



CH 683872 A5

19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT

BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 683872 A5

51 Int. Cl.⁵: G 01 L 1/14**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 **PATENTSCHRIFT** A5

21 Gesuchsnummer: 4255/88

22 Anmeldungsdatum: 26.02.1988

30 Priorität(en): 16.03.1987 US 025846

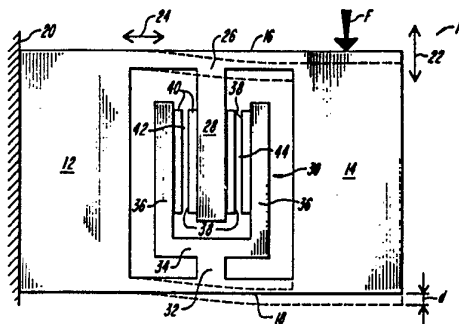
24 Patent erteilt: 31.05.1994

45 Patentschrift
veröffentlicht: 31.05.199473 Inhaber:
Setra Systems, Inc., Acton/MA (US)72 Erfinder:
Lee, Shih-Ying, Lincoln/MA (US)74 Vertreter:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG,
Patentanwälte, Basel

86 Internationale Anmeldung: PCT/US 88/00704 (En)

87 Internationale Veröffentlichung: WO 88/07182 (En)
22.09.198854 **Kraftmesswertwandler.**

57 Der an einem ortsfesten Bauteil (20) fest eingespannte Kraftmesswertwandler weist zwei Balkenglieder (16, 18) auf, die durch Zwischenglieder (12, 14) miteinander verbunden sind. Das untere Balkenglied (18) weist einen gabelförmigen Sensor (30) auf, zwischen dessen Arme (36) ein am oberen Balkenglied (16) angeordneter Sensor (28) hineinragt. Die einander zugewandten Flächen der Sensoren (28, 30) sind mit dielektrischen Platten (40) versehen. Bei einer durch eine Kraft (F) bewirkten Auslenkung (d) bleiben die als Kondensatoren wirkenden leitfähigen Flächen (38) der Platten (40) parallel, erfahren aber eine Winkeldrehung, welche die Kapazität der Flächen (38) in Abhängigkeit von der Grösse der Kraft (F) verändert.



CH 683872 A5

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kraftmesswertwandler gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1.

Eine bekannte Art einer Kraft- oder Gewichtsmesseinrichtung arbeitet nach einem Rückkopplungsprinzip, unter Einsatz einer beweglichen Spule in einem feststehenden Magnetfeld. Die Spule ist entlang einer Messachse beweglich und wird von einem Strom durchflossen, der ausreichend gross ist, damit die Spule eine feststehende Position entlang der Messachse einnehmen kann. Bei diesem Aufbau stellt der Spulenstrom eine Messgrösse dar für Kräfte, die zur Verlagerung der Spule aufgebracht werden. Zwar ist ein derartiges Vorgehen im allgemeinen wirkungsvoll, jedoch ist der Aufbau und die Auslegung der Kraftmessung relativ komplex und entsprechend teuer.

Eine andere bekannte Ausführungsart besteht in einer Dehnungs-Kraftmessdose. Hierbei ist jedoch die Genauigkeit der Messdose begrenzt durch Hysteresewirkung sowie die Kriechdehnung des Kraftmessdosensensormaterials, und auch durch die Dehnung des für den Sensor verwendeten Verbundmaterials.

Der vorstehend beschriebene Stand der Technik geht auf Patentanmeldungen desselben Anmelders zurück und offenbart Kraftmesswandler mit einem parallelogrammförmigen Aufbau, die ein Paar «Kraftsummen»-Glieder an jeder Seite verwenden, welche durch ein Paar, im allgemeinen parallelliegende, in gegenseitigen Abständen angeordnete Balkenglieder miteinander verbunden sind. Eine relative Verlagerung der Kraftsummenglieder biegt die Balkenglieder aus. In der beispielsweise im US-PS 4 448 085 der Anmelderin gezeigten Form, tragen die Kraftsummenglieder jeweils ein «Sensor»-Glieder, das auch aus einem dielektrischen Material gebildet ist. Die Sensorglieder liegen in gegenseitigen Abständen übereinander und tragen leitfähige Flächen, um einen Kapazitäts- oder Kondensatorabstand auszubilden. Die Änderung des Abstandes und damit dessen Kapazität ist direkt proportional (eine 1:1-Entsprechung) zur relativen Verlagerung d der Kraftsummenglieder.

In dem US-Patent 4 558 600 der Anmelderin sind die Sensorglieder an den Balkengliedern befestigt, und nicht die Kraftsummenglieder, um so eine Variante zu der vorgenannten 1:1-Entsprechung zwischen der Verlagerung und der Spaltänderung zu erzeugen. Wie dort beschrieben ist, bezieht sich die Bewegungsverstärkung am Sensorspalt, die mit dieser Konstruktion erzielbar ist, auf das Verhältnis von Höhe zu Breite des Wandlers.

Für gewisse Anwendungsfälle ist es wünschenswert, die Vorteile der Parallelogrammkonstruktion aus Patent '085 mit der Verstärkung, die mit der Konstruktion nach Patent '600 erzielbar ist, zu kombinieren, und zwar bei gleichzeitiger Schaffung eines Wandlers, der dennoch hochgradig kompakt ist.

Daher besteht die Hauptaufgabe darin, einen hochauflösenden, hochgenauen Kraftmesswertwandler zu schaffen, der sowohl kompakt ist als auch eine mechanische Bewegungsverstärkung be-

sitzt, und ausserdem die vorgenannten Vorteile besitzt, durch Druck und Zug belastbar ist und dabei eine parallele Plattenstellung gewährleistet, um eine gute Linearität und damit Genauigkeit zu erreichen.

Der Kraftmesswertwandler sollte ferner sicher gegenüber atmosphärischen Änderungen abgeschirmt sein bzw. diese Einflüsse ohne weiteres kompensieren können. Auch sollten vorzugsweise Kapazitäts- oder Kondensatorspalte gegenüber elektromagnetischer Streustrahlung abgeschirmt werden können.

Dieser Kraftmesswertwandler soll bei gleichbleibend hohem Qualitätsstandard hergestellt werden können, und zwar aus bekannten dielektrischen Materialien, wie Keramik oder Quarz bei einem erschwinglichen Kostenaufwand.

Der erfindungsgemässe Kraftmesswertwandler ist im kennzeichnenden Teil des unabhängigen Patentanspruchs 1 definiert.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht eines Kraftmesswertwandlers, der Gebrauch macht von einer Parallelogrammkonstruktion, einer mechanischen Bewegungsverstärkung und einer Druck-Zug-Betriebsart;

Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht eines alternativen Kraftmesswertwandlers, derselben grundsätzlichen Art wie in Fig. 1 dargestellt, der jedoch keilförmige Biegebalken und eine modifizierte Halterungsstruktur für zwei Sensorarme aufweist,

Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht eines Einzelarm-Kraftmesswertwandlers,

Fig. 4 zeigt eine Seitenansicht eines Parallelogramm-Kraftmesswertwandlers, der Gebrauch macht von einem Paar einseitig eingespannter Balken zur Erzeugung einer Bewegungsverstärkung in der durch den Wandler nach Fig. 3 gezeigten Weise, und der ebenfalls in einer Druck-Zug-Betriebsart funktioniert,

Fig. 5 zeigt eine Seitenansicht eines Kraftmesswertwandlers der in Fig. 2 gezeigten Art, ebenfalls zur Veranschaulichung von Montage und Isolationsanordnungen,

Fig. 6A und 6B zeigen Vergleichs-Seitenansichten, jeweils von einer Hälfte der entweder in den Fig. 1, 2 oder 5 gezeigten Wandler und

Fig. 7 zeigt einen Wandler mit Sensorarmen, die auf den Biegebalkengliedern montiert sind und der auch einen Referenzkondensator mit festem Spalt besitzt.

Fig. 1 zeigt einen Kraftmesswertwandler 10, der eine allgemeine Parallelogrammstruktur besitzt, die aus einem Paar Kraftsummenglieder 12 und 14 gebildet wird, die durch ein Paar Balkenglieder 16 und 18 verbunden sind. Vorzugsweise besteht diese Parallelogrammstruktur materialeinheitlich aus einem einzigen Stück biegsamen Rohmaterials. Bei der bevorzugten Ausführungsform ist das Kraftsummenglied 12 an einem ortsfesten Referenzglied 20 befestigt, und das Kraftsummenglied 14 ist entlang einer Vertikalachse 22 in Abhängigkeit von der aufgeführten Kraft F bewegbar. Wie

gezeigt, besitzen die biegsamen Balken eine im grossen und ganzen konstante Querschnittsfläche und erstrecken sich entlang einer im allgemeinen horizontalen Achse 24, die senkrecht zur Vertikalachse 22 steht. Ein Wandler 10 und seine ihn bildenden Kraftsummen- und Biegebalkenglieder besitzen eine hinreichende Dicke in einer horizontalen Richtung (orthogonal zu den Achsen 22 und 24), derart, dass der Wandler allen Lastmomenten und Seitenkräften widersteht, mit Ausnahme von Kräften entlang der Achse 22.

Die Kraft F erzeugt eine nach unten (wie gestrichelt eingezeichnet) gerichtete vertikale Verlagerung d des Kraftsummenglieds 14 bezüglich des Kraftsummenglieds 12, wobei dieser Verlagerung durch eine im allgemeinen S-förmige Deformation der Balkenglieder 16 und 18, in der durch die Achsen 22 und 24 definierten Ebene, ein Widerstand entgegengesetzt wird. Es ist signifikant, dass die Kopplung zwischen den Biegebalken und den Kraftsummengliedern nicht gelenktypisch ist, sondern dass die Anlenkung von einer Art ist, bei der die dem Balkenmaterial inhärente Elastizität der Deformation Widerstand leistet, um der aufgebrachten Kraft entgegenzuwirken. Dieser Aufbau konzentriert die Spannungen in dem Biegebalken in der Nähe der Stelle, an der der Balken an das Kraftsummenglied angrenzt, und erzeugt eine Durchbiegungsstelle, d.h. eine Stelle, an der im Balkenglied ein Null-Moment herrscht, und wo das S-förmige Balkenglied die grösste Winkeldeformation zeigt. Bei einer symmetrischen Konstruktion liegt die Durchbiegungsstelle am Mittelpunkt jedes Balkengliedes.

Jedes Balkenglied trägt einen Sensor 28 oder 30, die auf den Balken montiert sind, und die sich im allgemeinen zueinander gerichtet erstrecken, im grossen und ganzen entlang der Vertikalachse 22. In der bevorzugt dargestellten Ausführungsform sind beide Sensoren 28 und 30 integral mit der Parallelogrammstruktur aus demselben Material geformt. Der obere Sensor 28 besitzt, wie dargestellt, einen im allgemeinen rechteckförmigen Querschnitt und erstreckt sich von der Durchbiegungsstelle 26 des oberen Balkenglieds 16 nach unten in Richtung auf das untere Balkenglied 18. Der untere Sensor 30 besitzt eine Tragsäule 32, ein Querstück 34 und ein Paar vertikal absteigender Sensorarme 36 in einer parallelen, Abstand voneinander besitzenden Weise bezüglich des oberen Sensors 28. Die gegenüberliegenden Flächen der Sensorarme 36, 36 und des Sensorglieds 28 tragen jeweils eine hochgradig ebene Leiterfläche 38, die auf einer dielektrischen Oberfläche 40 aufgebracht oder auf andere Art angeformt ist, wobei diese dielektrische Oberfläche mit den Sensorarmen und Sensorgliedern verbunden ist. Die leitenden Oberflächen bilden ein Paar variabler Spaltkondensatoren 42 und 44.

Eine Verlagerung d des Kraftsummenglieds 14 erzeugt im wesentlichen S-förmige Deformationen in den Balkengliedern 16 und 18, welche in eine Winkeldrehung der Sensorglieder um die Durchbiegungsstelle übersetzt werden. Die gleichzeitige Rotation der beiden Sensoren schliesst den Spalt 42 und öffnet den Spalt 44 in Abhängigkeit von der nach unten gerichteten Verlagerung des Summen-

glieds 14, wie gezeigt. Eine Charakteristik der gegenwärtigen Konstruktion des Kraftmesswertwandlers ist die, dass über diese Deformation und Rotation die die Kondensatoren 42 und 44 bildenden leitenden Flächen 38 im wesentlichen parallel verbleiben. Dieser Zustand erhöht signifikanterweise die Linearität des Ausgangssignals des Kraftwandlers, das entweder ein Strom- oder ein Spannungssignal ist. Diese Bedingung erhöht auch die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der durch die Kondensatoren 42 und 44 erzeugten Kraftmessung. Auch erzeugt diese Konstruktion eine Druck-Zug-Betriebsart, indem für eine vorbestimmte Verlagerung d entlang der Vertikalachse 22 sich ein Spalt schliesst, und zwar in Koordination mit dem Öffnen des anderen Spalts.

Es ist bedeutsam, dass der Kraftmesswertwandler nach der Erfindung in der Lage ist, extrem gute Funktionsmerkmale zu liefern und gleichzeitig eine in hohem Masse kompakte Konstruktion besitzt. Diese Ausgestaltungs-kompaktheit rührt zum Teil her von der mechanischen Verstärkung, die durch die Konstruktion und die Anordnung der Sensoren 28 und 30 bezüglich der Kraftsummenglieder und Balkenglieder geschaffen wird.

Die Fig. 6A und 6B liefern ein besseres Verständnis bezüglich gewisser Gestaltungskriterien. Zunächst ist ersichtlich, dass zur Bestimmung der Dehnungen und Durchbiegungen der Balkenglieder 16 und 18 Analysemethoden, die bei freikragenden Trägern Verwendung finden, angewandt werden können. Jeder Balken kann wie zwei einseitig eingespannte Träger behandelt werden, wobei die Hälfte der gesamten Kraft auf die Enden eines jeden Kragarms aufgebracht wird ein Kragarm verhält sich wie ein Sprungbrett mit maximaler Winkeldeformation an den Enden des Balkens. Im Gegensatz hierzu verformen sich in der hier beschriebenen Parallelogrammkonstruktion die Balkenglieder in einer S-förmigen Weise, wobei die Stelle maximaler Winkeldeformation an der Durchbiegungsstelle liegt, typischerweise in der Mitte des Balkens. Wie in Fig. 6A angedeutet, kann die Änderung des Kondensatorspalts, entweder diejenige des Kondensators 42 oder 44, die durch ΔG repräsentiert wird, als mit $\theta \times H$ gleichgesetzt werden, wobei θ die Winkelbiegung an den Enden der Einspannträger und H der Abstand zwischen den Balken, gemessen an der Vertikalachse 22, beträgt. (Die in Fig. 6A gezeigte Bewegung ist aus Gründen der Klarheit extrem übertrieben dargestellt.)

Ein Gestaltungs-massstab eines Kraftmesswertwandlers des gezeigten Typs besteht darin, die Spaltänderung ΔG zu maximieren, ohne das Material zu überdehnen. Durch die Anbringung der Sensorglieder an den Enden der Kragarmbalken (in der in den in Fig. 6A gezeigten Analyse die Enden der Balken) «dehnen» die Sensorglieder die Bewegung des eingespannten Balkens, ohne gleichzeitig zusätzliche Spannung in das Material einzubringen. Dies lässt sich besser anhand von Fig. 6B zeigen, welche ein funktionales Äquivalent zu Fig. 6A in der betreffenden Hinsicht darstellt. In Fig. 6B ist die Bewegung der Spitze des Kragarms über die Stelle hinaus verstärkt, wo die Kraft aufgebracht

ist (d.h. im Mittelpunkt des Balkens), und zwar durch den Abschnitt des Balkens, welcher über den Mittelpunkt des freien Balkenendes hinausragt. Dieser hinausragende Balkenabschnitt entspricht dem Sensorglied, das bei der Parallelogrammkonstruktion gemäss Fig. 1 auf das Balkenglied aufgesetzt ist. Das Sensorglied kann somit betrachtet werden als eine aufgeklappte Verlängerung eines Kragbalkens (eine Hälfte des biegsamen Balkens 16 oder 18). Dieses «Falten» führt die Kompaktheit ein, indem der vertikale «freie Raum» zwischen den oberen und unteren Balkengliedern 16 und 18 bei der Ausführungsform gemäss Fig. 1 genutzt wird. Weil somit eine Trennung H zwischen den Balkengliedern 16 und 18 infolge anderer Konstruktionserfordernisse, z.B. eine verbesserte Momentzurückweisung und eine verbesserte Ansprechlinearität, vorgesehen worden muss, machen die Konstruktionen nach Fig. 6A und Fig. 1 von einem existierenden vertikalen Abstand Gebrauch, um einen Kragarm in rechten Winkeln umzufalten und dieselbe Verstärkung zu erhalten, die man bei einer herkömmlichen und grösseren Kragarmanordnung, wie in Fig. 6B gezeigt, erwarten würde.

Fig. 2 zeigt eine alternative Anordnung, die in ihrem Aufbau und ihrem Betrieb ähnlich der Ausführungsform nach Fig. 1 ist. Ein Hauptunterschied besteht darin, dass die Balkenglieder 16 und 18 keilförmig sind, und zwar mit einer grösseren Querschnittsfläche neben den Kraftsummengliedern und einer kleineren Querschnittsfläche an oder in der Nähe der Durchbiegungsstelle. Die dickere Querschnittsfläche befindet sich an der Stelle der maximalen Spannung im Biegebalken, und reduziert dadurch die Gefahr einer Materialüberdehnung. Andererseits wird, infolge der dünnen Bereiche der Balkenglieder, bei dieser Konstruktion eine grössere Winkeldeformation der Balkenglieder in den angebrachten Sensorgliedern für eine vorgegebene aufgebrauchte Kraft oder eine vorgegebene Verlagerung der Kraftsummenglieder entlang der Vertikalachse erzeugt. Fig. 2 zeigt auch Montage Merkmale. Löcher 15, die in den Kraftsummengliedern ausgebildet sind, dienen zur Befestigung einer Schaltungsplatine oder mehrerer Platinen (Fig. 5), welche kapazitätserfassende und temperaturkompensierende Schaltkreise enthalten. Eine Öffnung 17 sorgt für den Ausgleich von Montagespannungen gegenüber dem Wandler, die durch ein Festklemmen des Wandlers auf einer Abstützung, z.B. dem Referenzglied 20, durch die Platte 17' und die Befestigungsschrauben 17'', auftreten können.

Ein weiterer Aspekt der Ausführungsform nach Fig. 2 ist der, dass das untere Sensorglied 30 gebildet wird, indem zwei plattenförmige Sensorarme 36', 36'' auf die Seitenflächen der Tragstütze 32' aufgeklebt sind, und zwar unter Verwendung eines geeigneten Klebers 46, welcher vorzugsweise nicht nur die Sensorarme in einer festen Lage sichert, sondern auch eine gute thermische Kompatibilität mit den anderen Komponenten des Sensorarms darbietet. Die leitenden Flächen 38 können gebildet werden, indem die gegenüberliegenden inneren Flächen der Sensorarme 36', 36'' sowie die gegenüberliegende Fläche plattenförmiger Einsätze 40', 40'',

welche auch auf die Seitenflächen des oberen Sensors 28 in der gezeigten Weise aufgeklebt sein können, metallisiert werden. Vorzugsweise sind die den Kondensatorspalt bildenden Flächen auf ein extrem hohes Mass feingeläppt. Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass die Konstruktion nach Fig. 2 einfacher ist als die gemäss Fig. 1.

Fig. 3 zeigt eine andere Alternative, eine kostengünstige Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, welche ein einziges keilförmiges Balkenglied 16', ein Kraftsummenglied 14' und einen einzigen Sensorarm 28' verwendet, wobei dieser als materialeinheitlich aus einem Stück mit dem Kraftsummenglied und dem Balkenglied geformt dargestellt ist (obwohl es nicht notwendig ist, dass diese Teile aus einem Stück bestehen) und sich in einem Parallelabstand zum Balkenglied erstreckt. Wie in Fig. 3 gezeigt, ist ein Ende des Balkenglieds, vorzugsweise ein Ende mit einer grösseren Querschnittsfläche, am Referenzglied 20 befestigt. Das freie Ende des Balkenglieds, das eine kleinere Querschnittsfläche besitzt, ist vorzugsweise aus einem Stück mit dem Kraftsummenglied 14', welches das Balkenglied mit dem Sensorglied koppelt, gebildet und läuft in dieses hinein. Die zu messende Kraft F wird vertikal entlang der Achse 22 auf das Kraftsummenglied in der gezeigten Weise aufgebracht. Wie bei den obenbeschriebenen Ausführungsbeispielen erzeugt dies eine Verlagerung des Kraftsummenglieds entlang der Vertikalachse, was seinerseits eine Deformation des Biegebalkens erzeugt, der elastisch der aufgebrauchten Kraft widersteht, und zwar in der Form eines Sprungbretts. Ein gegenüberliegendes Paar dielektrischer Einsätze 40', 40'' tragen gegenüberliegende leitende Oberflächen 38, 38 und sind an dem freien Ende des Sensors und an einer Stelle in der Nähe des festen Endes des Balkenglieds angeordnet. Bei dieser Konstruktion kann man eine Kragarm-Verstärkung der Verlagerung am Spalt G, der zwischen den leitenden Flächen in der in Fig. 6B beschriebenen Weise ausgebildet ist, erzielen. Diese Anordnung schafft einen höchst einfachen und kompakten Kraftwandler, er liefert jedoch nicht die Vorteile einer Druck-Zug-Betriebsart, und auch nicht die Vorteile der Momentkompensation bei der Parallelogrammkonstruktion.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform eines kompakten Kraftmesswandlers, welcher Gebrauch macht von einer Parallelogrammkonstruktion und einem Paar Kragbalken der in Fig. 3 allgemein gezeigten Art, die auf gegenüberliegenden Balkengliedern montiert sind, um eine Zug-Druck-Betriebsart zu erzeugen. Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 wird die zu messende Kraft F auf ein rechtes Kraftsummenglied 14'' aufgebracht, welches durch die Kraft F über einem Abstand d bezüglich des linken Kraftsummenglieds 12'', das an dem Referenzglied 20 befestigt ist, verlagert wird. Obere und untere Balkenglieder 16'' und 18'' werden einer «Sprungbrett»-Ausbiegung unterworfen, da sie sehr dünne Abschnitte 16''a und 18''a neben den Kraftsummengliedern 14'' besitzen, welche als Anlenkungen wirken. Sensorabstützungen 48, 48 sind materialeinheitlich mit den Balkengliedern neben den Kraftsum-

mengliedern 14'' ausgebildet. Jedes Balkenglied 16'' und 18'' wirkt in der Form eines Kragarms, der am Kraftsummenglied 12 abgestützt ist. Die Ausbiegung der Balkenglieder an der Durchbiegungsstelle wird verstärkt durch eine Winkeldrehung der Sensorenabstützungen 48 am «Ende» der Balkenglieder, und sie wird ferner verstärkt durch die Länge der Sensorenglieder 28'', 30'', welche leitfähige Flächen 38, 38 an Einsätzen 40, 40 in derselben Weise wie oben unter Bezug auf Fig. 3 beschrieben, besitzen.

Fig. 5 zeigt einen Wandler 10''' der Art wie er in Fig. 2 dargestellt ist (hierbei sind z.B. die Biegeglieder 16''', 18''' nicht keilförmig), welcher zwischen einer zylindrisch geformten Sensorabstützung 60 montiert ist, die eine hermetisch abgedichtete Durchföhrung 60' und ein zylindrisch geformtes Glied 62 zur Aufnahme der Eingangskraft F aufweist, und die diese auf das Kraftsummenglied 14 überträgt. Elektrische Signale treten durch die Durchföhrung 60' über Leiter 64 hindurch, die an eine Schaltungsplatine 66 angeschlossen sind, welche eine Kapazitätsmessungs- und Temperaturkompensationsschaltung umfasst. Der Sensorträger 60 ist dann auf einer Basis 20''' mittels herkömmlicher Montagemittel befestigt.

Ein flexibler Balg 68, vorzugsweise aus einem biegsamen Material, umschliesst den Wandler 10''', und ist mit der Durchföhrung 60' und dem Glied 62 versiegelt. Der Balg isoliert die Messspalten gegenüber Umgebungsänderungen, z.B. der Feuchtigkeit, und wenn er metallisch ist, gegenüber elektromagnetischen Einflüssen. Der Balg ist hinreichend flexibel, so dass er im Vergleich zum Wandler selbst, der aufgebracht zu messenden Kraft F nur einen sehr geringen Widerstand bietet.

In Fig. 7 ist ein Referenzkondensator 70 mit einem feststehenden Spalt als Teil einer abgewandelten Ausführungsform zur Kompensation von Temperaturänderungen dargestellt. Der feststehende Spalt erzeugt eine Referenzkapazität für den Schaltkreis 66, um so einen Vergleich und eine Kompensation von Schwankungen der Umgebungsbedingungen zu schaffen. Der Referenzkondensator ist so aufgebaut und arbeitet in der gleichen Weise wie die Referenzkondensatoren, die im US-Patent 4 649 759 beschrieben sind, wobei die dortige Offenbarung hier einbezogen sein soll. Der Wandler 10''' gemäss Fig. 7 besitzt lediglich einen Sensorarm 28''', 30''', der an jedem Balkenglied montiert ist, so dass er nicht in einer Druck-Zug-Betriebsart arbeitet.

Es wurde hier ein kompakter Kraftmesswertwandler beschrieben, welcher Gebrauch macht von einer mechanischen Bewegungsverstärkung der Deformation, die durch eine aufgebrachte Kraft erzeugt wird. In einer bevorzugten Ausführungsform besitzt der Wandler eine Parallelogrammform und kann bei hoher Genauigkeit und linearem Ausgang eine Druck-Zug-Betriebsart gewährleisten. Die Erfindung ermöglicht eine einfache Isolation des Wandlers gegenüber Änderungen der Umgebungsbedingungen und gegenüber elektromagnetischen Strahlungen und kann Temperaturkompensations-Anordnungen aufweisen.

Patentansprüche

1. Kraftmesswertwandler mit mindestens einem Balkenglied (16, 18), das längs einer ersten Achse (22) eine zu messende Kraft (F) aufnimmt, zu dem Zwecke, das Balkenglied (16, 18) zu verbiegen und eine Auslenkung (d) desselben längs der ersten Achse (22) sowie eine entsprechende Gegenkraft zu bewirken, mit mindestens einem Sensor (28, 30), der starr am Balkenglied an einer Stelle maximaler Winkelauslenkung angekoppelt ist, mit mindestens zwei Platten (40), mit je zwei einander gegenüberliegenden leitfähigen Flächen (38), von welchen Platten (40) mindestens eine an dem Sensor (28, 30) angeordnet ist und die praktisch parallel sind, einen gegenseitigen Abstand (G) aufweisen und so einen veränderbaren Kapazitätsspalt bilden, wobei die Platten (40) so zueinander ausgerichtet und miteinander gekoppelt sind, dass eine Änderung ihres Abstands (G) und damit der zugehörigen Kapazität, der zu messenden Kraft proportional ist.

2. Kraftmesswertwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Balkenglied (16', 18') und der Sensor (28', 30') im gegenseitigen Abstand parallel zueinander erstrecken und dass das Balkenglied (16', 18') an einem Ende fest eingespannt, am anderen Ende mit dem Sensor (28', 30') verbunden ist, wobei die leitfähigen Flächen (38) dem fest eingespannten Balkenglied benachbart sind.

3. Kraftmesswertwandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Balkenglied (16, 18) und der Sensor (28, 30) einteilig aus dielektrischem Material erstellt sind.

4. Kraftmesswertwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Balkenglied (16, 18) und der Sensor (28, 30) einteilig aus keramischem Material erstellt sind.

5. Kraftmesswertwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass derselbe zwei Balkenglieder (16, 18) und zwei mit denselben gekoppelte Sensoren (28, 30) aufweist und dass am einen Balkenglied (18) der eine mit zwei im gegenseitigen Abstand angeordneten Sensorarmen (36) versehene Sensor (30) und am anderen Balkenglied (16) der andere zwischen die genannten Sensorarme (36) hineinragende Sensor (28) befestigt ist, derart, dass sich die leitfähigen Flächenpaare (38) der beiden Sensoren (30, 28) bei Auslenkung der Balkenglieder (16, 18) im Bereich eines Sensorarmes (36) einander annähern, im Bereich des anderen Sensorarmes (36) voneinander entfernen.

6. Kraftmesswertwandler nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass derselbe mindestens teilweise von einem biegsamen Balg (68) umgeben ist.

7. Kraftmesswertwandler nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der eine Sensor (30) einteilig mit dem zugehörigen Balkenglied (18) erstellt und gabelförmig ausgebildet ist.

8. Kraftmesswertwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Balkenglieder (16, 18) an ihren Endabschnitten durch Verbindungsglieder (12, 14) zu einer Parallelogrammstruktur verbunden sind.

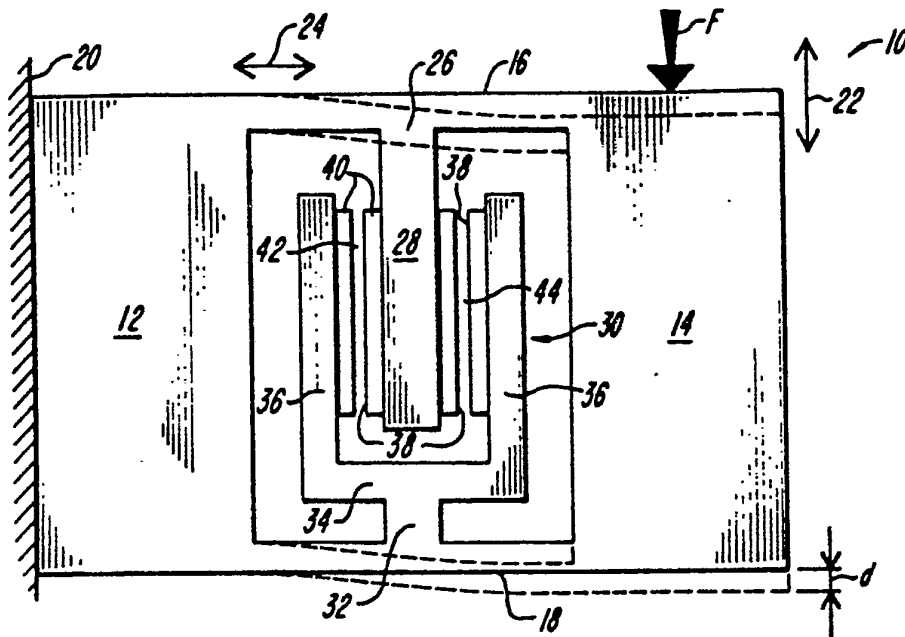


FIG. 1

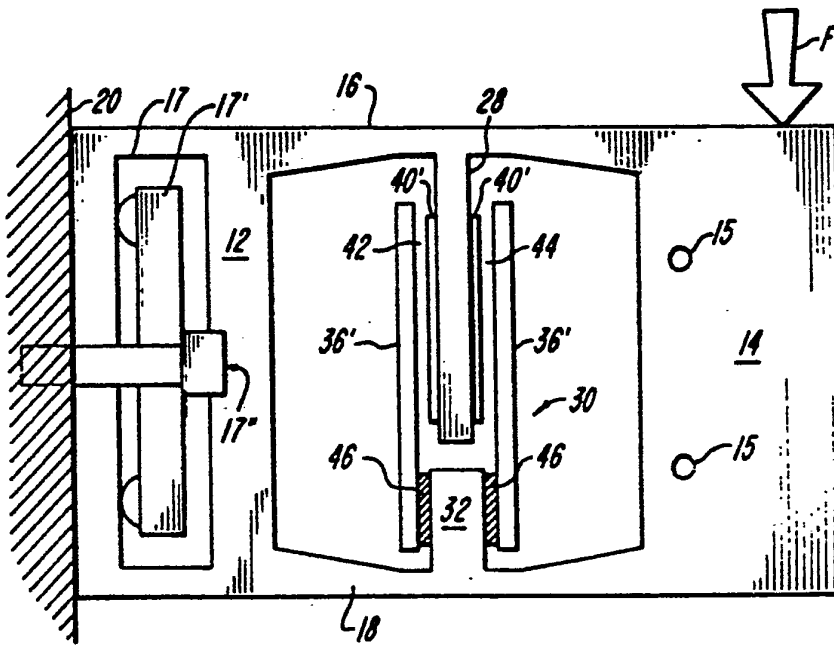


FIG. 2

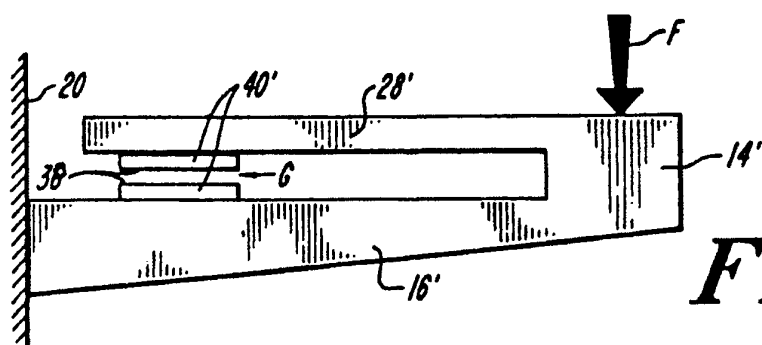


FIG. 3

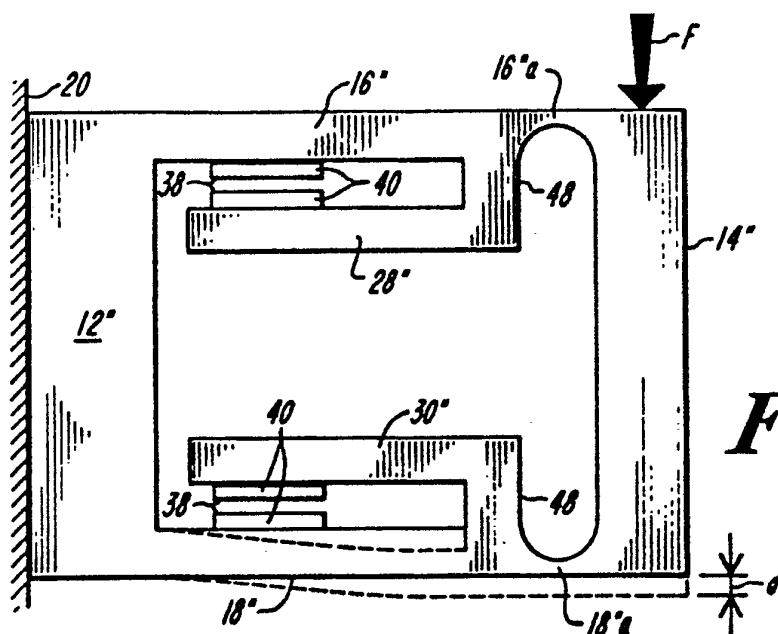


FIG. 4

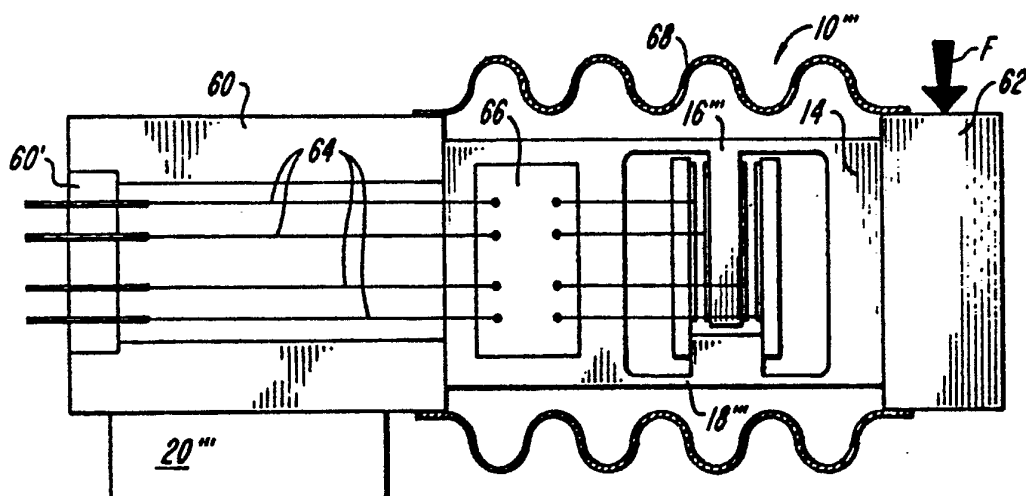


FIG. 5

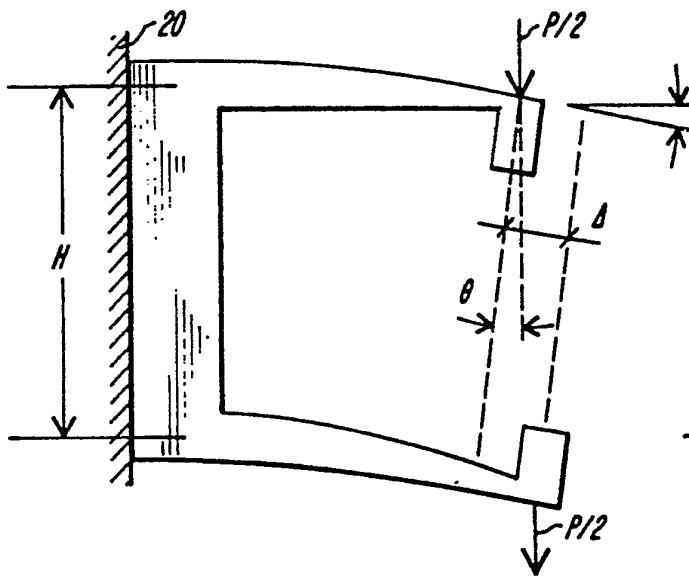


FIG. 6A

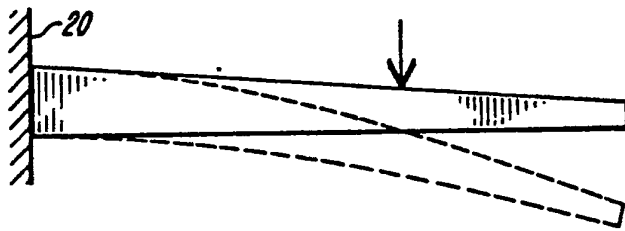


FIG. 6B

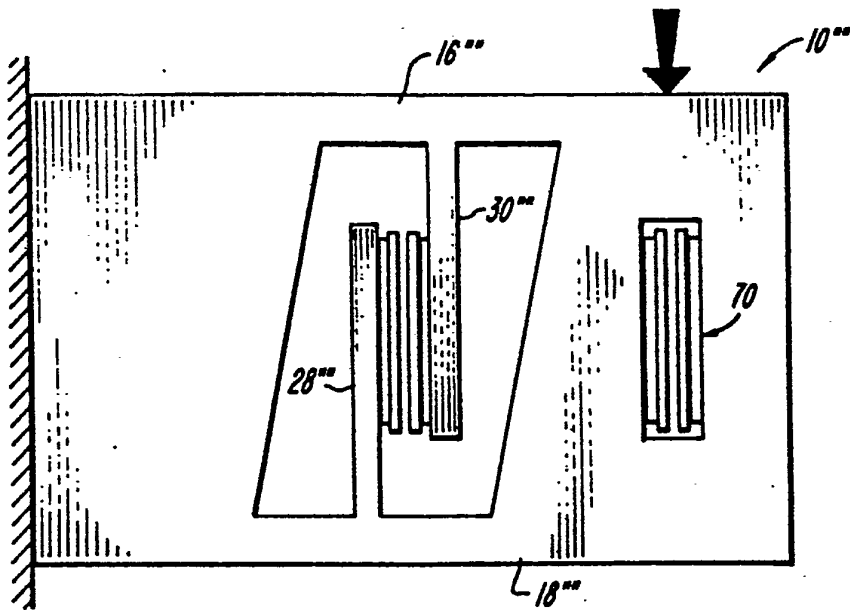


FIG. 7