Rollen aus. Bei Fahrzeugen mit kurzem Radstand kommen Nick- und Rollsteifigkeit in der Größe einander näher. Da die meisten Fahrzeuge beträchtlich schmaler als lang sind und wegen anderer geometrischer Effekte hat es sich gezeigt, dass das Rollen schwieriger zu steuern ist als Nicken, wie oben dargelegt. Tatsächlich, wenn das Federungssystem dafür ausgelegt ist, eine Rollbewegung ausreichend zuzulassen, kann es infolge dessen dazu kommen, dass die Nickbewegungen in dem System überkompensiert werden. Das kann folgendermaßen weiter klargestellt werden:

[0012] Damit hohe Rollkräfte vorhanden sind, die aus einem hohen Schwerpunkt in Bezug auf die relativ eng beieinander angeordneten Zylinder (in der Querrichtung) resultieren, ist es notwendig, die Zylinder mit einer größeren Differenz in Stangen- und Bohrungsdurchmessern zu versehen. Das kann deshalb automatisch ein unnötiges Ausmaß an Nickwiderstand oder -steuerung in der Längsrichtung erzeugen und das kann unter einigen Bedingungen zu einem harten Fahrverhalten führen. Insbesondere hat es sich gezeigt, dass zwar eine Karosseriestörung aufgrund von Achsauslenkbewegungen und Einzelradeingaben minimiert wird, dass jedoch Straßenoberflächen, die zu Doppelradeingaben auf einer einzelnen Achse führen, (z. B. wegen „Schwellen zur Geschwindigkeitsbegrenzung") oder sinusförmige Straßenprofile das früher offenbarte Federungssystem anstoßen können. Typisch erfolgt das, wenn die Länge des Radstandes eines Fahrzeuges ungefähr gleich der Hälfte des Abstands der Schwellen ist, die längs der Straßenobertläche angeordnet sind. Damit diese Art von Straßenoberfläche sanft überfahren wird (ohne dass übermäßige Nickbewegungen hervorgerufen werden), müssen beide Achsen in ihrer Bewegung unabhängig werden, jedoch interpretiert das früher offenbarte, in Bezug genommene hydropneumatische Federungssystem diese Bewegungen als Hochgeschwindigkeitsnickbewegungen und versucht deshalb, ihnen entgegen zu wirken, als ob sie unerwünschte Nickbewegungen wären. Dieser Typ von Hochgeschwindigkeitsnickwiderstand und Überkompensation manifestiert sich selbst als eine unpassende Nickhärte, die zusätzlich unkomfortabel werden kann, wenn sich das Fahrzeug über wiederholte Schwellen oder Vertiefungen bewegt, die zunehmend übersteigerte und unpassende Resonanzreaktionen verursachen.

[0013] Die vorveröffentlichte japanische Patentschrift Nr. JP-01-078912 beschreibt ein Fahrzeugfederungssystem, das Schwingungsdämpfer parallel zu Federungssystemsfedern hat, welche für eine Steuerung der Rollsteifigkeit und der Höhe des Fahrzeuges sorgen können. Bei diesem bekannten System ist ein Fluidzylinder, welcher einem der Fahrzeugräder zugeordnet ist, nicht mit dem diagonal entgegen gesetzten Rad verbunden, sondern mit dem seitlich benachbarten Rad. Es sind Drucksteuerventile vorgesehen, die, wenn sie geöffnet werden, Fluid gestatten, bei dem Fahrzeug frei von vorn nach hinten zu strömen, wodurch so kein Widerstand gegen Fahrzeugnicken hervorgerufen wird. Wenn die Drucksteuerventile geschlossen sind, besteht keinerlei Verbindung zwischen den vorderen und hinteren Zylindern, so dass die Verwindungssteifigkeit (engt.: warp stiffness) dieselbe wie die Rollsteifigkeit ist, und die Nicksteifigkeit wird allein durch die Steifigkeit bezüglich Heben und Senken bestimmt.

[0014] Es ist deshalb ein Ziel der Erfindung, ein Fahrzeugfederungssystem zu schaffen, das eine optimalere Beziehung zwischen der Nick- und der Rollsteuerung des Fahrzeuges schaffen wird.

[0015] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Federungssystem für ein Fahrzeug geschaffen, das eine Lasttragkarosserie hat sowie wenigstens ein Paar vordere Laufräder und wenigstens ein Paar hintere Laufräder, die mit der Karosserie verbunden sind, um diese zu tragen, wobei jedes Rad relativ zu der Karosserie in insgesamt vertikaler Richtung verlagerbar ist und wobei das Federungssystem umfasst:

einen doppelwirkenden Zylinder, der zwischen jedes Rad und die Karosserie geschaltet ist, wobei jeder Zylinder eine erste und eine zweite mit Fluid gefüllte Kammer aufweist, die aufgrund einer relativen Vertikalbewegung zwischen dem betreffenden Rad und der Karosserie im Volumen variieren, wobei jeder Vorderradzylinder mit dem diagonal entgegen gesetzten Hinterradzylinder durch ein Paar Fluidleitungen verbunden ist, wobei eine erste Leitung des Leitungspaares die erste Kammer des Vorderradzylinders mit der zweiten Kammer des Hinterradzylinders verbindet, wobei die zweite Leitung des Leitungspaares die zweite Kammer des Vorderradzylinders mit der ersten Kammer des Hinterradzylinders verbindet und wobei jedes Leitungspaar und der Vorder- und

der Hinterradzylinder, die durch dasselbe verbunden sind, dadurch einen geschlossenen Kreis bilden, wodurch ein erster und ein zweiter geschlossener Kreis gebildet sind;
eine Druckverteileinrichtung, die zwischen dem ersten und dem zweiten geschlossenen Kreis angeordnet und dafür ausgebildet ist, im wesentlichen Druckgleichgewicht zwischen den geschlossenen Kreisen zu erzielen, wobei die Druckverteileinrichtung zwei primäre Druckkammern aufweist, die jeweils durch eine Kraftübertragungseinrichtung in zwei sekundäre Druckkammern unterteilt sind, wobei die beiden sekundären Kammern von einer der primären Kammern mit den ersten Kammern der Zylinder auf einer Seite des Fahrzeuges verbunden sind und wobei die beiden sekundären Kammern der anderen primären Kammer mit den ersten Kammern der Zylinder auf der anderen Seite des Fahrzeuges verbunden sind, so dass Rollbewegungen der Karosserie über die Kraftübertragungseinrichtung entgegengewirkt wird;
wobei die Kraftübertragungseinrichtung von einer der primären Druckkammern mit der Kraftübertragungseinrichtung der anderen primären Druckkammer durch eine Verbindungseinrichtung operativ verbunden ist, um zwischen denselben eine Bewegung zu übertragen, und dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungseinrichtung Elastizität aufweist, um weiter eine gesteuerte unabhängige Bewegung zu gestatten zum Verändern der Relativpositionen der Kraftübertragungseinrichtungen in den primären Druckkammern und um dadurch für eine zusätzliche Elastizität in einer Nickrichtung der Karosserie relativ zu einer Rollrichtung der Karosserie zu sorgen.

[0016] Das oben beschriebene Federungssystem hat die Fähigkeit, alle Räder in Traktionskontakt mit der Oberfläche zu halten, die überfahren wird, insbesondere in Situationen von extremer Oberflächenunregelmäßigkeit, wie sie im Off-road-Betrieb auftreten. Darüber hinaus wird eine wirksame Steuerung von Prellnicken und -rollen des Fahrzeuges erzielt auf Grund des Fluidsystems, das gleichzeitig eine unidirektionale Bewegung von jeweils zwei in Längsrichtung benachbarten oder von zwei in Querrichtung benachbarten Rädern relativ zu dem Fahrzeug steuert. Das Aufrechterhalten von Traktionskontakt von allen Rädern mit dem Boden wird durch die Druckbedingungen in den betreffenden Zylindern erreicht, die durch die Druckverteileinrichtung ausgeglichen werden, und die Steuerung von Nicken und Rollen erfolgt durch den Druck und die Bewegung des Fluids zwischen den Zylindern und zwischen den Zylindern und der Druckverteileinrichtung.

[0017] Zweckmäßig ist die Elastizitätseinrichtung so ausgebildet, dass sie in der Lage ist, sowohl Zug- als auch Druckkräfte zu übertragen. Vorzugsweise ist die Elastizitätseinrichtung eine Metall- oder Gasfeder oder ein Teil aus elastischem Material wie z. B. ein Teil aus Gummi oder Kunststoff.

[0018] Bei den Hydraulikzylindern handelt es sich um doppelwirkende Druckzylinder. Die Kammern der Zylinder, die dafür sorgen, dass das Fahrzeug getragen wird, sind mit der Druckverteileinrichtung verbunden. Die Druckverteileinrichtung hat die Aufgabe, das seitliche Rollen des Fahrzeuges zu drosseln und dabei einen Grad an Nickelastizität zu gestatten. Daher ist eine primäre Kammer der Druckverteileinrichtung in Verbindung mit den Fluidkammern der Räder auf einer Längsseite des Fahrzeuges, und die andere primäre Kammer der Druckverteileinrichtung ist in Verbindung mit den Fluidzylindern der Räder auf der anderen Seite des Fahrzeuges.

[0019] Die Erfindung wird anhand der folgenden Beschreibung einer Anzahl alternativer Anordnungen des Fahrzeugfederungssystems unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen leichter verständlich werden.

[0020] In den Zeichnungen:

[0021] **Fig.** 1 ist eine schematische Darstellung des Federungssystems;

[0022] **Fig.** 2 ist eine vergrößerte schematische Ansicht der Lastverteileinheit, wie sie in dem Federungssystem vorhanden ist, die in **Fig.** 1 gezeigt ist;

[0023] die **Fig.** 3 bis 7 veranschaulichen alternative Ausführungsformen der Lastverteileinheit, die bei dem Federungssystem verwendet werden können, welches in **Fig.** 1 gezeigt ist.

[0024] Die **Fig.** 8 und 9, die keine Ausführungsformen der Erfindung veranschaulichen, sondern nur als Beispiele beigefügt sind, welche für das Verständnis der Erfindung nützlich sind, sind schematische Darstellungen eines Fahrzeuges mit einem Federungssystem, das einzelwirkende Hydraulikzylinder zum Tragen einer Fahrzeugkarosserie aufweist.

[0025] **Fig.** 10 ist eine schematische Darstellung eines Federungssystems nach der Erfindung, das eine weitere alternative Lastverteileinheit aufweist.

[0026] **Fig.** 11 ist ein Federungssystem, wie es in **Fig.** 1 gezeigt ist, das eine Lastverteilsperranordnung aufweist.

[0027] Gemäß **Fig.** 1, auf die nun Bezug genommen wird, sind vier Hydraulik- oder Druckzylinder **1**, **2**, **3** und **4** zwischen Fahrzeugkarosserie/Chassis (nicht dargestellt) und den Radeinheiten (nicht dargestellt) angeordnet, so dass, wenn sich jedes Rad relativ zu dem Chassis bewegt, die Zylinder veranlasst werden, ihre Kolbenstange einzufahren oder auszufahren.

[0028] Gemäß der Darstellung in **Fig.** 1 steht der Zylinder **1** in funktionaler Beziehung zu dem vorderen linken Rad, wohingegen der Zylinder **2** ebenso dem vorderen rechten Rad zugeordnet ist. Der Zylinder **3** ist dem hinteren rechten Rad zugeordnet, wohingegen der Zylinder **4** zwischen dem hinteren linken Rad und dem Chassis angeordnet ist. Das vordere Ende des Fahrzeuges ist deshalb auf der Zeichnungsseite oben dargestellt.

[0029] Vier herkömmliche Öl-über-Gas-Kraftspeicherfedern **5**, **6**, **7**, **8** sind gezeigt, wobei der Kraftspeicher **5** dem vorderen linken Rad und der Kraftspeicher **8** dem hinteren linken Rad zugeordnet ist,

als Beispiel. Der Teil oder die Kammer **5a**, **6a**, **7a**, **8a** von jedem der Kraftspeicher ist mit Gas gefüllt, wohingegen mit Hydrauliköl gefüllte Teile **5b**, **6b**, **7b**, **8b** mit den Gaskammern **5a**, **6a**, **7a**, **8a** in Verbindung stehen. Die Öl- und Gaskammern sind normalerweise durch eine flexible Membran oder einen freien Kolben getrennt. Dämpferventile **5c**, **6c**, **7c**, **8c** sind zweckmäßig in den Mündungen der Kraftspeicher **5**, **6**, **7**, **8** angeordnet.

[0030] Wenn doppelwirkende Radzylinder verwendet werden, sind sie normalerweise auf herkömmliche Weise in zwei reziproke Kammern unterteilt, zu denen eine größere Kammer **1a**, **2a**, **3a**, **4a** und eine kleinere Kammer **1b**, **2b**, **3b**, **4b** gehören, wobei die kleinere Kammer eine Kolbenstange aufnimmt.

[0031] Die obere, größere Kammer **1a** ist mit der unteren, kleineren Kammer **3b** des diagonal entgegen gesetzten Rades über ein Rohr oder eine Leitung **9** verbunden, wohingegen die obere Kammer **3a** dieses Rades mit der unteren Kammer **1b** des ersten Zylinders über ein Rohr **10** verbunden ist. Diese Rohre vervollständigen deshalb ein Paar Fluidkreise, welche ein Paar diagonal entgegen gesetzter Räder miteinander verbinden, und zwar von der oberen zur unteren Kammer, und umgekehrt. Das andere Paar diagonal entgegen gesetzter Räder ist ebenso miteinander verbunden, nämlich **2a** mit **4b** über eine Leitung **11** und **4a** mit **2b** über eine Leitung **12**.

[0032] An irgendeinem zweckmäßigen Platz und auf irgendeine geeignete Weise ist eine Komponente (zentrisch) angeordnet, die als die Lastverteileinheit **13** bezeichnet werden kann.

[0033] Eine frühere Version der Lastverteileinheit ist in dem früheren Patent WO 93/01948 beschrieben und normalerweise aus einem zylindrischen Rohr aufgebaut, das durch eine feststehende Wand unterteilt ist und einen beweglichen Kolben in jeder Kammer hat.

[0034] Die beiden Kolben waren bei der früher vorgeschlagenen Konstruktion direkt durch eine Stange verbunden, die sich über die gesamte Länge des Zylinders erstreckt, so dass beide Kolben veranlasst wurden, sich im Gleichklang gemeinsam zu bewegen, was dazu führte, dass zwei der Kammern gleichzeitig vergrößert wurden, während die anderen beiden veranlasst wurden, sich gleichzeitig reziprok zusammen zu ziehen. Es hat sich herausgestellt, dass dieser Entwurf zu einigen inhärenten Problemen unter gewissen Umständen führt, die im Folgenden beschrieben sind.

[0035] Bei der früher offenbarten Konstruktion ist die Anordnung aus Kolben und Kolbenstange nicht in der Lage, sich auf Grund von zwei orthogonalen Radeingaben zu bewegen (wie z. B. Bewegungen über parallele Schwellen zur Geschwindigkeitsbegrenzung). Die Kammern der Lastverteileinheit wurden beschrieben als hydraulisch mit den Rädern in einer derartigen Folge verbunden, dass der Fluiddruck und Volumenänderungen, die aus zwei orthogonalen Radeingaben resultieren, einander entgegengesetzt sind, um Kolbenbewegungen innerhalb der Lastverteileinheit zu verhindern. Das ursprüngliche vorgeschlagene System wurde speziell dafür konstruiert, nur Kolben- und Kolbenstangenbewegungen in der Lastverteileinheit auf Grund von diagonalen Achsauslenkungen zu gestatten, welche Fluiddruck- und Volumenänderungen in der Lastverteileinheit hervorrufen, um sicherzustellen, dass durch jedes der vier Räder ohne Rücksicht auf deren Radbewegungspositionen das optimale Gewicht getragen wird.

[0036] Als eine Konsequenz der Beschränkung der Bewegung der Baugruppe aus Kolben und Kolbenstange auf Grund der beiden orthogonalen Radeingaben wird die Federungssystemnickbewegung in speziellen Situationen bemerkbar.

[0037] Wenn z. B. das vordere Paar Räder auf ein Hindernis trifft, wie z. B. eine Schwelle zur Geschwindigkeitsbeschränkung, die sich über die Breite der Straße erstreckt, wird das Fluid zuerst aus den oberen Kammern der beiden vorderen Zylinder ausgestoßen, und ein Teil dieses Fluids wird gezwungen, in die zugeordneten Kraftspeicher über Dämpferventile einzutreten. Je größer der Widerstand ist, der durch diese Dämpferventile ausgeübt wird, umso größer ist im Allgemeinen das Fluidvolumen, das anderen Teilen des verbundenen Hydrauliksystems zugeleitet wird, und unvermeidlich tritt etwas Fluid in die diagonal entgegen gesetzten unteren Kammern ein.

[0038] Der Transfer von Fluidvolumen aus den vorderen Zylindern in die unteren Kammern der hinteren Zylinder drängt die zugeordneten Kolben nach oben, wodurch die beiden hinteren Zylindern kontraktieren, was wiederum dazu tendiert zu bewirken, dass das Heck des Fahrzeuges nach unten geht. Die Verzögerung in dieser Prozedur kann bei einigen Frequenzen bewirken, dass sich das Heck des Fahrzeuges weiter abwärts bewegt oder erweicht, wenn die hinteren beiden Räder auf dieselbe Schwelle zur Geschwindigkeitsbegrenzung treffen, und das kann zu einem schnellen Nickvorgang führen, da eine sehr schnelle Änderung in der Richtung am Heck des Fahrzeuges erforderlich ist. Die zusätzliche Auswirkung auf die Räder der Hinterachse führt dann auch dazu, dass die hinteren Zylinder kontraktieren und dass dadurch zusätzlich das Gas in den zugeordneten Kraftspeichern komprimiert wird.

[0039] Wenn die Hinterräder die untere Seite der Schwelle zur Geschwindigkeitsbegrenzung verlassen, wird der kumulativen Kompression des Gases in der hinteren Kraftspeichergaskammer, die durch die schnelle Aufeinanderfolge von Vorder- und Hinterradeingaben verursacht wird, gestattet zu expandieren, wodurch Fluid aus den hinteren Kraftspeichertluidkammern ausgestoßen wird. Das kann dann bewirken, dass die hinteren Zylinder zu weit ausgefahren werden, was zur Folge hat, dass das Heck des Fahrzeuges über die Höhe angehoben wird, die erforderlich ist, um die normale Fahrhöhe wiederherzustellen. Wenn dann mehr Schwellen zur Geschwindigkeitsbegrenzung auf der Straße durch die Vorderrä-

der angetroffen werden, bevor sich das Fahrzeug beruhigt hat, kann eine Resonanzreaktion sich aufbauen und verstärkt werden, wenn schnelle Umkehrungen in der Fahrzeugbewegung erfolgen.

[0040] Diese Bewegungen können, wenigstens teilweise, durch die Dämpfer in den Mündungen der Kraftspeicher sowie durch die Drosselstellen, die in den Leitungen vorgesehen sind, negiert werden. Trotzdem können verschiedene Permutationen von unkomfortablen Ansprechreaktionen auf schlechte Straßenoberflächen auftreten, und zwar in Abhängigkeit von der Länge des Radstandes, der Distanz zwischen den Schwellen zur Geschwindigkeitsbegrenzung, der Geschwindigkeit, den Dämpfungskonstanten, den Federkonstanten und der räumlichen Lage der Zylinder in Bezug auf die Radgeometrie, beispielsweise.

[0041] Die Lastverteileinheit **13** nach der vorliegenden Erfindung sorgt für Elastizität, um Eingaben mit hoher Frequenz und kleiner Amplitude zu verringern/zu unterdrücken, und sorgt auch für eine gewisse zusätzliche Elastizität speziell entweder bei Nickbewegung oder bei Rollbewegung. Die Lastverteileinheit **13** hat im Aufbau Ähnlichkeiten mit der oben beschriebenen Einheit insofern, als vier Kammern vorgesehen sind. Die einteilige Kolbenstange, die in der früheren Beschreibung angesprochen ist, ist jedoch durch zwei Kolbenstangen ersetzt, wobei ein elastischer Puffer die beiden Kolbenstangen miteinander verbindet. Die **Fig.** 1 bis 11 zeigen verschiedene alternative Konstruktionen der Lastverteileinheit **13**, die alle insgesamt in zwei Zylinderteile **13a**, **13b** unterteilt sind, von denen jeder zwei reziproke Volumenkammern **14**, **15**, **16**, **17** aufweist. Dieselben Bezugszahlen werden in jeder der Figuren für entsprechende Komponenten benutzt.

[0042] In den **Fig.** 1 und 2 ist die Lastverteileinheit **13** gezeigt mit vier Hauptkammern **14**, **15**, **16**, **17** in direkter Fluidverbindung mit Zweigleitungen **9a**, **12a**, **10a**, **11a**, und diese stehen in Fluidverbindung mit den Zylinderkammern **1a**, **3b** und **4a**, **2b** sowie **3a**, **1b** und **2a**, **4b** über Leitungen **9**, **12**, **10** bzw. **11**.

[0043] Die Kammern **14** und **15** innerhalb eines Zylinderteils **13a** wirken darin wechselseitig, wie es die Kammern **16** und **17** in dem anderen Zylinderteil **13b** tun. Jeder Zylinderteil **13a**, **13b** trägt eine Kolbenbaugruppe **18**, **19**, wobei jede Kolbenbaugruppe einen Kolben **18d**, **19d**, einen äußeren Kolbenstangenteil **18a**, **19a** und einen inneren Kolbenstangenteil **18b**, **19b** hat. Die beiden äußeren Kolbenstangenteile **18a**, **19a** enden normalerweise außerhalb der Kammern an beiden Enden von jedem der Zylinder, um den Kolben zu ermöglichen, sich in Bezug auf die Zylinder frei zu bewegen.

[0044] Die Enden der inneren Kolbenstangenteile **18b**, **19b**, die typisch einander zugewandt sind, können mit irgendeiner zweckmäßigen Befestigungseinrichtung versehen sein, wie z. B. den Scheibenanschlussteilen, die an den Stangenenden gezeigt und mit den Bezugszahlen **18c** und **19c** bezeichnet sind.

[0045] Zwischen die entgegen gesetzten Kolbenstangenbaugruppen ist ein elastisches Teil oder ein elastischer Puffer **20** eingefügt, um für Elastizität sowohl bei Druck als auch bei Zug oder bei beiden zu sorgen. In dem in **Fig.** 2 gezeigten Beispiel kann das elastische Teil **20** einen gummierten Teil aufweisen, der mit den Scheiben **18c** und **19c** in **Fig.** 2 verklebt oder allgemein verbunden ist.

[0046] Deshalb wird jede Bewegung, die durch Fluiddruck- und Volumenänderungen in einem Paar reziproker Kammern hervorgerufen wird (wie z. B. den Kammern **14**, **15** in dem Zylinderteil **13a**) indirekt über die Kolbenstange **18** und über das elastische Teil **20** in den anderen Zylinderteil **13b** der Lastverteileinheit **13** über die Kolbenstange **19** und dadurch in das andere Paar Kammern **16**, **17** übertragen werden. Der Zweck dieser indirekten Verbindung/Kopplung zwischen den beiden Zylinderteilen kann folgendermaßen beschrieben werden:

[0047] In **Fig.** 1 (in Verbindung mit **Fig.** 2) ist zu erkennen, dass die oberen Kammern **1a**, **2a** der Zylinder, die den Vorderrädern zugeordnet sind, in Fluidverbindung mit den Kammern **14** und **17** innerhalb der entgegen gesetzten Zylinderteile der Lastausgleichseinheit **13** sind. Wenn auf ein Hindernis (wie z. B. eine Schwelle zur Geschwindigkeitsbegrenzung) beide Vorderräder gleichzeitig auftreffen, wird Fluid aus den oberen Kammern **1a** und **2a** ausgestoßen.

[0048] Etwas Fluid wird am Anfang in die nächstgelegenen Kraftspeicher **5** und **6** über die Dämpferventile **5c** und **6c** eintreten und einiges Fluid kann auf den hinteren Zylinder und die Steuereinheit verteilt werden. Etwas Fluid unter erhöhtem Druck wird deshalb in die Zweigleitungen **9a** und **11a** eintreten, die den oberen vorderen Kammern der Zylinder **1** und **2** zugeordnet sind. Dieses Fluid tritt dann in die Kammern **14** und **17** an den entgegen gesetzten Enden der Verteileinheit ein und drängt diese Kammern, sich zu erweitern. Wenn sie sich im Volumen erweitern, werden die beiden Kolben- und Kolbenstangenbaugruppen **18**, **19** gezwungen, sich aufeinander zu zu verschieben, und dadurch wird das elastische Teil **20** zusammengedrückt, das zwischen den beiden Zylinderteilen **13a** und **13b** angeordnet ist.

[0049] Wenn die beiden Kolbenbaugruppen **18**, **19** gezwungen werden, sich aufeinander zu zu bewegen, werden die Kammern **15**, **16**, die zu den Kammern **18** bzw. **19** reziprok sind, in der Größe zu fortschreitend verkleinert, und sie stoßen Fluid aus und treiben es durch die Zweigleitungen **12a** und **10a** in die Leitungen **12** und **10** und leiten dadurch Fluid mit etwas größerem Druck in die Zylinderkammern **2b**, **4a** und **1b**, **3a**. Das bewirkt, dass der Stoß der Schwellen zur Geschwindigkeitsbegrenzung auf die Vorderachse weiter gemildert wird, indem die Kolben in den Zylindern **1** und **2** nach oben gedrückt werden und, was noch wichtiger ist, Fluid zu den oberen Kammern **3a**, **4a** der hinteren Zylinder geliefert wird, welches bestrebt ist, das Heck des Fahrzeuges anzuheben, wenn die Zylinder in Vorbereitung darauf,

dass die Hinterräder auf dieselben Schwellen zur Geschwindigkeitsbegrenzung treffen, angehoben wird.

[0050] Es sei deshalb angemerkt, dass das elastische Teil **20** dadurch das nachteilige Nickverhalten in der Längsebene des Fahrzeuges relativ zu der bekannten vorgeschlagenen Konstruktion weitgehend umkehrt und dann die Nickhärte mildert und hilft, resonante Nickbewegungen zu stabilisieren.

[0051] Es dürfte auch klar sein, dass zwar die Konfiguration, die mit Bezug auf die **Fig.** 1 und 2 beschrieben worden ist, Nickbewegungen modifiziert und weich macht, dass sie jedoch nicht die Rollsteifigkeit beeinflusst. Wenn es jedoch erforderlich wäre, dass die Rollsteifigkeit statt der Nicksteifigkeit zu reduzieren, bräuchten nur die Zweigleitungen vertauscht zu werden, um die geeigneten anderen Kammern mit der Lastverteileinheit zu verbinden.

[0052] Ein weiterer Vorteil des Einführens eines elastischen Teils **20** in die Lastverteileinheit ist, dass die Gesamtweichheit und der Gesamtkomfort des Fahrzeuges durch das Einführen des elastischen Teils **20** gesteigert werden können, ohne Rollstabilität zu opfern. Es ist auch möglich, die Menge an Gas in den Kraftspeichern unter diejenige Menge zu reduzieren, die normalerweise erforderlich wäre, so dass die Reduktion des Gasvolumens zur Rollsteifigkeit beiträgt, ohne Komfortwerte nachteilig zu beeinflussen. Darüber hinaus wird die Rollstabilität nicht verringert, wenn mehr Gewicht auf das Fahrzeug geladen wird, da das Gas in den Kraftspeichern mehr komprimiert wird, wodurch das Rollen effektiv reduziert wird.

[0053] Die Einführung eines elastischen Teils wie des Gummiteils **20** kann jedoch eine gewisse dynamische Isolation zwischen den Rädern bewirken, wenn schnellere kleine Achsauslenkungen auftreten. Wenn große Achsauslenkungen nur auftreten, wenn mit sehr niedrigen Geschwindigkeiten gefahren wird, wie beispielsweise im Off-road-Betrieb, ist die Konsequenz, dass es sehr wenige Druckspitzen gibt, die das elastische Teil **20** mit Energie versorgen, was dynamische Isolation verursacht, und dass sich deshalb während langsamer Auslenkungen diese dynamische Isolation nicht merkbar ist.

[0054] Die Weichheit des elastischen Teils **20** sollte so sein, dass die beiden Kolbenbaugruppen **18**, **19** einander im Wesentlichen folgen (oder einander drücken und ziehen, ohne dass es dabei eine Bewegungsdifferenz oder einen Bewegungsverlust zwischen den beiden Kolbenbaugruppen **18**, **19** gibt), wenn es einzelne oder langsame diagonal entgegen gesetzte Radeingaben gibt, die so auftreten, wie wenn eine Achsauslenkung stattfindet, wobei aber das elastische Teil nicht so hart sein sollte, dass, wenn zwei Räder auf derselben Achse gleichzeitig plötzlich auf eine Schwelle oder Vertiefung treffen, das elastische Teil nicht ohne Weiteres verformt wird, um ein verzögertes Ansprechen bei den nachteiligen Nickbewegungen zu ermöglichen.

[0055] In der Praxis sind Druckspitzen während zwei Radeingaben mit hoher Geschwindigkeit beträchtlich größer als während einer Auslenkung mit langsamer Geschwindigkeit, wenn eine gewisse Steifigkeit erforderlich ist, so dass es eine gewisse Freiheit bei der Wahl der elastischen Einrichtung **20** gibt. In diesem Zusammenhang kann das elastische Teil wahlweise durch einen geeigneten Dämpfungsmechanismus ersetzt werden, der ebenso die Übertragung von Kraft und von Bewegung von einer Welle auf die andere verzögern kann, ohne dass ein elastisches Teil wie eine Feder zwischen den Wellen vorhanden ist.

[0056] In den **Fig.** 3 bis 7 ist die elastische Einrichtung in verschiedenen Ausführungsformen gezeigt, beispielsweise als Gummi- oder Urethanblöcke, Schraubenfedern oder Gaskraftspeichertypen. Es dürfte klar sein, dass im Rahmen der Erfindung Scheibenfedern und andere elastische Einrichtungen gleichermaßen benutzt werden können und dass die Federmechanismen nur dazu dienen, die einzelnen Teile in ihre korrekten Relativpositionen zurückzubringen.

[0057] In diesem Zusammenhang ist klar, dass die beiden Zylinderteile **13a**, **13b** der Lastverteileinheit **13** mechanisch aneinander befestigt sind, so dass die Relativbewegungen ihrer Kotbenbaugruppen **18** und **19** nicht bewirken, dass sich ihre Gehäusezylinder ebenfalls bewegen. Die Befestigungsklammern mit den Bezugszahlen **21a**, **21b** veranschaulichen deshalb eine Befestigungseinrichtung an dem Chassis (oder irgendeinem zweckmäßigen Teil) der beiden Zylinderteile **13a** bzw. **13b**.

[0058] Die elastische Einrichtung **20** wird normalerweise entweder auf Druck oder auf Zug beansprucht gehalten, abhängig davon, welche Fluidleitungen mit welchen Kammern verbunden sind in Relation dazu, welches Ende (oder welche Seite) des Fahrzeuges zu irgendeiner Zeit am schwersten ist, und auch im Hinblick auf die relativen Größen der Bohrungen und Kolbenstangen der Zylinder **1**, **2**, **3**, **4**, welche die relativen Systemdrücke festlegen. Es ist deshalb notwendig, alle Komponenten relativ so zu entwerten, dass dem elastischen Teil **20** die passende Federkonstante oder Härte/Durometer-Auslegung gegeben wird, um irgendeine Vorbelastung und/oder erwartete Gewichtsveränderungen zu kompensieren.

[0059] Es sei angemerkt, dass, da das elastische Teil **20** häufig eine Feder irgendwelcher Art ist, es vorteilhaft werden kann, eine Dämpfungskomponente in die Lastverteileinheit einzubringen, um jedwede unerwünschte Federresonanz innerhalb dieser Einheit wegzudämpfen. Die Dämpfungseinrichtung kann in die Lastverteileinheit als ein integrales Teil in den Körper der Einheit hineinkonstruiert werden. Alternativ können die beiden Enden eines Dämpfers (wie der mit der Bezugszahl **22** in **Fig.** 2 bezeichnete teleskopische Stoßkämpfer) an den beiden Stangenenden (wie bei **18a** und **19a**) befestigt sein, so dass der Dämpfer in direktem Ansprechen auf jede Bewegung, die durch zwei orthogonale Radeingaben her-

vorgerufen wird, aber nicht durch zwei diagonale Radeingaben, wenn z. B. eine Auslenkung erfolgt, ausgefahren und kontraktiert wird. Das stellt weiter sicher, dass eine Dämpfung speziell und nur dann erfolgt, wenn sie benötigt wird, und dass der Reibungswiderstand durch den Dämpfer während der Achsauslenkung minimiert wird. Das ist wichtig, so dass ein optimaler gleichmäßiger Bodendruck an den Rädern während einer Achsauslenkung auftritt, wohingegen eine zusätzliche Dämpfung erfolgt, wenn die Räder mit aufeinander folgenden Achsen auf parallele Hindernisse stoßen.

[0060] Die Dämpfereinheit sollte als eine wichtige optionale Komponente betrachtet werden, da sie das Abstimmen der spezifischen Funktionen in dem Federungssystem gestattet. Der Dämpfer kann auch benutzt werden, um das Ansprechen und Wechselwirkungen zwischen der vorderen und der hinteren Achse zu verzögern, so dass Eingaben bei empfindlichen Frequenzen, die aus der Länge des Radstandes und aus Straßenbedingungen resultieren, die gleichmäßige Fahrt von Fahrzeugen nicht stören. Die Dämpfer können auch die Form von (wahlweise variablen) Drosselstellen **9b**, **9c**, **12b**, **12c**, **11b**, **11c**, **10b**, **10c** in den Leitungen annehmen, welche das individuelle Abstimmen der verschiedenen Komponenten erlauben. Zum Beispiel, wenn die Drosselstellendämpfer **9b**, **10b**, **11b**, **12b** vorhanden sind, wird Fluid in der Verbindung mit den unteren Kammern **1b**, **2b**, **3b**, **4b** gedrosselt, so dass die elastischen Effekte der Lastverteileinheit **13** maximiert werden. Umgekehrt, wenn die Dämpfer **9c**, **10c**, **11c**, **12c** hauptsächlich verwendet werden, verhindert das die freie Verbindung von Fluid aus den Zylindern zu der Lastverteileinheit und gibt dem Fluid Gelegenheit, auf die unteren Zylinderkammern **1b**, **2b**, **3b**, **4b** mit sehr unterschiedlichen Konsequenzen einzuwirken. Das Einstellen des Ausgleichs der Drosselwirkungen, die durch die Drosselstellen **9b**, **10b**, **11b**, **12b** ausgeübt werden, in Bezug auf die Drosselstellen **9c**, **10c**, **11c**, **12c** schafft die Fähigkeit, das passende Abstimmen der gesamten Dämpfungskräfte, die auf das Fahrzeug wirken, zu erlauben. Dieses Abstimmen kann auch durch die sorgfältige Auswahl von Leitungsgrößen erreicht werden, um das passende Ausmaß an Reibung zu schaffen, um ein ähnliches Dämpfungsverhalten zu erreichen.

[0061] **Fig.** 3 ist eine weitere alternative Methode des Aufbaus der Lastverteileinheit **13**. In dieser Ausführungsform sind die beiden Zylinderteile **13a**, **13b** durch die elastische Einrichtung **20a** ferngekoppelt, die einen zylindrischen Teil **19c** aufweisen kann, der an einem Stangenteil **19b** an der Stelle eines Flansches **19c** in **Fig.** 2 befestigt ist. An dem Ende des zylindrischen Teils, das der anderen Stange zugewandt ist, gibt es ein Loch, das ohne weiteres den entgegen gesetzten Stangenteil **18b** aufnehmen kann.

[0062] Das Ende des entgegen gesetzten Stangenteils **18b** erstreckt sich durch das Loch in dem Zylinder **19c**, so dass ein Flansch **18c**, der an dem Ende des Stangenteils **18b** vorgesehen ist, innerhalb der Kammer und in der Nähe des Zentrums des Zylinders **19c** angeordnet ist. Auf beiden Seiten des Flansches **18c** ist eine elastische Einrichtung vorgesehen wie beispielsweise eine Schrauben- oder Scheibenfeder oder ein Gummiblock, die mit der Bezugszahl **18e**, **19e** versehen sind. Alternativ können die Kammern auf beiden Seiten des Flansches oder Kolbens **18c** mit Gas gefüllt werden, um eine Gasfeder zu schaffen, mit der sich die Lage des Kolbens **18c** innerhalb des Zylinders **19d** aus der Ferne festlegen lässt.

[0063] Ein Vorteil der elastischen Einrichtung wie **20a** über **20** ist, dass die beiden elastischen Teile individuell unterschiedlich konstruiert werden können, um sie den von ihnen verlangten Funktionen als Zug- oder Druckteile in Bezug auf die anderen Teile des Federungssystems am besten anzupassen.

[0064] Das elastische Teil **20a** kann alternativ aufgebaut werden, indem ein Stoßdämpfer (eine Dämpfereinheit) verwendet wird, der mit einer oder zwei konzentrischen Schraubenfedern innerhalb oder außerhalb des teleskopischen Bauteils versehen ist.

[0065] **Fig.** 4 zeigt eine weitere Alternative zu dem zentralen elastischen Teil **20** nach **Fig.** 2. Diese Version unterscheidet sich von der in **Fig.** 2 gezeigten dadurch, dass das elastische Teil **20** innerhalb der Halbzylinder **18c**, **19c** auf Druck beansprucht gehalten wird, ungeachtet dessen, ob sich die beiden Halbzylinder **18c** und **19c** voneinander weg oder aufeinander zu bewegen. Dadurch, dass die elastische Einrichtung auf Druck beansprucht gehalten wird, werden die mechanischen Probleme des Verklebens oder Verbindens der Gummiblöcke mit den Endflanschen **18c** und **19c** der Ausführungsform nach **Fig.** 2 vermieden.

[0066] In **Fig.** 5 ist eine mit Gas gefüllte Version des elastischen Teils veranschaulicht. Im Wesentlichen sind die beiden Stangenenden **18c**, **19c** als Kolbenlagerdichtungen innerhalb der zylindrischen Kammer **21** aufgebaut, die ein Fortsatz der Zylinderteile **13a**, **13b** ist. Die beiden Kolben unterteilen den Zylinder **21** in drei kleine Kammern **21a**, **21b** und **21c** wie dargestellt.

[0067] Die Kammern **21b** und **21c** auf beiden Seiten der zentralen Kammer **21a** sind durch eine Leitung **21c** miteinander verbunden, so dass diese beiden Kammern im Wesentlichen auf demselben Druck bleiben, wobei sie im Volumen weiterhin reziprok bleiben. Das dient dem Zweck zu verhindern, dass sich eine Vorspannung ausbildet, die die Kolben **18c**, **19c** im Wesentlichen zentrieren würde und dadurch die Achsauslenkung bei gleichmäßiger Radbelastung drosseln würde.

[0068] Zwei Gasfüllventile **22a**, **22b** sind vorgesehen, so dass ein Ventil **22a** ermöglicht, die Kammer **21a** mit einem passenden Druck zu beaufschlagen, um der Druckdifferenz entgegen zu wirken, die dadurch verursacht wird, dass das Gewicht am Vorderende der Fahrzeuge das am Hinterende übersteigt,

und das Ventil **22b** ermöglicht, die Kammern **21b** und **21c** gemeinsam zu füllen, um Elastizität zu schaffen, die ausreicht, um die Fahrzeughöhe aufrechtzuerhalten, wenn das Fahrzeug am hinteren Ende mehr wiegen kann wie während einer Nickbewegung.

[0069] **Fig.** 6 ist noch eine weitere Version der zentralen elastischen Einrichtung und repräsentiert eine weitere mit Gas gefüllte Ausführungsform der elastischen Einrichtung.

[0070] In diesem Fall sind die beiden Zylinderteil **13a** und **13b** parallel angeordnet, so dass ihre Enden **18c** und **19c** nicht einander zugewandt sind, sondern in dieselbe Richtung weisen. Die zentrale zylindrische Kammer **21** ist unterteilt, so dass eine Hälfte benachbart zu einem Zylinderteil **13a** angeordnet ist und den Kolben **18c** aufnimmt und die andere Hälfte des Zylinders **21** benachbart zu dem anderen Zylinderteil **13b** angeordnet ist und den Kolben **19c** aufnimmt.

[0071] Kammern **21b** und **21c** sind durch eine Leitung **21d** miteinander verbunden, wie es in **Fig.** 6 gezeigt ist, so dass sie einen im Wesentlichen äquivalenten Druck auf rechterhallen. Da die Kammer **21a** nun in zwei Abschnitte **21a(i)** und **21a(ii)** unterteilt ist, sind diese nun ebenso über eine Leitung **21e** miteinander verbunden.

[0072] In der Funktion ist die in **Fig.** 6 gezeigte Version dieselbe wie die in **Fig.** 5 gezeigte, abar der Vorteil der Version nach **Fig.** 6 besteht darin, dass die Gesamtlänge der Lastverteileinheit **13** reduziert ist, was das Verpacken erleichtert.

[0073] Die **Fig.** 7a und 7b zeigen eine weitere Version der Lastverteileinheit, bei welcher die beiden Zylinderteile **13a** und **13b** parallel angeordnet sind. Bei dieser Version sind jedoch die Kammern mit elastischen Gasfedern ersetzt durch Gummiblöcke oder Schraubenfedern auf folgende Weise:

[0074] **Fig.** 7a repräsentiert eine Seitenansicht, die der in **Fig.** 6 gezeigten äquivalent ist. **Fig.** 7b ist eine weitere Seitenansicht, die rechtwinkelig zu der ersten ist und der Übersichtlichkeit halber beigefügt ist.

[0075] Die inneren Kolbenstangenteile **18b**, **19b** sind verlängert, so dass sie sich bis zu Stellen **18d**, **19d** erstrecken. In einem Punkt auf der Länge der verlängerten Stangenteile gibt es Punkte **18c**, **19c**, die in der Funktion den in anderen Figuren mit den Bezugszahlen **18c** und **19c** versehenen Teilen äquivalent sind. In diesen Figuren kann es sich bei **18c** und **19c** typisch um eine Scheibe handeln, die auf den Stangen **18b** und **19b** angebracht und verschiebbar ist. Von jeder dieser beiden Scheiben stehen auf entgegen gesetzten Seiten zwei Zapfen oder kleine Stangen vor, die vier Arme **18e**, **19e** tragen. Diese wiederum sind ähnlich flexibel in Punkten **18f**, **19f** mit einem gemeinsamen Kipphebel **23** verbunden, der an demselben Teil, wie das, welches den Rest des Körpers der Lastverteileinheit **13** trägt, drehbar angelenkt ist. Die Scheiben- und Zapfeneinheiten **18c** und **19c** sind deshalb in Bezug aufeinander mechanisch und reziprok montiert, so dass, wenn sich eine „nach oben" bewegt, sich die andere „nach unten" bewegt.

[0076] Die elastischen Teile **24a** und **24b** gleichen funktional den elastischen Einrichtungen **18d**, **19d** in **Fig.** 3 oder den Gasfedern **21a(i)** und (ii) sowie **21b** und c, in **Fig.** 6, zum Beispiel. In dem in **Fig.** 7 gezeigten Beispiel können die elastischen Einrichtungen **24a** und b Gummi- oder Urethanblöcke sein, die konzentrisch um Stangen **18b** und **19b** angeordnet und zwischen mit **25a** und **25b** Endanschlägen gehalten sind, wobei die Endanschläge durch irgendeine zweckmäßige Einrichtung, wie gezeigt, daran gehindert werden, sich auf den Stangen auseinander zu bewegen.

[0077] Wenn deshalb die Fahrzeugräder auf eine Schwelle zur Geschwindigkeitsbegrenzung mit einer Achse stoßen, wird bewirkt, dass die beiden Stangenteile **18a** und **19a** beide nach unten gedrückt werden (in Bezug auf die Zeichnung), was zu Folge haben wird, dass beide Sätze von Gummiblöcken **24a** zwischen den Scheiben **25a** und **18c**, **19c** zusammengedrückt werden, während den anderen Gummiblöcken **24b** gestattet wird, sich auszudehnen. Der Stoß der beiden Vorderräder wird deshalb bis zu einem Grad durch die Blöcke **24a** aufgenommen, und ein ähnlicher Stoß an den beiden Hinterrädern gleichzeitig würde das Zusammendrücken der Gummiblöcke **24b** bewirken, damit die einen Teil des Stoßes auffangen.

[0078] Wenn jedoch der Stoß allein auf diagonal entgegen gesetzte Räder ausgeübt wird, wie während der Achsauslenkung, werden die vier Gummiblöcke im Wesentlichen unverwunden bleiben, während eine Kolbenstange in einer Richtung ausgefahren werden kann und die andere dabei in der entgegen gesetzten Richtung eingefahren wird. Auf diese Weise wird die Lastverteilung während diagonaler Räderbewegungen optimal aufrechterhalten, während zwei orthogonale Radeingaben teilweise durch die elastische Einrichtung **24** aufgelöst werden und während Rollkräften an dem anderen der beiden orthogonal angeordneten Räder hydraulisch entgegengewirkt wird.

[0079] Gemäß **Fig.** 1, auf die nun wieder Bezug genommen wird, kann in einem gewissen Punkt auf der Länge jeder Leitung wahlweise ein festes oder einstellbares Ventil zum Verändern des Grades des Widerstands gegen das Hindurchströmen des Fluids durch die Leitungen angeordnet sein. Diese Ventile sind mit den Bezugszahlen **9b**, **10b**, **11b**, **12b** versehen und sind normalerweise zwischen den kleineren Zylinderkammern und den Zweigleitungen **9a**, **10a**, **11a**, **12a** angeordnet, die ihrerseits weitere Drosselstellen **9c**, **10c**, **11c**, **12c** angeordnet auf ihrer Länge haben können. Normalerweise gestatten im Betrieb diese Ventile, dass ein großes Volumen an Fluid mit langsamer Geschwindigkeit strömt (wie während der Achsauslenkung), während die Ventile die Strömung von kleineren Volumina an Fluid bei höheren Geschwindigkeiten drosseln, welche typisch für Räder sind, welche mit Geschwindigkeit auf Schwellen zur

Geschwindigkeitsbegrenzung treffen und welche dazu tendieren, den sanften Lauf des Fahrzeuges zu stören.

[0080] Darüber hinaus ist herausgefunden worden, dass es aus Verpackungsgründen manchmal vorzuziehen ist, in den Radbogenbereichen so wenig wie möglich Kraftspeicher zu haben, und demgemäß ist nur ein Kraftspeicher pro Hydraulikkreis gezeigt, obgleich maximaler Komfort erzielt werden kann durch das Vorsehen eines zweiten kleinen Kraftspeichers, der nahe den unteren Kammern **1b**, **2b**, **3b**, **4b** angeordnet ist. Darüber hinaus hat es sich in Bezug auf den in den **Fig.** 1 bis 7 gezeigten Typ von Auslegung (der eine zusätzliche Nickelastizität als ein direktes Ergebnis des Entwurfes der elastischen Einrichtung innerhalb der Lastegalisiereinheiten **13** gestattet) herausgestellt, dass nur ein kleines Gasvolumen normalerweise in dem Kraftspeicher erforderlich ist, welcher den unteren Kammern der Hydraulikzylinder zugeordnet ist.

[0081] **Fig.** 8 der Zeichnungen zeigt ein Federungssystem (nicht gemäß der vorliegenden Erfindung) angewandt bei einem Fahrzeug, wobei die Hydraulikzylinder **1**, **2**, **3** und **4** einzelwirkende Druckzylinder sind, im Gegensatz zu den doppelwirkenden Druckzylindern, wie sie mit Bezug auf **Fig.** 1 beschrieben worden sind. Als ein Ergebnis dessen, dass die Zylinder nur einzelwirkend sind, verbindet jede der Leitungen **9**, **10**, **11** und **12** nur die oberen Kammern **1a**, **3a**, **2a** und **4a** der Zylinder mit den Kammern **14**, **16**, **15** bzw. **17** der Lastverteileinheit **13**. Daher können diejenigen Teile der Leitungen, die mit den unteren Kammern **3b**, **1b**, **4b** und **2b** der Hydraulikzylinder in Verbindung stehen, eliminiert werden.

[0082] Strömungsdrosselstellen **9b**, **10b**, **11b** und **12b**, die in den übrigen Teilen der Leitungen **9**, **10**, **11** und **12** angeordnet sind, können erwünscht sein, um eine weitere Abstimmung der Federungssystemcharakteristiken zu erlauben. Variable Strömungsdrosselstellen können an eine „halbaktive" Ausführungsform des Systems angepasst werden.

[0083] **Fig.** 8 veranschaulicht auch weitere Modifikationen der Lastverteileinheit **13**, die bei der in **Fig.** 1 gezeigten Version wahlweise vorgesehen werden können. In **Fig.** 8 haben die äußeren Stangenteile **18a** und **19a** nun unterschiedliche Durchmesser an den inneren Stangenteilen **18b** und **19b**. Das kann notwendig sein, um Differenzflächen von einer Seite des Kolbens zur anderen zu erzeugen, um Systemdifferenzdrücke von vorn nach hinten auf Grund von beispielsweise ungleichmäßiger Fahrzeuggewichtsverteilung zu kompensieren. Die äußeren Stangenteile könnten im Durchmesser größer oder kleiner sein, verglichen mit den inneren Stangenteilen, abhängig von der Richtung der Vorspannung, die ihrerseits durch die Verbindungsfolge der Leitungen mit der Lastverteileinheit diktiert wird.

[0084] **Fig.** 9 zeigt dieselbe Strömungskreisanordnung, wie sie in **Fig.** 8 gezeigt ist, wobei sich aber die Modifikationen auf die Lastverteileinheit **13** beschränken. Während in **Fig.** 8 die äußeren Stangenteile **18a** und **19a** an den inneren Stangenteilen **18b** und **19b** unterschiedliche Durchmesser haben, könnten aus demselben Grund die äußeren Stangenteile **18a** und **19a** bei Bedarf vollständig weggelassen werden. Abhängig von der Gewichtsverteilung eines Fahrzeuges kann es notwendig sein, die Reihenfolge zu ändern, in welcher die Leitungen mit der Lastverteileinheit verbunden werden, wie oben dargelegt.

[0085] Darüber hinaus ist die Lastverteileinheit **13**, wie sie in den **Fig.** 1 und 2 gezeigt ist, in **Fig.** 9 modifiziert worden, indem die Kolben **18** und **19** nach **Fig.** 2 durch einen Kolben ersetzt worden sind, der im Wesentlichen denselben Aufbau hat wie das elastische Teil **20**, wie es in **Fig.** 2 zu erkennen ist. Äquivalente der Scheibenabschnitte **18c** und **19c**, zwischen denen das elastische Teil **20** in **Fig.** 2 angeordnet ist, sind so aufgebaut, dass sie als Kolben fungieren, welche sich in den Kammern **13a** und **13b** auf dieselbe grundlegende Art und Weise wie die einzelnen Kolben, die in den **Fig.** 1 und 2 gezeigt sind, hin- und herbewegen. Die Verwendung dieses Aufbaus der Kolben, welche den mittleren elastischen Abschnitt haben, resultiert in einer gewissen begrenzten elastischen Bewegung zwischen den beiden Abschnitten des Kolbens, wenn eines der Räder einer plötzlichen Stoßbelastung ausgesetzt ist, auf dieselbe Art und Weise, wie es die Lastverteileinheit **20** tut, wie weiter oben mit Bezug auf die **Fig.** 1 und 2 beschrieben. Eine Bewegung während des Rollens würde auch hervorgerufen, die zu einer Reduktion der Rollsteifigkeit mit der in den **Fig.** 8 und 9 gezeigten Konfiguration führt.

[0086] **Fig.** 10 zeigt eine weitere bevorzugte alternative Ausführungsform der Lastverteileinheit **13**. Zusätzlich zu den Kammern **14**, **15**, **16**, **17**, die bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen der Lastverteileinheit **13** vorgesehen sind, sind die beiden Kolbenbaugruppen **18**, **19** durch eine zentrale Kammer **35** getrennt, welche ein kompressibles Gas oder ein Fluid enthält. Der Kraftspeicher **38** kommuniziert mit dem zentralen Zylinder **35**, und einer Bewegung der Kolbenbaugruppen **18**, **19** aufeinander zu wird durch das Gas oder das Fluid, das in der zentralen Kammer **35** enthalten ist, entgegen gewirkt. Die äußeren Stangenteile **18a**, **19a** sind im Durchmesser größer als die inneren Stangenteile **18b**, **19b** und sind in äußeren Kammern **33** bzw. **34** aufgenommen. Diese äußeren Kammern sind durch eine Leitung **36** mit einem weiteren Kraftspeicher **37** verbunden, der an dieser Leitung **36** vorgesehen ist. Fluid ist in den äußeren Kammern **33**, **34** und in der Verbindungsleitung **36** enthalten, und einer Bewegung der Kolbenbaugruppen **18**, **19** voneinander weg wird durch das darin enthaltene Fluid entgegen gewirkt.

[0087] Die Lastverteileinheit **13** hat die Fähigkeit, Nicken zu steuern und große Veränderungen im Fahrzeuggewicht zu berücksichtigen. Zum Beispiel, wenn eine beträchtliche Last auf das Heck des Fahrzeuges geladen wird, werden die Kolbenbaugruppen

18, **19** der Lastverteileinheit **13** auf Grund des erhöhten Druckes und des erhöhten Fluidvolumens in den inneren Kammern **15**, **16** derselben auseinander gedrängt. Zum Kompensieren der erhöhten Last kann aus den inneren Kammern **15**, **16** zusätzliches Fluid durch eine Pumpe **40** oder eine andere Einrichtung in die äußeren Kammern **33**, **34** eingeleitet werden, um den Druck zu erhöhen, der auf die Enden der äußeren Stangenteile **18a**, **19a** einwirkt, wodurch den Kolben **18**, **19** erlaubt wird, in ihre korrekten Betriebspositionen trotz der vergrößerten Last in dem Fahrzeug zurückzukehren. Umgekehrt, wenn die Kolbenbaugruppen zu weit aufeinander zu bewegt werden, kann es notwendig sein, Fluid aus den äußeren Kammern **33**, **34** in einen Tank **41** abzulassen, um das Entfernen dieser Last aus dem Fahrzeug oder das Aufbringen einer Last auf den vorderen Teil des Fahrzeuges zu kompensieren. Fluid kann auch aus der zentralen Kammer **35** gepumpt oder in dieselbe abgelassen werden, um die Position der Kolbenbaugruppen **18**, **19** zu steuern. Das Zurückbringen der Kolben **18**, **19** in ihre korrekte Betriebsposition erlaubt ein größeres Spiel für die Bewegung der Kolbenbaugruppen, um dadurch jegliche Behinderung der Bewegung der Kolben **18**, **19** innerhalb ihrer Zylinderteile zu verhindern. Deshalb, für einen Solldruck in der zentralen Kammer **35** (der ideal durch die Verwendung eines Druckregelventils erzielt wird) kann die Lastverteileinheit **13** gesteuert werden, um Änderungen in der Belastung des Fahrzeuges zu kompensieren.

[0088] Zum Steuern der notwendigen Strömung von Fluid zu und aus der alternativen Lastverteileinheit **13** ist ein Positionssensor für die Lastverteileinheit (vorzugsweise ein Hall-Sensor) erforderlich, um zu ermöglichen, die Position von jedem Kolben **18**, **19** zu ermitteln. Zum Erzielen der korrekten Positionierung der Kolben mittelt eine elektronische Steuereinheit die Signale aus dem Kolbenpositionssensor der Lastverteileinheit, um den gewünschten anfänglichen Abstand zwischen den Kolben **18**, **19** zu erzielen, indem Fluid den äußeren Kammern **33**, **34** zugeführt oder aus demselben abgelassen wird.

[0089] Weitere Einzelheiten dieser Lastverteileinheit sind in der internationalen Anmeldung Nr. PCT/AU94/00646 der Anmelderin offenbart.

[0090] Das Federungssystem nach der vorliegenden Erfindung tendiert dazu, wie oben dargelegt, Nickbewegungen eines Fahrzeuges zu reduzieren, wenn dieses sich über Schwellen zur Geschwindigkeitsbegrenzung oder andere Hindernisse bewegt. Es wird jedoch bevorzugt, die Höhe des Hecks des Fahrzeuges bis unmittelbar vor dem Zeitpunkt aufrecht zu erhalten, in welchem die Hinterräder auf die Schwellen zur Geschwindigkeitsbegrenzung treffen, und die hinteren Zylinder zurückzuziehen, wenn sich die Hinterräder über die Schwelle bewegen. Das hilft, die Nickbewegung des Fahrzeuges, wenn es sich über Schwellen zur Geschwindigkeitsbegrenzung oder andere Hindernisse bewegt, weiter zu reduzieren.

[0091] Zu diesem Zweck ist ein schnell wirkendes Ventil **42**, beispielsweise ein Elektromagnetventil, an der Mündung von einem der oder von beiden Kraftspeichern **37**, **38** der Lastverteileinheit **13** vorgesehen. Dieses Ventil **42** kann z. B. an der Mündung des Kraftspeichers **38** der zentralen Kammer **35** vorgesehen sein, wie es in **Fig.** 10 gezeigt ist. Wenn Gas oder Fluid in den Kraftspeicher **38** eintritt, wenn die Vorderräder auf eine Schwelle treffen und Fluid aus den oberen Kammern **1a**, **2a** der vorderen Zylinder **1**, **2** in die Lastverteileinheit **13** ausgestoßen wird, kann das Magnetventil **42** den Kraftspeicher **38** vorübergehend absperren, um deshalb das Druckgas oder -fluid zu speichern. Eine elektronische Steuereinheit kann feststellen, wann die Hinterräder auf die Schwelle treffen, und das hat den Effekt, dass die hinteren Zylinder **3**, **4** zurückgezogen werden, wenn sich die Hinterräder über die Schwelle bewegen, so dass die Nickbewegung des Fahrzeuges weiter die Eingabe in die hintere Achse reduziert.

[0092] **Fig.** 11 zeigt das Federungssystem nach **Fig.** 1, das modifiziert worden ist, um ihm eine „Lastverteilungssperre"-Anordnung einzuverleiben.

[0093] Das Federungssystem der Anmelderin hat den Vorteil, dass es große Grade an Achs-„Auslenkung" erlaubt, ohne die normale Reaktionskraft an jedem Fahrzeugrad auf den Boden nennenswert zu beeinflussen, wodurch ein gleiches Ausmaß an Traktion über extrem rauem Untergrund wie über ebenem Untergrund aufrecht erhalten wird. Der Begriff „Auslenkung" bezieht sich auf die Bewegung von diagonal entgegen gesetzten Rädern in einer gemeinsamen Richtung. Weiter, diese Systeme wirken Karosserierollbewegungen entgegen und begrenzen diese dadurch, wenn das Fahrzeug eine Kurve fährt, ohne dass Rolldrehstabstabilisatoren erforderlich sind.

[0094] Es hat sich gezeigt, dass es bei Fahrzeugen, die mit dem oben beschriebenen Federungssystem ausgerüstet sind, während Extremsituationen, z. B. dann, wenn es eine Kombination aus sehr schneller Kurvenfahrt und scharfem Bremsen oder hoher Beschleunigung gibt, dazu kommen kann, dass das leicht belastete Rad des Fahrzeuges vollständig vom Boden abhebt. Das beeinflusst zwar nicht notwendigerweise die Stabilität des Fahrzeuges, das Abheben von einem der Fahrzeugräder kann jedoch störend sein.

[0095] Die Lastverteilsperranordnung beinhaltet wenigstens ein „Sperr"-Ventil **30a**, **30b**, das in wenigstens einer der Zweigleitungen **9a**, **10a**, **11a**, **12a** vorgesehen ist. In der in **Fig.** 11 gezeigten Anordnung sind die Ventile **30a**, **30b** in Zweigleitungen **9a** und **11a** vorgesehen, die mit den äußeren Kammern **14**, **17** der Lastverteileinheit **13** in Verbindung stehen.

[0096] Wenn die Ventile **30a**, **30b** betätigt werden, um die Strömung von Fluid durch die Zweigleitungen zu blockieren, bewirkt das, dass das Federungssystem unwirksam gemacht wird, so dass eine Auslenkung in dem Federungssystem gedrosselt oder verhindert wird. Das stoppt oder minimiert das Anheben

des Rades unter den oben beschriebenen extremen Fahrbedingungen. Diese Bedingungen können über eine Sensoreinrichtung erfasst werden, welche an dem Fahrzeug angebracht ist, nämlich der Sensoreinrichtung zum Betätigen der Ventile **30a**, **30b**.

[0097] Die Sensoreinrichtung kann einen Beschleunigungssensor beinhalten. Alternativ oder zusätzlich kann die Sensoreinrichtung einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor aufweisen. Die Sensoreinrichtung kann ein Signal an die Steuereinrichtung liefern, wenn sowohl laterale als auch longitudinale Beschleunigungen des Fahrzeuges, welche programmierbare, voreingestellte Werte übersteigen, gleichzeitig erfasst werden, wodurch die Steuereinrichtung die Sperreinrichtung betätigt. Die Steuereinrichtung braucht die Sperreinrichtung nur dann zu betätigen, wenn das Signal aus dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor anzeigt, dass die Geschwindigkeit oberhalb eines voreingestellten Wertes ist. Das verhindert eine Betätigung der Sperreinrichtung, wenn das Fahrzeug raues Gelände überquert.

[0098] Es sei angemerkt, dass die Sensoreinrichtung viele verschiedene Typen von Sensoren beinhalten kann, so lange die Steuereinrichtung in der Lage ist, aus den verfügbaren Eingaben die geeigneten Reaktionen auf die lateralen und longitudinalen Beschleunigungen, welche auf das Fahrzeug einwirken, zu bestimmen. Zum Beispiel, die Sensoreinrichtung kann alternativ aus Geschwindigkeits-, Lenkwinkel-, Drosselklappenpositions- und Bremspedalpositionssensoren bestehen. Durch die Verwendung der elastischen Teile **20** an Stelle der Kolben in der Lastverteileinheit **13**, wie es in **Fig.** 9 gezeigt ist, ist es möglich, die Notwendigkeit von Kraftspeichern **5**, **6**, **7**, **8** in dem Federungssystem zu eliminieren. Das wird im Allgemeinen für jede der Ausführungsformen des Federungssystems nach der vorliegenden Erfindung der Fall sein.

[0099] Die Lastverteileinheit nach der vorliegenden Erfindung versorgt das Federungssystem mit zusätzlicher Elastizität in der Nickrichtung des Fahrzeuges, während sie die Nachgiebigkeit des Fahrzeuges in der Rollrichtung nicht erhöht. Das hat den Vorteil, dass die Vorderräder praktisch von den Hinterrädern „entkoppelt" sind, wenn die Vorderräder auf eine Schwelle zur Geschwindigkeitsbegrenzung oder auf andere Hindernisse treffen, so dass die Hinterräder durch die Bewegung der Vorderräder in dieser Situation nicht nennenswert beeinflusst werden. Das ergibt weniger harte Nickbewegungen des Fahrzeuges und eine weichere Fahrt.

Patentansprüche

1. Federungssystem für ein Fahrzeug, das eine Lasttragkarosserie hat sowie wenigstens ein Paar vordere Laufräder und wenigstens ein Paar hintere Laufräder, die mit der Karosserie verbunden sind, um diese zu tragen, wobei jedes Rad relativ zu der Karosserie in insgesamt vertikaler Richtung verlagerbar ist und wobei das Federungssystem umfasst:

einen doppelwirkenden Zylinder (**1**, **2**, **3**, **4**), der zwischen jedes Rad und die Karosserie geschaltet ist, wobei jeder Zylinder eine erste und eine zweite mit Fluid gefüllte Kammer (**1a**, **1b**, **2a**, **2b**, **3a**, **3b**, **4a**, **4b**) aufweist, die aufgrund einer relativen Vertikalbewegung zwischen dem betreffenden Rad und der Karosserie im Volumen variieren, wobei jeder Vorderradzylinder mit dem diagonal entgegen gesetzten Hinterradzylinder durch ein Paar Fluidleitungen (**9**, **10**, **11**, **12**) verbunden ist, wobei eine erste Leitung des Leitungspaares die erste Kammer des Vorderradzylinders mit der zweiten Kammer des Hinterradzylinders verbindet, wobei die zweite Leitung des Leitungspaares die zweite Kammer des Vorderradzylinders mit der ersten Kammer des Hinterradzylinders verbindet und wobei jedes Leitungspaar und der Vorder- und der Hinterradzylinder, die durch dasselbe verbunden sind, dadurch einen geschlossenen Kreis bilden, wodurch ein erster und ein zweiter geschlossener Kreis gebildet sind;

eine Druckverteileinrichtung (**13**), die zwischen dem ersten und dem zweiten geschlossenen Kreis angeordnet und dafür ausgebildet ist, im wesentlichen Druckgleichgewicht zwischen den geschlossenen Kreisen zu erzielen, wobei die Druckverteileinrichtung zwei primäre Druckkammern (**13a**, **13b**) aufweist, die jeweils durch eine Kraftübertragungseinrichtung (**18**, **19**) in zwei sekundäre Druckkammern (**14**, **15**, **16**, **17**) unterteilt sind, wobei die beiden sekundären Kammern von einer der primären Kammern mit den ersten Kammern der Zylinder auf einer Seite des Fahrzeuges verbunden sind und wobei die beiden sekundären Kammern der anderen primären Kammer mit den ersten Kammern der Zylinder auf der anderen Seite des Fahrzeuges verbunden sind, so dass Rollbewegungen der Karosserie über die Kraftübertragungseinrichtung entgegengewirkt wird; wobei die Kraftübertragungseinrichtung von einer der primären Druckkammern mit

der Kraftübertragungseinrichtung der anderen primären Druckkammer durch eine Verbindungseinrichtung operativ verbunden ist, um zwischen denselben eine Bewegung zu übertragen, und

dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungseinrichtung Elastizität aufweist, um weiter eine gesteuerte unabhängige Bewegung zu gestatten zum Verändern der Relativpositionen der Kraftübertragungseinrichtungen in den primären Druckkammern und um dadurch für eine zusätzliche Elastizität in einer Nickrichtung der Karosserie relativ zu einer Rollrichtung der Karosserie zu sorgen.

2. Federungssystem nach Anspruch 1, wobei die Verbindungseinrichtung als ein elastisches Teil (**20**) ausgebildet ist.

3. Federungssystem nach Anspruch 1, wobei die Verbindungseinrichtung als eine kompressible Gaseinrichtung (**20a**) ausgebildet ist.

4. Federungssystem nach Anspruch 1, wobei jede der Kraftübertragungseinrichtungen (**18**, **19**) sich an benachbarten Enden in eine gemeinsame Kammer (**35**) erstreckt, die von den primären Druckkammern isoliert ist, wobei die gemeinsame Kammer mit einem Fluid versorgt wird, um eine gleiche Kraft auf jede Kraftübertragungseinrichtung auszuüben.

5. Federungssystem nach Anspruch 4, wobei ein Kraftspeicher (**38**) mit der gemeinsamen Kammer (**35**) für eine Fluidströmung zwischen denselben in Wirkverbindung ist.

6. Federungssystem nach Anspruch 5, wobei die Wirkverbindung über einen Durchlass mit wahlweise veränderbarem Durchsatz hergestellt wird.

7. Federungssystem nach Anspruch 4, 5 oder 6, wobei sich jede der Kraftübertragungseinrichtungen (**18d**, **19d**) in eine dritte Kammer (**33**, **34**) erstreckt, die auf der zu dem Ort der gemeinsamen Kammer entgegen gesetzten Seite der primären Druckkammern angeordnet ist, wobei die dritten Kammern zur Fluidströmung zwischen denselben in Wirkverbindung sind.

8. Federungssystem nach Anspruch 7, wobei die Wirkverbindung einen Kraftspeicher (**37**) zur Fluidströmung zwischen denselben beinhaltet.

9. Federungssystem nach Anspruch 8, wobei die Wirkverbindung über einen Durchlass mit wahlweise variablem Durchsatz hergestellt wird.

10. Federungssystem nach Anspruch 7, 8 oder 9, wobei die Einrichtungen (**40**, **41**) vorgesehen sind, um den dritten Kammern (**33**, **34**) wahlweise Fluid zuzuführen oder aus denselben abzuleiten.

11. Federungssystem nach einem der Ansprüche 4 bis 10, wobei die Einrichtungen vorgesehen sind, um wahlweise Fluid der gemeinsamen Kammer zuzuführen oder aus derselben abzuleiten.

12. Federungssystem nach einem der Ansprüche 4 bis 11, wobei das Fluid ein Gas ist.

13. Federungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Einrichtungen (**30a**, **30b**) vorgesehen sind, um die Druckverteileinrichtung von wenigstens einem der Fluidleitungspaare wahlweise zu isolieren.

14. Federungssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 13, wobei jede der Kraftübertragungseinrichtungen (**18**, **19**) einen Kolben (**18d**, **19d**) und Kolbenstangenteile (**18a**, **18b**, **19a**, **19b**), die sich von entgegen gesetzten Seiten desselben aus erstrecken, aufweist, wobei ein Kolbenstangenteil in der dritten Kammer (**33**, **34**) und der andere Kolbenstangenteil in der gemeinsamen Kammer (**35**) aufgenommen ist.

15. Federungssystem nach Anspruch 14, wobei der Durchmesser des einen Kolbenstangenteils von dem Durchmesser des anderen Kolbenstangenteils verschieden ist.

16. Federungssystem nach Anspruch 1, wobei die Verbindungseinrichtung zwischen den beiden Kraftübertragungseinrichtungen (**18**, **19**) ein starres Teil aufweist, das von jeder Kraftübertragungseinrichtung aus in eine weitere Kammer (**21**) hinein vorsteht und an zugeordneten Steuerkolben (**18d**, **19d**) darin befestigt ist, wobei die Steuerkolben innerhalb der weiteren Kammer eine erste Steuerkammer (**21a**) zwischen den beiden Steuerkolben und jeweils eine zweite Steuerkammer (**21b**, **21c**) auf der entgegen gesetzten Seite von jedem der Steuerkolben begrenzen, wobei die erste und die zweite Steuerkammer mit einem Fluid versorgt werden, um die Kolben, die die kleinen Kammern begrenzen, normalerweise zu zentrieren und um eine gesteuerte Bewegung zwischen denselben zu gestatten, um dadurch eine unabhängige Steuerung des Nickens und Rollens des Fahrzeuges zu gestatten.

17. Federungssystem nach Anspruch 16, wobei die beiden Steuerkammern nebeneinander angeordnet sind und wobei die Steuerkolben jeweils in zugeordneten nebeneinander angeordneten Kammern angeordnet sind.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig 1.

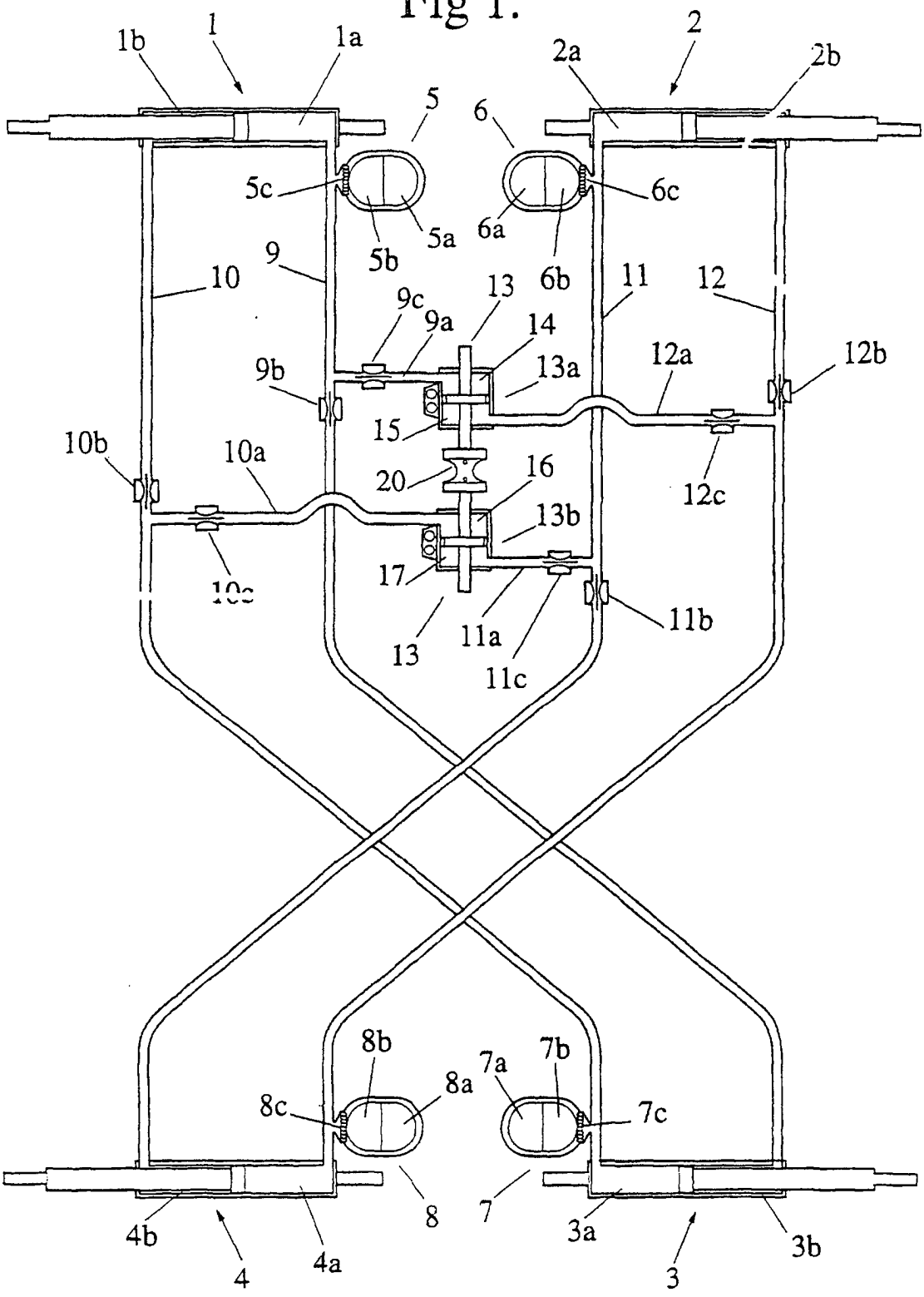


Fig 2.

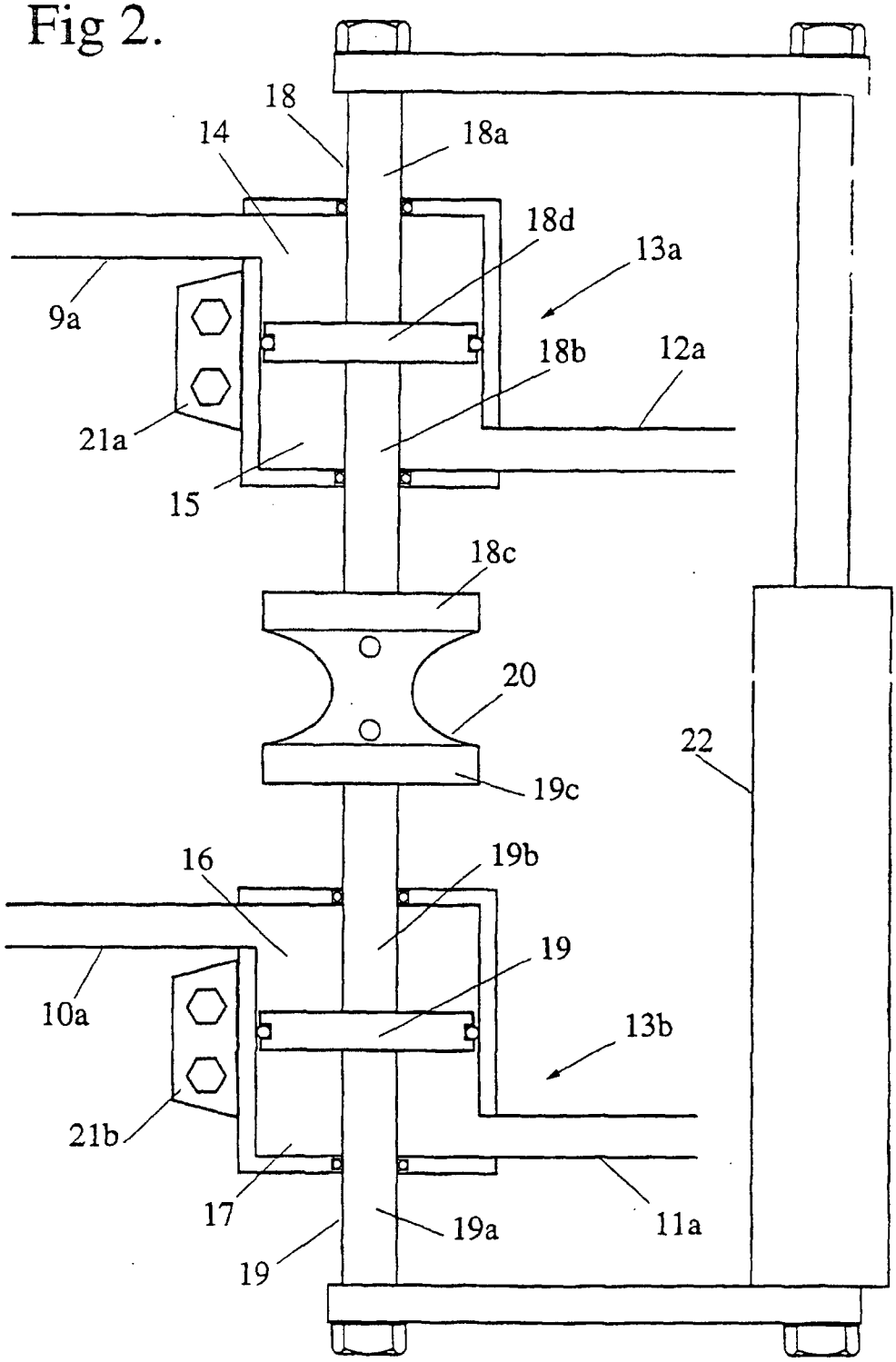

18
14
18a
18d
13a
9a
18b
12a
21a
15
18c
20
22
19c
16
19b
19
10a
13b
21b
17
19a
11a
19

Fig 3.

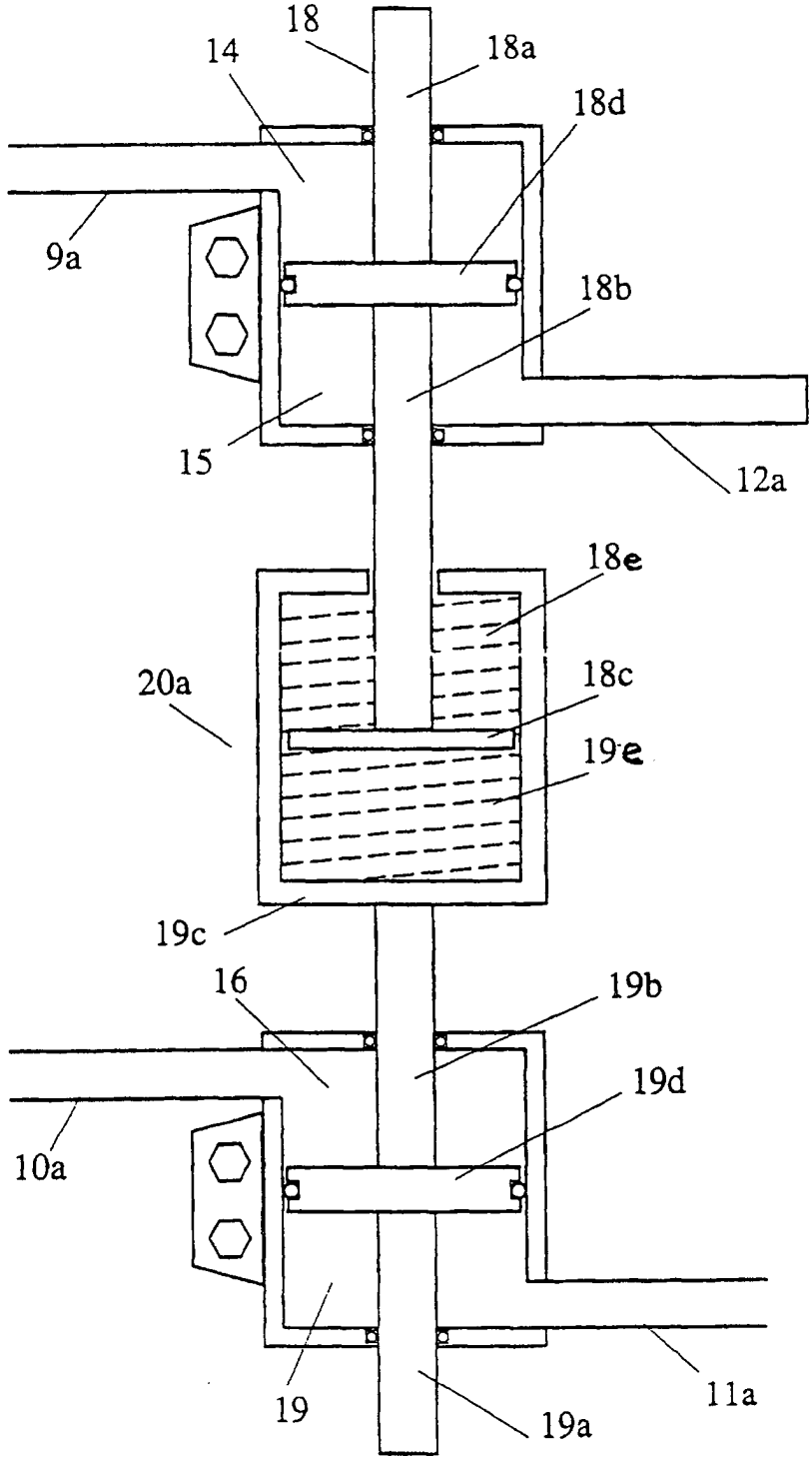

18
14
18a
18d
9a
18b
15
12a
18e
20a
18c
19e
19c
16
19b
19d
10a
19
19a
11a

Fig 4.

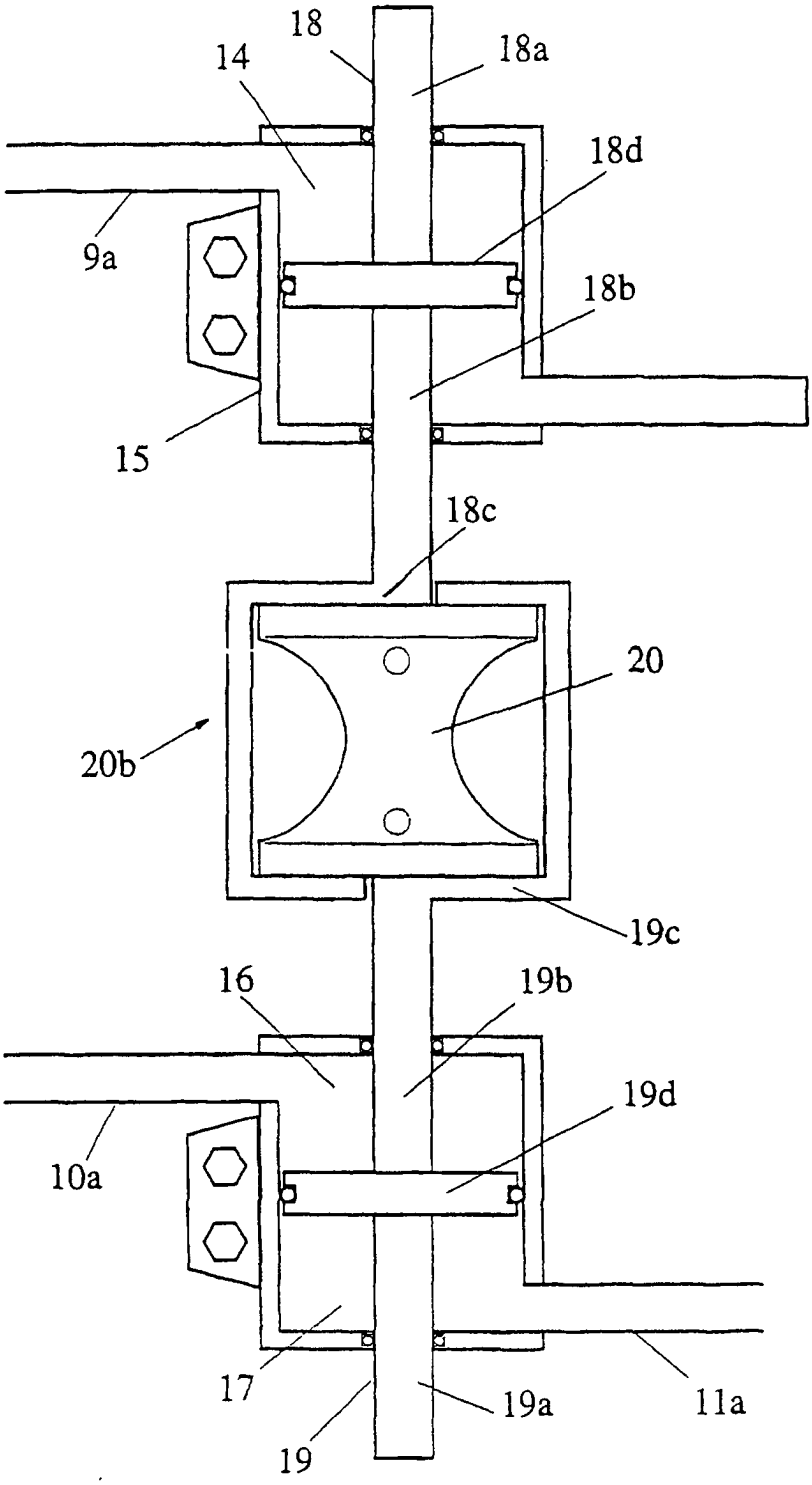


Fig 5.

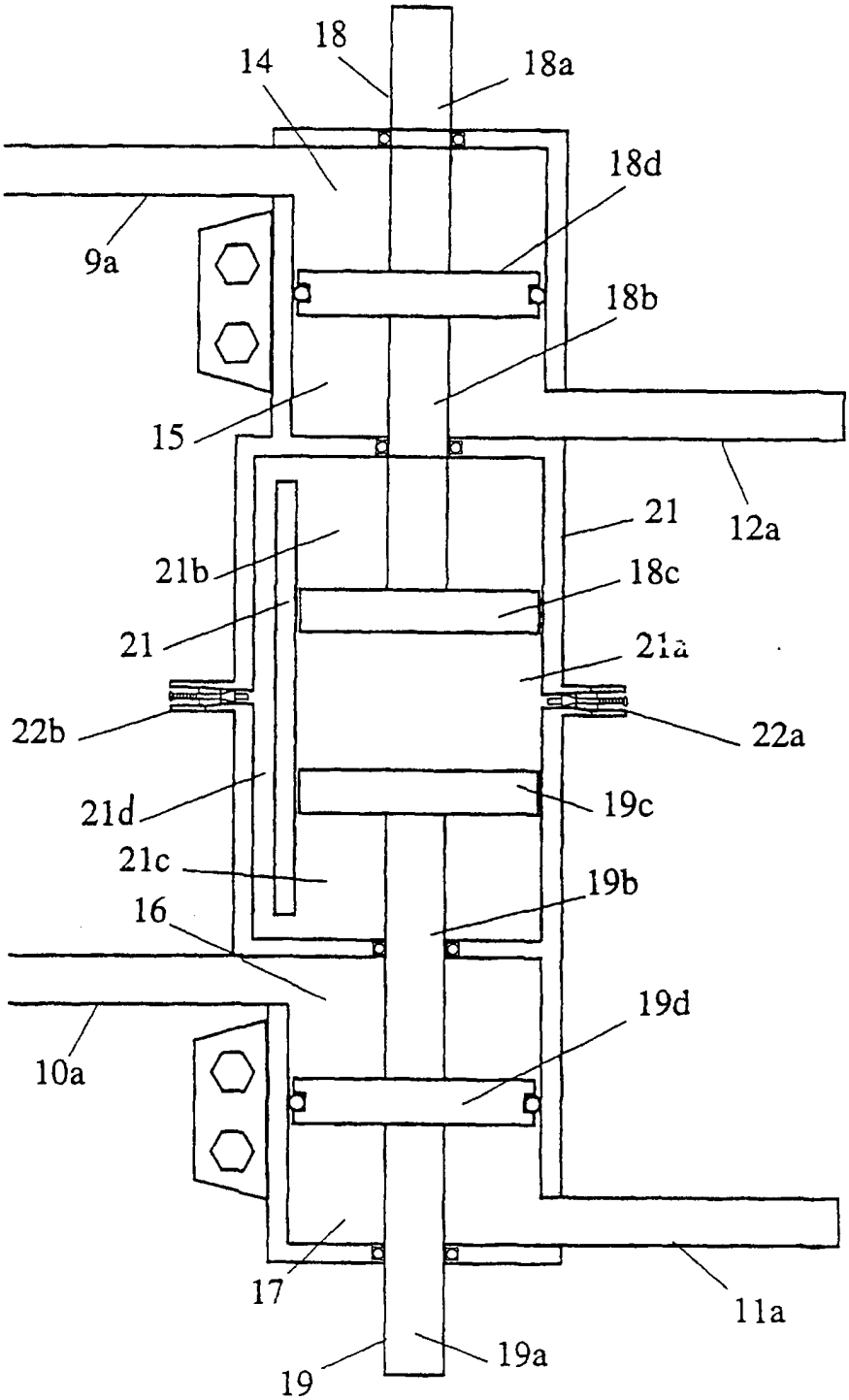
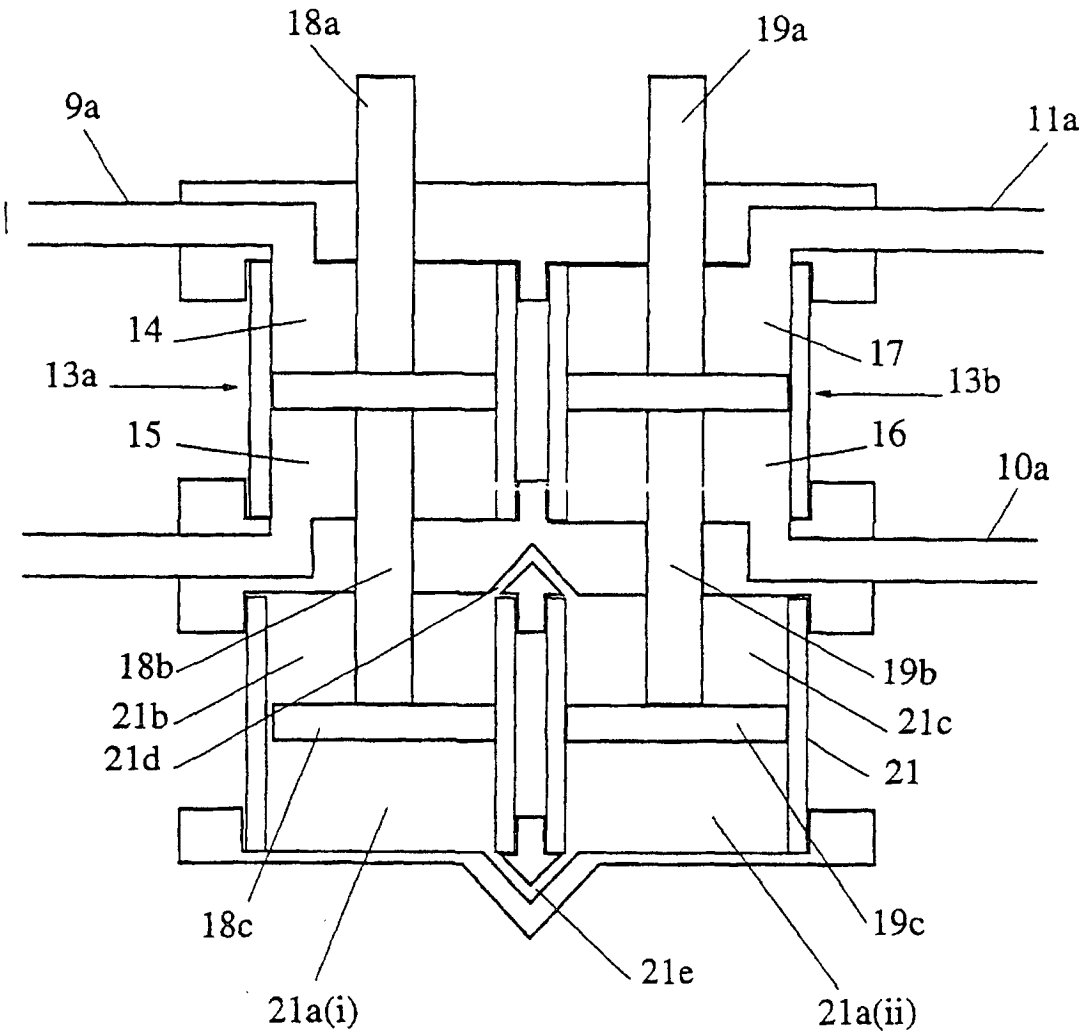

18
14
18a
18d
9a
18b
15
12a
21
21b
18c
21
21a
22b
22a
21d
19c
21c
19b
16
19d
10a
17
11a
19
19a

Fig 6.


18a
19a
9a
11a
14
17
13a
13b
15
16
10a
18b
19b
21b
21c
21d
21
18c
19c
21e
21a(i)
21a(ii)

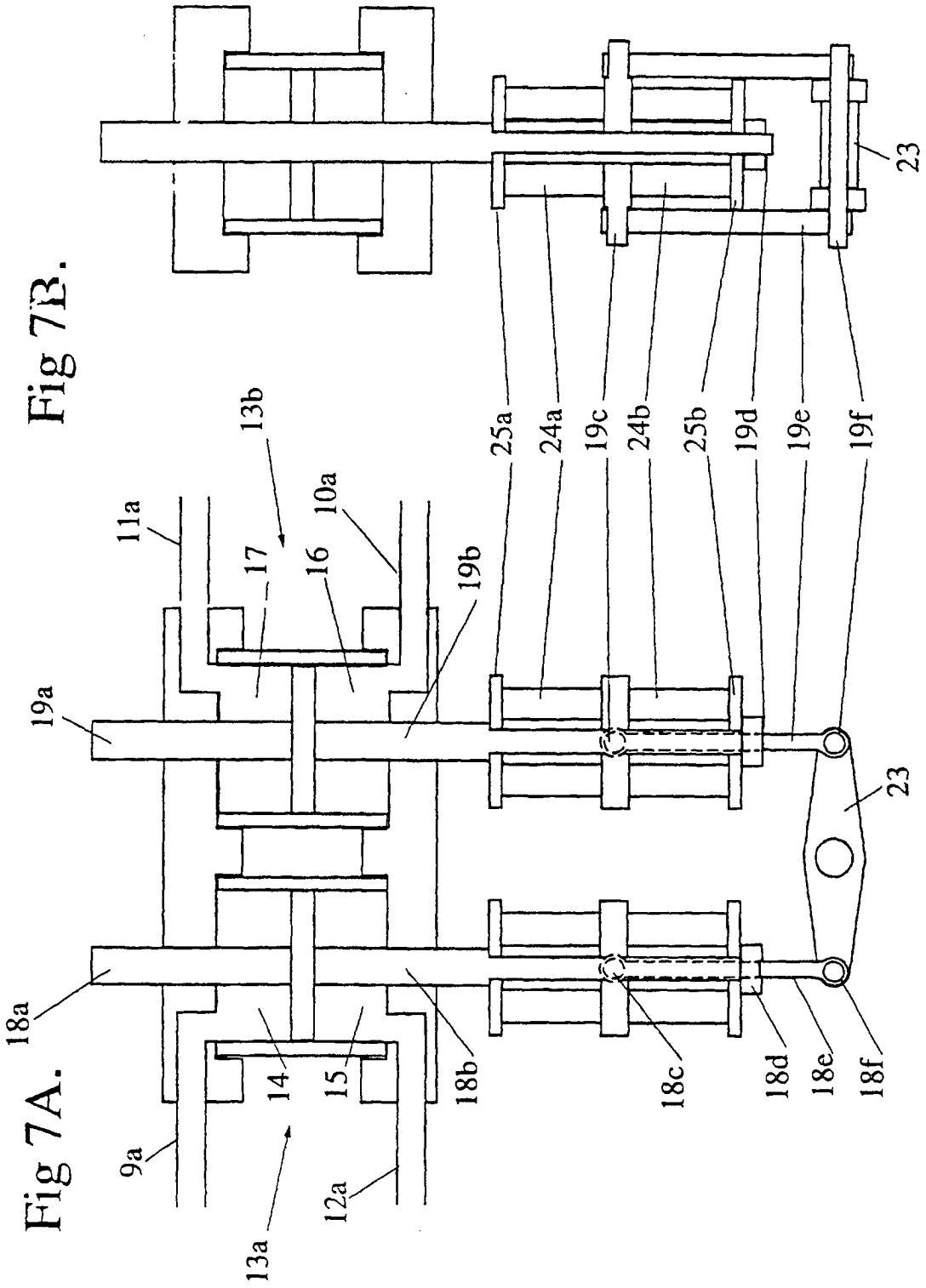

9a
11a
12a
13a
13b
14
15
16
17
10a
18a
18b
18c
18d
18e
18f
19a
19b
19c
19d
19e
19f
23
24a
24b
25a
25b

Fig 7A.

Fig 7B.

Fig 8.

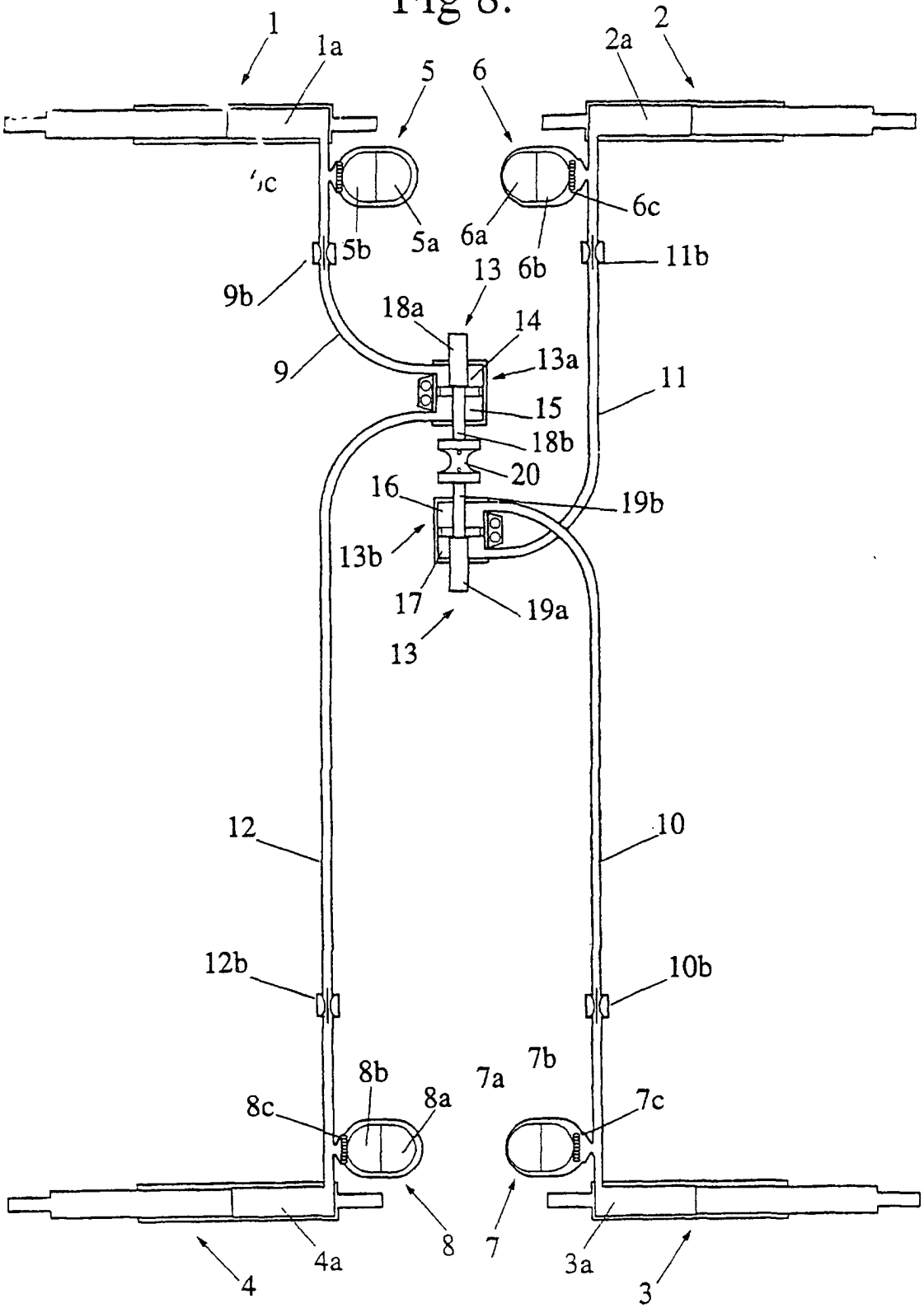

1
1a
2
2a
5
6
5c
6c
5b
5a
6a
6b
11b
9b
13
18a
14
13a
9
11
15
18b
20
16
19b
13b
17
19a
13
12
10
12b
10b
8b
7a
7b
8c
8a
7c
4
4a
8
7
3a
3

Fig 9.

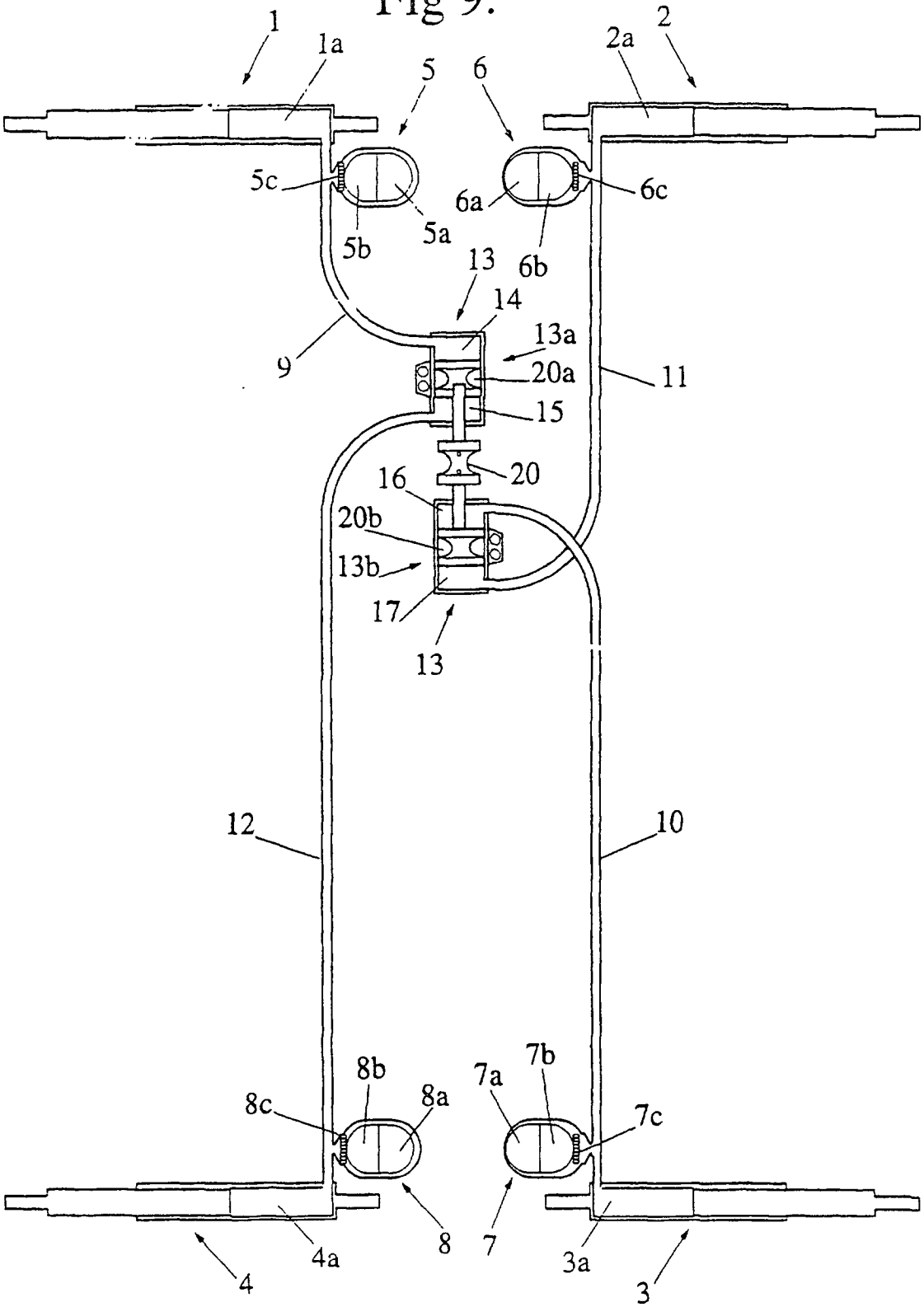

1
1a
5
6
2a
2
5c
6a
6c
5b
5a
6b
13
14
13a
9
20a
11
15
20
16
20b
13b
17
13
12
10
8b
7a
7b
8c
8a
7c
8
7
4
4a
3a
3

Fig 10.

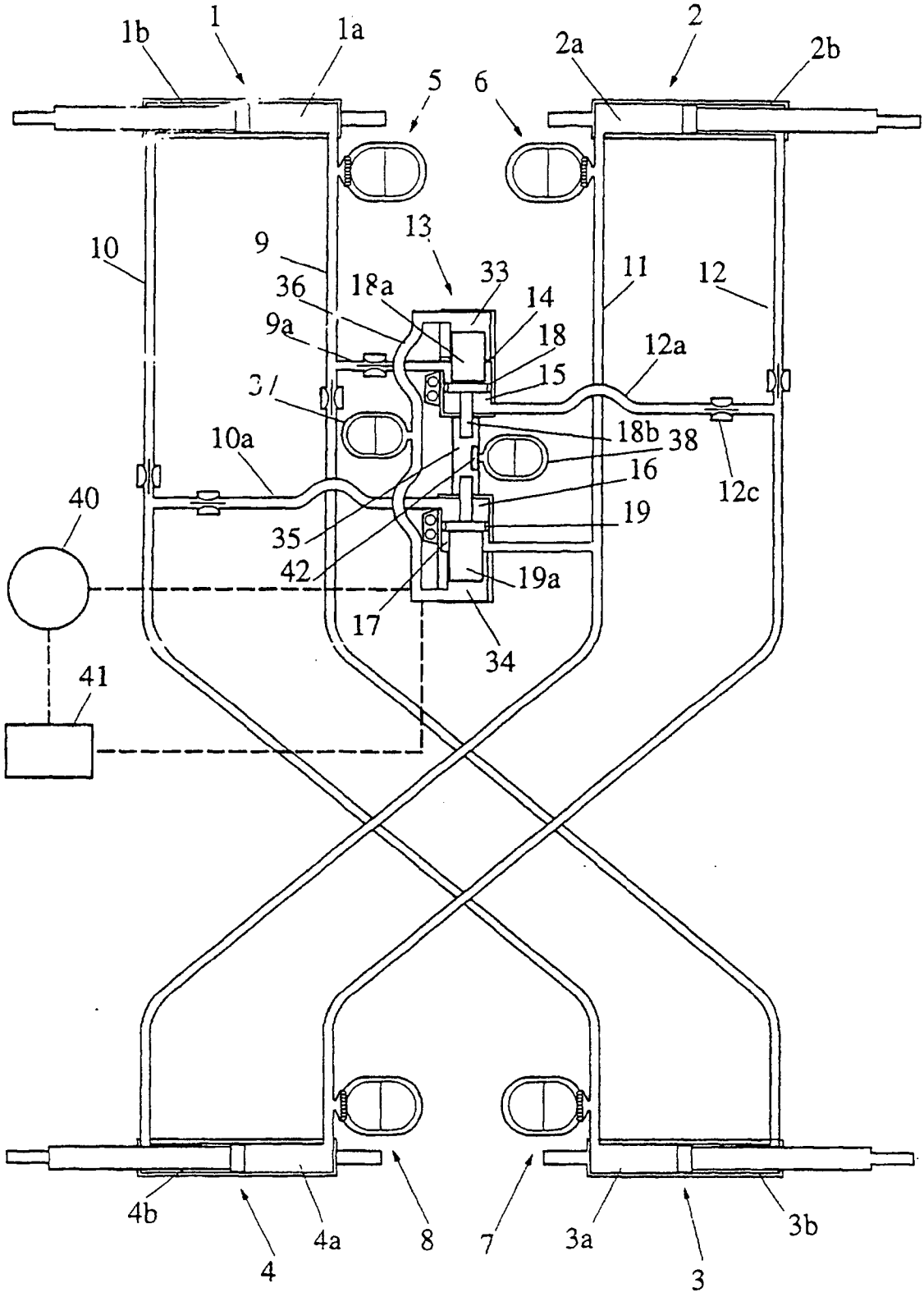
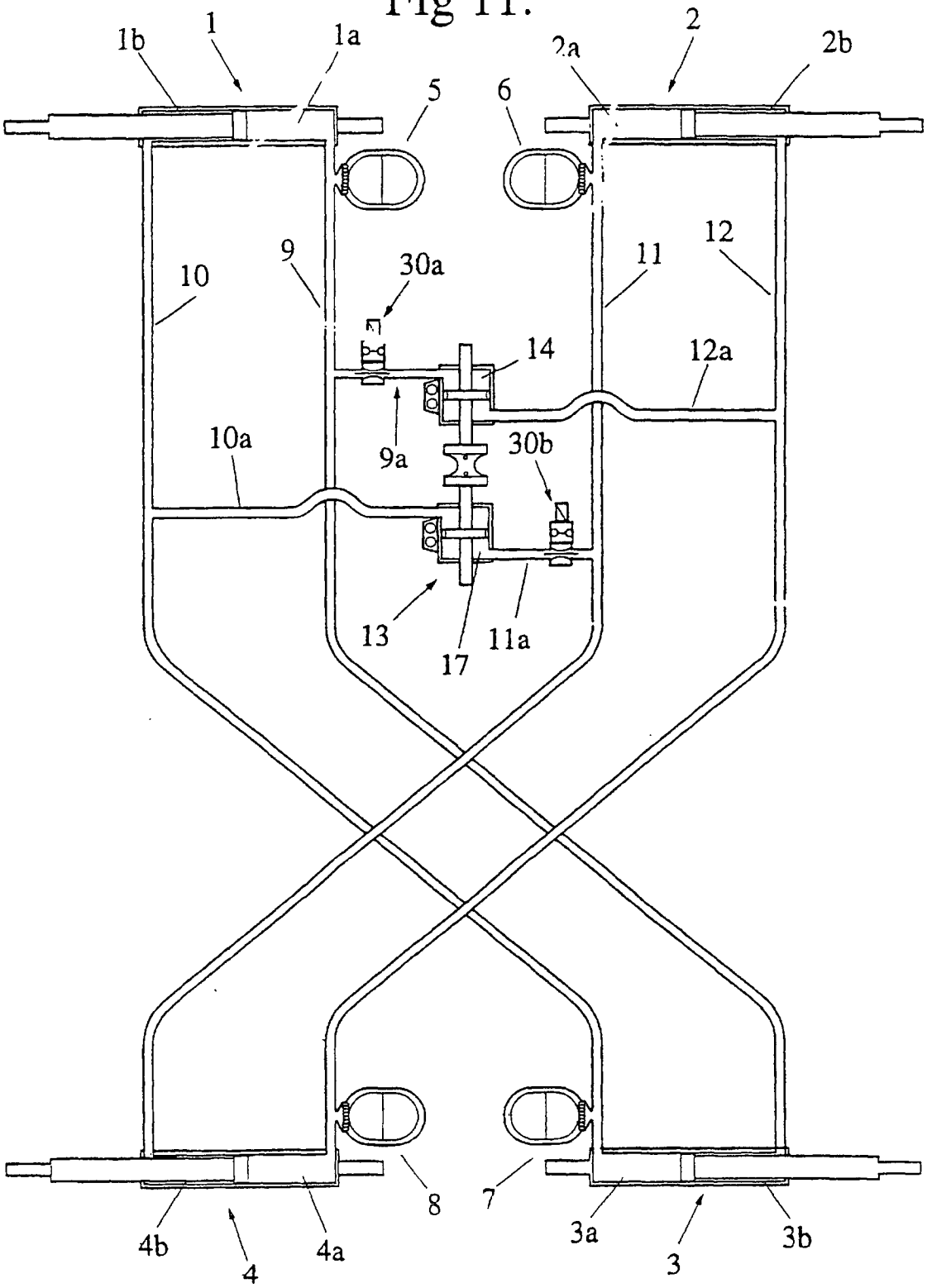

1b
1
1a
2
2a
2b
5
6
10
9
13
36
18a
33
14
11
12
9a
18
12a
15
10a
18b
38
16
12c
40
19
35
42
19a
17
34
41
4b
4a
8
7
3a
3b
4
3

Fig 11.


1b
1
1a
2a
2
2b
5
6
9
10
30a
11
12
14
12a
9a
10a
30b
13
17
11a
8
7
4b
4
4a
3a
3
3b