



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

211 174

Int.Cl.³

3(51) G 01 L 9/04

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 L/ 2441 886

(22) 21.10.82

(44) 04.07.84

(71) MAGYAR OPTIKAI MŰVEK; BUDAPEST, HU
(72) BALLA, ISTVÁN, DIPL.-ING.; BALLON, ISTVÁN, DIPL.-ING.; BOD, PÉTER, HU;

(54) MESSUMFORMER, INSBESONDERE ZUM MESSEN VON KLEINEN DRUECKEN UND DIFFERENZDRUECKEN

(57) Die Erfindung betrifft einen Meßumformer, der vor allem zum Messen von kleinen Drücken oder Differenzdrücken geeignet ist. Bei diesem wird bzw. werden der Druckraum oder die Druckräume zum Teil durch ein membranartiges Element (6) begrenzt bzw. getrennt, das über ein Übertragungselement mit einem Meßelement in mechanischer Verbindung steht, das mit Dehnungsmeßstreifen (12) versehen ist. Mit der Erfindung sollen die Meßumformer der obigen Art dahingehend verbessert werden, daß sie bei einfachem Aufbau und demzufolge relativ niedrigen Herstellungskosten eine hohe Meßgenauigkeit aufweisen. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß das Übertragungselement ein scheibenförmiges starres Element ist, das den Druckraum gleichfalls teilweise begrenzt bzw. die Druckräume (2; 3) trennt, wobei es mit dem mittleren Teil des stangenförmig ausgebildeten Meßelementes (8) in starrer Verbindung steht, während die beiden Enden des Meßelementes starr am Gehäuse (1) befestigt sind. Das Übertragungselement (7) bewirkt bei seiner Verschiebung eine exzentrische Verdrehung des Meßelementes. Dadurch erhält man ein relativ billiges, einfach aufgebautes Druckmeßgerät mit großer Meßgenauigkeit. Fig. 3

Meßumformer, insbesondere zum Messen von kleinen Drücken und Differenzdrücken

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft einen Meßumformer, der insbesondere zum Messen von kleinen Drücken und Differenzdrücken geeignet ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Die Meßelemente der in der industriellen Meßtechnik zur Zeit fast ausschließlich verwendeten, auf dem Prinzip des Dehnungsmeßstreifens beruhenden Druckmeßumformer gehören bei den mittleren und niedrigen Meßgrenzen ($p < 150$ bar) ihrer Bauart nach zu den sog. Membran-Typen, bei denen die Signalumformung bewirkenden Dehnungsmeßstreifen auf eine Membran aufgeklebt werden. Im allgemeinen ist hierbei jedoch das Verhältnis zwischen Dicke und Durchmesser der Membranen, insbesondere bei den niedrigen Meßgrenzwerten hinsichtlich der Linearität ungünstig.

Von den auf dem Prinzip der Dehnungsmeßstreifen beruhenden Meßumformern (Kraft- und Massenmeß-, Momentenmeß- und Beschleunigungsmeß-Geräten) weisen diese Druckmesser die geringste Genauigkeit auf.

So können beispielsweise bei den in der Kraftmeßtechnik benutzten Meßzellen Fehler in der Größe $h < 0,05 \%$ vorkommen. Bei den gegenwärtig üblichen Druckmeßzellen wirkt sich dieser Fehler je nach der Meßgrenze wie folgt aus:

Bei Drücken zwischen 100 und 250 bar tritt ein Fehler von $\pm 0,25 \%$, bei Drücken zwischen 10 und 25 bar ein Fehler von $\pm 0,5 \%$ auf.

Bei Druckmeßzellen mit noch niedrigerer Nenndruckgrenze, wie 0,1 bis 5 bar, wird bei einigen Gerättypen ein Fehler von 1 % erreicht, ja sogar überschritten.

Da bei den bekannten Druckmeßzellen die die Signalumformung bewirkenden Dehnungsmeßstreifen auf eine Membran von wenigen Zehntel Millimeter Stärke aufgeklebt werden, sind auch die wärmedynamischen Eigenschaften dieser Zellen ungünstig.

Bei den bekannten Geräten müssen infolge des Meßprinzips die Membranen sehr dünn sein. Ihre Fertigung stößt dann hinsichtlich der Fabrikationstechnologie auf Schwierigkeiten. Es ist bekannt, z.B. bei der im Handel unter der Bezeichnung "Baldwin Lima Hamilton" bekannten Meßzelle, dieses Problem zu beseitigen, indem der druckumformende Teil aus einzelnen Stücken gefertigt und dann zusammengebaut wird. In der Wirkungskette des so aus mehreren Teilen hergestellten Meßelementes entstehen dadurch jedoch eine Hysterese und Meßunsicherheiten, die den Fehler noch vergrößern. Ein weiterer Mangel besteht darin, daß an den Paßflächen Dichtungsprobleme auftreten, deren Lösung kostspielige Konstruktionen erfordert.

Es ist ferner eine Differenzdruck-Meßzelle bekannt (DE-OS 2 531 821), die aus einem zylindrischen Gehäuse besteht, das auf beiden Stirnflächen von je einer Membran abgeschlossen ist. Auf diese Membranen wirken verschiedene hohe Drücke ein, während sie selbst durch ein bewegliches stangenförmiges Übertragungselement mechanisch miteinander verbunden sind. Am Übertragungselement ist in der Mitte ein einarmiger Hebel gelenkig angebracht. An dem einarmigen Hebel ist ein Blatt starr befestigt, auf dessen Außenfläche die Dehnungsmeßstreifen aufgeklebt sind. Die Meßzelle hat in ihrem durch die Membranen und das elastische Blatt begrenzten Innenraum - auch in den Bewegungsbahnen für den einarmigen Hebel und das Übertragungselement - eine zusammenhängende Flüssigkeitsfüllung.

Ein Mangel dieser Zelle liegt darin, daß man als Druckaufnahme-Element zwei Membranen verwenden muß, so daß die Meßzelle verhältnismäßig kompliziert und teuer wird. Ferner wirkt bei dieser Ausführungsform der Grunddruck auf das mit den Streifen versehene elastische Blatt ein, was jedoch unerwünscht ist.

Ziel der Erfindung:

Die Erfindung hat zum Ziel, die obigen Mängel zu beseitigen.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Die durch die Erfindung zu lösende Aufgabe besteht darin, einen Meßumformer zu schaffen, der in seiner Bauart einfacher ausgebildet und somit billiger ist, der genauere Messungen auch bei kleinen Druck- und Differenzdruckwerten ermöglicht, als die bisher bekannten Lösungen.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die gestellte Aufgabe gelöst werden kann, wenn man bei der Druck-

messung bzw. Differenzdruckmessung die druckproportionale Kraft von dem direkt unter Druck stehenden Übertragungselement ableitet und an einem hinsichtlich der Festigkeit beliebig bemeßbaren Element, z.B. an einem Meßbalken abnimmt, d.h. abtastet, der nicht direkt mit dem Druckraum bzw. den Druckräumen in Berührung steht.

Die Erfindung betrifft demnach einen Meßumformer (Meßzelle), insbesondere zum Messen kleiner Drücke und Differenzdrücke, bei der ein im Gehäuse ausgebildeter Druckraum bzw. zwei unter verschiedenem Druck stehende Druckräume durch ein membranartiges Element zumindest zum Teil begrenzt bzw. abgeschlossen werden, wobei das membranartige Element über ein druckproportional bzw. differenzdruckproportional verschiebbares Übertragungselement mit einem Meßelement in Verbindung steht, das mit einem Dehnungsmeßstreifen versehen ist.

Erfindungsgemäß ist hierbei die Anordnung so getroffen, daß das Übertragungselement ein scheibenförmiges, starres Bauelement ist, das den Druckraum teilweise begrenzt bzw. die beiden Druckräume teilweise trennt, und das mit dem mittleren Teil des als stangenförmiges Element ausgebildeten Meßelementes, das bei einer Verschiebung des Übertragungselementes das Meßelement exzentrisch verdrehen kann, in starrer Verbindung steht, wobei die beiden Enden des Meßelementes starr am Gehäuse befestigt sind.

Bei Differenzdruckmeßumformern ist eine Ausführung zweckmäßig, bei der das Übertragungselement und das Meßelement über einen Hals in starrer Verbindung miteinander stehen, wobei der Hals beidseitig über membranartige Befestigungselemente am Gehäuse befestigt ist.

Die Meßgenauigkeit kann noch weiter erhöht werden, wenn das stangenförmige Meßelement im Bereich der Dehnungs-

meßstreifen mit spannungs- oder kraftspeichernden Vertiefungen bzw. Öffnungen versehen ist.

Eine besonders gedrungene und genaue Ausführungsform erhält man, wenn die gesamte Meßzelle aus einem einzigen Werkstück hergestellt wird.

Ausführungsbeispiele:

Die Erfindung wird nachstehend anhand zweier Ausführungsbeispiele näher erläutert. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: einen erfindungsgemäßen Differenzdruckmeßumformer in Seitenansicht;

Fig. 2: die Ansicht nach Fig. 1, in Pfeilrichtung A gesehen,

Fig. 3: den Schnitt III-III aus Fig. 1,

Fig. 4: eine perspektivische Darstellung der Lösung gemäß Fig. 1 bis 3,

Fig. 4/A: eine Variante der Lösung gemäß Fig. 4,

Fig. 5: einen anderen Druckmeßumformer gemäß der Erfindung in Seitenansicht,

Fig. 6: den Schnitt VI-VI aus Fig. 5,

Fig. 7: den Schnitt VII-VII aus Fig. 5,

Fig. 8: die Lösung nach Fig. 5 bis 7, perspektivisch dargestellt; teilweise im Schnitt.

Ähnliche Elemente sind in den Zeichnungen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, sind in dem Gehäuse 1 des erfindungsgemäßen Differenzdruckumformers zwei Druckräume 2 und 3 ausgebildet. Der Druck im Druckraum 2 ist mit "p", der im Druckraum 3 mit " $p + \Delta p$ " bezeichnet. Das Gehäuse 1 ist auf beiden Stirnflächen 4 mit Gewindebohrungen 5 zum Anschluß an die jeweilige Anlage oder dgl. versehen.

Die Druckräume 2 und 3 werden im vorliegenden Fall teilweise von einem hufeisenförmigen, membranartigen Element 6 voneinander getrennt, dessen Innenraum starr an einem scheibenförmigen starren Übertragungselement 7 befestigt ist. Das starre Übertragungselement 7 dient also im vorliegenden Fall einerseits gleichfalls zur Rauntrennung, andererseits als ein bei Einwirkung einer Druckdifferenz (Δp) druckproportional verschiebbares Übertragungselement. Die Verschiebung wird durch das membranartige Element 6 ermöglicht. (Die Verschiebung ist in Fig. 3 gestrichelt eingezeichnet).

Das Übertragungselement 7 steht erfindungsgemäß mit dem mittleren Teil eines stabförmigen Meßelementes 8 in starrer Verbindung, und zwar so, daß bei einer Verschiebung des Übertragungselementes 7 das Meßelement 8 eine exzentrische Verdrehung erfährt. Die beiden Enden des stangenartigen Meßelementes 8 stehen mit dem Gehäuse 1 in starrer Verbindung.

Nach den Fig. 1 bis 4 ist das Meßelement 8 mit dem scheibenförmigen Übertragungselement 7 durch einen Hals 9 starr verbunden. Der Hals 9 ist auf beiden Seiten über membranartige Befestigungselemente 10 mit dem Gehäuse 1 verbunden.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist im vorliegenden Fall der gesamte Differenzdruckmeßumformer aus einem einzigen

Stück hergestellt. Damit gewinnt man nach den bisherigen Erfahrungen eine sehr gedrungene, einfache, betriebssichere und hochpräzise Ausführungsform. Die Dicke des Übertragungselementes 7 wurde mit 6 mm gewählt, wohingegen die Dicke des membranartigen Elementes 6 und die der Befestigungselemente 10 0,5 mm beträgt. Die Befestigungselemente 10 und auch das stangenförmige Meßelement 8 wurden durch Bearbeitung (Ausspanen) gebildet. Das stangenförmige Meßelement 8 ist im vorliegenden Fall eine Stange mit quadratischem Querschnitt, wobei die Kantenlänge 6 mm beträgt.

Das stangenförmige Meßelement 8 wurde, an den beiden Enden beginnend, mit axialen Sacklöchern 11 versehen (ihr Durchmesser beträgt hier 5 mm), die im Bereich der an sich bekannten Dehnungsmeßstreifen 12 vorgesehen sind.

Diese dienen als spannungs- oder kraftspeichernde Stellen, um dadurch die Meßgenauigkeit (Empfindlichkeit) des Meßumformers weiter zu erhöhen.

Bei der Arbeit des Gerätes wird durch den Differendruck Δp das Übertragungselement 7 etwa um die durch die Mittelebene der membranartigen Befestigungselemente 10 und die Symmetrieachse 13 des Übertragungselementes 7 herausgeschnittene, gedachte Achse 14 in die gestrichelt angedeutete Stellung (Fig. 3) verschoben. (Zu bemerken ist, daß - da das Übertragungselement 7 starr ist - dieses gleichzeitig auch den Differenzdruck konzentriert.) Dieser Differenzdruck Δp liefert somit - gleichsam als konzentrierte Kraft - über einen Hebelarm B ein auf die Achse 14 bezogenes Biegemoment ($\Delta p \cdot B$) an das Meßelement 8, in dem er eine exzentrische Verdrehung hervorruft. Auf diese Weise werden die zur Deformation der Dehnungsmeßstreifen 12 erforderlichen Dehnungen in der oberen Zone des Meßelementes 8 durch Schubkräfte (Fig. 3) hervorgerufen.

Die Funktion des sich verformenden Meßelementes 8, das zum Zweck der Signalumwandlung mit den Dehnungsmeßstreifen 12 ausgestattet ist, wird somit von den Funktionen des zum Teil eine raumtrennende Rolle ausübenden scheibenförmigen Übertragungselementes 7 getrennt.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Meßumformers liegt darin, daß die Deformation des membranartigen Elementes 6 und die Verschiebung des Übertragungselementes 7 verhältnismäßig gering sind. Dies ist darauf zurückzuführen, daß das Übertragungselement 7 durch das stangenförmige Meßelement 8 gestützt wird.

Selbstverständlich können das Übertragungselement 7 und das Meßelement 8 auch eine andere geometrische Form aufweisen, und auch als Einzelstücke gefertigt werden, die man danach fest miteinander verbindet.

Ein zusätzlicher Vorteil ergibt sich daraus, daß die Dehnungsmeßstreifen 12 mit dem zu messenden Medium nicht unmittelbar in Verbindung stehen. Dadurch kann der Wärmeträgheitseffekt des Meßzellen-Innenraumes besser zur Geltung kommen.

In Fig. 4/A ist eine Variante des Differendruckumformers dargestellt, bei dem eine Abweichung von der vorbeschriebenen Form nur insofern vorliegt, als das stangenförmige Meßelement 8 mit schlüssellochartigen Öffnungen 15 versehen ist (die sonstigen Details stimmen überein).

In den Fig. 5 bis 8 wird ein erfindungsgemäßer Druckmeßumformer gezeigt. Auch hier hat das Meßgerät ein Gehäuse 1, darin ausgebildet einen einzigen Druckraum 2, und für den Anschluß eine mit Gewinde versehene Bohrung 5. Der Druckraum 2 hat als Abschluß (zum Teil) ein kreisringförmiges, membranartiges Element 6 und ein damit verbundenes scheibenförmiges starres Übertragungselement 7.

Dieses Übertragungselement 7 ist mit dem mittleren Teil eines exzentrisch angeordneten, stangenförmig ausgebildeten Meßelement 8 starr verbunden. Die beiden Enden des Meßelementes 8 sind mit dem Gehäuse 1 starr verbunden. Das Meßelement 8 ist in seinem unterhalb der Dehnungswiderstände 12 liegenden Teil mit spannungsspeichernden Querbohrungen 16 versehen.

Die Arbeitsweise des Druckmeßumformers gemäß Fig. 5 bis 8 ist ähnlich wie bei der Lösung nach Fig. 1 bis 4. Das starre Übertragungselement 7 konzentriert den Druck "p" des Druckraumes 2 und verschiebt sich infolge des Druckes in die gestrichelt gezeichnete Stellung, während sich das membranartige Element 6 elastisch deformiert (Fig. 7). Da das Übertragungselement 7 mit dem Meßelement 8 starr verbunden ist, dieses wiederum mit seinen beiden Enden am Gehäuse starr befestigt ist, kippt das Übertragungselement 7 um die mit 14 bezeichnete gedachte Achse. Durch diese Kippbewegung gibt das Übertragungselement 7 eine Verdrehung an das stangenartige Meßelement 8 weiter, dessen - in seiner Außenzone auftretende - Deformation dann von den Dehnungsmeßstreifen 12 wahrgenommen bzw. gemessen wird.

Die Ausführung gemäß Fig. 5 bis 8 wurde im vorliegenden Fall aus einem einzigen Stück gefertigt, wodurch sich die oben bereits erwähnten Vorteile ergaben.

Erfindungsanspruch:

1. Meßumformer, insbesondere zum Messen von kleinen Drücken bzw. Differenzdrücken, bei dem ein im Gehäuse ausgebildeter Druckraum bzw. zwei unter verschiedenem Druck stehende Druckräume zum Teil durch ein membranartiges Element abgeschlossen bzw. getrennt sind und bei dem ein membranartiges Element über ein Übertragungselement, das sich druckproportional bzw. differenzdruckproportional verschieben kann, mit einem Meßelement in Verbindung steht, das mit einem Dehnungsmeßstreifen versehen ist, gekennzeichnet dadurch, daß das Übertragungselement (7) ein zum Teil den Druckraum (2) abschließendes bzw. die Druckräume (2 und 3) trennendes, scheibenförmiges starres Element ist, das mit dem mittleren Teil des als stangenförmiges Element ausgebildeten Meßelementes (8), das bei einer Verschiebung des Übertragungselementes (7) das Meßelement (8) exzentrisch verdrehen kann, in starrer Verbindung steht, wobei die beiden Enden des Meßelementes (8) am Gehäuse (1) starr befestigt sind.
2. Meßumformer nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Übertragungselement (7) mit dem Meßelement (8) über einen Hals (9) starr verbunden ist, wobei der Hals (9) beidseitig über membranartige Befestigungselemente (10) am Gehäuse (1) befestigt ist.
3. Meßumformer nach Punkt 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß das Meßelement (8) im Bereich des Dehnungsmeßstreifens (12) mit spannungs- bzw. kraftspeichernden Vertiefungen bzw. Öffnungen (12; 15; 16) versehen ist.

4. Meßumformer nach einem der Punkte 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß der gesamte Meßumformer, d.h. das membranartige Element (6), das Übertragungselement (7), der Hals (9), das Meßelement (8) und gegebenenfalls die Befestigungselemente (10) aus einem einzigen Werkstück hergestellt ist.

- Hierzu 3 Blatt Zeichnungen -

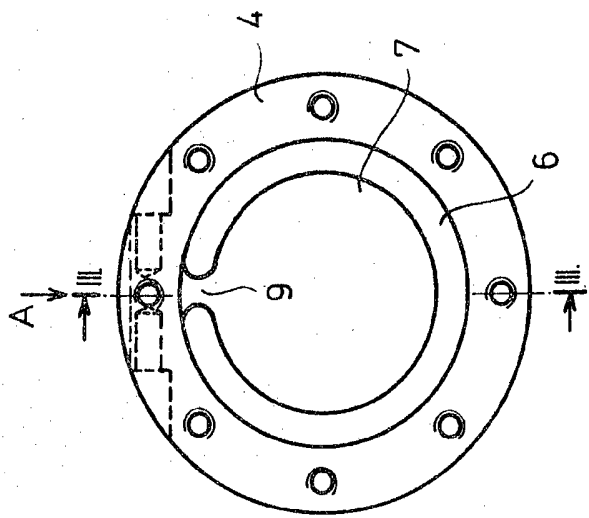


Fig. 1

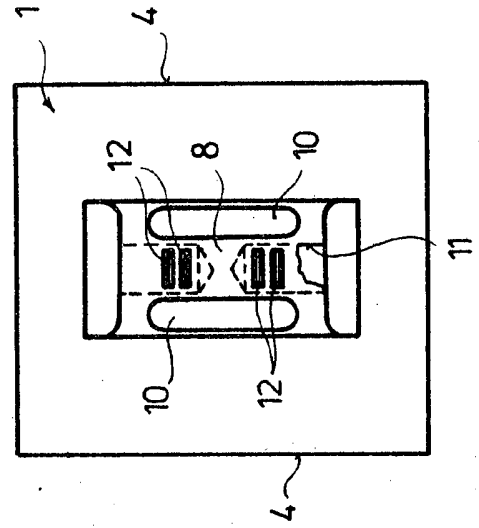


Fig. 2

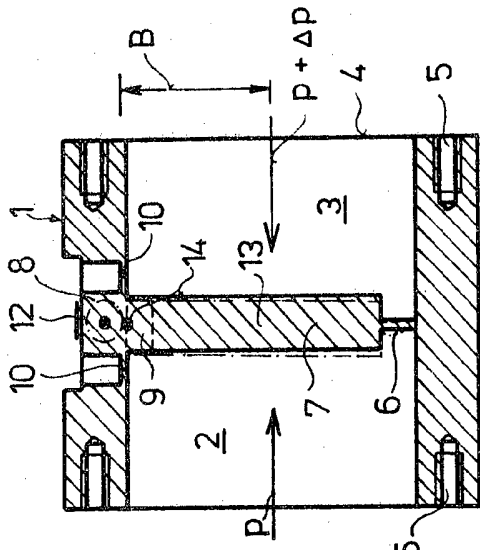


Fig. 3

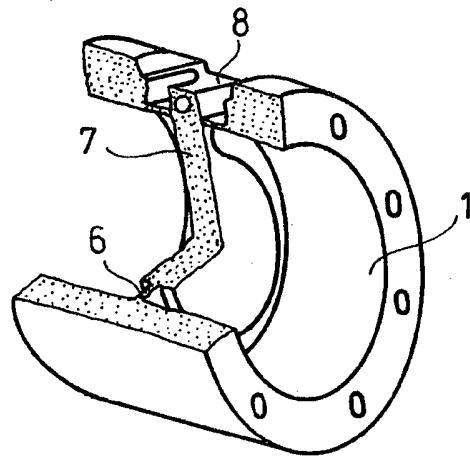


Fig. 4

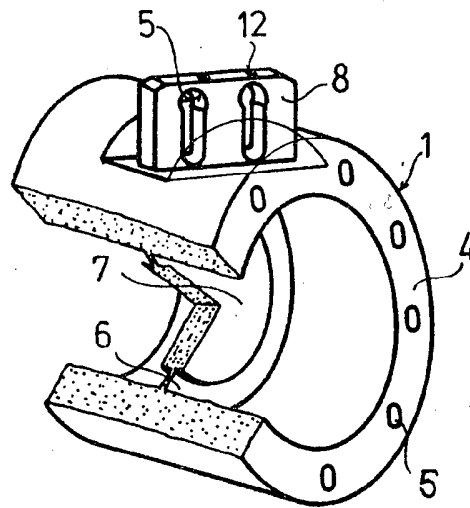


Fig. 4/A

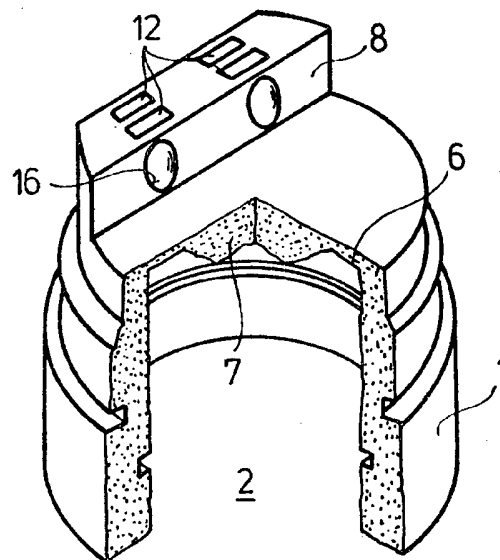


Fig. 8

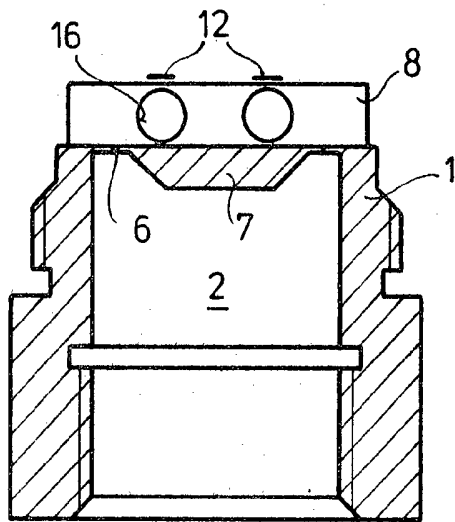


Fig. 6

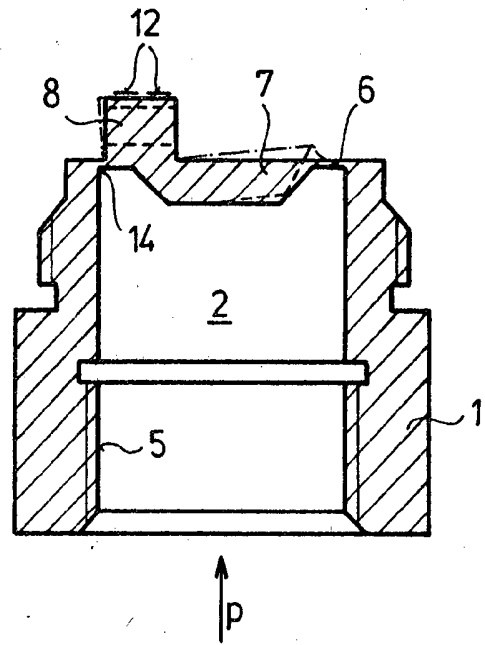


Fig. 7

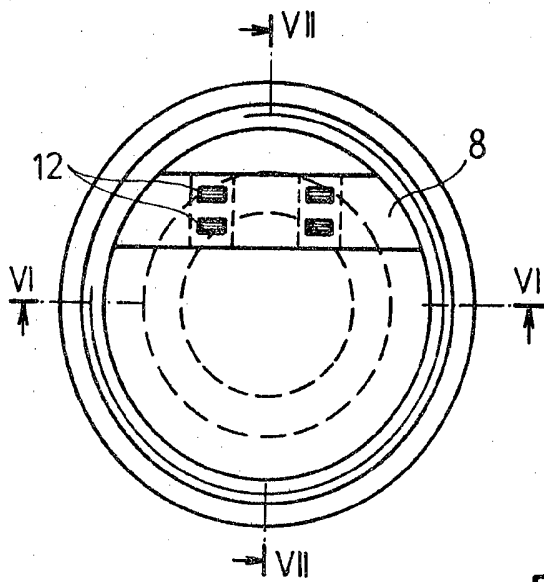


Fig. 5