

(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 259 914 A1

4(51) G 01 C 5/04

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 C / 301 412 8

(22) 02.04.87

(44) 07.09.88

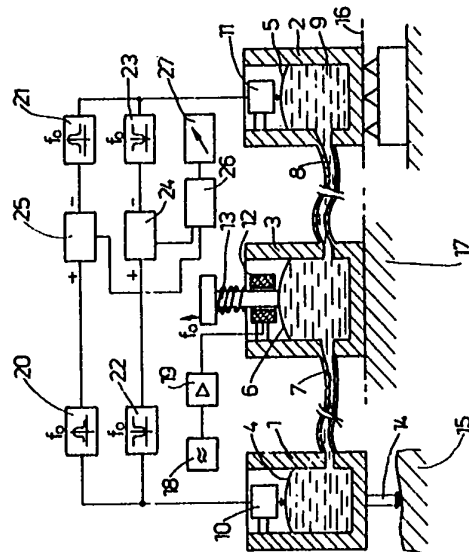
(71) VEB Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, Jena, 6900, DD

(72) Meyer, Mathias, Dipl.-Ing.; Knoll, Gerd; Dittmar, Uwe, Dipl.-Ing.; Pudimat, Roland, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren und Anordnung zur Kompensation von durch Volumenänderungen hervorgerufenen Meßfehlern einer Gerad- und Ebenheitsmeßeinrichtung

(55) Verfahren, Anordnung, Meßeinrichtung, Geradheit, Ebenheit, Kompensation, Meßfehler, Flüssigkeit, Volumenänderung

(57) Verfahren und Anordnung zur Kompensation von durch Volumenänderungen hervorgerufenen Meßfehlern bei Gerad- und Ebenheitsmeßeinrichtungen, bei welchem in einem System aus zwei mit Membranen 4 und 5 abgeschlossenen, flüssigkeitsgefüllten durch Schläuche 7 und 8 verbundenen Behältern 1 und 2 künstlich Volumenänderungen der Flüssigkeit 19 in den Behältern 2 und 3 erzeugt werden, aus denen Korrekturgrößen für Signale der mit den Membranen 4 und 5 gekoppelten Gebern 10 und 11 gewonnen werden. Es ist ein dritter Behälter 3 vorgesehen, der mit den beiden anderen Behältern 2 und 3 verbunden ist und in dem die periodischen Volumenänderungen erzeugt werden. Figur



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Kompensation von durch Volumenänderungen hervorgerufenen Meßfehlern einer Gerad- und Ebenheitsmeßeinrichtung, bei welchem in einem System aus zwei mit Membran abgeschlossenen, flüssigkeitsgefüllten Behältern, welche mit einem Schlauch verbunden sind, künstlich Volumenänderungen der Flüssigkeit in den Behältern erzeugt werden, aus denen Korrekturgrößen für die Signale der mit den Membranen gekoppelten Geber gewonnen werden, **dadurch gekennzeichnet**,
 - daß in den Behältern (1 und 2) periodische Änderungen des Volumens der Flüssigkeit (9) erzeugt werden,
 - daß die Signale aus den Gebern (10; 11) Filtern (20; 21) zugeführt werden, welche die Signalanteile mit der Grundfrequenz f_0 der periodischen Änderungen herausfiltern,
 - daß die von der Grundfrequenz f_0 bereinigten, den eigentlichen Meßwert beinhaltenden Signalanteile der Geber (10; 11) jeweils einem Differenzbildner (24) zugeführt werden,
 - daß die herausgefilterten, die Grundfrequenz f_0 enthaltenden Signalanteile gleichzeitig einem weiteren Differenzbildner (25) zugeführt werden,
 - und daß die Ausgangssignale der Differenzbildner (24; 25) in einer Korrekturstufe (26) verknüpft werden, so daß in Abhängigkeit von Vorzeichen und Betrag der Differenz der die Grundfrequenz f_0 enthaltenden Signalanteile laufend korrigiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Signale der Geber (10; 11) zum Ausgleich der durch Signallaufzeiten bedingten Phasenunterschiede nach dem Durchlaufen der Filter (20; 21) bzw. (22; 23) Verzögerungsgliedern insbesondere Sample and Hold-Gliedern zugeführt werden.
3. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 und 2, bestehend aus zwei mit einer inkompressiblen Flüssigkeit gefüllten Behälter, die durch einen Schlauch verbunden sind und welche oben mit je einer Membran verschlossen sind, die je mit einem Geber für die Höhe der Flüssigkeit in den Behältern gekoppelt sind, und aus einer Einrichtung zur Volumenänderung der Flüssigkeit in den Behältern, **dadurch gekennzeichnet**,
 - daß als Einrichtung zur Volumenänderung der Flüssigkeit (9) ein dritter, ortsfester installierter Behälter (3) mit Flüssigkeit (9) vorgesehen ist, der mit einer Membran (6) verschlossen ist, welche mit einer Einrichtung verbunden ist, die periodische, vertikal eingeleitete Auslenkungen der Membran bewirkt,
 - daß die Ausgänge der Geber (10; 11) jeweils mit den Eingängen von Durchlaßfiltern (20; 21) und Sperrfiltern (22; 23) für die Grundfrequenz f_0 der periodischen Auslenkungen verbunden sind,
 - daß die Ausgänge der Durchlaßfilter (20; 21) und die Ausgänge der Sperrfilter (22; 23) jeweils paarweise mit den Eingängen eines Differenzbildners (24 bzw. 25) in Verbindung stehen,
 - und daß die Ausgänge der Differenzbildner (24; 25) mit einer Korrekturstufe (26) verbunden sind.
4. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung zur periodischen Auslenkung der Membran (6) im dritten Behälter (3) aus einer mit Wechselstrom erregten Spule (12) besteht, in deren Magnetfeld sich ein Anker (13) befindet, der mit der Membran (6) gekoppelt ist.
5. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der dritte Behälter (3) mit einem der beiden anderen Behälter (1 oder 2) identisch ist, oder einem Teil des Schlauches entspricht.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Kompensation von durch Volumenänderungen hervorgerufenen Meßfehlern einer Gerad- und Ebenheitsmeßeinrichtung, insbesondere für große Meßflächen. Die Einrichtung umfaßt zwei flüssigkeitsgefüllte Behälter, welche durch einen Schlauch kommunizierend verbunden sind und welche jeweils mit einer vertikal beweglichen Membran dicht und ohne Lufteinschlüsse verschlossen sind.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

In der DD-PS 159362 ist eine Anordnung zur Ausschaltung von Volumenänderungseffekten bei dergleichen Meßeinrichtungen beschrieben. Diese Gerad- und Ebenheitsmeßeinrichtungen bestehen aus zwei, mit einer inkompressiblen Flüssigkeit gefüllten Behältern, die durch einen Schlauch verbunden sind. Die oben offenen Behälter sind mit je einer Membran zur Atmosphäre hin ohne Lufteinschlüsse dicht abgeschlossen. Jeder Membran ist ein Geber für die Höhenlage der Membran im Behälter zugeordnet. Ein Behälter wird ortsfest auf einer Referenzfläche angeordnet, während der andere Behälter mit einem Taster über

die zu vermessende Fläche geführt wird. Zur Ausschaltung von Volumenänderungseffekten sind zwischen den Gebern und einem Differenzbildner je eine Bewertungsstufe vorgesehen. Zur Festlegung von Einstellgrößen für die Bewertungsstufen sind Mittel zur Volumenänderung in den Behältern vorgesehen. Die elektrischen Korrekturgrößen der Bewertungsstufen beeinflussen die Gebersignale so, daß sie von der Differenzbildung mit Kompensationsgrößen bewertet werden, die den mechanischen Eigenschaften bzw. unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften den Membranen entsprechen.

Nachteilig bei dieser Lösung ist, daß die Kompensation von Meßfehlern infolge von Volumenänderungen der Flüssigkeit nur für einen geringen Meßbereich genau ist. Bei größeren Meßbereichen treten infolge der nichtlinearen Membraneigenschaften Meßfehler auf.

Eine weitere Möglichkeit der Vermeidung von Meßfehlern besteht dann, wenn die Kompensation vor jeder Messung für den in viele Abschnitte aufgeteiltem, vertikalen Meßbereich wiederholt durchgeführt wird. Für jeden Abschnitt müssen dann eigene Korrekturgrößen für die Bewertungsstufen ermittelt und gespeichert werden. Das erfordert einen erhöhten Arbeitsaufwand. Es werden weiterhin hierbei nicht die Meßfehler kompensiert, die sich aus Volumenänderungen während der Meßwertermittlung ergeben. Derartige Meßfehler resultieren aus Volumenänderungen, die aus den bei der Messung eintretenden Veränderungen der klimatischen Bedingungen, sowie durch die Bewegung des einen Behälters über die Meßfläche mit den damit verbundenen Schlauchdeformationen hervorgerufen werden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und Meßgenauigkeit, Bedienkomfort und Gebrauchswert von Gerad- und Ebenheitsmeßeinrichtungen zu erhöhen.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zu schaffen, die es ermöglichen, die während der Messung infolge ungewollter oder unkontrollierter Volumenänderungen der Flüssigkeit in den Behältern der Meßeinrichtung auftretende Meßfehler über einen weiteren horizontalen und vertikalen Meßbereich laufend, auch während der Messungen, zu kompensieren.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zur Kompensation von durch Volumenänderungen hervorgerufenen Meßfehlern einer Gerad- und Ebenheitsmeßeinrichtung, bei welchem in einem System aus zwei mit Membranen abgeschlossenen, flüssigkeitsgefüllten Behältern, welche mit einem Schlauch verbunden sind, künstlich Volumenänderungen der Flüssigkeit in den Behältern erzeugt werden, aus denen Korrekturgrößen für die Signale der mit den Membranen gekoppelten Geber gewonnen werden, dadurch gelöst,

- daß in den Behältern periodische Änderungen des Volumens der Flüssigkeit erzeugt werden,
- daß die Signale aus den Gebern Filtern zugeführt werden, welche die Signalanteile mit der Grundfrequenz der periodischen Änderungen herausfiltern,
- daß die von der Grundfrequenz bereinigten, den eigentlichen Meßwert beinhaltenden Signalanteile der Geber jeweils einem Differenzbildner zugeführt werden,
- daß die herausgefilterten, die Grundfrequenz enthaltenden Signalanteile gleichzeitig einem weiteren Differenzbildner zugeführt werden,
- und daß die Ausgangssignale der Differenzbildner in einer Korrekturstufe verknüpft werden, so daß in Abhängigkeit von Vorzeichen und Betrag der Differenz der die Grundfrequenz enthaltenden Signalanteile die Differenz der den eigentlichen Meßwert beinhaltenden Signalanteile laufend korrigiert wird.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Signale der Geber zum Ausgleich der durch Signallaufzeiten bedingten Phasenunterschiede nach dem Durchlaufen der Filter Verzögerungsgliedern insbesondere Sample and Hold-Gliedern zugeführt werden.

Eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens bestehend aus zwei mit einer inkompressiblen Flüssigkeit gefüllten Behältern, die durch einen Schlauch verbunden sind und welche oben mit je einer Membran verschlossen sind, die je mit einem Geber für die Höhe der Flüssigkeit in den Behältern gekoppelt sind, und aus einer Einrichtung zur Volumenänderung der Flüssigkeit in den Behältern ist dadurch gekennzeichnet, daß als Einrichtung zur Volumenänderung der Flüssigkeit ein dritter, ortsfest installierter Behälter mit Flüssigkeit vorgesehen ist, der mit einer Membran verschlossen ist, welche mit einer Einrichtung verbunden ist, die periodisch, vertikal eingeleitete Auslenkungen der Membran bewirkt,

- daß die Ausgänge der Geber jeweils mit den Eingängen von Durchlaßfiltern und Sperrfiltern für die Grundfrequenz der periodischen Auslenkungen verbunden sind,
- daß die Ausgänge der Durchlaßfilter und die Ausgänge der Sperrfilter jeweils paarweise mit den Eingängen eines Differenzbildners in Verbindung stehen,
- und daß die Ausgänge der Differenzbildner mit einer Korrekturstufe verbunden sind.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Einrichtung zur periodischen Auslenkung der Membran im dritten Behälter aus einer mit Wechselstrom erregten Spule besteht, in deren Magnetfeld sich ein Anker befindet, der mit der Membran gekoppelt ist. Ferner ist es vorteilhaft, wenn der dritte Behälter mit einem der beiden anderen Behälter identisch ist, oder einem Teil des Schlauches entspricht.

Die erzeugten periodischen Volumenänderungen finden sich in dem Meßsignal der Geber in überlagelter Form wieder. Die Mittel zur Erzeugung der Volumenänderungen können vorteilhaft mit einer Frequenz erregt werden, die oberhalb der zu erwartenden Frequenzanteile im Nutzsinal der Geber und außerhalb der zu erwartenden Störfrequenzen liegen. Die Meßfehlerkompensation funktioniert deshalb auch bei auftretenden Störschwingungen im Meßaufbau und bei langperiodischen Änderungen im Meßsignal der Geber bei der Abtastung periodischer Oberflächenstrukturen. Das dem Nutzsinal der Geber überlagerte periodische Signal wird zur Durchführung der Kompensation der durch Volumenänderungen hervorgerufene Meßfehler verwendet. Dazu werden die Signalanteile durch die Filter getrennt, die den Gebern nachgeschaltet sind. Die periodischen Signale und die Nutzsignale der Geber werden nach Durchgang durch die Filter paarweise einen Differenzbildner zugeführt. Die Differenz der ausgefilterten periodischen Signalanteile ist ungleich Null, wenn

beim Antasten der Referenzfläche mit dem Taster des Meßbehälters die Membranen unterschiedliche mechanische Eigenschaften besitzen. Die Differenz der von der Erregerfrequenz befreiten Nutzsignale der Geber ist Null, wenn der Taster des Meßbehälters auf der Meßfläche in der Höhe steht, die der Höhe der Referenzfläche entspricht. Während des Meßbetriebes werden die Ausgangssignale der Differenzbildner in der Korrekturstufe verknüpft. Die Kompensation der durch Volumenänderungen hervorgerufenen Meßfehler erfolgt kontinuierlich an jeder Meßstelle der zu messenden Oberfläche und über den gesamten Meßbereich.

Vorteilhaft für ein gutes Signal/Rauschverhältnis ist es, wenn Schläuche verwendet werden, die in sich flexibel jedoch in radialer Richtung nicht elastisch sind.

Verfahren und Anordnung ermöglichen in einfacher Weise die objektive Kompensation von Meßfehlern, die durch ungewollte und/oder zufällig auftretende Volumenänderungen der in den Behältern befindlichen Flüssigkeit bedingt sind, und zwar im horizontalen und im vertikalen Meßbereich. Damit werden die Genauigkeit und die Bedienfreundlichkeit und damit auch der Gebrauchswert bei Gerad- und Ebenheitsmeßeinrichtungen erhöht.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert, in welcher die erfindungsgemäße Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt ist.

Die Anordnung besteht aus einem Meßbehälter 1 einem Referenzbehälter 2 und einem weiteren dritten Behälter 3, welche jeweils mit Membranen 4; 5 und 6 nach außen hin verschlossen sind, so daß die in den Behältern 1; 2; 3 und in den die Behälter verbindenden Schläuchen 7 und 8 befindliche Flüssigkeit 9 dicht zur Atmosphäre hin ohne Gaseinschlüsse abgeschlossen ist. Im Meßbehälter 1 und im Referenzbehälter 2 sind Geber 10 und 11 für die Höhe der Membranen 4 und 5 angeordnet. Im Innern des dritten Behälters 3 befindet sich eine Spule 12, in deren Magnetfeld sich ein Anker 13 befindet, welcher zentral an der Membran 6 anliegt. Der Meßbehälter 1 ist beweglich angeordnet und sitzt über einen Taster 14 auf einer zu untersuchenden Fläche 15 auf. Der Referenzbehälter 2 und der Behälter 3 sind ortsfest auf den Ebenen 16 und 17 angeordnet.

Während der Gerad- und Ebenheitsmessung verändert der Meßbehälter 1 seine vertikale Lage im Bezug auf den Referenzbehälter 2, so daß die Geber 10 und 11 in Abhängigkeit von der Höhendifferenz der Behälter 1 und 2 bezüglich der als Referenzfläche dienenden Ebene 16 ein Meßsignal abgeben. Über einen Generator 18 mit nachgeordnetem Verstärker 19 wird in die Spule 12 ein Wechselstrom eingespeist. Über den Anker 13 wird die Membran 6 mit der gleichen Frequenz f_0 in Schwingungen versetzt. Diese Schwingungen werden über die inkompressible Flüssigkeit 9 bis in die Behälter 1 und 2 übertragen. Die dadurch hervorgerufenen Volumenänderungen der Flüssigkeit 9 bedingen ein periodisches Signal an den Gebern 10 und 11, welches dem eigentlichen Meßsignal des Gebers 10 im Meßbehälter 1 überlagert ist. Das Summensignal der Geber 10 und 11 wird den Eingängen von Durchlaßfiltern 20 und 21 und Sperrfiltern 22 und 23 für die Grundfrequenz f_0 zugeführt. Die von der Grundfrequenz f_0 bereinigten Signale werden einem Differenzbildner 24 zugeführt, während die Ausgangssignale der Durchlaßfilter 20 und 21 den Eingängen eines weiteren Differenzbildners 25 zugeleitet werden. Die Ausgangssignale der Differenzbildner 24 und 25 werden in einer Korrekturstufe 26 weiterverarbeitet und an eine Ausgabereinheit 27 weitergegeben. Diese Anordnung erlaubt eine laufende Korrektur der Eben- und Geradheitsmeßwerte über einen weiten Meßbereich unabhängig von den nichtlinearen Membraneigenschaften.

