



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 213 388.3**

(22) Anmeldetag: **09.08.2018**

(43) Offenlegungstag: **13.02.2020**

(51) Int Cl.: **B60G 17/027 (2006.01)**

B60G 11/52 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

(74) Vertreter:
Sobisch Kramm Wettlaufer, 58453 Witten, DE

(72) Erfinder:
Wolf-Monheim, Friedrich, 52074 Aachen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

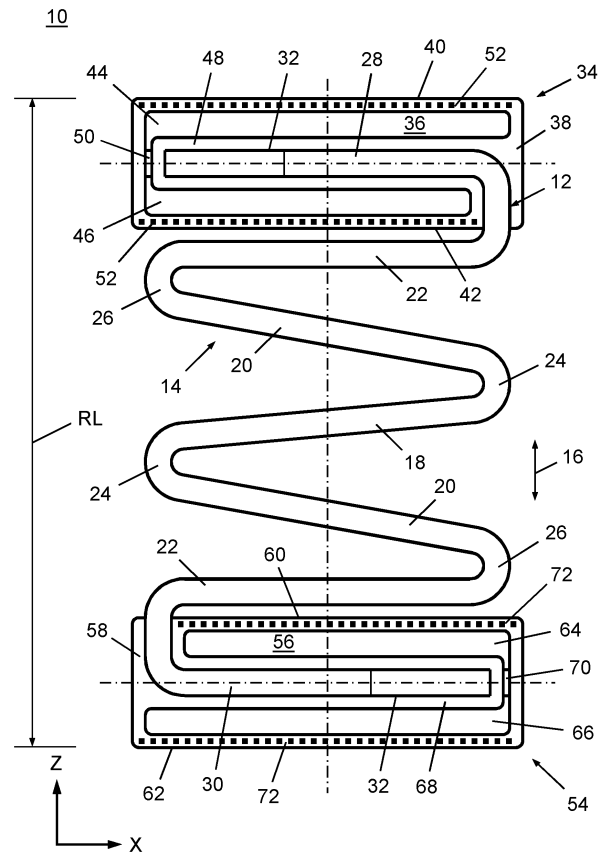
DE	10 2015 119 637	A1
DE	10 2017 201 642	A1
US	9 145 039	B2
US	3 625 540	A
US	3 871 635	A
JP	2005- 145 388	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Federvorrichtung zur Federung eines Kraftfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Federvorrichtung (10) zur Federung der gefederten Masse eines Kraftfahrzeugs, beinhaltend ein federelastisches Element (12) mit zwei Endbereichen (28, 30) und zwei Anbindungselemente (34, 54) zur Anbindung des federelastischen Elements (12) mit den Endbereichen (28, 30) zwischen einer gefederten Komponente und einer ungefederten Komponente des Kraftfahrzeugs. Erfindungsgemäß weist jedes Anbindungselement (34, 54) einen Hohlraum (36, 56) zur Aufnahme eines hydraulischen Fluids und ein im Hohlraum (36, 56) zumindest teilweise bewegbares Trennelement (48, 68) auf. Dabei ist der Hohlraum (36, 56) durch das Trennelement (48, 68) in zwei Teilhöhlräume (44, 46, 64, 66) variablen Volumens aufteilbar, die jeweils zumindest einen Hydraulikkanal (50, 70) mit einer Hydraulikpumpe aufweisen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Federvorrichtung zur Federung der gefederten Masse eines Kraftfahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft ferner eine Radaufhängungseinheit eines Kraftfahrzeugs mit zumindest einer derartigen Federvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

[0002] Auf dem Gebiet der Kraftfahrzeugtechnik ist es bekannt, Radaufhängungen mit federelastischen Elementen zwischen einer Karosserie eines Kraftfahrzeugs als gefedertem Objekt und Rädern des Fahrzeugs als ungefederten Objekten einzusetzen, um einen Fahrkomfort von Fahrzeuginsassen zu erhöhen, indem von Bodenunebenheiten verursachte Stöße nicht unmittelbar auf die Karosserie übertragen werden. Ferner kann ein für eine Kraftübertragung erforderlicher Bodenkontakt der Räder auch bei Bodenunebenheiten gewährleistet werden. Durch Bodenunebenheiten angeregte Schwingungen der Karosserie werden in bekannter Weise durch eine Verwendung von Stoßdämpfern gedämpft, die zwischen der Karosserie und Radachsen angeordnet sind. Die federelastischen Elemente können dabei beispielsweise von elastischen Schraubenfedern gebildet und integraler Bestandteil der Stoßdämpfer sein.

[0003] Ferner sind aus dem Stand der Technik Radaufhängungen mit hydraulischer oder pneumatischer Niveauregulierung zur Einstellung einer Höhe der Karosserie eines Kraftfahrzeugs bekannt, durch die Vorteile in Bezug auf ein Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs, beispielsweise bei hohen Fahrgeschwindigkeiten, und auf einen Fahrkomfort, beispielsweise in Bezug auf eine Bodenfreiheit des Kraftfahrzeugs und insbesondere in Abhängigkeit einer Zuladung, bereitgestellt werden können.

[0004] Beispielsweise beschreibt die US 9,145,039 B2 eine Vorrichtung mit Luftfeder und Schwingungsdämpfer für ein Fahrzeug zur Höhenverstellung eines Fahrzeugaufbaus. Die Vorrichtung weist an einem Ende ein erstes Mittel zum Verschwenken an einer gefederten Masse des Fahrzeugs, beispielsweise dem Fahrzeugaufbau, und am anderen Ende ein zweites Mittel zum Verschwenken an einer ungefederten Masse des Fahrzeugs, beispielsweise einer Radaufhängung, auf. Ferner beinhaltet die Vorrichtung einen Schwingungsdämpfer, der eine Relativbewegung zwischen der gefederten Masse und der ungefederten Massen dämpft, und eine selbstpumpende Luftfeder, die die gefederten und ungefederten Massen in federnder Weise gegeneinander stützt. Die selbstpumpende Luftfeder stellt dabei eine Höhenverstellfunktion bereit, die im Wesentlichen nur von der kinetischen Energie einer Relativbewegung zwischen den gefederten und den ungefederten Massen geleistet wird, so dass für einen

Höhenverstellvorgang im Wesentlichen keine oder nur sehr wenig Energie von außen zugeführt werden muss. Der Schwingungsdämpfer weist eine im Betrieb einstellbare, vorzugsweise stufenlos einstellbare Dämpfungscharakteristik auf. Eine vorgesehene Spiralfeder umgibt die Luftfeder am Außenumfang, wirkt parallel zur Luftfeder und stützt die gefederten und ungefederten Massen federnd gegeneinander ab. Im Betrieb kann die Dämpfung des Schwingungsdämpfers zeitweise reduziert werden, solange Dämpfungskräfte in der Luftfeder durch das Einpumpen von Luft in und/oder aus der Luftfeder erzeugt werden, und/oder die Dämpfung des Schwingungsdämpfers wird erhöht oder verringert, wenn die Gesamthärte der Luftfeder erhöht oder verringert wird aufgrund des Pumpens von Luft in die und/oder aus der Luftfeder heraus.

[0005] Ferner schlägt die US 3,871,635 A ein Aufhängungssystem für die gefederte Masse eines auf Rädern abgestützten Fahrzeugs vor. Zum Erreichen einer Stabilität sind in dem Aufhängungssystem hydraulische Streben fluidtechnisch quer über das Fahrzeug hinweg miteinander verbunden. Jede fluidtechnische Querverbindung ist mit einem Gasspeicher versehen, der eine Federhärte für jede der hydraulischen Streben bereitstellt. Dabei wird eine Niveauregulierung der gefederten Masse relativ zu mit den Rädern versehenen Radträgern durch ausgewählte Übertragung von Hydraulikfluid zwischen den ansonsten geschlossenen, fluidtechnisch querverbundenen hydraulischen Streben erreicht. Ein Einsatz des Aufhängungssystems ist sowohl für Geländewagen als auch für LKW, Waggonen und andere Fahrzeuge möglich.

[0006] Eine hydraulische Aufhängungseinheit mit zuladungskompensierender Niveauregulierung und geringer Federhärte für Fahrzeuge ist aus der US 3,625,540 A bekannt. Die Aufhängungseinheit beinhaltet drei Kammern, durch die der Fluss eines Arbeitsfluids durch Verbindungskanäle, Dichtungen, Ventilmittel und Pumpmittel präzise gesteuert wird. Das Arbeitsfluid wird unter Druck mittels der Pumpmittel von einem Fluidreservoir zu einer Hochdruckkammer übertragen. Ein Teleskopelement mit einer durch dieses Teleskopelement definierten hydraulischen Arbeitsfläche erstreckt sich von der Hochdruckkammer und bewegt sich in dieser hin und her. Der Fluidruck in der Hochdruckkammer drückt gegen die Querschnittsfläche, um das Teleskopelement in eine vorbestimmte Position auszufahren. Eine Druckregelkammer, die mit der Hochdruckkammer hydraulisch verbindbar ist, ist durch einen mit einer Spiralfeder mit hoher Federhärte belasteten Kolben auf ein kleineres Volumen vorgespannt. Die Fläche des Kolbens ist größer als die durch das Teleskopelement definierte Fläche. Als Folge wird die auf den Kolben ausgeübte Federkraft indirekt hydraulisch auf

das Teleskopelement übertragen und in Abhängigkeit des Verhältnisses der beiden Flächen verringert.

[0007] Zudem ist in der JP 2005-145388 A eine Fahrzeughöheneinstellvorrichtung für eine Aufhängung beschrieben, die durch ein getrenntes Anbringen eines Federabschnitts und eines Stoßdämpferabschnitts zwischen einer Fahrzeugkarosserie und einer Achse aufgebaut ist. Die Fahrzeughöheneinstellvorrichtung ist in der Lage, eine geringe Fahrzeughöhe einzustellen, ohne den Fahrkomfort zu beeinträchtigen. Der Federabschnitt umfasst einen Zylinder, ein Einstellrohr, einen Federsitz, eine Schraubenfeder und eine Verschraubung zwischen Einstellrohr und Federsitz. Das Einstellrohr weist einen gleitend darin eingesetzten Zylinder auf, wobei das Einstellrohr und der Zylinder einen abgedichteten Zwischenraum bilden. Der Federsitz ist an dem äußeren Umfangsabschnitt des Einstellrohrs mittels der Verschraubung verbunden. Die Verschraubung dreht das Einstellrohr und den Federsitz derart, dass eine vertikale Position des Federsitzes in Bezug auf das Einstellrohr eingestellt werden kann. Durch Zuführen und Abführen von Flüssigkeit zu und von dem abgedichteten Zwischenraum ist es möglich, die Fahrzeughöhe einzustellen, indem der Federsitz in Bezug auf das Einstellrohr durch die Verschraubung verstellt wird.

[0008] Angesichts des aufgezeigten Standes der Technik bietet der Bereich der Fahrzeugfederungen zur Federung einer Karosserie eines Kraftfahrzeugs, wobei die Fahrzeugfederung eine Höhenverstellbarkeitsfunktion beinhaltet, noch Raum für Verbesserungen.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Federvorrichtung zur Federung der gefederten Masse eines Kraftfahrzeugs bereitzustellen, die einen kompakten Aufbau aufweist und mit hohem Bedienkomfort eine Höhenverstellbarkeit einer Karosserie des Kraftfahrzeugs ermöglicht.

[0010] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Federvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Aufgabe wird ferner durch eine Radaufhängungseinheit eines Kraftfahrzeugs gemäß Anspruch 10 gelöst. Weitere, besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung offenbaren die abhängigen Unteransprüche.

[0011] Es ist darauf hinzuweisen, dass die in der nachfolgenden Beschreibung einzeln aufgeführten Merkmale sowie Maßnahmen in beliebiger, technisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen. Die Beschreibung charakterisiert und spezifiziert die Erfindung insbesondere im Zusammenhang mit den Figuren zusätzlich.

[0012] Die erfindungsgemäße Federvorrichtung zur Federung der gefederten Masse eines Kraftfahrzeugs weist zumindest ein federelastisches Element mit zwei Endbereichen und zwei Anbindungselemente zur Anbindung des federelastischen Elements mit den Endbereichen zwischen einer gefederten Komponente und einer ungefederten Komponente des Kraftfahrzeugs auf. Dabei weist jedes Anbindungselement einen Hohlraum zur Aufnahme eines hydraulischen Fluids und ein im Hohlraum zumindest teilweise bewegbares Trennelement auf, durch das der Hohlraum in zwei Teilhöhlräume variablen Volumens aufteilbar ist, die jeweils zumindest einen Hydraulikkanal zu einer Hydraulikpumpe aufweisen. In einem betriebsbereiten Zustand ist somit jeder der Endbereiche des federelastischen Elements mit einem der Anbindungselemente verbunden.

[0013] Mit der vorgeschlagenen Federvorrichtung kann zusätzlich zur Funktion der Federung der gefederten Masse eines Kraftfahrzeugs auch die Funktion einer aktiven Höhenverstellbarkeit der Karosserie des Kraftfahrzeugs bereitgestellt werden. Dabei kann in einer geeigneten Ausführungsform zudem ein kompakter Aufbau erreicht werden.

[0014] Die vorgeschlagene Federvorrichtung ist insbesondere in einer Radaufhängungseinheit eines Kraftfahrzeugs vorteilhaft verwendbar, wobei ein Endbereich des zumindest einen federelastischen Elements an einer Komponente der Karosserie des Kraftfahrzeugs und ein Endbereich des zumindest einen federelastischen Elements an einem Achslenker oder einem Radträger angebunden ist. Unter einem „Kraftfahrzeug“ soll im Sinne dieser Erfindung insbesondere ein Personenkraftwagen (auch geländegängige, auch SUV), ein Lastkraftwagen, ein Sattel-schlepper oder ein Kraftomnibus verstanden werden.

[0015] In bevorzugten Ausführungsformen der Federvorrichtung weist das zumindest eine federelastische Element einen in einer Ebene mäanderförmig angeordneten Federkörper auf. Aufgrund der mäanderförmigen Anordnung des federelastischen Elements in einer Ebene ist ein besonders kompakter Aufbau ermöglicht, bei dem in einer Richtung senkrecht zur Ebene Einbauraum eingespart und anderen Komponenten zugewiesen werden kann.

[0016] Bevorzugt kann das zumindest eine federelastische Element eine Vielzahl von geraden Abschnitten beinhalten, wobei zwei aufeinanderfolgende gerade Abschnitte durch einen gekrümmten Abschnitt verbunden sind und der gekrümmte Abschnitt eine Richtungsänderung zwischen 110° und 170°, bevorzugt zwischen 120° und 170°, und, besonders bevorzugt, zwischen 140° und 170° aufweist. Unter dem Begriff „Vielzahl“ soll im Sinne der Erfindung insbesondere eine Anzahl von zumindest zwei verstanden werden.

[0017] Dadurch kann ein besonders einfacher Aufbau des federelastischen Elements erreicht werden. Eine derartige Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft, wenn für das federelastische Element, also für den Federkörper ein elliptischer, insbesondere ein runder Querschnitt verwendet wird.

[0018] Bevorzugt kann das zumindest eine federelastische Element in Form eines Polygonzugs ausgestaltet sein. Dabei kann der Polygonzug eine Vielzahl von geraden Abschnitten beinhalten. Eine derartige Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft, wenn für das federelastische Element, also für den Federkörper ein rechteckiger, insbesondere ein quadratischer Querschnitt verwendet wird.

[0019] Bevorzugt ist zumindest einer der Endbereiche des zumindest einen federelastischen Elements von einem der Trennelemente umschlossen und von dem Hohlraum fluidtechnisch getrennt gehalten. Dadurch kann eine besonders kompakte Anordnung des zumindest einen federelastischen Elements und des betreffenden Anbindungselements erzielt werden.

[0020] In bevorzugten Ausführungsformen der Federvorrichtung befindet sich in zumindest einem Betriebszustand zumindest eines der zumindest teilweise bewegbaren Trennelemente in einer Stellung, in der ein Teilbereich des zumindest einen federelastischen Elements sich mit zumindest einem der Anbindungselemente in mechanischer Anlage befindet.

[0021] Auf diese Weise kann ein Auslegungsbereich der Federvorrichtung erweitert werden, da eine Federhärte in dem beschriebenen Betriebszustand vergrößert ist.

[0022] Bevorzugt weist das zumindest eine federelastische Element einen überwiegenden Anteil aus einem Faser-Kunststoff-Verbund (FKV) auf. Auf diese Weise kann gegenüber konventionellen Federvorrichtungen mit zumindest einem federelastischen Element aus Stahl eine Federvorrichtung mit den zuvor beschriebenen Vorteilen und einer besonders großen Gewichtsreduzierung bereitgestellt werden.

[0023] Unter dem Begriff „einen überwiegenden Anteil“ soll im Sinne der Erfindung insbesondere ein Anteil von mehr als 50 Vol.-%, bevorzugt von mehr als 70 Vol.-% und, besonders bevorzugt, von mehr als 90 Vol.-% verstanden werden. Insbesondere soll der Begriff die Möglichkeit einschließen, dass das zumindest eine federelastische Element vollständig, d. h. zu 100 Vol.-%, aus dem Faser-Kunststoff-Verbund besteht.

[0024] Der Faser-Kunststoff-Verbund kann insbesondere kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK) und/oder glasfaserverstärkten Kunststoff

(GFK) und/oder aramidfaserverstärkten Kunststoff (AFK) beinhalten.

[0025] Ein besonders einfacher Aufbau der Federvorrichtung kann erreicht werden, wenn die zwei Anbindungselemente einen überwiegenden Anteil aus einem gummi-elastischen Material aufweisen. Insbesondere kann das im Hohlraum zumindest teilweise bewegbare Trennelement auf vereinfachte Weise bereitgestellt werden, da beispielsweise auf Gleitringdichtungen verzichtet werden kann. Zudem kann eine akustische Trennung zwischen der Federvorrichtung und der gefederten Komponente bzw. der ungefederten Komponente des Kraftfahrzeugs erreicht werden, wodurch bestehende Anforderungen der Fahrzeugtechnik hinsichtlich NVH (Noise, Vibration, Harshness; Geräusch, Vibration, Rauheit) einfacher eingehalten werden können.

[0026] Nicht-einschränkende Beispiele für gummi-elastische Materialien sind Elastomere, Gummis, Natur- und Synthetikgummi, etwa Butadien-Kautschuk oder Chlorbutadien-Kautschuk, der unter verschiedenen Namen kommerziell erhältlich ist, sowie Silikonkautschuk. Das gummi-elastische Material kann auch unter Verwendung verschiedener Gummis und/oder Natur- und/oder Synthetikgummi und/oder Silikonkautschuk hergestellt sein.

[0027] Bevorzugt ist bei Federvorrichtungen, bei denen die Anbindungselemente einen überwiegenden Anteil aus einem gummi-elastischen Material aufweisen, das Trennelement jedes Anbindungselements mit diesem einstückig ausgebildet, wodurch eine besonders feste Verbindung zwischen dem Trennelement und dem übrigen Teil des Anbindungselements erzielt werden kann.

[0028] Besonders bevorzugt ist das Trennelement jedes Anbindungselements aus demselben Material wie das Anbindungselement und in demselben Herstellprozess einstückig angeformt hergestellt, wodurch eine besonders einfache Herstellung ermöglicht werden kann.

[0029] In bevorzugten Ausführungsformen derartiger Federvorrichtungen weist zumindest eines der Anbindungselemente in einer Querrichtung zu einem Federweg des zumindest einen federelastischen Element ausgerichtete, parallel zueinander verlaufende, ebene Oberflächen auf. Dabei ist in einem oberflächennahen Bereich der ebenen Oberflächen und parallel zu diesen jeweils eine Verstärkungsstruktur angeordnet, deren mechanische Festigkeit, insbesondere eine Biegefestigkeit, diejenige des übrigen Materials des Anbindungselements übersteigt. Auf diese Weise können Verformungen der Anbindungselemente aufgrund einer rückstellenden Federkraft des zumindest einen federelastischen Elements wirksam verhindert und eine zuverlässige und genaue Hö-

heneinstellung der Karosserie des Kraftfahrzeugs erreicht werden.

[0030] Bevorzugt ist der zumindest eine Hydraulikkanal zwischen den Teilhohlräumen der Hohlräume jedes der Anbindungselemente mit einer Hydraulikpumpe fluidtechnisch verbunden, die im jeweiligen Hohlraum angeordnet ist. Auf diese Weise können kurze Leitungswege zwischen der Hydraulikpumpe und dem Hohlraum jedes der Anbindungselemente und somit ein besonders kompakter Aufbau der Federvorrichtung erreicht werden.

[0031] In einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Radaufhängungseinheit eines Kraftfahrzeugs bereitgestellt, die zumindest eine Ausführungsform der offenbarten Federvorrichtung beinhaltet. Dabei ist eines der zwei Anbindungselemente der Federvorrichtung an einem Karosserieteil angebunden und das andere der zwei Anbindungselemente ist an einem Fahrgestellteil angebunden.

[0032] Die im Zusammenhang mit der offenbarten Federvorrichtung beschriebenen Vorteile sind vollumfänglich auf die vorgeschlagene Radaufhängungseinheit übertragbar.

[0033] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der folgenden Figurenbeschreibung offenbart. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Federvorrichtung zur Federung der gefederten Masse eines Kraftfahrzeugs in einer Seitenansicht,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Federvorrichtung gemäß der **Fig. 1** in einer geschnittenen Seitenansicht in einer Referenzstellung mit einer Referenzlänge,

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Federvorrichtung gemäß der **Fig. 1** in derselben Ansicht wie **Fig. 2** in einer Betriebsstellung mit einer Betriebslänge, die größer ist als die Referenzlänge, und

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Federvorrichtung gemäß der **Fig. 1** in derselben Ansicht wie **Fig. 2** in einer Betriebsstellung mit einer Betriebslänge, die geringer ist als die Referenzlänge.

[0034] In den unterschiedlichen Figuren sind gleiche Teile stets mit denselben Bezugszeichen versehen, weswegen diese in der Regel auch nur einmal beschrieben werden.

[0035] **Fig. 1** zeigt eine mögliche Ausführungsform einer Federvorrichtung **10** zur Federung der gefederten Masse eines Kraftfahrzeugs in einer schematischen Seitenansicht. Das Kraftfahrzeug ist in die-

ser speziellen Ausführungsform als Personenkraftwagen ausgebildet. Die Federvorrichtung **10** weist ein federelastisches Element **12** auf, das einen in einer Ebene mäanderförmig angeordneten Federkörper **14** mit zwei geraden Endbereichen **28**, **30** aufweist (**Fig. 2**), und zwei Anbindungselemente **34**, **54** zur Anbindung des federelastischen Elements **12** mit den Endbereichen **28**, **30** zwischen einer gefederten Komponente und einer ungefederten Komponente des Kraftfahrzeugs. Die Federvorrichtung **12** ist Teil einer Radaufhängungseinheit des Kraftfahrzeugs. Dabei sind die gefederte Komponente von einem Hilfsrahmen **74** des Fahrgestells des Kraftfahrzeugs und die ungefederte Komponente des Kraftfahrzeugs von einem Achslenker **76** der Radaufhängungseinheit des Kraftfahrzeugs gebildet (**Fig. 1**).

[0036] In einem Einbauzustand ist die Federvorrichtung **12** im Wesentlichen vertikal zwischen dem Hilfsrahmen **74** und dem Achslenker **76** angeordnet, so dass die Ebene, in der der mäanderförmige Federkörper **14** liegt, im Wesentlichen vertikal angeordnet ist und ein Federweg **16** des federelastischen Elements **12** parallel zur vertikalen Richtung verläuft. Die Ebene entspricht somit der Zeichenebene der **Fig. 1**. Durch die vertikale Anordnung der Federvorrichtung bzw. des Federkörpers im Einbauzustand können die Begriffe „oben“ bzw. „unten“ derart definiert werden, dass „oben“ bzw. „obere(r)“ in einer festgelegten +Z-Richtung weiter vom Nullpunkt der Z-Richtung entfernt ist als „unten“ bzw. „untere(r)“.

[0037] **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung der Federvorrichtung **10** gemäß der **Fig. 1** in einer geschnittenen Seitenansicht in der Referenzstellung, in der die Federvorrichtung **10** eine Referenzlänge **RL** aufweist.

[0038] Das federelastische Element **12** weist einen überwiegenden Anteil von mehr als 90 Vol.-% aus einem Faser-Kunststoff-Verbund (FKV) auf. Dabei ist der Faser-Kunststoff-Verbund als kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) mit einer Epoxidharzmatrix ausgebildet. An äußeren Enden der Endbereiche **28**, **30** des federelastischen Elements **12** ist jeweils eine Metallhülle **32** zur Einhüllung als mechanischer Schutz vorgesehen (**Fig. 2**).

[0039] Das federelastische Element **12** beinhaltet eine Vielzahl von fünf geraden Abschnitten **18**, **20**, **22**, wobei zwei aufeinanderfolgende gerade Abschnitte durch einen gekrümmten Abschnitt **24**, **26** verbunden sind. Dabei weisen zwei in einem Mittelbereich angeordnete gekrümmte Abschnitte **24** in der in **Fig. 2** dargestellten Referenzstellung eine Richtungsänderung von ca. 165° auf. Bei den beiden mit jeweils einem der Endbereiche **28**, **30** verbundenen geraden Abschnitte **22** beträgt die Richtungsänderung der gekrümmten Abschnitte **26** an einem dem Endbereich **28**, **30** abgewandten Ende etwa 170°.

[0040] Jeder der Endbereiche **28, 30** ist im Wesentlichen L-förmig ausgebildet, wobei der längere Abschnitt der L-Form senkrecht zum Federweg **16** des federelastischen Elements **12** angeordnet ist. Jeder der Endbereiche **28, 30** bildet mit einem dem Endbereich **28, 30** zugewandten Ende des jeweiligen geraden Abschnitts **22** einen rechten Winkel.

[0041] Die beiden Anbindungselemente **34, 54** sind identisch aufgebaut, so dass die Beschreibung simultan für beide Anbindungselemente **34, 54** ausgeführt werden kann.

[0042] Das Anbindungselement **34, 54** weist eine äußere Quaderform mit einer ebenen, unteren äußeren Oberfläche **42, 62** und einer ebenen, oberen äußeren Oberfläche **40, 60** auf, die parallel zueinander verlaufen und in einer Querrichtung zum Federweg **16** des federelastischen Elements **12** ausgerichtet sind. Das Anbindungselement ist zu einem überwiegenden Anteil von etwa 70 Vol.-% aus einem gummielastischen Material hergestellt, das in dieser speziellen Ausführungsform von Chlorbutadien-Kautschuk gebildet ist.

[0043] Jedes der Anbindungselemente **34, 54** weist einen quaderförmigen Hohlraum **36, 56** zur Aufnahme eines als Hydrauliköl ausgebildeten hydraulischen Fluids und ein im Hohlraum **36, 56** teilweise bewegbares Trennelement **48, 68** auf. Das Trennelement **48, 68** ist plattenförmig ausgebildet, wobei Oberflächen des Trennelements **48, 68** parallel zu der unteren äußeren Oberfläche **42, 62** bzw. der oberen äußeren Oberfläche **40, 60** des Anbindungselements **34, 54** angeordnet sind. Durch das Trennelement **48, 68** ist der Hohlraum **36, 56** in zwei Teilhöhlräume **44, 46, 64, 66** mit variablem Volumen aufteilbar. Ein Volumen des Hohlräume **36** entspricht der Summe der Volumina der Teilhöhlräume **44, 46**. Ein Volumen des Hohlräume **56** entspricht der Summe der Volumina der Teilhöhlräume **64, 66**.

[0044] Das Trennelement **48, 68** besteht aus demselben Material wie eine Wandung **38, 58** des Hohlräume **36, 56** des Anbindungselements **34, 54** und ist mit dieser einstückig ausgebildet. Insbesondere ist das Trennelement **48, 68** an einer Umfangsseite bis auf zwei Unterbrechungsstellen vollständig mit der Wandung **38, 58** des Hohlräume **36, 56** verbunden, wobei die Verbindung zwischen dem Trennelement **48, 68** und der Wandung **38, 58** des Hohlräume **36, 56** zu einem großen Teil von einem umfänglichen Randbereich des Trennelements **48, 68** gebildet ist, der gegenüber dem übrigen Bereich des Trennelements **48, 68** in vertikaler Richtung eine geringere Stärke aufweist. Diese Unterbrechungsstellen werden von zwei Hydraulikkanälen **50, 70** gebildet, von denen jeder Hydraulikkanal **50, 70** eine fluidtechnische Verbindung zwischen einem der Teilhöhlräume **44, 46, 64, 66** und einer Hydraulikpumpe herstellt, die inner-

halb des Hohlräume **36, 56** in der Nähe der Unterbrechungsstellen angeordnet ist. Die Hydraulikpumpen können entweder direkt in die Anbindungselemente **34, 54** integriert oder in räumlicher Nähe als separate Einheiten positioniert werden. Durch Aktivierung der Hydraulikpumpen kann hydraulisches Fluid zwischen den Teilhöhlräumen **44, 46** bzw. den Teilhöhlräumen **64, 66** ausgetauscht werden.

[0045] Jeder der Endbereiche **28, 30** des federelastischen Elements **12** ist von einem Trennelement **48, 68** eines der Anbindungselemente **34, 54** umschlossen und von dem Hohlraum **36, 56** fluidtechnisch getrennt gehalten. Dies kann beispielsweise durch Vulkanisieren eines dem federelastischen Element **12** zugewandten Teils der Wandung **38, 58** des Anbindungselements **34, 54** an den jeweiligen Endbereich **28, 30** des federelastischen Elements **12** erfolgen.

[0046] In einem oberflächennahen Bereich der ebenen äußeren Oberflächen **40, 42, 60, 62** des Anbindungselements **34, 54** und parallel zu diesen, d.h. im Einbauzustand oberhalb der unteren äußeren Oberfläche **42** und unterhalb der oberen äußeren Oberfläche **40** des oben angeordneten Anbindungselements **34** bzw. unterhalb der oberen äußeren Oberfläche **60** und oberhalb der unteren äußeren Oberfläche **62** des unten angeordneten Anbindungselements **54** sind jeweils Verstärkungsstrukturen **52, 72** angeordnet, deren mechanische Festigkeit diejenige des Materials des übrigen Anbindungselements **34, 54** übersteigt. Die Verstärkungsstrukturen **52, 72** sind in dieser speziellen Ausführungsform von Gittern aus Stahl gebildet, die bei dem Vulkanisierungsprozess zur Herstellung der Anbindungselemente **34, 54** eingeschlossen werden. Grundsätzlich sind in alternativen Ausführungsformen der Federvorrichtung auch Verstärkungsstrukturen anderer Form möglich.

[0047] In einer alternativen Ausführungsform, in der Anbindungselemente aus einem anderen als dem gummielastischen Material hergestellt sein können, ist es denkbar, dass ein Trennelement als separates Bauteil ausgebildet und nicht mit einer Wandung eines Hohlräume einstückig ausgebildet ist. In diesem Fall kann das Trennelement beispielsweise mittels einer Gleitringdichtung in einer Richtung parallel zum Federweg eines federelastischen Elements gleitend in einer Wandung des Hohlräume des Anbindungselements fluidtechnisch getrennt gehalten sein.

[0048] Wenn der hydraulische Druck des Hydrauliköls in den beiden Teilhöhlräumen **44, 46, 64, 66** jedes der Anbindungselemente **34, 54** gleich ist, befindet sich die Federvorrichtung **10** ohne externe Belastung in der Referenzstellung, und die Federvorrichtung **10** weist die Referenzlänge **RL** auf. Da der hydraulische Druck an allen Orten innerhalb der Teilhöhlräume **44, 46, 64, 66** in gleicher Weise wirksam ist, entstehen

keine biegewirksamen Kräfte auf das jeweilige Trennelement **48, 68**, das somit in seiner Form verbleibt.

[0049] Wenn aus der Referenzstellung heraus hydraulisches Fluid aus dem unteren Teilhohlraum **46** des oberen Anbindungselements **34** in den oberen Teilhohlraum **44** gepumpt wird und/oder wenn hydraulisches Fluid aus dem oberen Teilhohlraum **64** des unteren Anbindungselements **54** in den unteren Teilhohlraum **66** gepumpt wird, bewegt sich das obere Anbindungselement **34** relativ zum federelastischen Element **12** nach oben und/oder das untere Anbindungselement **54** relativ zum federelastischen Element **12** nach unten, was aufgrund der gummi-elastischen Eigenschaften des jeweiligen Anbindungselements **34, 54** ermöglicht ist. Die Federvorrichtung **12** befindet sich dann in einem gegenüber der Referenzstellung verlängerten Betriebszustand, der in der **Fig. 3** dargestellt ist. Die Federvorrichtung **12** weist in diesem Betriebszustand eine gegenüber der Referenzlänge vergrößerte Länge **L1** auf. Aufgrund der vergrößerten Länge **L1** wird ein Abstand zwischen dem Hilfsrahmen **74** und dem Achslenker **76** des Kraftfahrzeugs (**Fig. 1**) erhöht, so dass eine Höhe des Chassis über einem Fahrweg vergrößert ist. Die Form des federelastischen Elements **12** bleibt bei dieser Höhenverstellung unverändert, da die auf das federelastische Element **12** durch einen Teil der gefederten Masse des Kraftfahrzeugs ausgeübte Kraft ebenfalls unverändert ist.

[0050] Wenn aus der Referenzstellung heraus hydraulisches Fluid aus dem oberen Teilhohlraum **44** des oberen Anbindungselements **34** in den unteren Teilhohlraum **46** gepumpt wird und/oder wenn hydraulisches Fluid aus dem unteren Teilhohlraum **66** des unteren Anbindungselements **54** in den oberen Teilhohlraum **64** gepumpt wird, bewegt sich das obere Anbindungselement **34** relativ zum federelastischen Element **12** nach unten und/oder das untere Anbindungselement **54** relativ zum federelastischen Element **12** nach oben, was aufgrund der gummi-elastischen Eigenschaften des jeweiligen Anbindungselements **34, 54** ermöglicht ist. Die Federvorrichtung **10** befindet sich dann in einem gegenüber der Referenzstellung verkürzten Betriebszustand, der in der **Fig. 4** dargestellt ist. Die Federvorrichtung **10** weist eine gegenüber der Referenzlänge verringerte Länge **L2** auf. Aufgrund der verringerten Länge **L2** wird ein Abstand zwischen dem Hilfsrahmen **74** und dem Achslenker **76** des Kraftfahrzeugs verringert (**Fig. 1**), so dass eine Höhe des Chassis über dem Fahrweg verkleinert ist. Die Form des federelastischen Elements **12** bleibt bei dieser Höhenverstellung unverändert, da die auf das federelastische Element **12** durch einen Teil der gefederten Masse des Kraftfahrzeugs ausgeübte Kraft ebenfalls unverändert ist.

[0051] In dem in der **Fig. 4** dargestellten Betriebszustand mit einer geringstmöglichen Länge **L2** der Federvorrichtung **10** befindet sich jedes der Trennelemente **48, 68** der Anbindungselemente **34, 54** in einer Stellung, in der ein Teilbereich des federelastischen Elements **12**, nämlich der mit dem jeweiligen Endbereich **28, 30** verbundene gerade Abschnitt **22**, mit einer der äußeren Oberflächen **42, 60** des betreffenden Anbindungselements **34, 54** in linienförmige mechanische Anlage gelangt. Die Verstärkungsstrukturen **52, 72** verhindern während des Betriebs der Federvorrichtung **10** wirksam Deformationen der überwiegend aus dem gummi-elastischen Material bestehenden Anbindungselemente **34, 54**.

[0052] Um einen Energieverbrauch der Federvorrichtung **10** mit Höhenverstellbarkeit zu minimieren, können die Hydraulikkanäle der Teilhohlräume **44, 46, 64, 66** durch Ventile gesperrt werden, um ein Strömen des hydraulischen Fluids zwischen den Teilhohlräumen **44, 46** bzw. den Teilhohlräumen **64, 66** zu verhindern.

Bezugszeichenliste

10	Federvorrichtung
12	federelastisches Element
14	Federkörper
16	Federweg
18	gerader Abschnitt (Mittelbereich)
20	gerader Abschnitt (Mittelbereich)
22	gerader Abschnitt (Endbereich)
24	gekrümmter Abschnitt
26	gekrümmter Abschnitt
28	Endbereich
30	Endbereich
32	Metallhülle
34	Anbindungselement
36	Hohlraum
38	Wandung
40	obere äußere Oberfläche
42	untere äußere Oberfläche
44	Tilhohlraum
46	Tilhohlraum
48	Trennelement
50	Hydraulikkanal mit Hydraulikpumpe
52	Verstärkungsstruktur
54	Anbindungselement
56	Hohlraum

- 58** Wandung
- 60** obere äußere Oberfläche
- 62** untere äußere Oberfläche
- 64** Teilhohlraum
- 66** Teilhohlraum
- 68** Trennelement
- 70** Hydraulikkanal mit Hydraulikpumpe
- 72** Verstärkungsstruktur
- 74** Hilfsrahmen
- 76** Achslenker
- RL** Referenzlänge
- L1** Länge (vergrößert)
- L2** Länge (verringert)

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 9145039 B2 [0004]
- US 3871635 A [0005]
- US 3625540 A [0006]
- JP 2005145388 A [0007]

Patentansprüche

1. Federvorrichtung (10) zur Federung der gefederten Masse eines Kraftfahrzeugs, beinhaltend
- zumindest ein federelastisches Element (12) mit zwei Endbereichen (28, 30), und

- zwei Anbindungselemente (34, 54) zur Anbindung des federelastischen Elements (12) mit den Endbereichen (28, 30) zwischen einer gefederten Komponente und einer ungefederten Komponente des Kraftfahrzeugs, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- jedes Anbindungselement (34, 54) einen Hohlraum (36, 56) zur Aufnahme eines hydraulischen Fluids und ein im Hohlraum (36, 56) zumindest teilweise bewegbares Trennelement (48, 68) aufweist, durch das der Hohlraum (36, 56) in zwei Teilhöhlräume (44, 46, 64, 66) variablen Volumens aufteilbar ist, die jeweils zumindest einen Hydraulikkanal (50, 70) mit einer Hydraulikpumpe aufweisen.

2. Federvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest eine federelastische Element (12) einen in einer Ebene mäanderförmig angeordneten Federkörper (14) aufweist.

3. Federvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer der Endbereiche (28, 30) des zumindest einen federelastischen Elements (12) von einem der Trennelemente (48, 68) umschlossen und von dem Hohlraum (36, 56) fluidtechnisch getrennt gehalten ist.

4. Federvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in zumindest einem Betriebszustand zumindest eines der zumindest teilweise bewegbaren Trennelemente (48, 68) sich in einer Stellung befindet, in der ein Teilbereich (22) des zumindest einen federelastischen Elements (12) sich mit zumindest einem der Anbindungselemente (34, 54) in mechanischer Anlage befindet.

5. Federvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest eine federelastische Element (12) einen überwiegenden Anteil aus einem Faser-Kunststoff-Verbund aufweist.

6. Federvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Anbindungselemente (34, 54) einen überwiegenden Anteil aus einem gummi-elastischen Material aufweisen.

7. Federvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trennelement (48, 68) jedes Anbindungselements (34, 54) mit diesem einstückig ausgebildet ist.

8. Federvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eines der Anbindungselemente (34, 54) in einer Querrichtung zu einem Federweg (16) des zumindest einen federelastischen Elements (12) ausgerichtete, parallel zueinander verlaufende, ebene Oberflächen (40, 42, 60, 62) aufweist, und in einem oberflächennahen Bereich der ebenen Oberflächen (40, 42, 60, 62) und parallel zu diesen jeweils eine Verstärkungsstruktur (52, 72) angeordnet ist, deren mechanische Festigkeit diejenige des übrigen Materials des Anbindungselements (34, 54) übersteigt.

9. Federvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Hydraulikkanal (50, 70) jedes der Teilhöhlräume (44, 46, 64, 66) des Hohlräume (36, 56) jedes der Anbindungselemente (34, 54) mit einer Hydraulikpumpe fluidtechnisch verbunden ist, die im jeweiligen Hohlraum (36, 56) angeordnet ist.

10. Radaufhängungseinheit eines Kraftfahrzeugs, mit zumindest einer Federvorrichtung (10) insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eines der zwei Anbindungselemente (34, 54) an einem Karosserieteil angebunden ist und das andere der zwei Anbindungselemente (34, 54) an einem Fahrgestellteil angebunden ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

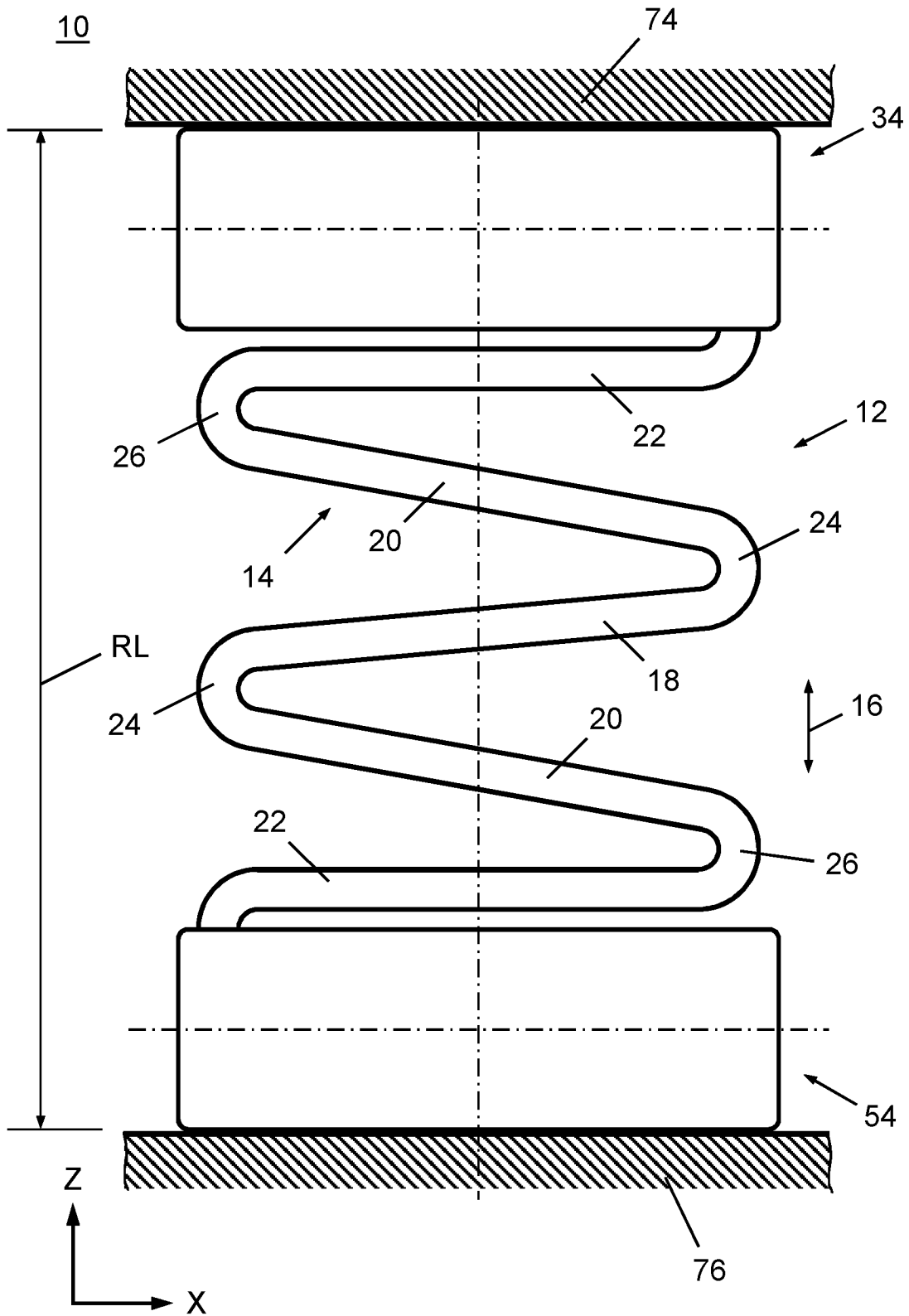


FIG. 1

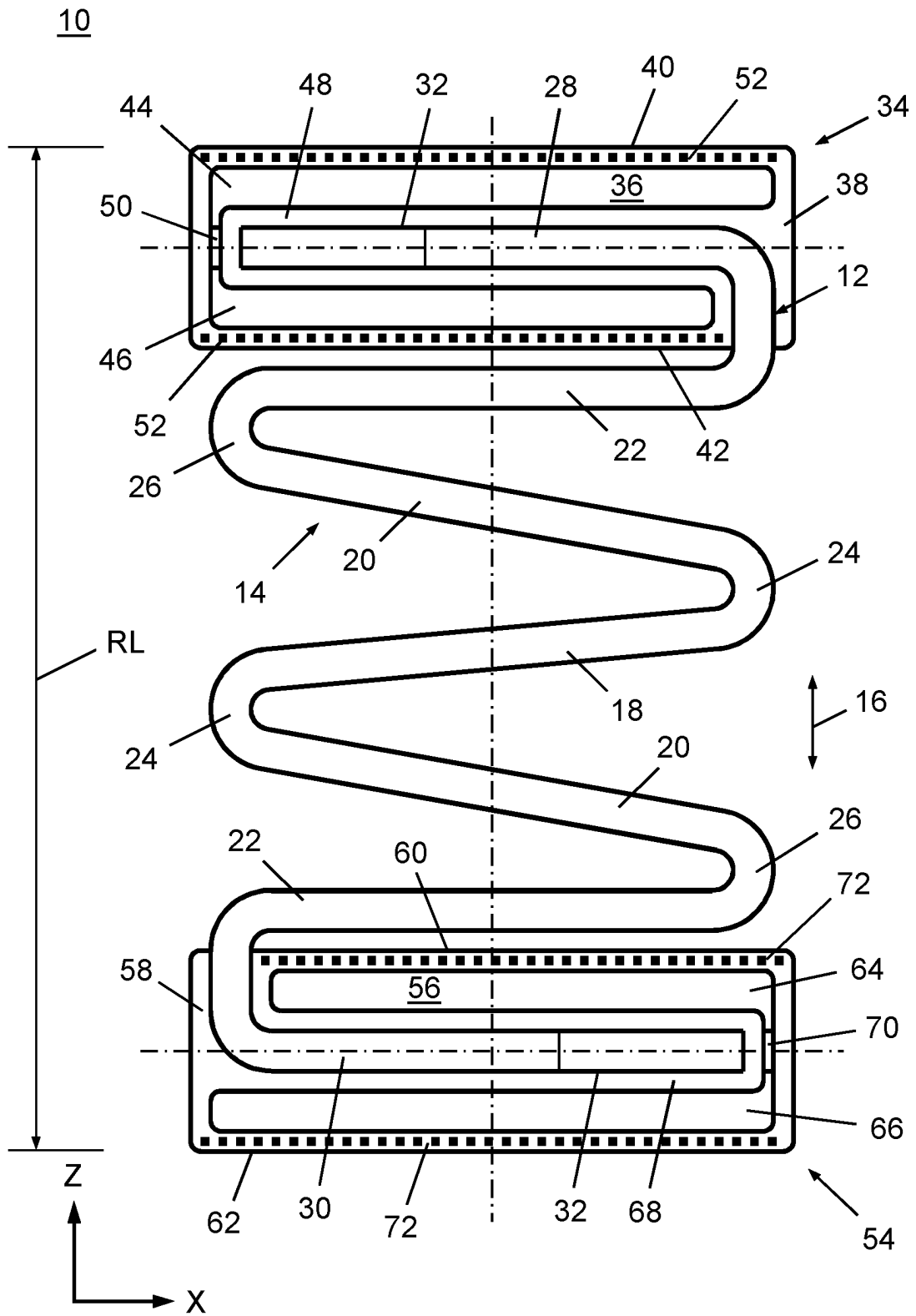


FIG. 2

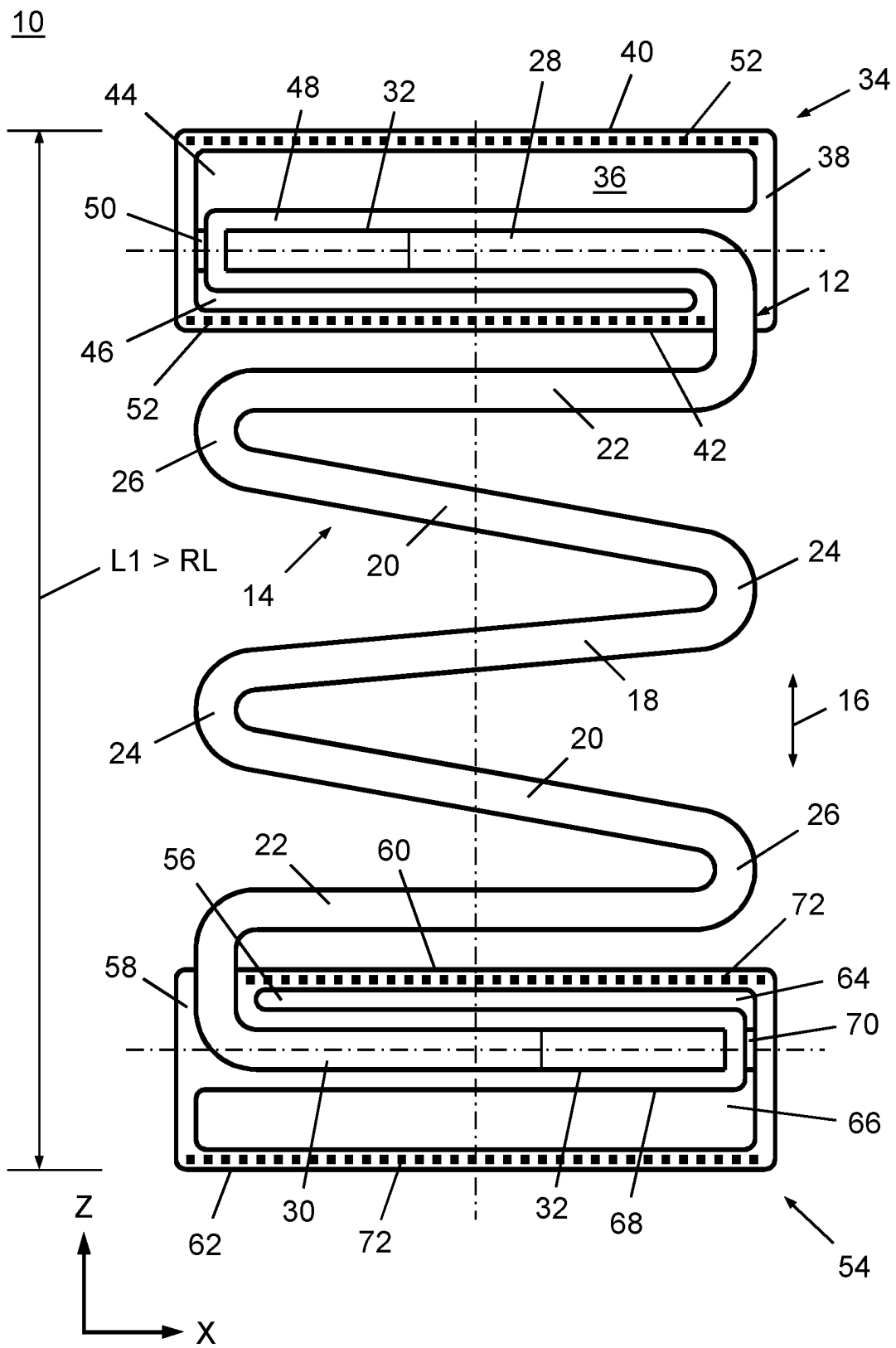


FIG. 3

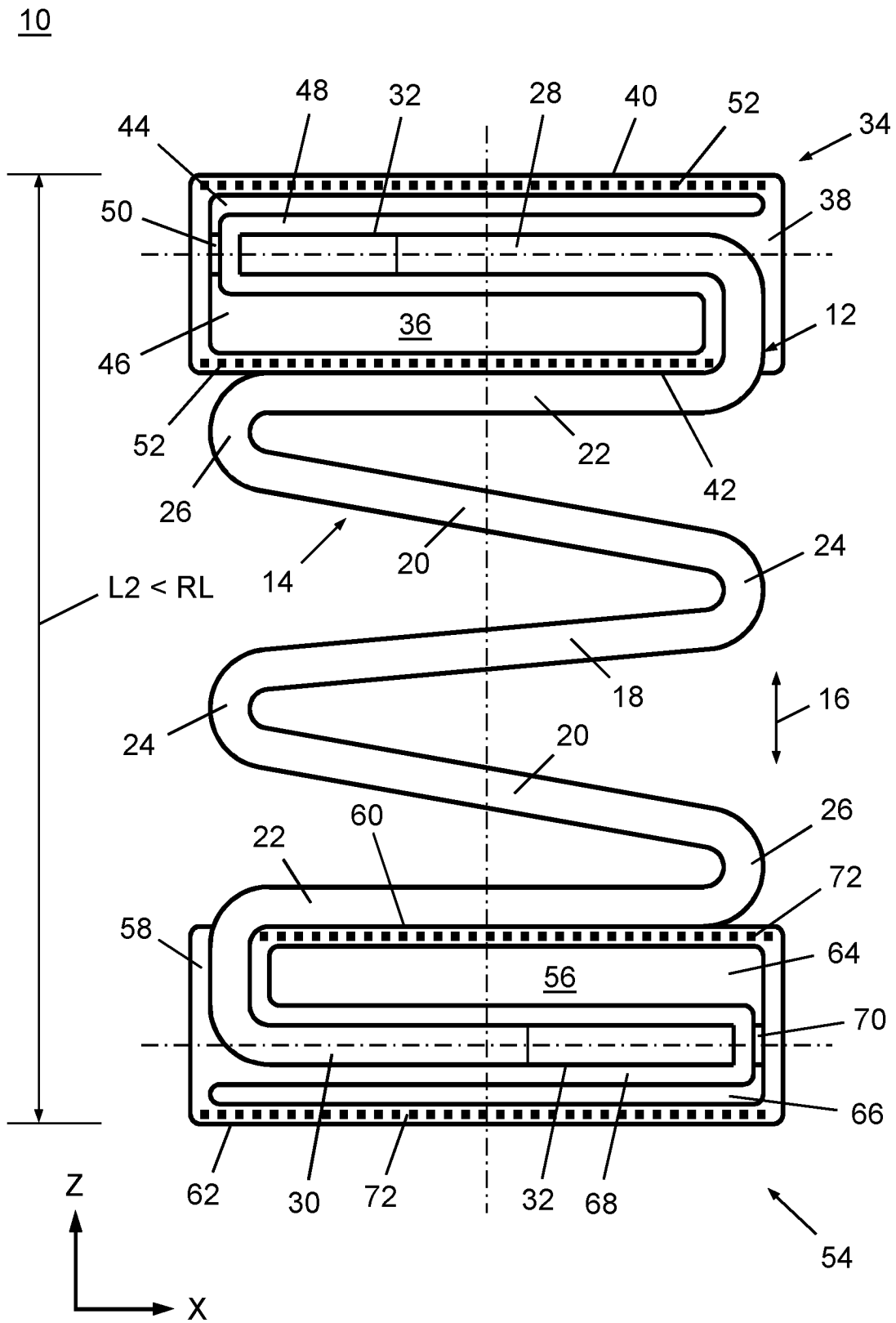


FIG. 4