



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 52 384 B4** 2005.05.25

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 52 384.3**
(22) Anmeldetag: **12.11.2002**
(43) Offenlegungstag: **03.06.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **25.05.2005**

(51) Int Cl.7: **B60K 13/00**
F16F 15/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

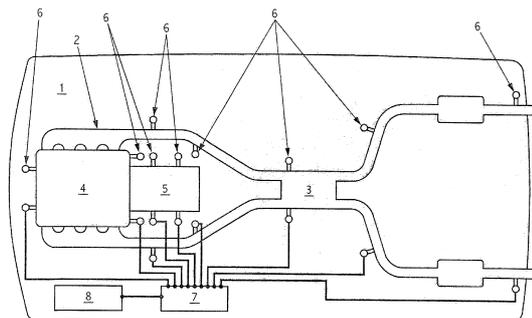
(71) Patentinhaber:
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

(72) Erfinder:
Bahl, Hans-Ulrich, 85139 Wettstetten, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 41 23 254 A1
DE 693 26 055 T2
US 60 29 274 C1
US 55 20 375 C1
WO 99/02 890

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Schwingungsdämpfung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Schwingungsdämpfung eines mittels einer Anzahl von Lagerelementen an einem Kraftfahrzeug befestigten Schwingungssystems, welches Abgasanlage, Motor und/oder Getriebe umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Lagerelemente (6) der Abgasanlage (3), des Motors (4) und/oder des Getriebes (5) veränderbare Steifigkeiten aufweisen, die in Abhängigkeit voneinander und in Abhängigkeit von den Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs (1) eingestellt werden.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Schwingungsdämpfung eines mittels einer Anzahl von Lagerelementen an einem Kraftfahrzeug befestigten Schwingungssystems, welches Abgasanlage, Motor und/oder Getriebe umfasst.

Stand der Technik

[0002] Abgasanlagen werden im allgemeinen mittels einer Anzahl von ringförmigen Gummielementen am Unterboden eines Kraftfahrzeugs befestigt, wobei die Gummielemente in Halteelemente eingehängt werden, die sowohl an der Abgasanlage als auch an den Unterboden angeformt sind. Diese Gummielemente haben jedoch den Nachteil, dass deren Elastizität bzw. Steifigkeit je nach Ausführung nur einen bestimmten Wert annehmen kann und daher für verschiedene Betriebszustände des Kraftfahrzeugs nur einen Kompromiss darstellt. Zudem ist das Material der Gummielemente einer Alterung unterworfen, welche deren Form und Elastizität nachteilig beeinflusst.

[0003] Aus der Druckschrift DE 100 26 527 A1 ist ein elastisches Lager für eine schwingungsisolierte Lagerung einer Abgasanlage an einem Fahrzeugboden bekannt. Dieses Lager ist hängend ausgebildet und weist eine mit Druckluft beaufschlagbare Druckkammer auf, die nach unten hin von einem elastischen Element begrenzt wird. Das elastische Element wölbt sich in Abhängigkeit von dem Luftdruck innerhalb der Druckkammer nach außen, wodurch eine daran angeformte Lageröse für die Abgasanlage in Abhängigkeit von dem Signal eines Lagesensors positionierbar ist. Durch die Höhe des Luftdrucks innerhalb der Druckkammer bzw. durch den Grad der Wölbung des elastischen Elements wird dabei auch die Elastizität des Lagers innerhalb gewisser Grenzen beeinflusst.

[0004] Darüber hinaus zeigt die Druckschrift DE 41 23 254 A1 eine Steuerung für einzelne oder in Gruppen angeordnete aktive Lagerelemente zur Lagerung von Triebwerken in Kraftfahrzeugen, mit Sensoren zur Erfassung von Störschwingungen und fahrzeugspezifischen Leitgrößen, wie Motordrehzahl, Gangstufe, Drosselklappenstellung oder dergleichen, mit einer Steuerschaltung zur Verarbeitung der Sensorsignale und mit jeweils einem Aktuator zur Beeinflussung der Lagerelemente in Abhängigkeit vom Ausgangssignal der Steuerschaltung.

Aufgabenstellung

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein verbessertes Verfahren zur Schwingungsdämpfung zu schaffen, welches in ganz besonderer Weise auf das bei einem Kraftfahrzeug auftretende Schwingungs-

verhalten eines aus Abgasanlage, Motor und/oder Getriebe gebildeten Schwingungssystems abgestimmt ist und eine flexible Beeinflussung der Lagerelemente ermöglicht.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe, indem bei dem verbesserten Verfahren die einzelnen Lagerelemente der Abgasanlage, des Motors und/oder des Getriebes variable Steifigkeiten aufweisen, die in Abhängigkeit voneinander und in Abhängigkeit von den Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs eingestellt werden. Durch diese Merkmalskombination, bei der die Steifigkeiten der zur Befestigung dienenden Lagerelemente unabhängig von deren Form jeweils innerhalb eines weiten Bereiches variierbar sind, können die Schwingungen der Abgasanlage, des Motors und/oder des Getriebes bei verschiedenen Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs optimal gedämpft werden, so dass am gesamten Schwingungssystem keine unerwünscht starken Schwingungen oder Resonanzen auftreten, oder können ausgewählte Schwingungen bzw. Frequenzbereiche ungedämpft durchgelassen oder gar verstärkt werden, so dass diese Schwingungen zur Erzeugung eines bestimmten "Fahrgefühls" herausgestellt werden.

[0007] Zweckmäßig werden die Betriebszustände des Kraftfahrzeugs anhand bestimmter Drehzahlbereiche von Motor und/oder Getriebe definiert. Denn die an dem Schwingungssystem auftretenden Schwingungen lassen sich aus den bestimmten Drehzahlbereichen, die während der verschiedenen Betriebszustände, wie zum Beispiel Leerlaufbetrieb, Stadtbetrieb, Landstraßenbetrieb, Autobahnbetrieb oder Vollastbetrieb vorherrschen, ableiten und dann je nach Vorgabe zum Beispiel schwach oder stark dämpfen.

[0008] Weiterbildungsgemäß werden die Steifigkeiten der Lagerelemente in zeitlich kurzen Abständen verändert bzw. hin- und hergeschaltet, so dass die bei bestimmten Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs auftretenden Resonanzen des Schwingungssystems aktiv unterdrückt oder gar angeregt werden. Diese Maßnahme ist besonders wirkungsvoll, wenn die einzelnen Lagerelemente in unterschiedlicher Art und Weise angesteuert werden.

[0009] Vorteilhaft sind die Steifigkeiten der Lagerelemente zudem von verschiedenen Fahrwerkfunktionen des Kraftfahrzeugs abhängig. Damit kann auch den durch Fahrbahnunebenheiten sowie durch Beschleunigungen bzw. Verzögerungen des Kraftfahrzeugs verursachten Einflüssen auf das Schwingungssystem begegnet werden.

[0010] Besonders vorteilhaft werden die Steifigkeiten der Lagerelemente außerdem vom Fahrer beeinflusst. Der Fahrer des Kraftfahrzeugs kann somit wählen, ob er zum Beispiel gemäß einer ersten Kom-

forteinstellung eine überwiegend starke Schwingungsdämpfung bzw. eine weiche Aufhängung des Schwingungssystems, gemäß einer zweiten Sporteinstellung eine überwiegend schwache Schwingungsdämpfung bzw. eine harte Aufhängung des Schwingungssystems oder gemäß einer dritten Sondereinstellung eine Schwingungsdämpfung bzw. eine Aufhängung mit einer aktiven Resonanzdämpfung des Schwingungssystems wünscht. Natürlich sind die verschiedenen Einstellungen auch miteinander kombinierbar.

[0011] Werden die Steifigkeiten der Lagerelemente in einer für das jeweilige Schwingungssystem spezifischen Reihenfolge eingestellt, so trägt dies zu einer besonders flexiblen Schwingungsdämpfung bei. Denn die Schwingungen des Schwingungssystems pflanzen sich gemäß einer bestimmten Charakteristik fort, wobei diese Charakteristik der spezifischen Reihenfolge der Einstellung zugrunde gelegt wird.

[0012] Die Steifigkeiten der Lagerelemente werden eingestellt, indem die Lagerelemente stehend ausgeführt sind und ein elastisches Element mit einem Fluid bzw. einem Gel aufweisen, dessen Viskosität in Abhängigkeit von einer elektrischen Spannung verändert wird. Da die Steifigkeiten der Lagerelemente somit zu jeder Zeit innerhalb weiter Grenzen einstellbar sind, kann das Schwingungssystem stets in optimaler Weise gedämpft werden. Darüber hinaus kommt es dabei nicht zu einer unerwünschten Lageänderung des Schwingungssystems.

[0013] Die Steifigkeiten der Lagerelemente werden eingestellt, indem die einzelnen Lagerelemente von einer gemeinsamen elektrischen Einrichtung angesteuert werden, die mit dem Steuergerät des Kraftfahrzeugs in Verbindung steht.

Ausführungsbeispiel

[0014] Die vorliegende Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungsfikuren näher erläutert. Es zeigen:

[0015] [Fig. 1](#) Eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einem aus Abgasanlage, Motor und Getriebe bestehenden Schwingungssystem;

[0016] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung eines stehenden Lagerelements zur Befestigung des Schwingungssystems aus [Fig. 1](#) am Kraftfahrzeug; und

[0017] [Fig. 3](#) drei Beispiele von unterschiedlichen Einstellungen der Lagerelemente bei verschiedenen Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs.

[0018] Das in [Fig. 1](#) gezeigte Kraftfahrzeug **1** weist ein Schwingungssystem **2** auf, das eine Abgasanlage

3, einen Motor **4** und ein Getriebe **5** umfasst, wobei die Abgasanlage **3**, der Motor **4** und das Getriebe **5** starr miteinander verbunden sind. Das Schwingungssystem **2** hat aufgrund der beim Betrieb des Kraftfahrzeugs veränderlichen Drehzahl von Motor **3** und Getriebe **4** sowie aufgrund seiner geometrischen Ausgestaltung ein sehr komplexes Schwingungsverhalten. Zur Dämpfung der auftretenden Schwingungen ist das Schwingungssystem **2** an verschiedenen Stellen durch eine Anzahl von Lagerelementen **6** im Motorraum bzw. am Unterboden des Kraftfahrzeugs **1** befestigt. Die Lagerelemente **6** werden über eine gemeinsame elektrische Einrichtung **7** angesteuert, welche die Steifigkeiten der Lagerelemente **6** in Abhängigkeit voneinander und in Abhängigkeit von den Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs **1** verändert. Die Betriebszustände des Kraftfahrzeugs **1** erhält die elektrische Einrichtung dabei direkt von dem Steuergerät **8** des Kraftfahrzeugs **1**.

[0019] Die Lagerelemente **6** sind gemäß [Fig. 2](#) stehend ausgebildet, indem sie ein elastisches Element **9** aufweisen, welches zylindrisch ausgebildet ist, mit seiner Unterseite auf einem am Kraftfahrzeug angeformten topfartigen Halter **10** aufliegt und mit seiner Oberseite einen an die Abgasanlage **3**, den Motor **4** oder das Getriebe **5** des Schwingungssystems **2** angeformten abgewinkelten Bügel **11** trägt. Das elastische Element **9** enthält ein Fluid, welches durch das Anlegen einer elektrischen Spannung in seiner Viskosität veränderbar ist, so dass die Dämpfung zwischen dem Halter **10** und dem Bügel **11** bzw. zwischen der Karosserie des Kraftfahrzeugs **1** und dem Schwingungssystem **2** entsprechend beeinflussbar ist. Die Viskosität des elastischen Elements **9**, d.h. die Steifigkeit des Lagerelements **6** kann also zu jeder Zeit innerhalb weiter Grenzen variiert werden.

[0020] In der [Fig. 3](#) sind schließlich drei Beispiele von möglichen Einstellungen der Lagerelemente **6** in Abhängigkeit von bestimmten Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs **1** bzw. Drehzahlbereichen von Motor **4** und Getriebe **5** dargestellt.

[0021] Dabei ist gemäß dem ersten Beispiel A eine Komferteinstellung der Lagerelemente **6** gezeigt, welche vorsieht, dass deren Steifigkeit im Leerlaufbetrieb, im Stadtbetrieb und im Landstraßenbetrieb für eine starke Schwingungsdämpfung bzw. für eine "weiche" Aufhängung des Schwingungssystems **2** gering ist, während deren Steifigkeit im Autobahnbetrieb und im Vollastbetrieb für eine schwache Schwingungsdämpfung bzw. für eine "harte" Aufhängung des Schwingungssystems **2** hoch ist.

[0022] Gemäß dem zweiten Beispiel B ist eine Sporteinstellung der Lagerelemente **6** dargestellt, wobei deren Steifigkeit lediglich im Leerlaufbetrieb für eine starke Schwingungsdämpfung bzw. für eine "weiche" Aufhängung des Schwingungssystems **2** gering ist

und im Stadtbetrieb, im Landstraßenbetrieb, im Autobahnbetrieb und im Vollastbetrieb für eine schwache Schwingungsdämpfung bzw. für eine "harte" Aufhängung des Schwingungssystems **2** hoch ist.

[0023] Und gemäß dem dritten Beispiel C ist eine Komforteinstellung der Lager Elemente **6** mit einer Sondereinstellung zur aktiven Resonanzdämpfung kombiniert. Diese Sondereinstellung sieht vor, dass die Steifigkeiten der Lager Elemente **6** im Stadtbetrieb und im Autobahnbetrieb beim Auftreten einer Resonanz in zeitlich kurzen Abständen zwischen der "weichen" Aufhängung und der "harten" Aufhängung des Schwingungssystems **2** hin- und hergeschaltet werden, um die Resonanz zu unterdrücken.

[0024] Zur Erzielung einer "weichen", "mittleren" oder "harten" Aufhängung des Schwingungssystems **2** ist es nicht erforderlich, die Steifigkeit aller Lager Elemente **6** in jeweils gleicher Weise zu beeinflussen. Vielmehr ist es gemäß der vorliegenden Erfindung wichtig, die verschiedenen Lager Elemente **6** in Abhängigkeit von ihren jeweiligen Positionen unterschiedlich anzusteuern, um eine besonders flexible Dämpfung des Schwingungssystems **2** zu verwirklichen.

Bezugszeichenliste

| | |
|-----------|-------------------------|
| 1 | Kraftfahrzeug |
| 2 | Schwingungssystem |
| 3 | Abgasanlage |
| 4 | Motor |
| 5 | Getriebe |
| 6 | Lager Element |
| 7 | elektrische Einrichtung |
| 8 | Steuergerät |
| 9 | elastisches Element |
| 10 | Halter |
| 11 | Bügel |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Schwingungsdämpfung eines mittels einer Anzahl von Lager Elementen an einem Kraftfahrzeug befestigten Schwingungssystems, welches Abgasanlage, Motor und/oder Getriebe umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die einzelnen Lager Elemente (**6**) der Abgasanlage (**3**), des Motors (**4**) und/oder des Getriebes (**5**) veränderbare Steifigkeiten aufweisen, die in Abhängigkeit voneinander und in Abhängigkeit von den Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs (**1**) eingestellt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebszustände des Kraftfahrzeugs (**1**) anhand bestimmter Drehzahlbereiche von Motor (**4**) und/oder Getriebe (**5**) definiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch

gekennzeichnet, dass die Steifigkeiten der Lager Elemente (**6**) in zeitlich kurzen Abständen verändert bzw. hin- und hergeschaltet werden, so dass die bei bestimmten Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs (**1**) auftretenden Resonanzen des Schwingungssystems (**2**) aktiv unterdrückt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steifigkeiten der Lager Elemente (**6**) von verschiedenen Fahrwerkfunktionen des Kraftfahrzeugs (**1**) abhängig sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steifigkeiten der Lager Elemente (**6**) vom Fahrer beeinflusst werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steifigkeiten der Lager Elemente (**6**) in einer für das jeweilige Kraftfahrzeug (**1**) spezifischen Reihenfolge eingestellt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steifigkeiten der Lager Elemente (**6**) eingestellt werden, indem die Lager Elemente (**6**) stehend ausgeführt sind und ein elastisches Element (**9**) mit einem Fluid bzw. einem Gel aufweisen, dessen Viskosität in Abhängigkeit von einer elektrischen Spannung verändert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Steifigkeiten der Lager Elemente (**6**) eingestellt werden, indem die einzelnen Lager Elemente (**6**) von einer gemeinsamen elektrischen Einrichtung (**7**) angesteuert werden, die mit dem Steuergerät (**8**) des Kraftfahrzeugs (**1**) in Verbindung steht.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

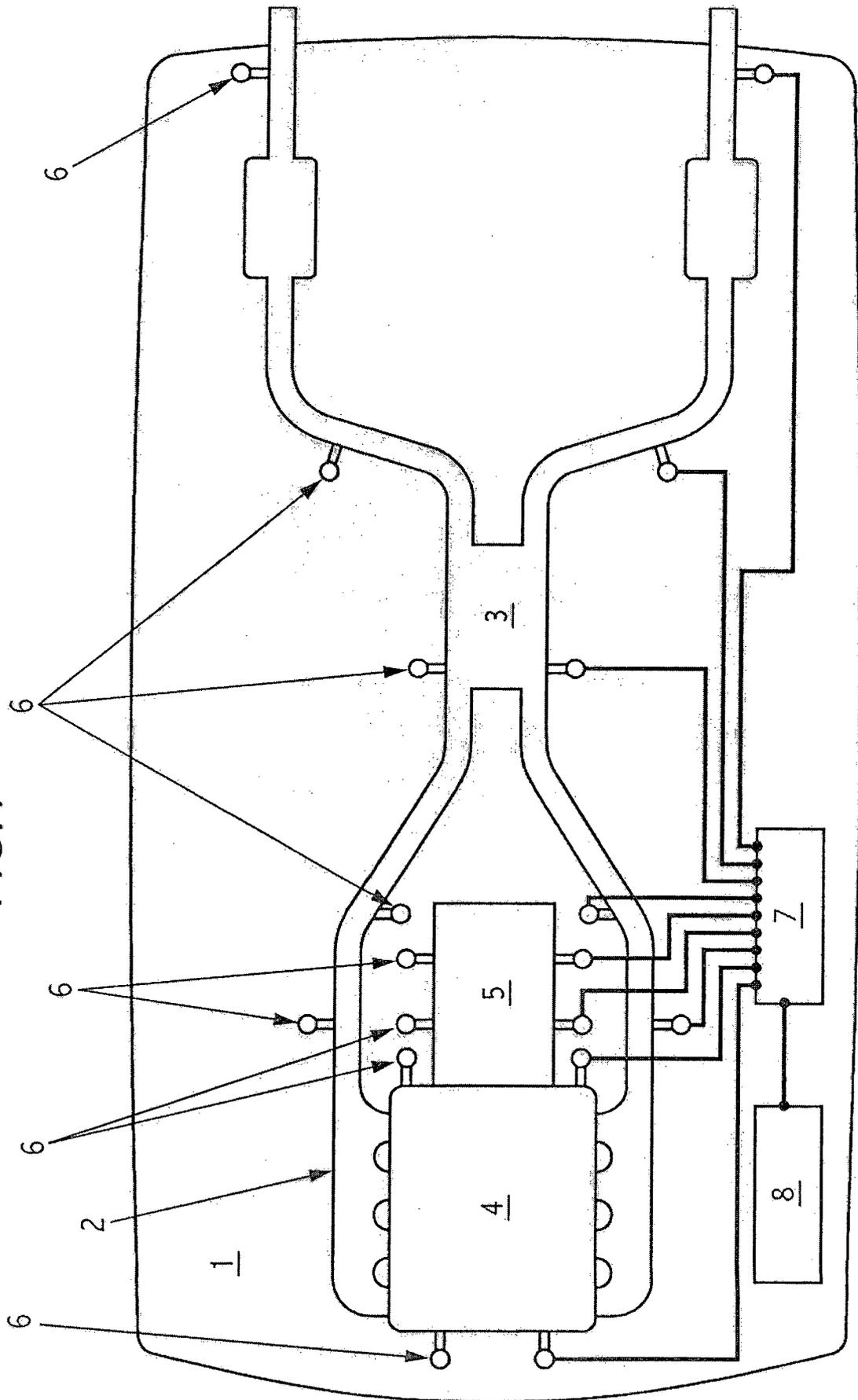


FIG. 2

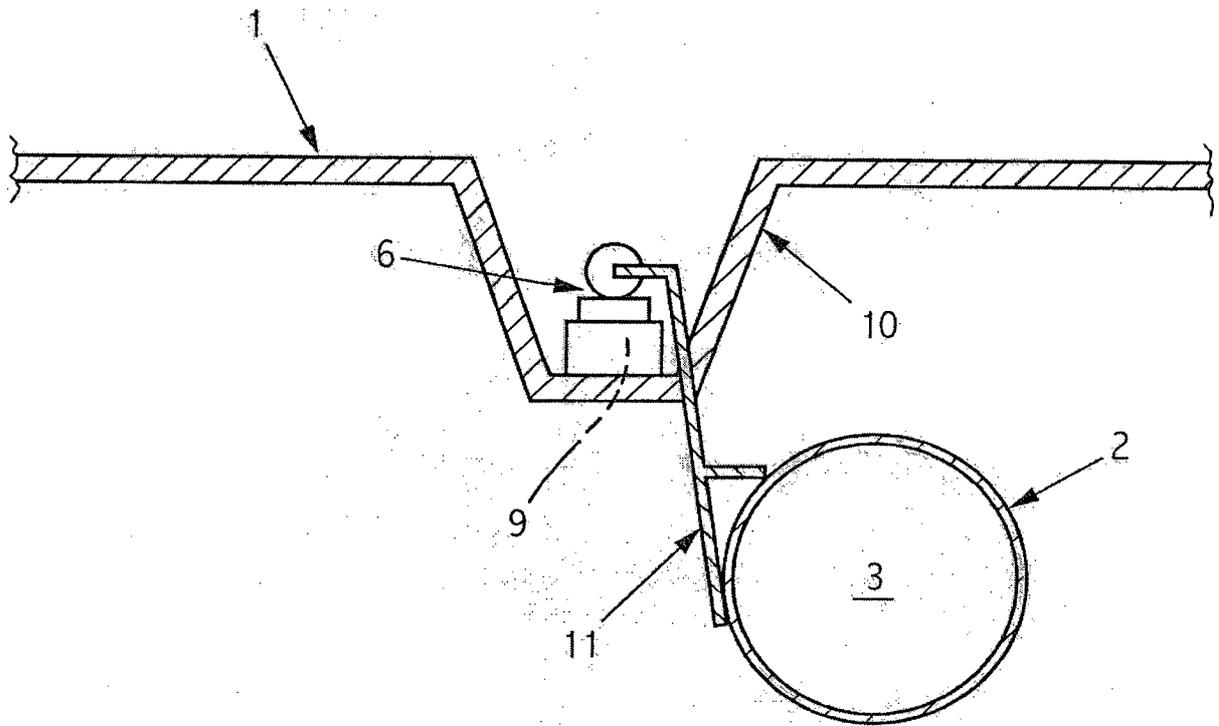


FIG. 3

A. Komforteinstellung:

| | | | | |
|-----------------|--------------|--------------------|-----------------|----------------|
| weich | weich | weich | hart | hart |
| Leerlaufbetrieb | Stadtbetrieb | Landstraßenbetrieb | Autobahnbetrieb | Vollastbetrieb |

B. Sporteinstellung:

| | | | | |
|-----------------|--------------|--------------------|-----------------|----------------|
| weich | hart | hart | hart | hart |
| Leerlaufbetrieb | Stadtbetrieb | Landstraßenbetrieb | Autobahnbetrieb | Vollastbetrieb |

C. Komfort-/Sondereinstellung:

| | | | | |
|-----------------|--------------|--------------------|-----------------|----------------|
| weich | weich/hart | weich | hart/weich | hart |
| Leerlaufbetrieb | Stadtbetrieb | Landstraßenbetrieb | Autobahnbetrieb | Vollastbetrieb |