



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

1593 62

Int.Cl.³

3(51) G 01 B 13/20

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 B/ 2249 07

(22) 03.11.80

(44) 02.03.83

(71) siehe (72)

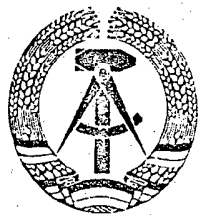
(72) SCHUCHARDT, GERD, DR. DIPL.-ING.; KOERBS, GERHARD; JAHN, ROLAND, DIPL.-ING.; DD;

(73) siehe (72)

(74) HANS KUEGLER, VEB CARL ZEISS JENA, BFS, 6900 JENA, C.-ZEISS-STR. 1

(54) ANORDNUNG ZUR GERAD- UND EBENHEITSMESSUNG

(57) Bei einer Anordnung zur Gerad- und Ebenheitsmessung sollen die Meßgenauigkeit und -sicherheit sowie die Anwendbarkeit, insbesondere zum Messen von großen Flächen, verbessert werden. Aus diesem Grunde ist eine Anordnung zu schaffen, bei der Volumenänderungseffekte in den flüssigkeitsgefüllten kommunizierenden Gefäßen infolge von Schlauchdeformationen und klimatischen Bedingungen das Meßergebnis nicht beeinträchtigen. Erfindungsgemäß wird deshalb jedem mit einer Membran in Verbindung stehenden Geber in den Gefäßen eine Bewertungsstufe nachgeschaltet, so daß die Gebersignale vor der Differenzbildung in ihrer Größe in Abhängigkeit der Membraneigenschaften steuerbar sind. Die Steuergrößen werden vorzugsweise durch künstlich bewirkte Volumenänderungen ermittelt.



Wirtschaftspatent

Erteilt gemaeß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

1593 62

Int.Cl.³ 3(51) G 01 B 13/20

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

(21) WP G 01 B/ 2249 07 (22) 03.11.80 (44) 02.03.83

(71) siehe (72)
(72) SCHUCHARDT, GERD, DR. DIPL.-ING.; KOERBS, GERHARD; JAHN, ROLAND, DIPL.-ING.; DD;
(73) siehe (72)
(74) HANS KUEGLER, VEB CARL ZEISS JENA, BFS, 6900 JENA, C.-ZEISS-STR. 1

(54) ANORDNUNG ZUR GERAD- UND EBENHEITSMESSUNG

(57) Bei einer Anordnung zur Gerad- und Ebenheitsmessung sollen die Meßgenauigkeit und -sicherheit sowie die Anwendbarkeit, insbesondere zum Messen von großen Flächen, verbessert werden. Aus diesem Grunde ist eine Anordnung zu schaffen, bei der Volumenänderungseffekte in den flüssigkeitsgefüllten kommunizierenden Gefäßen infolge von Schlauchdeformationen und klimatischen Bedingungen das Meßergebnis nicht beeinträchtigen. Erfindungsgemäß wird deshalb jedem mit einer Membran in Verbindung stehenden Geber in den Gefäßen eine Bewertungsstufe nachgeschaltet, so daß die Gebersignale vor der Differenzbildung in ihrer Größe in Abhängigkeit der Membraneigenschaften steuerbar sind. Die Steuergrößen werden vorzugsweise durch künstlich bewirkte Volumenänderungen ermittelt.

Zur PS Nr. *159 366*.....

ist eine Zeitschrift erschienen.

(Teilweise bestätigt gem. § 18 Abs. 1 d. Änd.Ges.z.Pat.Ges.)

Titel: Anordnung zur Gerad- und Ebenheitsmessung

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Gerad- und Ebenheitsmessung, insbesondere für große Meßflächen, die mindestens aus zwei flüssigkeitsgefüllten sowie auf einer Meß- und einer Referenzfläche angeordneten kommunizierenden Gefäßen besteht, in denen sich jeweils eine Membran und ein ihr zugeordneter Geber befinden, an dessen Ausgang von der Membranhöhe bzw. -ausdehnung abhängige elektrische Signale anliegen, die über einen Differenzbildner einem Meßverstärker zugeführt werden, der ausgangseitig über eine Filterstufe mit einer Anzeige- bzw. Auswertestufe in Verbindung steht.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Aus der DD-PS 125 440 ist das Meßprinzip bekannt, mit zwei oder mehreren kommunizierenden Gefäßen, in denen eine Flüssigkeit je nach relativer vertikaler Lage der Gefäße zueinander jeweils eine mit einem Geber in Verbindung stehende Membran auslenkt. Aus diesen Auslenkungen werden elektrische Signale gewonnen, die nach Differenzbildung verstärkt, gefiltert und angezeigt bzw. ausgewertet werden. Ein Nachteil dieses Meßprinzipes ist es, daß die erreichbare Präzision durch Einflüsse von Volumeneffekten in den Gefäßen auf die Meßsignale in erheblicher Weise beeinträchtigt wird. Diese Volumeneffekte sind Volumenänderungen, die vor allem durch Schlauchdeformationen bei Bewegungen der Gefäße auftreten. Dieser Umstand fällt um so stärker ins Gewicht, je größer die Meßflächen sind und je größer der Abstand der Meßstellen, d.h. der Gefäße, voneinander ist. Damit werden Meßgenauigkeit bzw. die Anwendbarkeit des Meßsystems stark reduziert. Volumenänderungen in den Gefäßen

können außerdem durch klimatische Bedingungen, wie z.B. Temperatureinflüsse der Gefäßwände und der Flüssigkeit, hervorgerufen werden. Der Einfluß auf das Meßsignal ist dadurch begründet, daß nicht wie bei einer freien Flüssigkeitsoberfläche durch Differenzbildung der Gebersignale infolge gleicher Beträge des Ansteigens oder Absinkens der Flüssigkeitsoberfläche auf beiden Seiten des kommunizierenden Systems infolge Volumenänderungen das resultierende Signal invariant ist, sondern daß die Membranen in ihrer integral auf die Flüssigkeitsoberfläche wirkenden Federkonstanten nicht genau gleich sind und dadurch bei Volumenänderungen unterschiedliche Membranwege auftreten. Unterschiedliche Membranwege bewirken unterschiedliche Gebersignale, wodurch die Genauigkeit des Meßergebnisses beeinträchtigt wird.

15 Ziel der Erfindung:

Ziel der Erfindung ist die Erhöhung der Meßgenauigkeit und -sicherheit sowie die universellere Anwendbarkeit, insbesondere zum Messen von großen Flächen.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Gerad- und Ebenheitsmessung zu schaffen, bei der Volumenänderungseffekte in den flüssigkeitsgefüllten kommunizierenden Gefäßen das Meßergebnis nicht beeinträchtigen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer Anordnung zur Gerad- und Ebenheitsmessung, insbesondere für große Meßflächen, die mindestens aus zwei flüssigkeitsgefüllten sowie auf einer Meß- und Referenzfläche angeordneten kommunizierenden Gefäßen besteht, in denen sich jeweils eine Membran und ein ihr zugeordneter Geber befinden, an dessen Ausgang von der Membranhöhe bzw. -ausdehnung abhängige elektrische Signale anliegen, die über einen Differenzbildner einem Meßverstärker zugeführt werden, der ausgangseitig über eine Filterstufe mit einer Anzeige- bzw. Auswertestufe in Verbindung steht, dadurch gelöst, daß der Ausgang jedes Gebers über eine in Abhängigkeit der Membraneigenschaften der dem Geber jeweils zugeordneten Membran einstellbare Bewertungsstufe mit dem Differenzbildner in Verbindung steht.

Es ist vorteilhaft, wenn jede Bewertungsstufe aus zwei Spulen besteht und wenn die Spulen der Bewertungsstufen als Differentialspulensystem mit einem einstellbaren Kern zur jeweils paarweisen Erregung der Spulen angeordnet sind.

5 Ebenfalls ist von Vorteil, wenn Mittel zur Volumenänderung in den kommunizierenden Gefäßen zur Gewinnung von Einstellgrößen der Bewertungsstufen vorgesehen sind.

Von Vorteil ist weiterhin, wenn als Geber jeweils ein induktiver Wandler vorgesehen ist, dessen in einer Spule beweglicher Kern starr mit der Membran verbunden und mittels einer Feder, vorzugsweise einer Blattfeder, vertikal geführt ist.

10 Vorteilhaft ist es hingegen auch, wenn als Geber jeweils ein kapazitiver Wandler vorgesehen ist, dessen bewegliche Elektrode, die sich vertikal parallel zur festen Elektrode bewegt, starr mit der Membran verbunden und mittels einer Feder, vorzugsweise einer Blattfeder, vertikal geführt ist.

15 Darüberhinaus ist es von Vorteil, wenn für Meßflächen, insbesondere mit größeren vertikalen Oberflächenabweichungen, die Höhenkoordinate der Referenzfläche meßbar veränderbar ist.

20 Volumeneffekte durch Volumenänderungen, die das Meßergebnis verfälschen, werden durch unterschiedliche Eigenschaften der Membranen in den kommunizierenden Gefäßen hervorgerufen. Diese unterschiedlichen Eigenschaften bewirken unterschiedliche elektrische Signale an den Gebern als Reaktion auf die

25 Volumenänderung. Erfindungsgemäß werden die elektrischen Gebersignale so beeinflußt, daß sie in Abhängigkeit der Membraneigenschaften jeweils einstellbar gesteuert werden können. Diese Steuerung erfolgt in Bewertungsstufen, die jeweils den Gebern elektrisch nachgeschaltet sind. Auf diese Art und

30 Weise werden die Gebersignale vor der Differenzbildung mit Kompensationsgrößen bewertet, die den mechanischen Eigenschaften bzw. unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften der Membranen entsprechen. Diese Kompensationsgrößen werden vorzugsweise durch Anwendung an sich bekannter Mittel zur

35 Herbeiführung einer künstlichen Volumenänderung (z.B. Flüssigkeitsverdrängung) ermittelt. Aus dieser Volumenänderung werden die von den unterschiedlichen Membraneigenschaften be-

wirkten unterschiedlichen elektrischen Signale ausgewertet und daraus die Kompensationsgrößen abgeleitet.

Für die Bewertungsstufen kann vorteilhaft ein Differentialspulensystem verwendet werden, mit dessen variierbarem Kern
5 jeweils die Erregung der Spulen so steuerbar ist, daß die Größen der Gebersignale in Relation zueinander verändert werden. In einer Brückenschaltung der Geber und des Differentialspulensystems kann vorteilhafterweise durch diese Brückenschaltung gleichzeitig der Differenzbildner realisiert werden.
0 Grundvoraussetzung sowohl für die Genauigkeit des Meßvorgangs an sich als auch für die Präzision der Kompensation der Gebersignale in den Bewertungsstufen ist die Linearität des Meßsystems, d.h. ein linearer Zusammenhang zwischen der mechanischen Höhenänderung und deren Erfassung, Messung und Anzeige.
5 Für die Gewährleistung dieser Linearität ist der Geber und seine Verbindung zur Membran eine kritische Stelle. Deshalb ist es vorteilhaft, als Geber an sich bekannte sehr lineare induktive oder kapazitive Wandler einzusetzen, ohne daß auslenkungsabhängige Luftspaltänderungen die Wandler signale durch Nicht-
0 linearitäten verfälschen. Dabei soll eine starre Verbindung vom mechanischen Fühler zur beweglichen Membran bestehen, die durch Federkraft in der Bewegungsrichtung zur reibungsfreien Bewegung stabilisiert wird.

Der Linearitätsbereich der Meßanordnung ist nicht unbeschränkt.
5 Mit der Erfindung wird das bekannte Meßprinzip mit entsprechender Genauigkeit und Zuverlässigkeit auf das Messen von sehr großen Flächen erweitert, da Volumenausdehnungseffekte, insbesondere durch Schlauchdeformationen, das Meßergebnis nicht mehr verfälschen. Beim Prüfen von Meßflächen, deren Geometrie erheblich von der Ebene abweicht, wird der Linearitätsbereich des
0 Meßsystems u. U. bis an die Grenzen oder darüber hinaus beansprucht.

Um dennoch die Linearität für die Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Meßergebnisses an sich sowie insbesondere für die diese
5 Präzision mitbegründende erfindungsgemäße Kompensation sicher zu gewährleisten, ist es zweckmäßig, die Höhenkoordinate der Referenzfläche veränderbar zu gestalten.

Somit werden unterschiedliche Oberflächenniveaus mit entsprechender Präzision durch punktweise Abtastung mit dem Meßprinzip zur Ebenheitsmessung erfaßt. Durch Messung der Höhenkoordinatennachführung läßt sich darüberhinaus gleichzeitig
5 ein Maß für Oberflächenunterschiede der Meßfläche gewinnen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden:

In der Zeichnung zeigen:

10 Fig 1: Prinzipanordnung zur Gerad- und Ebenheitsmessung mit den erfindungsgemäßen Bewertungsstufen.

Fig 2: Differentialspulensystem als vorteilhafte Ausführungsform der Bewertungsstufen.

15 Fig 3: Kopplung eines induktiven Wandlers als Geber durch starre Verbindung mit der Membran in einem Gefäß mit Tragegestell.

In Figur 1 ist eine Anordnung zur Gerad- und Ebenheitsmessung dargestellt, die nach dem Prinzip der Meßanordnung der DD-PS 125 440 arbeitet.

20 Zwei Gefäße 6 und 7, die mit Flüssigkeiten 8 und 9 gefüllt sind, werden über eine Röhre 16 miteinander kommunizierend verbunden. Die Gefäße 6, 7 sind jeweils durch eine Membran 10 bzw. 11 oben abgeschlossen. Auf den Gefäßen 6, 7 sitzen Traggestelle 14, 15. In den Traggestellen 14, 15 sind jeweils ein Geber 12
25 bzw. 13 angeordnet, deren Meßfühler 30 bzw. 31 jeweils mit der Membran 10 bzw. 11 in Verbindung stehen. Das Gefäß 6 sitzt mit einem Taster 29 auf einer zu prüfenden Oberfläche 2 auf, während das Gefäß 7 auf einem Traggestell 19 ruht, das auf einem Fundament 20 ortsfest angeordnet ist.

30 Die Röhre 16 besitzt eine Kammer 32 mit einer Einstellschraube 33. Ausgangsseitig stehen die Geber 12, 13 über Leitungen 21, und 22 und über Bewertungsstufen 34, 35 mit einem Differenzbildner 23 in Verbindung, dessen Ausgang über eine Leitung 27 mit einem Meßverstärker 24 verbunden ist. Die Ausgangssignale
35 des Meßverstärkers 24 gelangen über ein Filter 25 auf eine Registriereinheit 26.

Durch die Oberfläche 2 ist das Gefäß 6 über den Taster 29 ver-

tikal veränderbar. In Abhängigkeit der relativen vertikalen
Lagen der Gefäße 6 und 7 werden durch das kommunizierende Ge-
fäßsystem mit den Flüssigkeiten 8 und 9 die Membranen 10 und
11 ausgelenkt. Diese Auslenkungen werden durch die Geber 12,
5 13 erfaßt und in elektrische Signale umgewandelt. Da das Ge-
fäß 7 auf dem Fundament 20 ortsfest aufsitzt, beinhalten die
Ausgangssignale der Geber 12 und 13 an den Leitungen 21 und 22
Informationen über die Höhenkoordinaten der Oberfläche 2 bzw.
über deren Ebenheit, so daß nach dem Schlauchwaagenprinzip
10 die Oberflächengeometrie bestimmt werden kann. Aus diesen Sig-
nalen wird die Differenz gebildet und anschließend im Meßver-
stärker 24 verstärkt. Im Filter 25 wird dieses Meßsignal,
eine Quasi-Gleichspannung, vom Spektrum der Störsignale, die
vor allem durch Schwingungen am Aufstellort hervorgerufen werden,
15 getrennt. Die Meßgröße wird nach der Filterung mittels der
Registriereinheit 26 registriert bzw. angezeigt. Der angezeig-
te Meßwert ist direkt ein Maß für die Geometrie der Ober-
fläche 2.

Die Membranen 10 und 11 sind dehnbare Gebilde, die in ihrer
20 integral auf die Flüssigkeiten 8 und 9 wirkenden Federkonstan-
ten nicht genau gleich sind. Die Membraneigenschaften sind
von einer Vielzahl von Faktoren, wie Material, Form, techno-
logische Parameter usw. abhängig. Unterschiedliche Membran-
eigenschaften bewirken jedoch voneinander abweichende Auslen-
25 kungen der Membranen 10 und 11 bei unterschiedlichen Membran-
ausdehnungen. Die Folge davon sind Verfälschungen des Meßer-
gebnisses, wenn sich das Volumen der Flüssigkeiten 8 und 9 än-
dert. Derartige Volumenänderungen können sowohl durch klima-
tische Bedingungen als auch durch Deformation der Röhre 16
30 hervorgerufen werden. Um diese Fehlereinflüsse zu kompensieren,
sind in den Leitungen 21 und 22 den Gebern 12 und 13 jeweils
die Bewertungsstufen 34 und 35 nachgeschaltet, in denen je-
weils das Gebersignal in Abhängigkeit von den Membraneigen-
schaften der dem Geber 12 bzw. 13 jeweils zugeordneten Membran
35 10 bzw. 11 gesteuert wird. Die elektrischen Korrekturgrößen
für die mechanisch unterschiedlichen Membraneigenschaften wer-
den vorteilhaft durch künstlich bewirkte Volumenänderungen

mittels der Einstellschraube 33 in der Kammer 32 ermittelt. Nach Korrektur der elektrischen Gebersignale ist das Differenzsignal an der Leitung 27 unabhängig von Volumenänderungseffekten. Die Meßanordnung wird damit universell anwendbar
5 nicht nur für unterschiedliche klimatische Bedingungen, sondern auch für das Messen von sehr großen Oberflächen, wofür die Röhre 16 vorzugsweise durch einen Schlauch realisiert wird. Für diese Beweglichkeit und Länge des Schlauches ist die Gefahr von Deformationen leicht gegeben.

10 Fig 2. zeigt eine vorteilhafte Ausgestaltung der Bewertungsstufen, indem jede Bewertungsstufe aus zwei Spulen besteht. Zwei Spulen 36 und 37 bilden die Bewertungsstufe 34, während die Bewertungsstufe 35 durch zwei Spulen 38 und 39 realisiert wird. Die Spulen 36, 37, 38, 39 sind als Differentialspulensystem angeordnet, in dem ein Kern 40 bewegbar ist. Durch Veränderung des Kerns 40 werden die Spulen 36 und 37 sowie 38 und 39 jeweils paarweise in ihrer Induktivität und damit in ihrem induktiven Widerstand verändert, so daß mit der Einstellung
15 des Kern 40 eine Beeinflussung der Gebersignale zueinander möglich ist. In Figur 2 ist eine Brückenschaltung der Geber 12, 13 mit dem Differentialspulensystem aus den Spulen 36, 37, 38, 39 gezeigt. Zwei Spulen 41 und 42 symbolisieren dabei die veränderbaren Induktivitäten eines induktiven Wandlers als Geber 12. In gleicher Weise ist der Geber 13 durch zwei weitere veränderbare Spulen 43, 44 dargestellt. Über zwei Leitungen 45
20 und 46 wird an diese Brückenschaltung eine Versorgungsspannung U_V herangeführt. Die miteinander verbundenen Anschlüsse der Spulen 43 und 44 des Gebers 13 liegen an Masse, während die miteinander verbundenen Anschlüsse der Spulen 43 und 44 über die
25 Leitung 27 (siehe Fig 1!) mit dem Meßverstärker 24 gekoppelt sind. Mit dieser Brückenschaltung wird vorteilhafterweise gleich der Differenzbildner 23 realisiert.

30 Durch Beseitigung des störenden Einflusses der Membraneigenschaften bei unterschiedlichen Ausdehnungen der Membran auf das Meßergebnis ist die Meßanordnung auch für größere Membranauslenkungen mit entsprechender Genauigkeit anwendbar.

35

Voraussetzung dafür ist jedoch ein entsprechender Linearitätsbereich in der Erfassung, Verarbeitung und Anzeige des Vertikalweges. Figur 3 zeigt eine vorteilhafte Kopplung 10 des Gebers 12 mit der Membran 10 zur Gewährleistung dieser Linearität. Als Geber 12 dient ein induktiver Wandler, bei dem in 5 einen Spulensystem 47 mit mindestens zwei Anschlüssen 48 und 49 ein Kern 50 bewegt wird. Dieser Kern 50 ist über einen Träger 51 mit zwei Befestigungselementen 52 und 53 mit der Membran 10 starr verbunden. Der Träger 51 wird mittels einer an 0 dem Traggestell 14 mit einem Befestigungselement 54 befestigten Blattfeder 55 geführt. Die Bewegung des Kern 50 wird auf diese Art und Weise, da die Membran 10 ein schwimmendes Gebilde darstellt, auf eine einzige Bewegungsrichtung stabilisiert. Das Spulensystem 47 ist so am Traggestell 14 angeordnet, daß 5 der Kern 50 im Spulensystem reibungsfreie Bewegungen ausführen kann. Diese Membran-Geber-Kopplung zeichnet sich durch sehr lineare Eigenschaft aus, insbesondere da keine Nichtlinearitäten durch einen kapazitiven oder induktiven Luftspalt auftreten. Als Geber kann auch ein kapazitiver Wandler eingesetzt werden, dessen Elektroden beispielsweise vertikal parallel ineinander 0 tauchen. Der Linearitätsbereich bei der Messung und damit bei der Kompensation der Auswirkung von Volumenänderungseffekten ist allerdings nicht unbegrenzt. Insbesondere beim Messen von sehr großen Flächen, für die das Meßverfahren durch die erfindungsgemäßen Mittel anwendbar gemacht wird, treten, wenn die 5 Geometrie der Oberfläche keine exakte Ebene ist, Höhenunterschiede auf, durch die der Linearitätsbereich bis an die Grenze und eventuell darüber beansprucht wird. Um dennoch die volle Linearität der Meßwerterfassung bis zur Anzeige für die Genauigkeit der Messung zu gewährleisten, ist es vorteilhaft, durch in) der Zeichnung nicht dargestellte Mittel die vertikale Lage des Gefäßes 7 veränderbar (nachführbar) zu gestalten. Durch hochgenaue Messung in der Positionierung dieser vertikalen Lage des Gefäßes 7 kann darüberhinaus ein Maß für die Höhenabweichung 5 auf der zu prüfenden Oberfläche 2 gewonnen werden. Damit wird die Messung unebener Oberflächen auf eine punktweise oder bereichsweise Ebenenvergleichsmessung zurückgeführt.

Erfindungsanspruch

- 5 1. Anordnung zur Gerad- und Ebenheitsmessung, insbesondere für große Meßflächen, die mindestens aus zwei flüssigkeitsgefüllten sowie auf einer Meß- und einer Referenzfläche angeordneten kommunizierenden Gefäßen besteht, in denen sich jeweils eine Membran und ein ihr zugeordneter Geber befinden, an dessen Ausgang von der Membranhöhe bzw. -ausdehnung abhängige elektrische Signale anliegen, die über einen Differenzbildner einem Meßverstärker zugeführt werden, der ausgangsseitig über eine Filterstufe mit einer Anzeige-bzw. Auswertestufe in Verbindung steht, gekennzeichnet dadurch, daß der Ausgang jedes Gebers über eine in Abhängigkeit der Membraneigenschaften der dem Geber jeweils zugeordneten Membran einstellbare Bewertungsstufe mit dem Differenzbildner in Verbindung steht.
- 10
- 15
- 20 2. Anordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß jede Bewertungsstufe aus zwei Spulen besteht und daß die Spulen der Bewertungsstufen als Differentialspulensystem mit einem einstellbaren Kern zur jeweils paarweisen Erregung der Spulen angeordnet sind.
- 25 3. Anordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß Mittel zur Volumenänderung in den kommunizierenden Gefäßen zur Gewinnung von Einstellgrößen der Bewertungsstufen vorgesehen sind.
- 30 4. Anordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß als Geber jeweils ein induktiver Wandler vorgesehen ist, dessen in einer Spule beweglicher Kern starr mit der Membran verbunden und mittels einer Feder, vorzugsweise einer Blattfeder, vertikal geführt ist.
- 35 5. Anordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß als Geber jeweils ein kapazitiver Wandler vorgesehen ist, dessen bewegliche Elektrode, die sich vertikal parallel zur festen Elektrode bewegt, starr mit der Membran verbunden und mittels einer Feder, vorzugsweise einer Blattfeder, vertikal geführt ist.

6. Anordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß für Meßflächen, insbesondere mit größeren vertikalen Oberflächenabweichungen, die Höhenkoordinate der Referenzfläche meßbar veränderbar ist.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

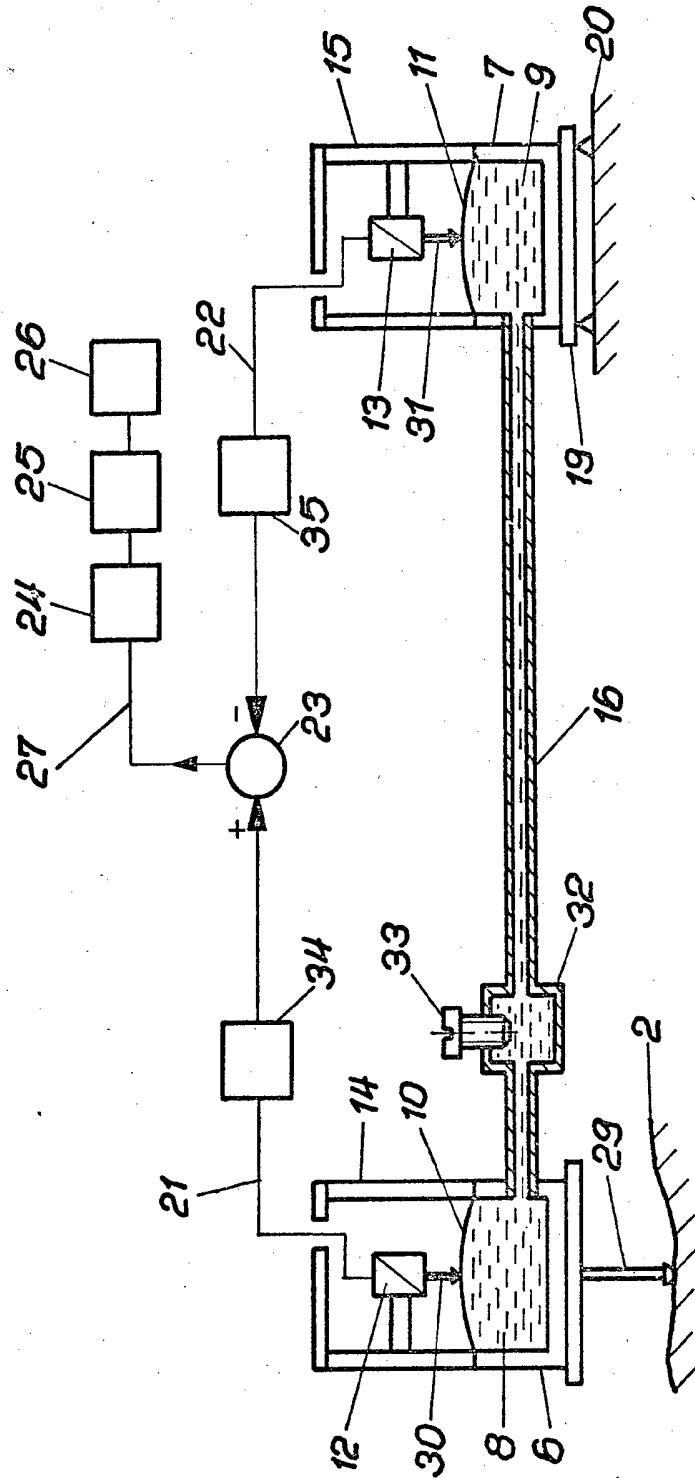


FIG. 1

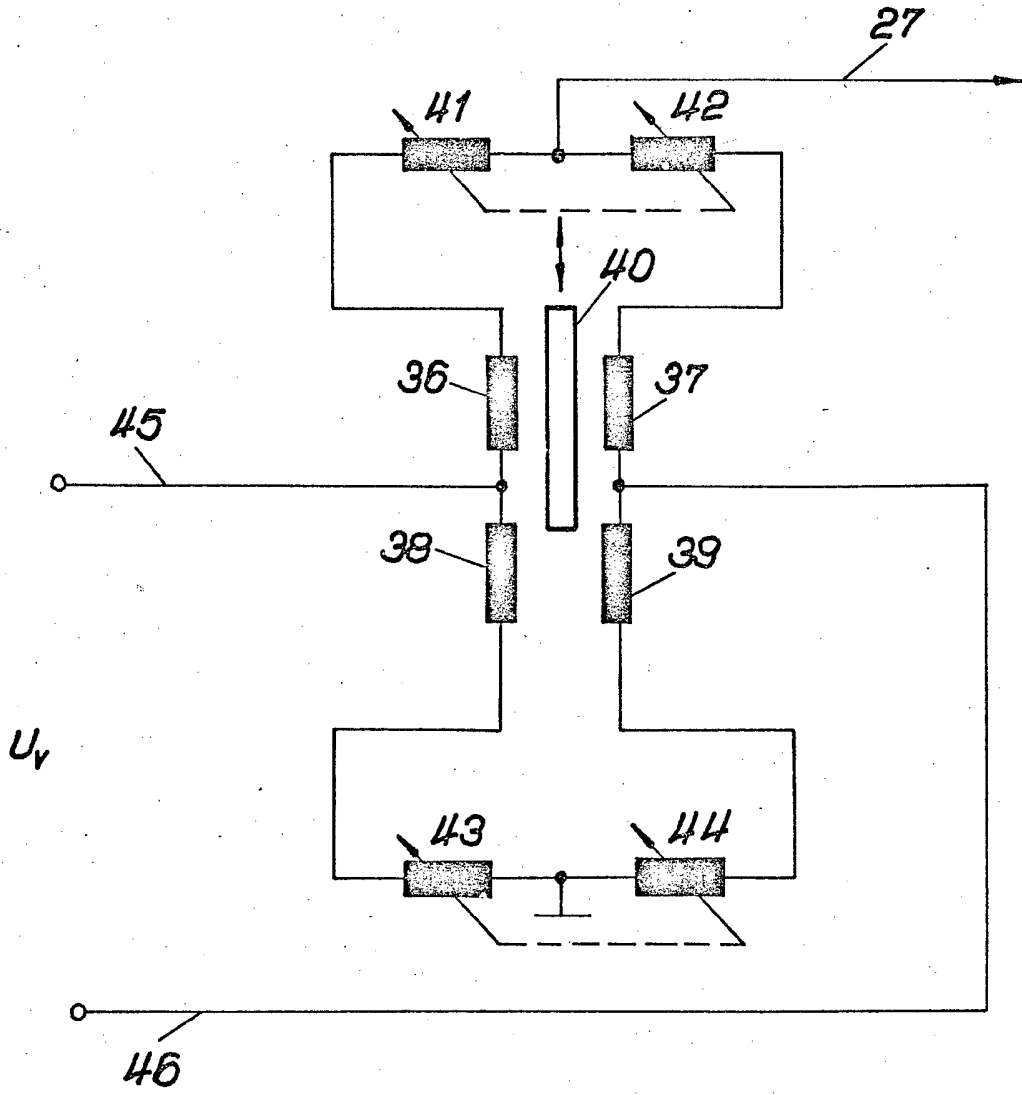


Fig. 2

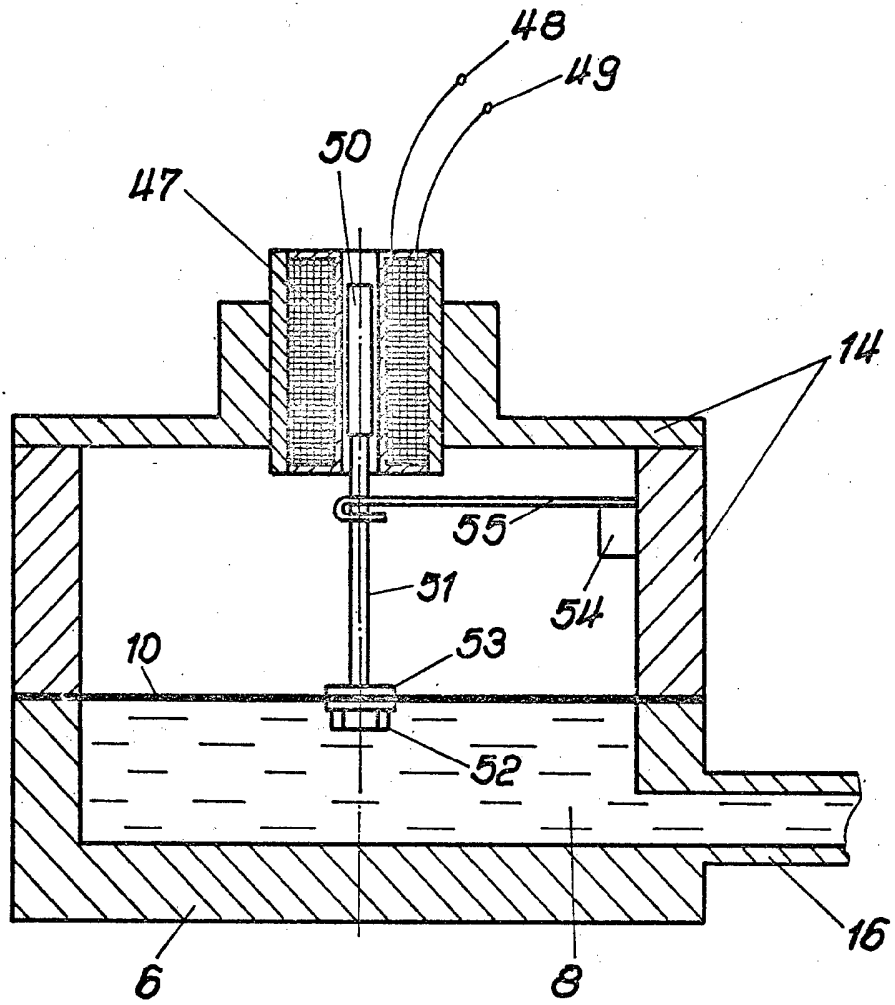


Fig. 3