

PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP F 16 F / 294 944 4

(22) 02.10.86

(44) 08.08.90

(71) VE3 Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, Jena, 6900, DD

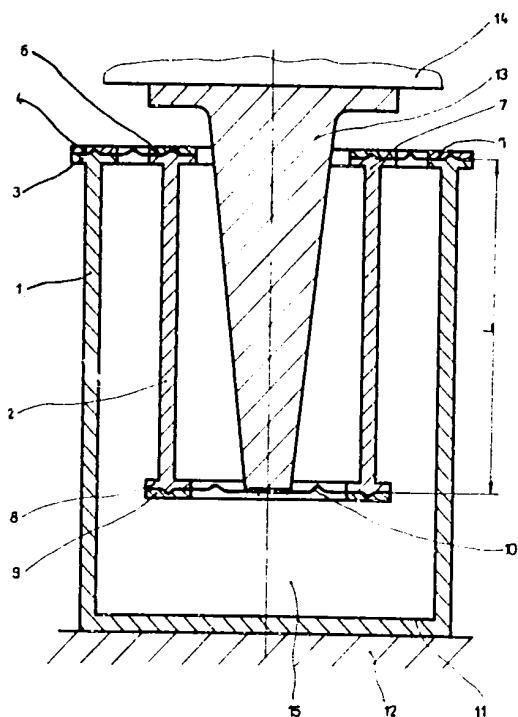
(72) Thiemer, Rolf; Sternal, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Körbs, Gerhardt, DD

(73) siehe (71)

(54) Gasfeder zur Schwingungsisolierung von Präzisionsgeräten

(55) Gasfeder; Luftfeder; Schwingungsdämpfung;
Schwingungsisolierung; Kammer; Membran;
Ringmembran; Scheibenmembran; Rohrstücke;
Eigenfrequenz

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die schwingungsisolierende Aufstellung von Präzisionsmaschinen, Geräten und Richtplatten durch Verwendung von Gasfedern. Sie besteht darin, daß die Gasfeder aus einer Kammer mit zwei coaxial ineinander, mit ihrer Achse vertikal angeordneten rotationssymmetrischen hohlen Körpern mit festen Mantelwänden besteht. Die oberen Ränder der Körper sind über eine Ringmembran miteinander verbunden. Der Boden des innen liegenden Körpers ist mit einer Scheibenmembran verschlossen. Die über den Boden des äußeren Körpers aufgenommenen Störschwingungen werden stark in horizontaler und vertikaler Richtung gedämpft, so daß die Störschwingungen nicht nachteilig über die an die Scheibenmembran angekoppelte Stütze auf das Präzisionsgerät übertragen werden. Figur



Patentansprüche:

1. Gasfeder zur Schwingungsisolierung von Präzisionsgeräten, bei der sich Gas als Dämpfungsmittel in einer dichten Kammer mit mindestens einer biegsamen Wand befindet, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kammer (15) aus zwei koaxial ineinander und mit ihrer Achse vertikal angeordneten rotationssymmetrischen hohlen Körpern (1), (2) mit festen Mantelwänden besteht, wobei der äußere Körper (1) mit seinem unten liegenden festen Boden (11) an einen Schwingungsverursacher (12) angekoppelt und mit seinem oberen Rand (3) über eine Membran (5) mit dem oberen Rand (7) des inneren Körpers (2) verbunden ist, wobei weiterhin der innere Körper (2) als unten liegenden Boden eine Scheibenmembran (10) aufweist, an die koaxial zum inneren Körper (2) eine nach oben ragende Stütze (13) angekoppelt ist, welche die schwingungs isolierten Geräteteile (14) trägt und wobei zwischen den Böden (11), (9), (10) der Körper (1), (2) ein Freiraum vorhanden ist.
2. Gasfeder nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der innere und äußere Körper (1), (2) zylindrisch ausgeführt sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf die schwingungs isolierende Aufstellung von Präzisionsmaschinen, Geräten und Richtplatten durch Verwendung von Gasfedern.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Präzisionsmaschinen, empfindliche Meßgeräte und genaue optische Versuchsaufbauten erfordern eine schwingungs isolierte Aufstellung, weil schon geringe Schwingungsamplituden den Arbeits- bzw. Meßvorgang erheblich stören können. Da die einzelnen Maschinen- und Geräteteile bzw. die Bauteile von optischen Versuchsaufbauten eine unterschiedliche Steifigkeit besitzen und nicht starr miteinander verbunden sind, können unerwünschte Relativbewegungen entstehen, die sich ungünstig auf die geforderte Genauigkeit der zu fertigenden Teile bzw. des Meßergebnisses auswirken. Präzisionsmaschinen, Meßgeräte und optische Versuchsaufbauten können aber nicht beliebig steif hergestellt werden – darum bleibt nur der Ausweg, die Störschwingungen des Untergrundes möglichst von ihnen fernzuhalten. Dazu dienen Schwingungs isolierungen, deren Eigenfrequenzen möglichst tief liegen sollen. Eine solche Schwingungs isolierung verringert die Einwirkung der meist höherfrequenten Störschwingungen des Untergrundes auf die Maschine, das Meßgerät oder den optischen Versuchsaufbau. Die Untergrundschwingungen erregen zwar das Federsystem in seinen Eigenfrequenzen, welche aber weit genug von den Eigenfrequenzen der einzelnen Maschinen- und Geräteteile bzw. den Bauteilen von optischen Versuchsaufbauten entfernt sind. Somit können unerwünschte Resonanzerscheinungen an der Präzisionsmaschine, am Meßgerät bzw. am optischen Versuchsaufbau vermieden werden. Das bedeutet – eine gut dimensionierte Schwingungs isolierung schwächt die Störschwingungen des Untergrundes ab und legt gleichzeitig die Störfrequenzen auf seine Eigenfrequenzen fest. Es ist bekannt, Schwingungs isolierungen mit Federn aus viskoelastischen Werkstoffen zu verwenden, die auf Grund ihrer besonders einfachen Bauart, des geringen technologischen Aufwandes und ihrer geringen Masse interessant sind. Vorteilhaft ist auch die hohe Eigendämpfung der viskoelastischen Werkstoffe, die ein schnelles Abklingen der Schwingungen bewirkt.

Nachteilig wirkt sich aus, daß sich mit viskoelastischen Werkstoffen nur Schwingungs isolierungen mit minimalen Eigenfrequenzen zwischen 5 und 10 Hz herstellen lassen. Diese Werte liegen somit aber schon im Bereich der Störfrequenzen des Untergrundes, wodurch nur eine geringe Wirkung der Schwingungs isolierung erreicht wird.

Die Anwendung von Metallfedern ermöglicht unterschiedlichste Ausführungen der Schwingungs isolierungen. Bei stehender Anordnung mit Anwendung von Druckfedern lassen sich Schwingungs isolierungen mit minimalen Eigenfrequenzen zwischen 1 und 3 Hz in den sechs räumlichen Freiheitsgraden erzielen.

Werden Zugfedern in hängender Anordnung verwendet, lassen sich minimale Eigenfrequenzen kleiner als 1 Hz erreichen.

Nachteilig ist bei Anwendung von Metallfedern die eng angepaßte Tragfähigkeit der Schwingungs isolierung.

Außerdem ist hier eine Horizontierung bei Laständerung nicht möglich.

Des weiteren sind Schwingungs isolierungen unter Anwendung von Luftfedern bekannt. Diese Luftfedern verwenden das Prinzip des Roll- oder Faltenbalges. Die Eigenfrequenz einer Luftfederisolierung wird durch die Schwingmasse und aus dem Quotienten von Federtragfläche und Volumen des Luftraumes bestimmt. Es lassen sich somit in vertikaler Richtung Eigenfrequenzen der Schwingungs isolierungen unter 1 Hz erreichen.

Für eine wirksame Minderung der Störschwingungen ist es jedoch erforderlich, die Schwingungs isolierung nicht nur in einem Freiheitsgrad, sondern in möglichst allen vorzusehen. Solche Lösungen erfordern zusätzlichen Aufwand und sind in ihrer Wirkung oft unzureichend.

Bei einer weiteren bekannten Lösung wird vorgeschlagen, die vertikale Beweglichkeit einer Membran-Luftfeder in zwei horizontalen Achsen dadurch zu erweitern, daß oberhalb der Luftfedermembran eine Platte mit Kugelpfannen angeordnet ist, deren Radien groß gegen die Kugeln sind.

Die zu isolierende Masse wird auf die in den Pfannen liegenden Kugeln aufgelegt. Horizontal wirkende Schwingungen sollen

damit nicht auf die Masse übertragen werden. Diese Anordnung besitzt den Nachteil, daß infolge der Punktbelastung von Masse, Kugel und Pfanne der Belastbarkeit in vertikaler Richtung eine relativ niedrige Grenze gesetzt ist, und daß bei kleinen Schwingamplituden durch die Belastung der Kugelberührungspunkte das Rollen behindert wird, so daß die Schwingungsisolierung in horizontaler Richtung unterhalb einer Ansprechschwelle nicht ausreichend gewährleistet ist. Eine weitere bekannte Lösung beschreibt die Verwendung einer Faltenbalg- oder Rollbalg-Luftfeder. Die genannten Luftfedertypen wirken in axialer Richtung und sind in den anderen Koordinaten in Grenzen frei beweglich. Um eine zu isolierende Masse zu stabilisieren und in den horizontalen Richtungen auch eine möglichst niedrige Eigenfrequenz zu erhalten, sind zusätzliche weiche Federn und außerdem stabile Halterungen bzw. Stützen vorgesehen.

Außer diesem zusätzlichen Aufwand tritt als Nachteil in Erscheinung, daß der Nullpunkt für die Lage der zu isolierenden Masse in der horizontalen Ebene durch die Federn bestimmt wird, bei der Montage in beiden Koordinaten justiert werden muß und das System labilen Charakter aufweist.

Bei einer weiteren Lösung mit geringem Aufwand wird die Stabilisierung einer Luftfeder in horizontaler Ebene durch eine Kappe erreicht. Sie besitzt den Nachteil, daß die Resonanzfrequenz in den Richtungen der zu stabilisierenden horizontalen Koordinaten nicht frei wählbar und wesentlich höher als gewünscht ist. In horizontaler Richtung ist diese niedrige Eigenfrequenz nur erreichbar, wenn in dieser Wirkungsrichtung zusätzliche Luftfedern angebracht werden. Diese Lösung hat sich in der Praxis als zu aufwendig erwiesen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, den Aufwand bei der Schwingungsisolierung von Präzisionsgeräten bei Verwendung von Gasfedern zu senken.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Gasfeder zur Schwingungsisolierung zu schaffen, die sowohl in der vertikalen Achse als auch in den horizontalen Freiheitsgraden eine Schwingungsisolierung gestattet, wobei die Eigenfrequenzen in Verbindung mit der zu isolierenden Masse für die vertikale Richtung und für die horizontalen Freiheitsgrade unabhängig voneinander wählbar sind und zusätzliche Federn sowie deren Halterungen für die horizontale Ebene nicht erforderlich sind.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Doppelmembran-Gasfeder gelöst. Die Gasfeder besteht aus zwei rotationssymmetrischen Körpern, die koaxial ineinander angeordnet sind. Vorteilhaft lassen sich zylinderförmige Körper in Form von Rohrstücken verwenden. Der Boden des äußeren, mit seiner Achse vertikal angeordneten, Körpers ist an den schwingungsverursachenden Grund angekoppelt. Die oberen Ränder beider Körper sind über eine Ringmembran miteinander verbunden. Der Boden des inneren Körpers ist als Scheibenmembran in einem definierten Abstand über dem festen Boden des äußeren Körpers ausgeführt. An die Scheibenmembran ist ebenfalls koaxial eine nach oben ragende Stütze angekoppelt, welche die zu isolierenden Teile eines Präzisionsgerätes trägt. An einem Präzisionsgerät können zur Schwingungsisolierung mehrere Gasfedern vorgesehen sein, die unabhängig voneinander wirken oder die über eine gemeinsame Steuereinrichtung zur Optimierung der Schwingungsisolierung definierte veränderliche Gasvolumina erhalten.

Für die vertikale Federrichtung wirken Ring- und Scheibenmembran wie eine geteilte Flächenmembran. In horizontaler Federrichtung wirkt die Ringmembran als Drehpunkt für den bei Horizontalschwingungen sich pendelartig bewegenden inneren Körper.

Dabei werden die Eigenfrequenzen in den horizontalen Richtungen im wesentlichen durch die Höhe der Körper festgelegt. Das Schwingverhalten in vertikaler Richtung wird, wie bei bisher bekannten Luftfedern, vom Verhältnis der Ring- und Scheibenmembranfläche zum Luftvolumen der Gasfeder bestimmt:

$$c \approx \frac{\alpha \cdot P \cdot A^2}{V} \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \right]$$

$$\alpha = 1,4 ;$$

$$P \hat{=} \text{Luftdruck} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m s}^2} \right] ;$$

$$V \hat{=} \text{Luftvolumen} \left[\text{m}^3 \right] ;$$

$$A \hat{=} \text{tragende Fläche} \left[\text{m}^2 \right] ;$$

$$c \hat{=} \text{Federzahl} \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \right] .$$

Hierbei gehen die Flächen von Ring- und Scheibenmembran gleichberechtigt ein. Sie wirken wie eine geteilte Flächenmembran.

In horizontaler Richtung wird das Schwingverhalten der Doppelmembran-Gasfeder im wesentlichen durch die Höhe des inneren Körpers festgelegt:

$$\omega \approx \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$\omega \hat{=} \text{Eigenkreisfrequenz} \left[\text{s}^{-1} \right] ;$$

$$g \hat{=} \text{Erdbeschleunigung} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] ;$$

$$L \hat{=} \text{Höhe des inneren Körpers} \left[\text{m} \right] .$$

Dadurch sind die Eigenfrequenzen der Schwingungsisolierung in den horizontalen Freiheitsgraden durch die Höhe des inneren Körpers wählbar. Sie sind somit weitgehend unabhängig von der gewählten Eigenfrequenz in vertikaler Richtung, so daß sehr niedrige Frequenzen bis unter 1 Hz erreichbar sind.

Damit wird auch in der horizontalen Ebene ohne Einsatz weiterer Mittel eine sehr gute Schwingungsisolierung gewährleistet. Ein weiterer Vorteil ist der stabile Nullpunkt in horizontaler Richtung, der sich selbst einstellt und keinerlei zusätzliche Justiervorgänge erforderlich macht. Bei den hohen Kosten für Feinklima-Räume mit hoher Luftsauberkeit ist es erforderlich, daß die verwendeten Geräte eine möglichst geringe Stellfläche benötigen. Die Doppelmembran-Gasfeder erfüllt diese Forderung bei gleichzeitig guter Schwingungsisolierung.

Die Materialstärke der Membranen wird so dimensioniert, daß sie dem vorhandenen Gasdruck in der Feder standhält, die Federeigenschaft des Membranmaterials aber möglichst gering in das Schwingungsverhalten der Doppelmembran-Gasfeder eingeht. Somit beeinflußt die Auslenkung der Ringmembran beim pendelförmigen Schwingvorgang in horizontaler Richtung das Schwingverhalten nur unwesentlich. Durch die Festlegung der Flächengröße von Ring- und Scheibenmembran läßt sich die vertikale Bewegung von Stütze und innerem Körper bei Gasdruckänderung im Federgehäuse beeinflussen. Mit der Regelung von Zu- und Ablauf des unter Druck stehenden Gases in der Kammer der Gasfeder erreicht man eine Horizontierung der Schwingungsisolierung.

Ausführungsbeispiel

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Danach besteht die erfindungsgemäße Vorrichtung aus dem zylindrischen Gehäuse 1 und einem darin koaxial angeordneten Rohrstück 2. Am oberen Rand 3 des Gehäuses 1 ist mittels Deckring 4 eine Ringmembran 5 eingespannt, deren Innenseite mit einem weiteren Deckring 6 am oberen Rand 7 des Rohrstückes 2 eingespannt ist. Der unten liegende Rand 8 des Rohrstückes 2 ist mit Hilfe eines Deckringes 9 durch eine Scheibenmembran 10 verschlossen. Der Boden 11 des Gehäuses 1 steht auf dem schwingungsverursachenden Untergrund 12. Koaxial zum Gehäuse 1 ist an die Scheibenmembran 10 eine Stütze 13 angekoppelt, welche die Teile eines Präzisionsgerätes 14 trägt, die schwingungs isoliert werden sollen. Die vom Gehäuse 1, dem Rohrstück 2 und von den Membranen 5 und 10 umschlossene Kammer 15 ist hermetisch gegen die Atmosphäre abgeschlossen. Die Kammer 15 ist mit Luft mit einem der Belastung entsprechenden Überdruck gefüllt.

Vom Untergrund 12 ausgehende vertikale Schwingungen, die oberhalb der Eigenfrequenz der Luftfeder liegen, werden vermindert bzw. praktisch nicht auf die Masse des Präzisionsgerätes übertragen.

Bei der Einwirkung horizontaler Schwingungen wirkt die Ringmembran 5 als Drehpunkt um beliebig liegende horizontale Achsen, so daß sich das Rohrstück 2 pendelartig in jeder horizontalen Richtung bewegen kann. Die Eigenfrequenz in horizontaler Richtung wird im wesentlichen durch die Rohrstücklänge L bestimmt und ist damit weitgehend unabhängig von der gewählten Eigenfrequenz in vertikaler Richtung.

