



(10) **DE 10 2013 218 570 A1** 2015.03.19

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 218 570.7**

(22) Anmeldetag: **17.09.2013**

(43) Offenlegungstag: **19.03.2015**

(51) Int Cl.: **B60G 7/02 (2006.01)**

B60B 27/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG, 91074
Herzogenaurach, DE**

(72) Erfinder:
**Fischer, Raphael, 91074 Herzogenaurach, DE;
Vogler, Tobias, 91074 Herzogenaurach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

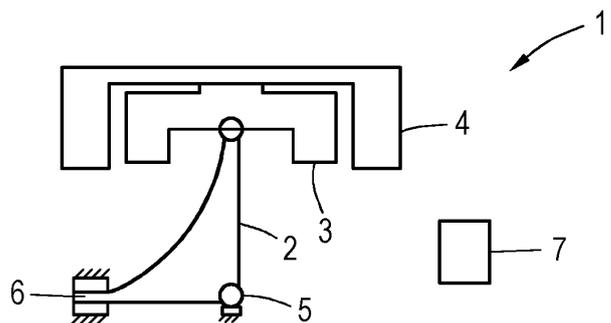
DE	10 2007 040 600	B4
DE	10 2004 015 036	A1
DE	10 2005 043 176	A1
DE	10 2006 055 294	A1
DE	10 2009 015 166	A1
DE	10 2009 028 641	A1
US	5 816 587	A
WO	2011/ 098 594	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Radaufhängung und zugehöriges Fahrwerk**

(57) Zusammenfassung: Radaufhängung (1) mit wenigstens einem Fahrwerksbauteil, einem Radnabenantrieb (3) und wenigstens einem mit einer Fahrzeugkarosserie koppelbaren Fahrwerkslager, das als adaptives Lager (6, 13, 14) mit einstellbarer Elastizität oder als passiv progressiv wirkendes Lager ausgebildet ist.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Radaufhängung mit wenigstens einem Fahrwerksbauteil, einem Radnabenantrieb und wenigstens einem mit einer Fahrzeugkarosserie koppelbaren Fahrwerkslager.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Derzeit werden Fahrwerke für PKWs entwickelt, die Radnabenantriebe aufweisen.

[0003] Radnabenantriebe können sowohl während einer Beschleunigungsphase als auch bei einem Bremsvorgang besser, insbesondere schneller und mit steileren Zugkraftgradienten, geregelt werden als ein herkömmlicher Antrieb bzw. eine herkömmliche Bremsanlage. Um diese gute Regelbarkeit umzusetzen, werden Radaufhängungen bzw. Fahrwerke benötigt, die eine große Steifigkeit in Fahrzeuglängsrichtung aufweisen. Andererseits sind auch elastokinematische und akustische Anforderungen zu berücksichtigen, so dass das Vorsehen herkömmlicher Lager nicht zweckmäßig ist. Herkömmliche Radaufhängungen sowie halbstarre Achsen und Starrachsen besitzen jeweils Lager, die hinsichtlich der Federungs- und Dämpfungseigenschaften speziell angepasst sind. Diese Abstimmung ist jedoch nicht für alle denkbaren Betriebssituationen optimal.

Zusammenfassung der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Radaufhängung anzugeben, die in der Lage ist, steile Zugkraftgradienten zu übertragen.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einer Radaufhängung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass das wenigstens eine Fahrwerkslager als adaptives Lager mit einstellbarer Elastizität oder als passiv progressiv wirkendes Lager ausgebildet ist.

[0006] Die Erfindung beruht auf der Idee, bei einer Radaufhängung wenigstens ein Fahrwerkslager mittels eines adaptiven Lagers mit einstellbarer Elastizität bzw. Steifigkeit zu verspannen. Durch das Verspannen kann ein steiler Zugkraftgradient, der durch einen Radnabenantrieb beim Beschleunigen oder Bremsen erzeugt wird, übertragen werden.

[0007] Im Vergleich zur Verwendung steiferer Lager weist die erfindungsgemäße Lösung den Vorteil auf, dass die Elastizität des adaptiven Lagers lediglich bei Bedarf geändert wird, das heißt wenn ein großer Zugkraftgradient vorliegt, insbesondere bei einem Beschleunigungs- oder einem Bremsvorgang.

In den übrigen Betriebszuständen weist das adaptive Lager hingegen eine niedrigere Steifigkeit auf.

[0008] Alternativ kann das wenigstens eine Fahrwerkslager der erfindungsgemäßen Radaufhängung als passiv progressiv wirkendes Lager ausgebildet sein. Ein derartiges spezielles passiv progressiv wirkendes Lager ist so gestaltet, dass es eine frequenzabhängige Steifigkeitskennlinie aufweist. Bei steigender Frequenz steigt die Steifigkeit und damit die Widerstandskraft des Lagers gegenüber einwirkenden Belastungen zunächst flach an. Bei höheren Frequenzen steigt die Steifigkeit dann zunehmend (progressiv) an, wodurch sich schnell ändernde Kräfte steifer abgestützt werden, in diesem Fall also der „Verlustweg“ in der Radaufhängung verringert wird. Verlustweg ist der Weg, den das unter Längskraft stehende Rad relativ zum Fahrzeug zurücklegt, bis die volle Wirkung der gewünschten Längskraft (Beschleunigung oder Bremsung) auf das Fahrzeug wirkt.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Radaufhängung wird es bevorzugt, dass das adaptive Lager derart angeordnet ist, dass dessen Elastizität in horizontaler Richtung einstellbar ist. Auf diese Weise kann die gewünschte Steifigkeit des Lagers in Situationen mit großer Längsdynamik erzeugt werden.

[0010] Adaptive Lager sind an sich bekannt, als Beispiel wird auf die DE 10 2009 015 166 A1 hingewiesen. Bei herkömmlichen Anwendungen werden adaptive Lager eingesetzt, um einen Verbrennungsmotor oder Aggregate eines Kraftfahrzeugs zu lagern, wobei die Federsteifigkeit und/oder die Dämpfung des Lagers einstellbar ist, auf diese Weise sollen unerwünschte Schwingungsanregungen vermieden werden. Bei derartigen Anwendungen werden adaptive Lager eingesetzt, um die Steifigkeit des Lagers in vertikaler Richtung einzustellen.

[0011] Bei der erfindungsgemäßen Radaufhängung kann es auch vorgesehen sein, dass bei dem adaptiven Lager die Dämpfung einstellbar ist, insbesondere in horizontaler Richtung. Dementsprechend kann das adaptive Lager eingesetzt werden, um die Steifigkeit und/oder die Dämpfung einzustellen. Durch diese Einstellmöglichkeiten wird eine gute Anpassung an unterschiedliche Betriebszustände erreicht.

[0012] Im Rahmen der Erfindung wird es bevorzugt, dass das adaptive Lager mechanisch oder elektromechanisch oder pneumatisch oder hydraulisch oder elektrorheologisch oder magnetorheologisch ansteuerbar ist. Sofern technisch möglich und sinnvoll ist auch eine Kombination mehrerer Ansteuerungsarten möglich.

[0013] Bei der erfindungsgemäßen Radaufhängung kann das Fahrwerksbauteil als Querlenker, Schwert-

lenker, Längslenker, Verbundlenker oder Trapezlenker ausgebildet sein. Dementsprechend kann praktisch jedes Fahrwerksbauteil, das ein oder mehrere Lager aufweist, ein adaptives Lager mit einstellbarer Elastizität aufweisen. Im aktivierten Zustand kann mittels des adaptiven Lagers die Elastizität dieses Lagers gezielt eingestellt oder verändert werden, um eine bestimmte Steifigkeit zu erzeugen. Beispielsweise kann ein Verbundlenker zwei adaptive Lager oder zwei passiv progressiv wirkende Lager aufweisen.

[0014] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass die Radaufhängung eine Steuerungseinrichtung aufweist oder damit verbindbar oder verbunden ist, die zum Einstellen der Elastizität des adaptiven Lagers ausgebildet ist. Die Steuerungseinrichtung kann somit in bestimmten Betriebszuständen, insbesondere wenn eine große Längsdynamik vorhanden ist, eingreifen und die Elastizität des adaptiven Lagers entsprechend anpassen, insbesondere durch Erhöhen der Steifigkeit. Vorzugsweise wird die Steifigkeit des adaptiven Lagers durch die Steuerungseinrichtung bei einem Beschleunigungs- oder Bremsvorgang erhöht.

[0015] Daneben betrifft die Erfindung ein Fahrwerk für ein Kraftfahrzeug. Das erfindungsgemäße Fahrwerk zeichnet sich dadurch aus, dass es Randaufhängungen der beschriebenen Art aufweist. Vorzugsweise umfasst das Fahrwerk auch eine Steuerungseinrichtung, die dazu ausgebildet ist, eine Längsverspannung zwischen Vorderachse und Hinterachse durch Einstellen der Elastizität der adaptiven Lager zu erzeugen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0016] Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

[0017] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Radaufhängung;

[0018] Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Radaufhängung; und

[0019] Fig. 3 eine grafische Darstellung, in der der Verlauf der Steifigkeit eines passiv progressiv wirkenden Lagers über der Frequenz dargestellt ist.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnung

[0020] Fig. 1 zeigt eine Radaufhängung **1** mit einem Fahrwerksbauteil, das als Dreiecksquerlenker **2** ausgebildet ist. Der Dreiecksquerlenker **2** ist mit einem Radnabenantrieb **3** verbunden, durch den ein Rad **4** antreibbar ist. In Fig. 1 erkennt man, dass der Dreiecksquerlenker **2** über zwei Lager mit einer nicht gezeigten Fahrzeugkarosserie verbindbar ist. Ein erstes

Lager **5** ist ein steifes Lager, das als Kugelgelenk ausgebildet ist. Bei anderen Ausführungen kann anstelle eines Kugelgelenks auch ein anderes Lager bzw. ein anderes Gelenk vorgesehen sein. Ein zweites Lager ist als adaptives Lager **6** mit einstellbarer Elastizität ausgebildet.

[0021] Der Radnabenantrieb **3** kann sowohl antreibend als auch bremsend schneller und mit einem steileren Zugkraftgradienten geregelt werden als ein konventioneller Antrieb bzw. eine konventionelle Bremsanlage. Um in Fahrzeuginnenrichtung eine steife Lagerung zu erzeugen, wird das adaptive Lager **6** eingesetzt, wodurch eine situationsgebundene Anpassung der Elastizität dieses Lagers und damit auch der Radaufhängung erfolgen kann. Neben der Elastizität kann bei dem adaptiven Lager **6** auch die Dämpfung eingestellt werden.

[0022] Das adaptive Lager **6** wird aktiviert, wenn durch eine Fahrereingabe wie die Betätigung des Bremspedals oder des Fahrpedals erkennbar ist, dass der Wunsch nach starker Längsdynamik besteht. Eine starke Längsdynamik kann sowohl einen Bremsvorgang als auch einen Beschleunigungsvorgang betreffen. Neben Fahrereingaben, die über ein Pedal vermittelt werden, kann auch ein Fahrzeugsystem, beispielsweise ein Bremsassistent, eine gewünschte starke Längsdynamik signalisieren.

[0023] Der Radaufhängung **1**, insbesondere dem adaptiven Lager **6**, ist eine Steuerungseinrichtung **7** zugeordnet, die das adaptive Lager **6** so ansteuert, dass sich dessen Steifigkeit in horizontaler Richtung erhöht. Bei ansteigender Längsdynamik kann auf diese Weise ein Sicherheitsgewinn und eine Erhöhung der Fahrfreude erzielt werden.

[0024] Eine Variante der in Fig. 1 gezeigten Radaufhängung **1** sieht vor, dass das zweite adaptive Lager **6** so angesteuert wird, dass es eine Kraft auf das erste Lager **5** ausübt. Dadurch werden beide Lager **5**, **6** vorgespannt, wodurch sich die gewünschte Erhöhung der Längssteifigkeit ergibt.

[0025] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Einstellung der Elastizität des adaptiven Lagers **6** elektromechanisch, indem die Steuerungseinrichtung **7** entsprechende Steuersignale an das adaptive Lager **6** sendet. Bei anderen Ausführungen kann die Ansteuerung der Lager mechanisch, pneumatisch, hydraulisch, elektrorheologisch oder magnetorheologisch erfolgen.

[0026] Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Radaufhängung **8**. Ein Fahrwerksbauteil ist dabei als Verbundlenker **9** bzw. Verbundlenkerachse ausgebildet. Der Verbundlenker **9** kann als Hinterachse eingesetzt werden mit Frontantrieb oder Heckantrieb. Der Verbundlenker **9** umfasst zwei Längs-

schwingen **10**, **11**, die durch ein Profil **12** miteinander verbunden sind. In Übereinstimmung mit dem ersten Ausführungsbeispiel sind Radnabenantriebe **3** vorgesehen, durch die jeweils ein Rad **4** angetrieben wird.

[0027] Der Verbundlenker **9** ist über zwei Lager **13**, **14** mit einer Fahrzeugkarosserie verbunden. Beide Lager **13**, **14** sind als adaptive Lager ausgebildet, deren Elastizität, insbesondere in horizontaler Richtung, mittels einer Steuerungseinrichtung **7** einstellbar ist. Die beiden adaptiven Lager **13**, **14** des Verbundlenkers **9** können durch eine entsprechende Ansteuerung der adaptiven Lager **13**, **14** eine Längskraft erzeugen, wenn ein steiler Zugkraftgradient vorhanden ist. Auf diese Weise erhöht sich die Steifigkeit der Hinterachse und es können größere Zugkraftgradienten, die von den Radnabenantrieben **3** erzeugt werden, übertragen werden.

[0028] Ein alternatives Ausführungsbeispiel sieht vor, dass anstelle der in **Fig. 1** und **Fig. 2** vorgesehenen adaptiven Lager jeweils ein passiv progressiv wirkendes Lager eingesetzt wird. Ein derartiges Lager ist so ausgebildet, dass es eine starke frequenzabhängige Steifigkeitskennlinie aufweist. **Fig. 3** zeigt qualitativ den Verlauf der Steifigkeit eines derartigen passiv progressiv wirkenden Lagers im Vergleich zu einem herkömmlichen Lager über der Frequenz. Die Frequenz f ist auf der waagerechten Achse aufgetragen, die Steifigkeit F auf der senkrechten Achse. Die mit dem Bezugszeichen **15** bezeichnete Kurve zeigt das Verhalten eines herkömmlichen Lagers. Bei steigender Frequenz ist lediglich eine geringe Zunahme der Steifigkeit erkennbar, das herkömmliche Lager weist näherungsweise einen linearen Zusammenhang zwischen Steifigkeit und Frequenz auf. Die in **Fig. 3** mit dem Bezugszeichen **16** bezeichnete Kurve eines adaptiven Lagers weist eine stark frequenzabhängige Steifigkeit auf. Bei niedriger Frequenz steigt die Steifigkeit des adaptiven Lagers zunächst nur gering an, was an dem flachen Verlauf der Kurve **16** erkennbar ist. Bei höheren Frequenzen steigt die Steifigkeit F dann zunehmend an, wodurch hochfrequenten Anregungen durch einen Radnabenantrieb entgegengewirkt wird.

[0029] Ein passiv progressiv wirkendes Lager weist den Vorteil auf, dass keine separate Steuerungseinrichtung benötigt wird. Das gewünschte progressive Verhalten stellt sich frequenzabhängig selbsttätig ein.

8	Radaufhängung
9	Verbundlenker
10	Längsschwinge
11	Längsschwinge
12	Profil
13	Lager
14	Lager
15	Kurve
16	Kurve

Bezugszeichenliste

1	Radaufhängung
2	Dreiecksquerlenker
3	Radnabenantrieb
4	Rad
5	Lager
6	Lager
7	Steuerungseinrichtung

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

- DE 102009015166 A1 [0010]

Patentansprüche

1. Radaufhängung (1) mit wenigstens einem Fahrwerksbauteil, einem Radnabenantrieb (3) und wenigstens einem mit einer Fahrzeugkarosserie koppelbaren Fahrwerkslager, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Fahrwerkslager als adaptives Lager (6, 13, 14) mit einstellbarer Elastizität oder als passiv progressiv wirkendes Lager ausgebildet ist.

2. Radaufhängung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das adaptive Lager (6, 13, 14) derart angeordnet ist, dass dessen Elastizität in im Wesentlichen horizontaler Richtung einstellbar ist.

3. Radaufhängung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei dem adaptiven Lager (6, 13, 14) die Dämpfung einstellbar ist, insbesondere die Dämpfung in im Wesentlichen horizontaler Richtung.

4. Radaufhängung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das adaptive Lager (6, 13, 14) mechanisch oder elektromechanisch oder pneumatisch oder hydraulisch oder elektrorheologisch oder magnetorheologisch ansteuerbar ist.

5. Radaufhängung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das passiv progressiv wirkende Lager eine frequenzabhängig progressiv steigende Steifigkeit aufweist.

6. Radaufhängung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fahrwerksbauteil als Querlenker, Schwertlenker, Längslenker, Verbundlenker (9) oder Trapezlenker ausgebildet ist.

7. Radaufhängung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Fahrwerksbauteil, insbesondere ein Verbundlenker, zwei adaptive Lager (13, 14) oder zwei passiv progressiv wirkende Lager aufweist.

8. Radaufhängung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Steuerungseinrichtung (7) aufweist oder damit verbindbar oder verbunden ist, die zum Einstellen der Elastizität des adaptiven Lagers (6, 13, 14) ausgebildet ist.

9. Radaufhängung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinrichtung (7) dazu ausgebildet ist, die Steifigkeit des adaptiven Lagers (6, 13, 14) bei einem Beschleunigungs- oder Bremsvorgang zu erhöhen.

10. Fahrwerk für ein Kraftfahrzeug, **dadurch gekennzeichnet**, dass es Radaufhängungen (1) nach

einem der Ansprüche 1 bis 9 und vorzugsweise eine Steuerungseinrichtung (7) aufweist, die dazu ausgebildet ist, eine Längsverspannung zwischen einer Vorderachse und einer Hinterachse durch Einstellen der Elastizität der adaptiven Lager zu erzeugen.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

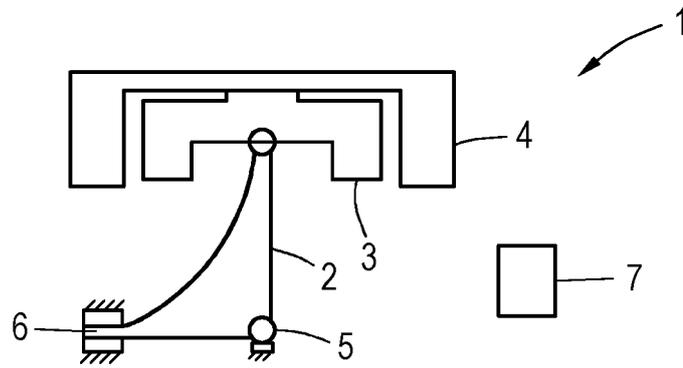


FIG. 2

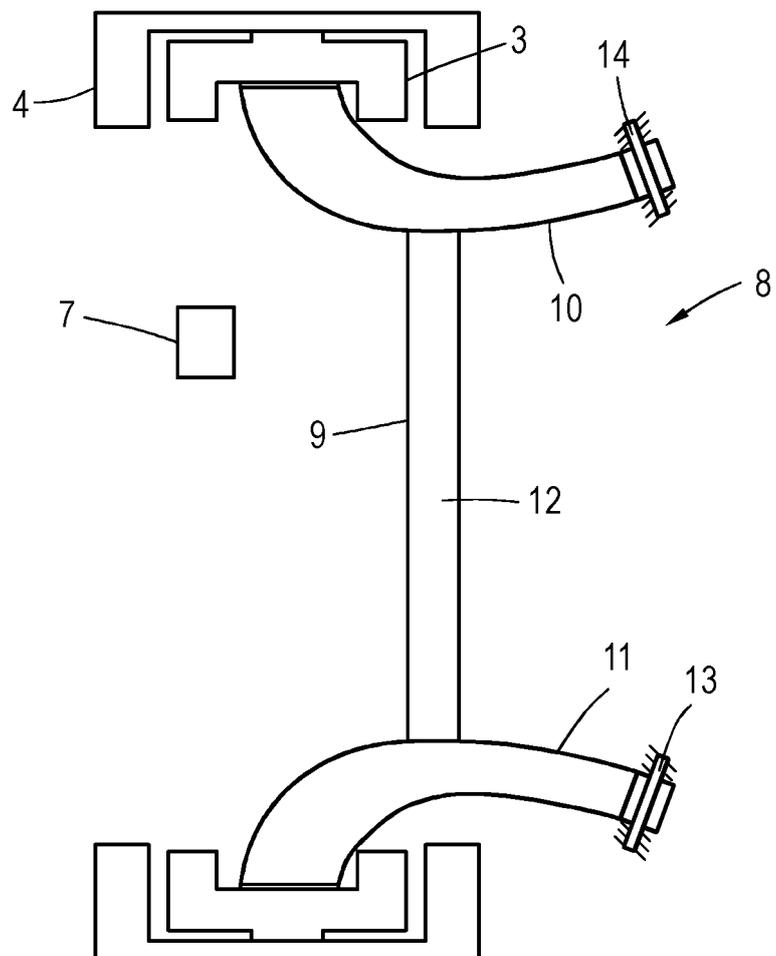


FIG. 3

