



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 001 975 U2**

(12)

GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 592/97

(51) Int.Cl.⁶ : **F16F 15/04**

(22) Anmeldetag: 24. 9.1997

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 1.1998

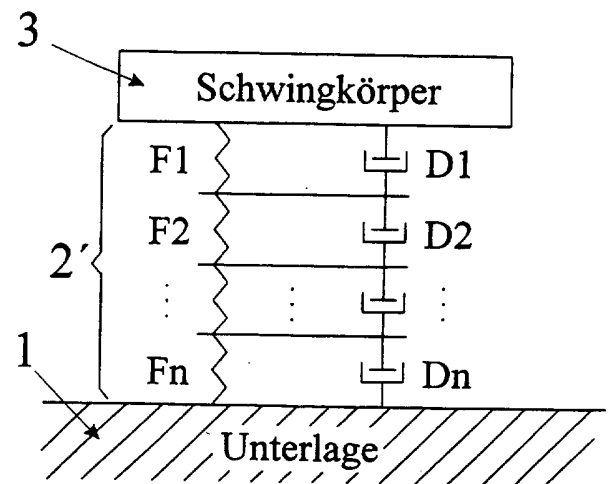
(45) Ausgabetag: 25. 2.1998

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

MÜLLER HARALD E. DIPL.ING.
A-8053 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) SCHWINGUNGSDÄMPFUNGSVORRICHTUNG

(57) Um eine für einen großen Variationsbereich der Schwingmasse optimal wirkende Schwingungsdämpfungsrichtung mit kleinem Platzbedarf zu schaffen, sind mehrere, in Serie angeordnete Bereiche mit unterschiedlichen elastischen bzw. akustischen Eigenschaften, wie etwa Federkennlinie, Elastizitätsmodul, Schubmodul, Federkonstante oder Dämpfungskonstante bzw. mechanischer Verlustfaktor vorgesehen.



AT 001 975 U2

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schwingungsdämpfungsvorrichtung.

Ziel der Schwingungsisolierung - mit den verschiedensten Anwendungsgebieten - ist es, ein Objekt von seiner Umgebung mechanisch zu entkoppeln und damit die Übertragung von Vibrationen zu verringern. Die Isolierung erfolgt im allgemeinen durch den Einbau bzw. die Zwischenschaltung von elastischen Materialien oder Bauteilen.

Die Aufgabe besteht meist darin, den besten Kompromiß zwischen der gewünschten und notwendigen Isolierwirkung – möglichst weiche Lagerung – und ausreichender Standsicherheit bzw. Fixierung des Gegenstandes – harte Lagerung – zu finden. Dazu muß ein Optimierungsalgorithmus zur Bestimmung der für das zu dämpfende Objekt optimalen Schwingungsdämpfungsvorrichtung, basierend auf der Masse des Objekts, der Schwingfrequenz, der Erregungskraft, der gewünschten Dämpfungswirkung und der Resonanzfrequenz der Dämpfungsvorrichtung durchgeführt werden. Bei der Verwendung herkömmlicher Schwingungsdämpfungsvorrichtungen ist diese Optimierung nur für einen kleinen Variationsbereich der schwingenden Masse (etwa Faktor 2-3) möglich. Umgekehrt ergeben sich für die gleiche Schwingungsdämpfungsvorrichtung bei verschiedenen zu bedämpfenden Massen verschiedene Resonanzfrequenzen.

Die optimale bedämpfende Wirksamkeit der Schwingungsdämpfungsvorrichtung ist damit auf einen kleinen Variationsbereich der Masse (abhängig von der Dämpfungskonstanten) eingeschränkt. Somit ist es notwendig, für jedes Vibrationsproblem (Masse, Störfrequenz, Erregungskraft) eine speziell für dieses Problem dimensionierte Schwingungsdämpfungsvorrichtung zu berechnen. Schwingungsdämpfungsvorrichtungen für mehrere Frequenzen führen zu hohem Platzbedarf.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine für einen großen Schwingmassenbereich optimal wirkende Schwingungsdämpfungsvorrichtung mit kleinem Platzbedarf zu schaffen.

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß mehrere, in Serie angeordnete Bereiche mit unterschiedlichen elastischen bzw. akustischen Eigenschaften, wie etwa Federkennlinie, Elastizitätsmodul, Schubmodul, Federkonstante oder Dämpfungskonstante bzw. mechanischer Verlustfaktor vorgesehen sind. Die Druck- bzw. Zugkraft durch die Schwingungsdämpfungsvorrichtung stellt sich in allen Bereichen als konstant ein. Aufgrund der unterschiedlichen elastischen bzw. akustischen Eigenschaften der einzelnen Bereiche wirkt zumindest jeweils ein Schwingungsdämpfungselement für einen bestimmten Variationsbereich der Masse der zu bedämpfenden Struktur als optimal schwingungsdämpfend. Die demgegenüber „weicheren“ Schwingungsdämpfungselemente werden zuviel belastet, die „härteren“ Schwingungsdämpfungselemente werden zuwenig belastet um akustisch optimal zu wirken, haben dann lediglich tragende Funktion und ergeben eine in vielen Fällen geforderte Mindestbauhöhe der Schwingungsdämpfungsvorrichtung.

Durch die optimale Wirksamkeit mindestens eines Schwingungsdämpfungselements für eine bestimmte Schwingmasse zeigt die gesamte Schwingungsdämpfungsvorrichtung bereits bei sehr niedrigen Frequenzen sehr gute schwingungsdämpfende Eigenschaften über einen großen Variationsbereich der Masse (m_1 bis m_n) der zu bedämpfenden Struktur. Der Variationsbereich hängt von der Anzahl der verwendeten Schwingungsdämpfungselemente und dem jeweiligen Massevariationsbereich ($m_x \leq m_{opt} \leq m_y$) der einzelnen Schwingungsdämpfungselemente ab.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist jeder der Bereiche mit unterschiedlichen elastischen bzw. akustischen Eigenschaften durch jeweils zumindest ein Schwingungsdämpfungselement gebildet. Damit besteht die Möglichkeit der genau aufeinander abgestimmten Auswahl der Elemente zur Erzielung eines optimalen schwingungsdämpfenden Effektes.

Wenn vorteilhafterweise zumindest ein, vorzugsweise jedes Schwingungsdämpfungselement aus einer Schicht aus zumindest einem polymeren

Werkstoff besteht, ergibt sich ein einfacher, funktionssicherer und wirtschaftlich herzustellender Aufbau. Ein besonderer zusätzlicher Vorteil dieser Elemente aus polymerem Werkstoff, meist Kunststoff- bzw. Gummi, ist, daß sie nicht nur in einer Richtung schwingungsdämpfend wirken, sondern - bei entsprechend isotropem Aufbau - in allen Richtungen. Dabei sind besonders gute Schwingungsdämpfungseigenschaften durch die Verwendung eines PUR-Elastomers als polymerem Werkstoff erzielbar.

Gemäß einem weiteren Erfindungsmerkmal ist vorgesehen, daß die beiden härtesten Schichten aus polymerem Werkstoff die beiden Enden der in Serie angeordneten Schwingungsdämpfungselemente bilden. Damit sind die Flächen, an denen die erfindungsgemäße Vorrichtung an die schwingungstechnisch zu isolierenden Gegenstände grenzt, bestens gegen Beschädigungen oder ungleichmäßige Verformung geschützt und die einzuleitenden Kräfte werden optimal verteilt.

Alternativ zu den oben beschriebenen Ausführungen kann gemäß einer anderen Realisierung des Erfindungsgedankens zumindest ein, vorzugsweise jedes Schwingungsdämpfungselement aus einem Feder-Dämpfer-System bestehen.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Feder aus zumindest einem polymeren Werkstoff oder Metall besteht, vorzugsweise in Blatt- oder Tellerform, und der Dämpfer ein Gas- oder Flüssigkeitsdämpfer ist. Blatt- oder Tellerfedern ergeben hohe Steifigkeit und Stabilität gegenüber Auslenkungen in deren Ebene und gestatten daher die Beschränkung der Bewegungsfreiheit auf im wesentlichen eine Richtung.

Eine weitere alternative Ausführungsform der Erfindung ist in einer Vorrichtung verwirklicht, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die in Serie angeordneten Bereiche mit unterschiedlichen elastischen bzw. akustischen Eigenschaften in einem einstückigen Körper kontinuierlich ineinander übergehen. Diese Ausführungsform macht eine mechanische oder andersartige Verbindung der Bereiche unnötig und ergibt eine

einstückige, gegenüber unerwünschten Verbindungsaufösungen gesicherte SchwingungsdämpfungsVorrichtung.

Gemäß einem weiteren Erfindungsmerkmal besteht der einstückige Körper aus zumindest einem polymeren Werkstoff, vorzugsweise PUR-Elastomer, womit wieder ein einfacher, funktionssicherer und wirtschaftlich herzustellender Aufbau gegeben ist.

Vorteilhafterweise bilden auch hier wieder die beiden härtesten Bereiche die beiden Enden des einstückigen Körpers.

In der nachfolgenden Beschreibung sollen die Erfindung, weitere Vorteile und Merkmale davon, unter Bezugnahme auf die beigegeführten Zeichnungen näher erläutert werden.

Dabei zeigt die Fig. 1 den allgemeinen Aufbau einer erfindungsgemäßen SchwingungsdämpfungsVorrichtung mit deren Anordnung zwischen einer schwingenden Masse und einem fixen Lager, Fig. 2 stellt die Variante der Vorrichtung unter Verwendung von Feder- und Dämpfer-Elementen dar, Fig. 3 zeigt ein Diagramm mit dem Verlauf zweier Dämpfungskurven, im Anwendungsfall auf die schwingungsdämpfende Lagerung einer Stereoanlage, wobei eine Kurve an der üblich, d.h. den Standardfüßen, und die andere Kurve an der erfindungsgemäß gelagerten Stereoanlage ermittelt wurde.

In Fig. 1 ist schematisch die erfindungsgemäße SchwingungsdämpfungsVorrichtung in Form einer Ausführung mit n Schichten aus jeweils zumindest einem polymeren Werkstoff, meist Kunststoff oder Gummi, dargestellt. Auf einer Unterlage 1 ist ein schwingfähiger Körper bzw. eine Schwingmasse 3 über eine erfindungsgemäße SchwingungsdämpfungsVorrichtung 2 gelagert, um Unterlage 1 und Körper 3 schwingungsmäßig zu entkoppeln. Der Körper 3 könnte etwa eine Stereoanlage sein, die auf einer beliebigen Unterlage 1 aufgestellt werden soll. Die Unterlage 1 könnte auch

ein anderer Körper sein, gegenüber dem die Schwingmasse 3 gedämpft gelagert werden soll.

Die Schwingungsdämpfungsvorrichtung 2 besteht aus n Schichten aus jeweils zumindest einem polymeren Werkstoff, die unterschiedliche elastische und damit auch akustische Eigenschaften haben. So weist jede Schicht beispielsweise einen von allen anderen Schichten unterschiedlichen Elastizitäts- und Schubmodul auf, vorzugsweise betrifft diese Unterschiedlichkeit auch die jeweiligen Federkennlinien, Federkonstanten und/oder Dämpfungskonstanten bzw. mechanischen Verlustfaktoren. Vorzugsweise schließen die Wertebereiche der genannten Größen direkt aneinander an, haben allenfalls sogar eine geringe Überschneidung mit den jeweils benachbarten Wertebereichen. Durch diese Maßnahme ergibt sich eine Anordnung, bei der zumindest eine Polymerschicht für die gerade aufgelegte Masse optimal schwingungsdämpfend wirkt. Die demgegenüber „weicheren“ Schichten, d.h. die für geringere Belastung bestimmten Polymerschichten, werden zuviel belastet, ganz zusammengepreßt und sind damit unwirksam. Andererseits werden die „härteren“ Schichten zuwenig belastet um elastisch bzw. akustisch optimal zu wirken, haben dann lediglich tragende Funktion und ergeben eine in vielen Fällen geforderte Mindestbauhöhe der Schwingungsdämpfungsvorrichtung.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung stellt sich daher selbsttätig auf die Masse des schwingenden Körpers ein und bedarf keiner wie auch immer gearteten Einstellvorgänge oder Berechnungsalgorithmen zur Abstimmung, wie dies bei herkömmlichen Konstruktionen der Fall ist.

Die einzelnen Elemente der Vorrichtung 2 können in prinzipiell beliebiger Weise miteinander verbunden sein, beispielsweise durch Stecken, Kleben, Verschweißen, od. dgl. Bei Einschließen in ein Gehäuse oder eine Führungsvorrichtung können die einzelnen Elemente auch lose übereinander gelegt sein.

Durch die optimale Wirksamkeit mindestens eines Schwingungsdämpfungselements für eine bestimmte Schwingmasse zeigt die gesamte Schwingungsdämpfungsvorrichtung sehr gute schwingungsdämpfende Eigenschaften über einen großen Variationsbereich der Masse (m_1 bis m_n) der zu bedämpfenden Struktur. Der Variationsbereich hängt von der Anzahl der verwendeten Schwingungsdämpfungselemente und dem jeweiligen Massevariationsbereich ($m_x \leq m_{opt} \leq m_y$) der einzelnen Schwingungsdämpfungselemente ab.

Um die äußere Begrenzung der Vorrichtung 2 gegenüber Beschädigungen zu schützen und auch die Belastung gleichmäßig zu verteilen, sind die Schichten 1 und n die beiden härtesten Elemente, und vorzugsweise nimmt die Härte, der Elastizitätsmodul und/oder jeder andere, die elastischen bzw. akustischen Eigenschaften charakterisierende Parameter alternierend von beiden Enden der Vorrichtung 2 zu deren Mitte hin ab. Prinzipiell ist aber jede beliebige Reihenfolge möglich und ist für die Funktion der erfindungsgemäßen Schwingungsdämpfungsvorrichtung unerheblich.

Ein weiterer Vorteil der aus polymeren Werkstoffen bestehenden Elemente der Vorrichtung 2 ist deren Schwingungsdämpfung auch in Richtungen schräg gegen die Verbindungslinie zwischen Schwingmasse 3 und Unterlage 1. Durch geeignete isotrope Ausführung des Materials ist auch gegenüber seitlichen Verschiebungen, selbst normal auf die genannte Verbindungslinie, eine ähnliche Schwingungsdämpfungswirkung gegeben wie in Richtung dieser Verbindungslinie. Es ist mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung, speziell in der Ausführungsform mit Schichten aus jeweils zumindest einem polymeren Werkstoff, wie etwa Kunststoff- oder Gummischichten, eine sehr gute, in alle Raumrichtungen wirksame schwingungsmäßige Entkopplung von Unterlage 1 oder einem entsprechenden Körper und Schwingmasse 3 möglich.

Eine weitere alternative Ausführungsform ist in Fig. 2 schematisch dargestellt. Hier ist die zwischen dem schwingfähigen Körper bzw. der Schwingmasse 3 und der Unterlage 1 zwischengeschaltete Schwingungsdämpfungsvorrichtung 2' aus einzelnen Elementen aufgebaut, die durch Feder-Dämpfer-Einheiten realisiert sind. Der Aufbau der

einzelnen Federelemente bzw. Dämpfer ist prinzipiell beliebig. So können Teller- oder Blattfedern verwendet werden, wenn ein flacher Aufbau gewünscht wird, auch können die Dämpfer weggelassen, wenn durch die Materialeigenschaften der Federn selbst ausreichende Dämpfung gegeben ist.

Die erfindungsgemäße Schwingungsdämpfungsvorrichtung hat viele verschiedene Anwendungsgebiete, bei denen die optimale Dämpfungswirkung über einen sehr weiten Variationsbereich der Massen bzw. Kräfte besonders vorteilhaft ist:

So kann etwa eine Fersenstütze und/oder Gesundheitsschuheinlage zur Dämpfung der beim Gehen oder Laufen auf den Fuß wirkenden Kräfte hergestellt werden, die bei genau gleichem Aufbau für Personen sehr unterschiedlichen Körpergewichts geeignet ist.

Ein besonders bevorzugtes Anwendungsgebiet betrifft die Ausbildung als Geräteunterlage zur akustischen Entkopplung der Geräte von der Unterlage, sei es nun bei Hifi-Geräten oder großen Maschinen. Bei Stereoanlagen od. dgl. ergibt sich eine klangliche Verbesserung, bei Waschmaschinen, Kühlschränken, Küchengeräten, Kaffee- und Getreidemühlen od. dgl. eine deutliche Verringerung der Körperschall-Übertragung auf den Boden bzw. die Unterlage. Bei Unterlage der erfindungsgemäßen Schwingungsdämpfungsvorrichtung unter Videogeräten ist auch eine Verbesserung der Bildqualität erzielbar. Selbst bei sehr großen und schweren Maschinen kann die Zwischenschaltung der erfindungsgemäßen Schwingungsdämpfungsvorrichtung, hier selbstverständlich bei entsprechender Anpassung der akustischen bzw. elastischen Eigenschaften, eine bedeutende Verbesserung bei der Schall- und Schwingungsdämmung hervorrufen, wobei die Vorteile des einfachen und wirtschaftlich herstellbaren Aufbaus und der Eignung für einen großen Massebereich erhalten bleiben.

Weitere Anwendungsbereiche umfassen die Innenverkleidung von Taschen und Koffern zum Transport verschieden schwerer schwingungsempfindlicher Dinge, den Aufbau von

Vibrationsdämpfern für Sportgeräte (z.B. Snowboards, Tennisschläger, Fitnessgeräte) mit großen Belastungsschwankungen, und auch Vibrationsdämpfer für Haushalts- (Mixergriffumhüllung) und Gartengeräte (Rasenmähergriffumhüllung).

Ausführungsbeispiel:

Eine Schwingungsdämpfungsanordnung aus sechs verschiedenen, aufeinander abgestimmten Schwingungsdämpfungselementen wurde in Form quadratischer Elemente mit einer Seitenlänge von 20 mm aufgebaut, die belastete Fläche der Schwingungsdämpfungsanordnung betrug daher 400 mm². Die Anordnung umfaßte sechs Elemente, jedes eine Polymerschicht mit den Parametern gemäß der folgenden Tabelle. Für jedes Einzelelement besteht im Bereich kleiner Druckbelastung ein linearer Zusammenhang zwischen Spannung und Verformung. Mit steigender Spannung ergibt sich eine degressive Federkennlinie des jeweiligen Elements. Der Werkstoff reagiert auf zusätzliche statische und dynamische Lasten besonders „weich“ und ermöglicht daher eine sehr wirksame Schwingungsdämpfung mit dem mechanischen Verlustfaktor η . Bei Belastungen bzw. Verformungen, die über den degressiven Bereich hinausgehen, verläuft die Kennlinie progressiv – der Werkstoff wird steifer.

Durch die Serienlagerung der Materialien ergibt sich die Belastung mindestens eines Elements im degressiven Lastbereich und damit die optimale Schwingungsdämpfung

Material Nummer [1]	Dichte [kg / m ³]	Statischer Elastizitäts- modul [N / mm ²]	Dynamischer Elastizitäts- modul [N / mm ²]	Statischer Schubmodul [N / mm ²]	Dynamischer Schubmodul [N / mm ²]	Mechanischer Verlustfaktor [1]	Degressiver Lastbereich [N / mm ²]	Optimaler Massebereich [kg]
1	150	0,03 - 0,11	0,18 - 0,36	0,03	0,09	0,23	0,006 - 0,015	0,24 - 0,60
2	220	0,075 - 0,45	0,35 - 0,75	0,1	0,15	0,23	0,015 - 0,035	0,60 - 1,40
3	300	0,1 - 0,7	0,35 - 1,1	0,15	0,25	0,2	0,035 - 0,08	1,40 - 3,20
4	400	0,35 - 1,45	1,0 - 2,0	0,3	0,45	0,18	0,08 - 0,15	3,20 - 6,00
5	510	0,9 - 2,5	2,2 - 3,6	0,6	0,9	0,16	0,15 - 0,3	6,00 - 12,0
6	680	2,0 - 4,2	4,5 - 6,5	1	1,5	0,12	0,3 - 0,6	12,0 - 24,0

Bei der Verwendung dieser neuartigen Schwingungsdämpfungsanordnung ist, wie in der Tabelle ersichtlich, eine optimale Dämpfungswirkung für einen bedeutend höheren

Massenvariationsbereich (etwa Faktor 100) möglich, wobei sich der optimale Massenbereich in der letzten Spalte der Tabelle unter Berücksichtigung der belasteten Fläche ergibt. Durch diesen Flächenwert und dessen Variation kann auch der optimale Massenbereich noch variiert werden.

Wenn ein geringerer Variationsbereich für die Schwingmasse ausreichend ist, kann auch mit weniger als sechs Elementen, d.h. Schichten, das Auslangen gefunden werden.

Vier Vorrichtungen mit dem oben beschriebenen Aufbau wurden unter eine Stereoanlage mit einer Masse $m = 26 \text{ kg}$ plziert und dann die Unterlage zu Schwingungen angeregt. Ein Beschleunigungssensor wurde direkt an der Unterlage befestigt und ein weiterer oben am Gehäuse der Stereoanlage. Die Fig. 3 zeigt ein Diagramm des Dämpfungsverlaufes, wobei die punktierte Linie den Dämpfungsverlauf über der Frequenz bei üblicher Lagerung der Stereoanlage und die durchgezogene Linie den Dämpfungsverlauf bei Lagerung der Stereoanlage auf den vier Schwingungsdämpfungs Vorrichtungen beschreibt. Dabei ist deutlich die Verbesserung der Schwingungsdämpfung für Frequenzen größer als 10 Hz zu erkennen.

Die mittlere Erhöhung der Dämpfung im Frequenzbereich von 1 Hz bis 10.000 Hz beträgt 6,2 dB, eine maximale Dämpfungserhöhung von 24,9 dB wird bei 100 Hz erreicht.

Auch die auditive Beurteilung zeigte eine deutlich hörbare Präzisierung des Klangs im tiefen Frequenzbereich und eine Glättung der überschärften hohen Frequenzen.

Ansprüche

1. Schwingungsdämpfungsvorrichtung, gekennzeichnet durch mehrere, in Serie angeordnete Bereiche mit unterschiedlichen elastischen bzw. akustischen Eigenschaften, wie etwa Federkennlinie, Elastizitätsmodul, Schubmodul, Federkonstante oder Dämpfungskonstante bzw. mechanischer Verlustfaktor.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Bereiche mit unterschiedlichen elastischen bzw. akustischen Eigenschaften durch jeweils zumindest ein Schwingungsdämpfungselement gebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein, vorzugsweise jedes Schwingungsdämpfungselement aus einer Schicht aus zumindest einem schwingungsdämpfendem polymerem Werkstoff besteht.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der polymere Werkstoff ein PUR-Elastomer ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden härtesten Schichten aus polymerem Werkstoff die beiden Enden der in Serie angeordneten Schwingungsdämpfungselemente bilden.
6. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein, vorzugsweise jedes Schwingungsdämpfungselement aus einem Feder-Dämpfer-System besteht.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Feder aus zumindest einem polymerem Werkstoff oder Metall besteht, vorzugsweise in Blatt- oder Tellerform, und der Dämpfer ein Gas- oder Flüssigkeitsdämpfer ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in Serie angeordneten Bereiche mit unterschiedlichen elastischen bzw. akustischen Eigenschaften in einem einstückigen Körper kontinuierlich ineinander übergehen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der einstückige Körper aus zumindest einem polymeren Werkstoff, vorzugsweise PUR-Elastomer besteht.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden härtesten Bereiche die beiden Enden des einstückigen Körpers bilden.

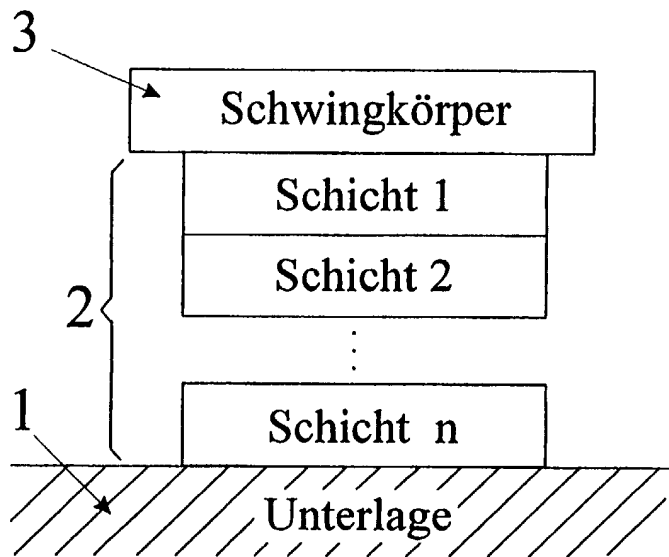


Fig. 1

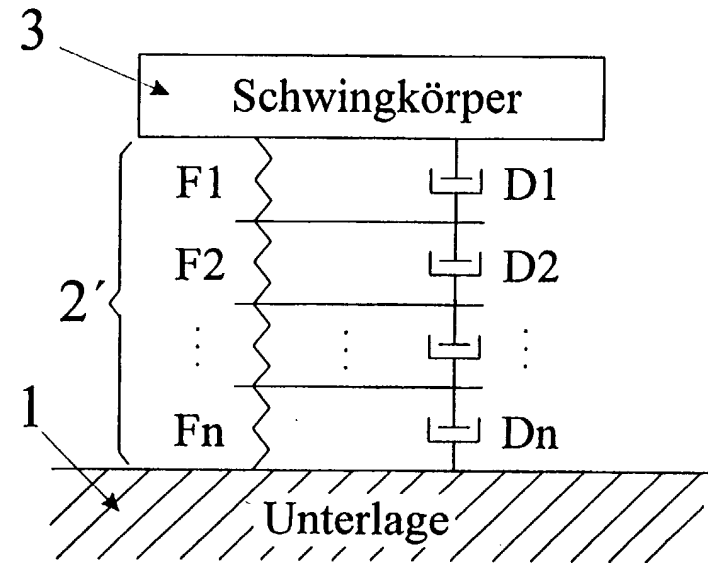


Fig. 2

Fig.3: Dämpfung der
Schwingungsdämpfungs-
vorrichtung

