

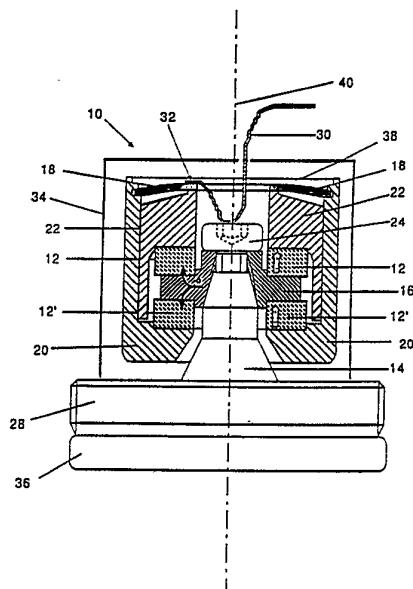
(51) Internationale Patentklassifikation 5 : G01P 15/09		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 91/16636 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 31. Oktober 1991 (31.10.91)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP91/00709			(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.
(22) Internationales Anmeldedatum: 12. April 1991 (12.04.91)			
(30) Prioritätsdaten: P 40 11 910.6 12. April 1990 (12.04.90) DE			
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): PRÜFT- ECHNIK DIETER BUSCH + PARTNER GMBH & CO. [DE/DE]; Oskar-Messter-Straße 19-21, D-8045 Is- maning (DE).			Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : LYSEN, Heinrich [DE/ DE]; Strassbergerstraße 22, D-8000 München 40 (DE).			
(74) Anwalt: HIEKE, Kurt; Stadlerstraße 3, D-8013 Haar (DE).			

(54) Title: DEVICE FOR MEASURING ACCELERATION VIA PIEZOELECTRIC TRANSDUCERS**(54) Bezeichnung:** VORRICHTUNG ZUR BESCHLEUNIGUNGSMESSUNG DURCH PIEZOELEKTRISCHE UMFOR-
MER**(57) Abstract**

The proposal is for a device for measuring acceleration via piezoelectric transducers. The device has a prior art bearer (14, 16) with a parallel main shaft for acceleration measurement, a seismic mass (20, 22) held so as to move in relation to the bearer and piezoelectric units (12, 12') acting in pairs and connected so as to be excited, in which the arrangement is such that pyroelectric effects are compensated. According to the invention, the bearer has a cross-member (16) extending transversely to the main shaft and the piezoelectric units excited by compression are fitted thereon on its opposite sides in relation to the direction of the main shaft between the latter and the seismic mass (20, 22). This results in temperature-independence and insensitivity to ground expansion and acceleration of any other kind and direction than linear and parallel to the main shaft.

(57) Zusammenfassung

Es wird eine Vorrichtung zum Messen der Beschleunigung durch piezoelektrische Umformer vorgeschlagen. Die Vorrichtung weist in bekannter Weise einen Träger (14, 16) mit einer zur Beschleunigungsmeßrichtung parallelen Hauptachse, eine gegenüber dem Träger beweglich gehaltene seismische Masse (20, 22) und mit dieser für eine Anregung gekoppelte, paarweise zusammenarbeitende Piezoelemente (12, 12') auf, wobei die Anordnung so getroffen ist, daß sich pyroelektrische Effekte kompensieren. Erfindungsgemäß hat der Träger ein sich quer zur Hauptachse erstreckendes Querstück (16), und die durch Kompressionsanregung beaufschlagten Piezoelemente sind auf dessen bezüglich der Richtung der Hauptachse entgegengesetzten Seiten zwischen dieses und die seismische Masse (20, 22) eingebaut. Dadurch wird neben der Temperaturunabhängigkeit ein großer Unempfindlichkeit gegen Bodendehnung sowie gegen jegliche Beschleunigungen anderer Art und Richtung als linear sowie parallel zur Hauptachse erzielt.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MN	Mongolei
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BJ	Benin	GR	Griechenland	PL	Polen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

1

1

5

Vorrichtung zur Beschleunigungsmessung

10 durch piezoelektrische Umformer.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung gemäß dem einleitenden Teil des Patentanspruchs 1.

15 Vorrichtungen dieser Gattung sind aus der EP-A1-0316498 und aus der DE-A1-3038660 bekannt.

Die Vorrichtung nach der EP-A1-0316498 weist als Träger einen gleichzeitig als Montagebasis dienenden massiven 20 zylindrischen Körper mit zueinander parallelen Stirnflächen auf, durch den senkrecht zu den Stirnflächen koaxial zur Zylinderachse ein Bolzen hindurchgeführt ist, so daß er aus der einen Stirnfläche des Trägers senkrecht herausragt. Im Abstand von dem Träger durchsetzt der Bolzen koaxial 25 eine zylindrische seismische Masse, die ebenfalls zur Zylinderachse senkrechte Stirnflächen aufweist. Zwischen dem Träger und der seismischen Masse ist mittels des als Spannstift wirkenden Bolzens ein piezoelektrischer Wandler eingespannt, der den Bolzen ebenfalls koaxial umgibt. 30 Der Bolzen ist schlank und elastisch und hat in dem Wandler erhebliches Spiel. Unter Massenträgheitskräften, die die seismische Masse quer zur Achse des Bolzens beaufschlagen, treten Biegebeanspruchungen auf, welche im Wandler auf einer Seite des Bolzens eine Druckerhöhung und auf der 35 anderen Seite eine Druckabnahme bewirken. Der Wandler ist mit unterteilten Elektroden versehen, die den im Gegen- takt auftretenden Druckbeanspruchungen entsprechend im

- 1 Gegentakt angeordnet und geschaltet sind, so daß sich die Ladungsänderungen in den gegentaktig angeordneten Elektroden bei Biegebeanspruchungen addieren, die pyroelektrischen Effekte aus einem Wärmefluß zwischen dem Träger
- 5 und der seismischen Masse durch den Wandler hindurch sich hingegen kompensieren.

Vorrichtungen zum Messen der Beschleunigung sollen in der Regel nur hinsichtlich einer bestimmten Beschleunigungsart (translatorische Beschleunigung, Winkelbeschleunigung) und Beschleunigungsachse, der Hauptachse, sensitiv sein. Dies ist bei der bekannten Vorrichtung jedoch nicht ausreichend der Fall. Die bekannte Vorrichtung ist ein sogenannter Querbeschleunigungsaufnehmer, der nur auf Beschleunigungen senkrecht zur Achse des Bolzens ansprechen sollte. Wegen der funktionsnotwendigen Kippfreiheit der seismischen Masse gehen als unerwünschter Nebeneffekt aber auch Winkelbeschleunigungen und lineare Beschleunigungen senkrecht zur Hauptachse in das Meßergebnis so stark mit ein, daß die Vorrichtung trotz der Kompensation der pyroelektrischen Effekte nicht als exakter Beschleunigungsmesser sondern praktisch nur als Fühler einsetzbar ist.

25 Die bekannte Vorrichtung gemäß DE-A1 30 38 660 weist einen Träger sowie eine aus einem Stück bestehende seismische Masse auf, die so mit dem Träger verbunden ist, daß sie um eine langgestreckte Biegelinie diesem gegenüber verschwenkbar ist. Der Schwerpunkt der seismischen Masse und die Biegelinie bestimmen eine Ebene. Senkrecht zu dieser Ebene sowie parallel zur Biegelinie ist an der seismischen Masse ein piezoelektrisches Plättchen angeordnet, das an seinen von der Ebene entfernten Enden mit der piezoelektrischen Masse und in der Mitte dazwischen auf der Höhe der Ebene mit dem Träger fest verbunden ist. Das Plättchen ist oberhalb und unterhalb des zum Biegelager parallelen mittigen Befestigungsbereichs parallel zur

- 1 Ebene sowie senkrecht zu seinen Breitseiten in entgegengesetzten Richtungen polarisiert und mit gesonderten Elektroden belegt. Eine dritte Elektrode erstreckt sich auf der anderen Seite des Plättchens zwischen den endseitigen
- 5 Befestigungsbereichen. Durch senkrecht zur Ebene wirkende Beschleunigungen wird das Plättchen auf der einen Seite der Ebene gestaucht und auf der anderen Seite gedehnt, also auf Scherung beansprucht. Die Elektroden sind so zusammengeschaltet, daß sich die piezoelektrischen Effekte
- 10 addieren, die pyroelektrischen Effekte, die durch einen Wärmefluß von der Befestigungsstelle am Träger durch das Plättchen hindurch zu den Befestigungsstellen an der seismischen Masse zustande kommen, sich hingegen kompensieren.
- 15 Die bei der vorgenannten bekannten Vorrichtung vorliegende Querkompressionsanregung (k_{31}) hat den Nachteil einer sehr geringen mechanischen Stabilität. Das Piezoplättchen kann leicht brechen und ist nicht großflächig eingespannt. Die bekannte Vorrichtung soll bestimmungsgemäß Beschleunigungen senkrecht zu der oben erwähnten Ebene messen, ist aber eigentlich ein Winkelauflnehmer um die Achse des Biegelagers und damit auch in einem nicht unerheblichen Maße
- 20 empfindlich für Beschleunigungen quer zur gewollten Meßachse.
- 25 Des weiteren ist aus der DE-OS 30 29 847 ein piezoelektrischer Beschleunigungsaufnehmer mit Kompressionsanregung bekannt, der einen auf einer Basis zur Befestigung auf dem Prüfling angeordneten zylinderförmigen Träger, eine
- 30 axial auf den Träger aufgesteckte seismische Masse und ein scheibenförmiges Piezoelement aufweist, das unter einer mechanischen Vorspannung steht. Die in Richtung der zu messenden Beschleunigung durch Kompression angeregte piezoelektrische Scheibe steht durch eine am axialen Trägerende angebrachte Anordnung aus Niet, elastischem Element und seismischer Masse unter Vorspannung. Dieser bekannte
- 35 Beschleunigungsaufnehmer ist gegenüber äußeren Temperatur-

1 einflüssen empfindlich. Das Piezoelement liegt - abgesehen von dazwischen angeordneten Elektroden und Isolierelementen - unmittelbar auf der Basis auf, so daß bei einem Temperaturunterschied zwischen Basis und seismischer Masse ein
5 Wärmefluß durch das Piezoelement vorhanden ist. Der Wärmefluß bewirkt am Piezoelement - ähnlich wie bei einer Kompression oder Scherung - eine Ladungstrennung, also einen pyroelektrischen Effekt. Vorzeichen und Umfang des pyroelektrischen Effekts hängen von der Polarisation des be-
10 treffenden Piezoelements ab, also davon, ob der Wärmefluß in oder entgegen der Richtung der Polarisation stattfindet. Temperaturgradienten und Wärmeflüsse zwischen Basis und seismischer Masse sind bei vielen Messungen praktisch unvermeidbar und verfälschen bei der bekannten Vorrichtung
15 aufgrund der beträchtlichen pyroelektrisch bedingten Ladungsverschiebungen am Piezoelement die Meßergebnisse. Die Verbindung des Piezoelements direkt mit der Basis ist auch insofern nachteilig, als sich eine Verformung der Basis - wie sie z.B. durch mechanische Beanspruchung
20 oder durch Temperaturverformung auftreten kann, unmittelbar auf das Piezoelement - dessen piezoelektrischen Effekt beeinflussend - selbst auswirkt, so daß der bekannte Beschleunigungsaufnehmer auch eine geringe Bodendehnungsun-
empfindlichkeit besitzt. Dies gilt auch für die oben be-
25 sprochene bekannte Vorrichtung gemäß EP-A1-0316498. Beschleunigungsaufnehmer sollten aber eine große Bodendehnungsunempfindlichkeit haben.

Ein weiterer bekannter, in der DE-OS 30 19 551 erläuterter
30 piezoelektrischer Beschleunigungsfühler weist einen auf einer Basis stehenden Träger auf, der zur Verbesserung der Temperaturbeständigkeit im wesentlichen den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzt wie die dort in Scheranregung beaufschlagten Piezoelemente. Derartige
35 Beschleunigungsfühler sind zwar gegenüber Temperaturdifferenzen wenig empfindlich, sie haben aber, ebenso wie der bekannte, oben besprochene Beschleunigungsaufnehmer

1 gemäß DE-A1-30 38 660, eine nur geringe mechanische Stabi-
lität. Die seismischen Massen entwickeln bei Beschleuni-
gungsaufnehmern mit Scheranregung naturgemäß große Flieh-
und Scherkräfte und beschädigen daher ihre Befestigung
5 am Träger bzw. den Träger selbst. Beschleunigungsaufnehmer
mit Scheranregung sind auch zur Messung hochfrequenter
Schwingungen ungeeignet, da die Trägeranordnung und die
daran angekoppelten seismischen Massen leicht in Resonanz
geraten bzw. Eigenschwingungen entwickeln.

10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung
gemäß dem einleitenden Teil des Patentanspruchs 1 zu schaf-
fen, die neben der Temperaturunempfindlichkeit auch eine
hohe mechanische Stabilität und eine sehr große Unempfind-
15 lichkeit gegen Bodendehnung, d.h. gegen Dehnung der an
dem Prüfling zu befestigenden Montagebasis, und insbesonde-
re auch gegen jegliche Beschleunigungen anderer Art und
Richtung als linear sowie parallel zur Hauptachse des
Trägers aufweist, so daß sie als Meßvorrichtung von hoher
20 Meßgenauigkeit zum Messen von Längsbeschleunigungen ein-
setzbar ist.

Die vorgenannte Aufgabe wird durch die Merkmale des Patent-
anspruchs 1 gelöst.

25

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung gegenüber
dem oben geschilderten Stand der Technik insgesamt liegen
erstens in einem temperaturneutralen Verhalten, da sich
die an den Piezoelementen wärmeflußbedingt auftretenden
30 Spannungen bzw. Ladungsverschiebungen gegenseitig aufheben.
Temperaturbedingte Spannungs- bzw. Ladungsverschiebungen
werden durch die paarweise Anordnung der Piezoelemente
auf der Oberseite und der Unterseite des Querstücks des
Trägers ausgeglichen, so daß nur beschleunigungsbedingte
35 piezoelektrische Meßwerte verbleiben. Hinzu kommt zweitens,
daß die vorgesehene Anordnung der Piezoelementen in Kom-
pressionsanregung eine viel größere mechanische Stabilität

1 und Festigkeit besitzt als eine Anordnung in Scheranregung, da am Träger bzw. an der Befestigung der Piezoelemente am Träger keine Scherkräfte auftreten und die Piezoelemente nicht bruchgefährdet sind. Drittens verhält sich der piezo-
5 elektrische Umformer auch gegenüber mechanischen oder temperaturbedingten Verformungen der Basis für den Träger neutral, da die Piezoelemente nicht mit der Basis sondern im Abstand von dieser mit dem Träger verbunden sind. Der Träger kann mit seinem Querstück problemlos sehr massiv
10 ausgeführt werden. Ebenso wie die pyroelektrischen Effekte kompensieren sich auch piezoelektrische Störeffekte, die von Beschleunigungen anderer Art und Richtung als derjenigen herrühren, die gemessen werden soll und hier die lineare Beschleunigung parallel zur Hauptachse des Trägers
15 ist, oder es kommen solche Störeffekte erst gar nicht zustande.

Die Unteransprüche haben bevorzugte Ausführungsformen der Vorrichtung gemäß Patentanspruch 1 zum Gegenstand.

20

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung besitzen die an den beiden Piezoelementen eines Paars angekoppelten Teile der seismischen Masse im wesentlichen
25 die gleiche Wärmekapazität und/oder die gleiche spezifische Wärmekapazität und/oder die gleiche Wärmeleitfähigkeit.

Vorzugsweise werden die an den beiden Piezoelementen eines Paars angekoppelten Teile der seismischen Masse wärme-und/-
30 oder elektrisch leitend miteinander verbunden. Wenn gleichzeitig die Teile der seismischen Masse mit den Piezoelementen nicht nur mechanisch sondern auch elektrisch leitend verbunden werden, kompensieren sich die bei einem Wärmefluß durch die Piezoelemente auftretenden pyroelektrischen
35 Effekte über die elektrisch leitenden Teile der Masse, d.h. sie werden "kurzgeschlossen". Die Kompensation des pyroelektrischen Effekts an den Piezoelementen kann aber

1 auch mit Hilfe einer geeigneten elektrischen Verbindung
der Piezoelemente oder einer elektronischen Schaltung
erfolgen.

5 Die an den Piezoelementen eines Paars angekoppelten Teile
der seismischen Masse können in einem integralen Körper
zusammengefaßt sein oder zwei oder mehrere einzelne
Körper bilden. Dabei sind seismische Einzelmassen bevor-
zugt, die sowohl mit den Piezoelementen als auch unterein-
10 ander wärmeleitend verbunden sind, so daß zwischen den
Teilen der seismischen Masse keine Temperaturunterschiede
vorhanden sind. Die seismische Masse bestehen daher vor-
teilhafterweise aus gut wärmeleitendem Material, wie Mes-
sing, Silber, Kuper, Gold, Blei, Aluminium, Stahl, etc..

15 Bei Beschleunigungsmessern besteht im allgemeinen zwischen
der Basis und der seismischen Masse ein Temperaturgradient,
da die Grundfläche gegenüber dem häufig sehr heißen Prüf-
ling nicht ausreichend wärmeisoliert werden kann. In so
20 einem Fall erfolgt ein Wärmefluß von der Basis über die
Trägereinrichtung durch die Piezoelemente auf die seismi-
sche Masse. Es ist daher vorteilhaft, die Polarisation
der beiden Piezoelemente des Paars bezüglich des Trägers
so auszurichten, daß bei den Piezoelementen der Wärmefluß
25 einmal in und einmal entgegen der Polarisationsrichtung
erfolgt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die pyroelektri-
schen Effekte an den beiden Piezoelementen gleich groß
sind, so daß sie sich durch Kurzschließen über die angekop-
pelte elektrisch und wärmeleitende seismische Masse gänz-
30 lich aufheben.

Der Träger für die Piezoelemente ist vorteilhafterweise
T-förmig oder pilzförmig, wobei in jedem Falle von den
beiden Piezoelementen eines jeden Paars eines auf der
35 Oberseite und das andere auf der Unterseite des dadurch
gebildeten Querstücks angeordnet ist. Das Querstück ist
auch hierbei senkrecht zur Beschleunigungsrichtung orien-

1 tiert, so daß auch die einzelnen Piezoelemente bzw. deren
Polarisation - bezüglich der Beschleunigungsrichtung gleich
orientiert sind. Die Unterfläche des oberen Piezoelements
ist vorteilhafterweise mit der Oberfläche des unteren
5 Piezoelements durch den Querträger elektrisch leitend
verbunden, so daß die bei einer Beschleunigung auftretenden
piezoelektrischen Effekte sich addieren.

Der sich in Richtung der Hauptachse erstreckende Teil
10 des Trägers kann einen zur Basis hin breiter werdenden
Fuß besitzen und/oder kegelförmig sein. Günstig ist auch
ein Träger aus einem schlecht wärmeleitenden Material,
wie einem keramischen Material. Wenn der Träger gleichzei-
tig auch ein elektrischer Leiter sein soll, dann ist hinge-
15 gen VA-Stahl zu bevorzugen.

Die Anordnung aus dem T- oder pilz-förmigen Träger, den
Piezoelementen und der seismischen Masse in Bezug aufeinan-
der kann im wesentlichen punktsymmetrisch und/oder spiegel-
20 symmetrisch sein. Bevorzugt sind auch scheibenförmige
Piezoelemente, die aus einem piezokeramischen Material
bestehen,

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann ferner zwischen
25 Träger und Piezoelement und/oder seismischer Masse und
Piezoelement elektrisch isolierende Schichten, insbesondere
Isolierscheiben, sowie Elektroden zum Abgreifen der Span-
nungen bzw. der Ladungen besitzen.

30

Vorteilhafterweise werden die pyroelektrischen Effekte
gleich an den Piezoelementen des Paares über die elektrisch
leitende seismische Masse kurzgeschlossen, so daß sich
diese in günstigen Fällen vollkommen gegenseitig aufheben.

35

Die bei einer Beschleunigung durch die seismische Masse
hervorgerufenen entgegengesetzten piezoelektrischen Effekte

1 werden hingegen bevorzugt durch einen elektrisch leitenden
Träger miteinander verbunden, so daß sie sich addieren
bzw. verstärken. Die wegen der erfindungsgemäßen Anordnung
ca. verdoppelte Spannungs- bzw. Ladungsdifferenz beim
5 piezoelektrischen Effekt kann direkt durch Anschlußfahnen
an den Elementen und/oder Kontakte an der elektrisch leitenden
seismischen Masse, bzw. damit verbundenen elektrisch leitenden
Teilen, und an dem elektrisch leitenden Träger,
bzw. damit verbundenen elektrisch leitenden Teilen, abge-
10 griffen werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist insbesondere auch
zum Messen von Schwingungen geeignet. Dabei ist es beson-
ders vorteilhaft, wenn bei hochfrequenten Schwingungen
15 zwischen 10-50 kHz die abgegriffenen Spannungs- und La-
dungswerte vor einer elektronischen Verstärkung so gefil-
tert werden, daß sich die Temperaturabhängigkeit der gesam-
ten Meßvorrichtung ausgleicht. Die erfindungsgemäße Vor-
richtung soll für einen Temperaturbereich von -50°C bis
20 +150°C geeignet sein.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist insbesondere auch
zum Messen von Schwingungen bzw. von Beschleunigungen
und Erschütterungen geeignet, wie sie beispielsweise im
25 Erdreich, an Hoch- und Tiefbaukonstruktionen, an Maschinen,
insbesondere an Maschinen mit rotierenden Teilen, in und
an Brennkraftmotoren, in Fortbewegungsmitteln, wie Kraft-
fahrzeugen, Flugzeugen, Schiffen, schienengebundenen Fahr-
zeugen, Raketen und Raumfahrzeugen, etc. auftreten.
30

Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel der erfindungsge-
mäßen Vorrichtung anhand der Zeichnung näher erläutert.

35 Die einzige Figur der Zeichnung zeigt einen Axialschnitt
einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem piezoelektri-
schen Umformer.

1

Der in der Zeichnung gezeigte Beschleunigungsmesser 10 besitzt eine insgesamt zylindrische Basis 28. Auf dieser Basis 28 befindet sich eine Trägeranordnung 14 mit einer 5 zur Basis 28 senkrechten, strichpunktiert dargestellten Hauptachse, die gleichzeitig die Mittelachse und Symmetrie- achse der Trägeranordnung bildet und sich parallel zur Beschleunigungsmeßrichtung erstreckt, sowie mit einem senkrecht zur Beschleunigungsmeßrichtung ausgerichteten 10 scheibenförmigen Querträger oder Querstück 16, auf dessen Ober- und Unterseite je ein scheibenförmiges Piezoelement 12, 12' angeordnet ist. Die für die Piezoelemente vorgesehenen Halteflächen auf der Ober- und Unterseite des scheibenförmigen Querträgers 16 stehen im wesentlichen 15 senkrecht zur Richtung der zu messenden Beschleunigung. Die Trägeranordnung 14,16 besteht aus elektrisch leitendem VA-Stahl. Die scheibenförmigen Piezoelemente 12,12' auf bzw. unter dem Querstück 16 sind bezüglich der Beschleunigungsmeßrichtung gleich polarisiert; die Polarisation 20 der Piezoelemente ist in Fig. 1 durch mit Vorzeichen versehene offene Pfeile angedeutet. Ein eventueller Wärmefluß Q (durch gekrümmte schwarze Pfeile angedeutet) von der Trägeranordnung 14,16 durch die Piezoelemente 12,12' hindurch auf die seismische Masse bzw. deren Teile 20,22 25 erfolgt also einmal in und einmal entgegen der Polarisationsrichtung der Piezoelemente 12,12'. Die obere Oberfläche des Piezoelements 12 und die untere Oberfläche des Piezoelements 12' sind mit Teilen 20,22 der seismischen Masse, die gleiche spezifische Wärmekapazität haben, wärme- und 30 elektrisch leitend miteinander verbunden. Die Teile 20,22 der seismischen Masse bestehen aus Messinglegierung. Die einander entgegengesetzten pyroelektrischen Effekte am oberen 12 und unteren 12' Piezoelement heben sich daher auf. Bei einer Beschleunigung in Meßrichtung hingegen 35 treten bezüglich der Trägeranordnung 14,16 und der Teile 20,22 der seismischen Masse gleichgerichtete Spannungen bzw. Ladungsverschiebungen auf. Das aufgesteckte Querstück

1 16 ist mit dem zur Basis 28 senkrechten, konisch zulaufenden Trägerteil 14 über eine Schraube 24 am Konus fest verbunden. Die scheibenförmigen Piezoelemente 12,12' und die Massenteile 20,22 sind auf die Trägeranordnung aufge-
5 steckt und werden mit Hilfe einer Tellerfeder 18 gegeneinander zusammengehalten. Die vorgenannte Anordnung wird durch eine Abdeckung 38 auf der Massenanordnung und ein Gehäuse 34 vor äußeren Einflüssen geschützt. Der erste elektrische Kontakt 32 für den Abgriff des piezoelektri-
10 schen Effekts befindet sich auf der Tellerfeder 18. Die Anschlußleitung 30 zum Kontakt 32 wird nach zugentlastender Befestigung an der Schraube 24 über eine Öffnung in der Abdeckung 38 und dem Gehäuse 34 nach außen geführt. Der zweite Kontakt (nicht dargestellt) befindet sich an der
15 elektrisch leitenden Trägeranordnung 14,16 bzw. an der damit verbundenen Basis 28. Unter der Basis 28 befindet sich eine erweiterte Basis 36 zur Befestigung an dem Prüfling.

20

25

30

35

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Messen der Beschleunigung eines Prüflings mittels piezoelektrischer Umformer, die einen starr mit dem Prüfling verbindbaren Träger mit einer 15 sich in Richtung parallel zu der zu messenden Beschleunigung (Beschleunigungsmeßrichtung) erstreckenden Hauptachse, eine gegenüber dem Träger beweglich gehaltene seismische Masse und mit dem Träger und der seismischen Masse für eine Anregung gekoppelte, paarweise 20 zusammenarbeitende Piezoelemente aufweist, wobei die elektrische Verschaltung der Piezoelemente untereinander und mit dem Signalausgang, die Beaufschlagung der Piezoelemente mit den Beschleunigungskräften der seismischen Masse und die Polarität der Piezoelemente 25 bezüglich der seismischen Masse so eingerichtet sind, daß zum Signalausgang hin die durch Wärmefluß vom Träger durch die Piezoelemente hindurch zu der seismischen Masse hin hervorgerufenen pyroelektrischen Effekte sich kompensieren und die durch die zu messende Beschleunigung hervorgerufenen piezoelektrischen Effekte sich verstärken, dadurch gekennzeichnet, daß der 30 Träger (14,16) ein sich quer zur Richtung der Hauptachse erstreckendes Querstück (16) aufweist und daß die Piezoelemente (12,12') eines jedes zusammenarbeitenden 35 Paars zur Kompressionsanregung in Richtung der Hauptachse auf bezüglich dieser Richtung entgegengesetzten

- 1 Seiten des Querstücks 16 zwischen dieses und je einen Teil (20,22) der seismischen Masse so eingebaut sind, daß sie bezogen auf das Querstück (16) entgegengesetzte Polarität haben.
- 5
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger starr mit einer Basis (28,30) verbunden ist, die eine zu der Hauptachse des Trägers senkrechte, diese umgebende Kontaktfläche zum Ansetzen an den Prüfling aufweist.
- 10
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (14,16) T-förmig oder pilzförmig ist.
- 15
4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die an den beiden Piezoelementen (12,12') eines Paares angekoppelten Teile (20,22) der seismischen Masse im wesentlichen die gleiche Wärmekapazität und/oder die gleiche spezifische Wärmekapazität und/oder die gleiche Wärmeleitfähigkeit besitzen.
- 20
5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die an den beiden Piezoelementen (12,12') eines Paares angekoppelten Teile (20,22) der seismischen Masse wärme- und/oder elektrisch leitend miteinander verbunden sind.
- 25
- 30 6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die seismische Masse aus einem Stück geformt ist.
- 35
7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die seismische Masse aus einzelnen, den Piezoelementen (12,12') je-

1 weils zugeordneten Teilen (20,22) besteht.

8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Piezoelemente
5 (12,12') scheibenförmig sind.

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung
aus dem Träger (14,16), den Piezoelementen (12,12')
10 und der seismischen Masse im wesentlichen punktsymme-
trisch und/oder spiegelsymmetrisch ist.

10. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche
1 bis 9 zum Messen von Schwingungen und Erschütterun-
15 gen.

11. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche
1 bis 9 zum Messen von Beschleunigungen im Erdreich,
an Hoch- und Tiefbaukonstruktionen, an Maschinen,
20 insbesondere an Maschinen mit rotierenden Teilen,
in und an Brennkraftmotoren, in Fortbewegungsmitteln
wie Kraftfahrzeugen, Flugzeugen, Schiffen, schienenge-
bundenen Fahrzeugen, Raketen und Raumfahrzeugen.

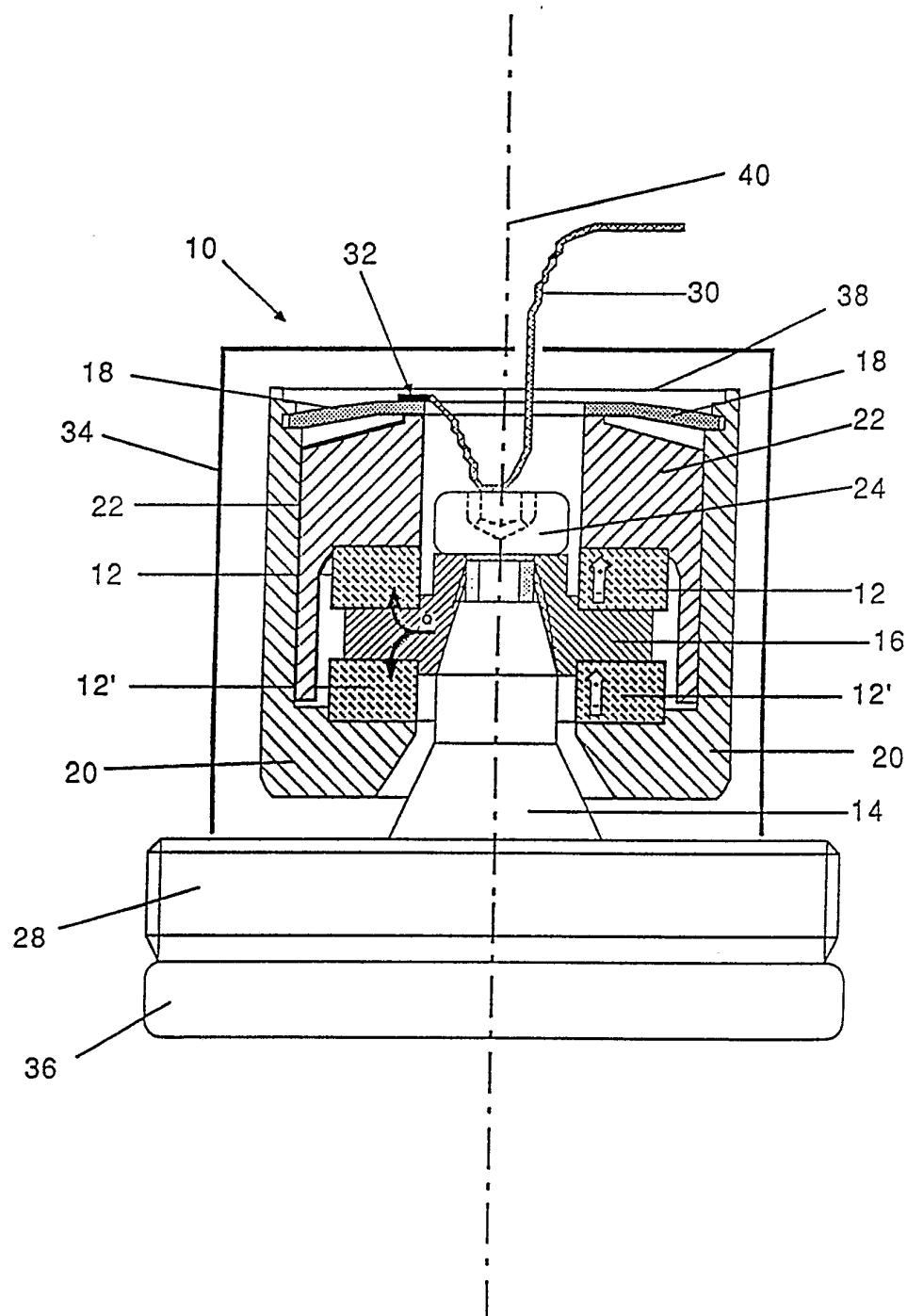
25

30

35

1/1

Fig. 1



ERSATZBLATT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 91/00709

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ⁴

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int.Cl. ⁵ G 01 P 15/09

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ⁷

Classification System	Classification Symbols
Int.Cl. ⁵	G 01 P
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸	

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT⁹

Category ¹⁰	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	FR, A, 2117846 (METRA MESS- UND FREQUENZ-TECHNIK) 28 July 1972, see page 5, line 13 - page 6, line 19; figures 5-7 ---	1,7,8
A	FR, A, 1197092 (BREDIN et al.) 28 April 1960, see page 2, left-hand column, line 10 - right-hand column, line 23; figure 1 ---	1,6,8
A	DE, A, 3817354 (NISSAN MOTOR CO.) 1 December 1988 see abstract; figures 1-3,7,8 -----	1

* Special categories of cited documents: ¹⁰

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report
18 March 1991 (18.03.91)	9 September 1991 (09.09.91)
International Searching Authority European Patent Office	Signature of Authorized Officer

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

EP 9100709
SA 46416

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 30/08/91. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A- 2117846	28-07-72	DE-A- 2139329	22-06-72
FR-A- 1197092		FR-E- 72771	
DE-A- 3817354	01-12-88	JP-A- 63289460	25-11-88

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 91/00709

I. KLASSEFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Cl ⁵ G 01 P 15/09		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBiete		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl. ⁵	G 01 P	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	FR, A, 2117846 (METRA MESS- UND FREQUENZ-TECHNIK) 28. Juli 1972 siehe Seite 5, Zeile 13 - Seite 6, Zeile 19; Figuren 5-7 --	1, 7, 8
A	FR, A, 1197092 (BREDIN et al.) 28. April 1960 siehe Seite 2, linke Spalte, Zeile 10 - rechte Spalte, Zeile 23; Figur 1 --	1, 6, 8
A	DE, A, 3817354 (NISSAN MOTOR CO.) 1. Dezember 1988 siehe Zusammenfassung; Figuren 1-3, 7, 8 -----	1
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
18. März 1991	09 SEP 1991	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten	
Europäisches Patentamt	MISS T. TAZELAAR	

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 9100709
SA 46416

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 30/08/91
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR-A- 2117846	28-07-72	DE-A- 2139329	22-06-72
FR-A- 1197092		FR-E- 72771	
DE-A- 3817354	01-12-88	JP-A- 63289460	25-11-88