



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 300 988 A7

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2

Patentgesetz der DDR

vom 27. 10. 1983

in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 01 B 7/22

G 01 D 5/24

DEUTSCHES PATENTAMT

(21) DD G 01 B / 330 373 0

(22) 05. 07. 89

(45) 17. 09. 92

(72) Klöden, Rolf, Dipl.-Ing.; Beck, Christian, Doz. Dr. sc. techn.; Schuricht, Klaus, Dr.-Ing., DE

(73) Technische Universität Chemnitz, O - 9010 Chemnitz, DE

(54) Kapazitiver Sensor zur Messung geometrischer Abweichungen

(55) Abstandsmößgerät; Geber, kapazitiver; Abstandssensor, kapazitiver; Abstandsmessung, kapazitive; Abstandssensor mit Differential-Sensorelektronik; Meßgrößenerfassung, geometrische

(57) Der kapazitive Sensor zur Messung geometrischer Abweichungen findet Anwendung bei der Messung von geometrischen Meßgrößen an Erzeugnissen des Maschinenbaus, Gerätebaus und dgl., insbesondere bei der Präzisions- und Ultrapräzisionsbearbeitung. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß eine auf gleichem Potential wie der Prüfling liegende Referenzgegenelektrode in einem definiert einstellbaren Referenzabstand zu einer Referenzelektrode, die sich in einem relativ geringen Abstand zur Meßelektrode befindet, angeordnet wird, wobei innerhalb dieses Abstandes die mit Meß- und Referenzelektrode unmittelbar verbundene Differential-Sensorelektronik untergebracht ist. Durch Öffnungen im Gehäuse im Bereich des Referenzabstandes wird die gleichwertige Beeinflussung von Meß- und Referenzkapazität durch Umwelteinflüsse gewährleistet und mit der Differential-Sensorelektronik eine Kompensierung dieser Störgrößen erreicht. Durch die Kopplung der Referenzgegenelektrode mit einer Feinverstellung ist der Sensor mit geringer. Aufwand an unterschiedliche Meßbereiche anpaßbar. Fig. 1

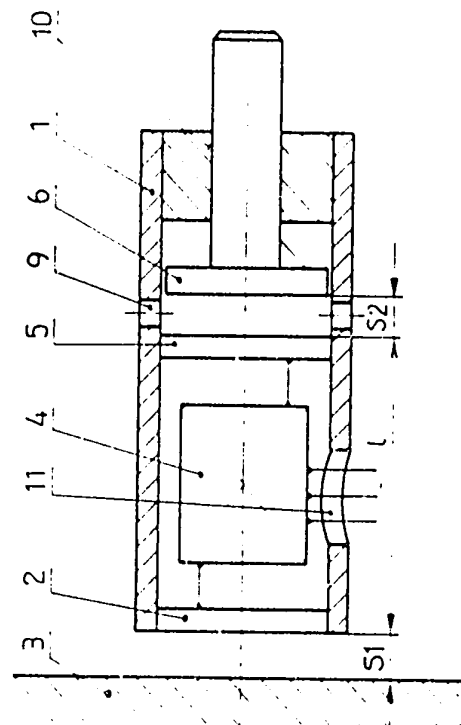


Fig. 1

Patentansprüche:

1. Kapazitiver Sensor zur Messung geometrischer Abweichungen in Kombination eines Plattenabstandskondensators, einer Differentialsensorelektronik und eines festen Referenzkondensators, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem Gehäuse (1) eine isolierte Meßelektrode (2), die mit dem in einem definierten Abstand (s 1) positionierten Prüfling (3) als Meßgegenelektrode einen an sich bekannten Meßkondensator bildet, die Differential-Sensorelektronik (4), die sich unmittelbar hinter der Meßelektrode (2) befindet, eine Referenzelektrode (5), die sich unmittelbar hinter der Differential-Sensorelektronik (4) befindet sowie zur Meßelektrode (2) einen festen Abstand (1) hat, und eine Referenzgegenelektrode (6), die auf gleichem Potential wie der Prüfling (3) liegt sowie einen definiert einstellbaren Abstand (s 2) zur Referenzelektrode (5) einnimmt, kompakt angeordnet sind.
2. Kapazitiver Sensor zur Messung geometrischer Abweichungen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßelektrode (2) und die Referenzelektrode (5) durch einen Isolator (7) mit eingebauter Abschirmung (8) miteinander fest verbunden sind und sich die Differential-Sensorelektronik (4) außerhalb des Gehäuses (1) befindet.
3. Kapazitiver Sensor zur Messung geometrischer Abweichungen nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Gehäuse (1) mindestens eine Öffnung (9) vorgesehen ist, die sich vorzugsweise im Bereich des einstellbaren Referenzabstandes (s 2) zwischen der Referenzelektrode (5) und der Referenzgegenelektrode (6) befindet.
4. Kapazitiver Sensor zur Messung geometrischer Abweichungen nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Referenzgegenelektrode (6) vorzugsweise mit einer mechanischen Feinverstellung (10) gekoppelt ist.
5. Kapazitiver Sensor zur Messung geometrischer Abweichungen nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßelektrode (2) in ihrer geometrischen Gestalt der Form des Prüflings (3) beliebig anpaßbar ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen kapazitiven Sensor zur Messung geometrischer Abweichungen, womit in der metallverarbeitenden Industrie, insbesondere bei der Präzisions- und Ultrapräzisionsbearbeitung, im Maschinenbau, Fahrzeugbau, Gerätebau u. dgl. Messungen an Erzeugnissen möglich sind.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bekannt sind kapazitive Sensoren zur Messung von Abstandsänderungen bzw. geometrischer Abweichungen, deren physikalisches Prinzip darin besteht, daß die Kapazitätsänderung durch Veränderung des Abstandes zwischen einer Meßelektrode und einem Prüfling als Gegenelektrode genutzt wird. In DE-OS 3138273 und in der Zeitschrift Metall 41. Jg, H. 3 1987 S. 274-276 werden kapazitive Sensoren beschrieben, bei denen Abstandänderungen bzw. geometrische Abweichungen durch einen von der Prüflingsoberfläche und einer Meßelektrode gebildeten Plattenkondensator gemessen werden. Nachteil dieser Anordnungen ist, daß Störgrößen im Meßspalt, wie z. B. Änderungen im Dielektrikum und Temperaturänderungen, unmittelbar das Meßergebnis verfälschen. Auch eine gleichwertige Einwirkung von Störgrößen auf die beiden Meßkapazitäten des in DE-OS 3138273 beschriebenen Sensors hat eine ungewollte Änderung der Frequenzdifferenz zur Folge. Sollen die Vorteile von differentiellen Auswerteverfahren hier genutzt werden, so ist ein weiterer Festkondensator in Form eines elektronischen Bauelements notwendig, der entsprechend der gewünschten Meßbereiche und Empfindlichkeiten mit großem elektronischen Aufwand ausgewechselt werden muß. Außerdem ist damit nicht gewährleistet, daß Störgrößen optimal kompensiert werden können, weil die Eigenschaften der Festkondensatoren unterschiedliche Toleranzen besitzen und Festkondensatoren auf Grund ihrer Ummantelung die jeweils herrschenden Meßbedingungen nicht repräsentieren können. Das beeinflusst nachteilig die meßtechnischen Eigenschaften, insbesondere die Nullpunkt Konstanz und die Linearität der statischen Kennlinie.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, einen Sensor zur Messung geometrischer Abweichungen zu schaffen, der mit geringem mechanischen und elektronischen Aufwand an unterschiedliche Meßbereiche angepaßt werden kann, hohe meßtechnische Anforderungen erfüllt und dabei zuverlässig arbeitet.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen kapazitiven Sensor zur Messung geometrischer Abweichungen zu schaffen, womit störende Umwelteinflüsse bei der Meßgrößenerfassung, z. B. Luftfeuchte- und/oder Temperaturänderungen, kompensiert werden. Die Sensorelektronik soll derart mit der Gesamtanordnung kombiniert werden, daß durch die Einhaltung eines optimalen Arbeitsbereiches höchste Forderungen hinsichtlich der Empfindlichkeit und der Linearität der Übertragungskennlinie erfüllt werden. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch Kombination eines Plattenkondensators, einer Differential-Sensorelektronik und eines festen Referenzkondensator dadurch gelöst, daß in einem Gehäuse eine isolierte Meßelektrode angeordnet ist, die mit dem in einem bestimmten Abstand positionierten Prüfling als Meßgegenelektrode einen Meßkondensator mit einer entsprechenden Meßkapazität bildet. Unmittelbar hinter der Meßelektrode befindet sich die Differential-Sensorelektronik, die mit der Meßelektrode und der hinter der Sensorelektronik angeordneten Referenzelektrode verbunden ist. Somit liegt die Referenzelektrode in einem relativ geringen Abstand zur Meßelektrode. Gegenüber der Referenzelektrode befindet sich in einem definiert einstellbaren Abstand eine Referenzgegenelektrode, die mit ihr einen Referenzkondensator mit entsprechender Referenzkapazität bildet. Die Referenzgegenelektrode liegt auf gleichem Potential wie der Prüfling. Mit dieser kompakten und einfach aufgebauten Sensoranordnung wurde eine überraschend hochauflösende Meßanordnung entwickelt, die gegen Umwelteinflüsse unempfindlich ist und eine gute Linearität der Kennlinie aufweist. Ein weiteres Merkmal der Erfindung besteht darin, daß die Referenzelektrode und die Meßelektrode durch einen Isolator mit eingebauter Abschirmung unmittelbar miteinander fest verbunden sind und die Differential-Sensorelektronik am Umfang des Gehäuses angeordnet ist. Damit wird eine weitere Verkleinerung des Sensors erreicht, so daß eine Anwendung an schwer zugänglichen Meßstellen möglich ist.

Das Gehäuse ist vorzugsweise im Bereich des einstellbaren Referenzabstandes zwischen der Referenzelektrode und der Referenzgegenelektrode mit mindestens einer Öffnung versehen. Die Referenzgegenelektrode ist mit einer vorzugsweise mechanischen Feinverstellung gekoppelt. Die Einstellmöglichkeit für den aus Referenzelektrode und Referenzgegenelektrode gebildeten Referenzkondensator gewährleistet auf einfache Weise eine elektrische Symmetrierung der an der Differential-Sensorelektronik anliegenden Meßgrößen und sichert damit die unaufwendige Anpassung des Sensors an unterschiedliche Empfindlichkeiten und Meßbereiche sowie geringste Nichtlinearitäten.

Durch den geringen Abstand von Meßkondensator und Referenzkondensator sowie durch die Öffnungen im Bereich des Referenzabstandes herrschen gleiche Umweltbedingungen im Meß- und Referenzspalt. Damit ist gewährleistet, daß Störgrößen, wie z. B. Luftfeuchte und Temperaturänderungen, gleichwertig die Meß- und Referenzkapazität beeinflussen und so durch die Differential-Sensorelektronik kompensiert werden können. Weiterhin ergibt sich dadurch eine hohe Nullpunktkonstanz.

Entsprechend dem Anwendungsfall kann die Meßelektrode in ihrer geometrischen Gestalt der Form des Prüflings beliebig angepaßt werden, wodurch eine optimale Empfindlichkeit erreicht wird.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachfolgend an Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert werden. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1: Prinzipdarstellung des kapazitiven Sensors zur Messung geometrischer Abweichungen

Fig. 2: schematische Darstellung des kapazitiven Sensors mit spezieller Elektrodenanordnung.

In Figur 1 ist ein kapazitiver Sensor zur Messung von geometrischen Abweichungen dargestellt, bei dem die Meßelektrode 2 und die Referenzelektrode 5 fest sowie die Referenzgegenelektrode 6 einstellbar in einem Gehäuse 1 angeordnet sind. Zwischen der Meßelektrode 2 und der Referenzelektrode 5 befindet sich in relativ geringem Abstand 1 beider Elektroden zueinander die Differential-Sensorelektronik 4. Die Referenzgegenelektrode 6 ist im Gehäuse 1 mit einer Feinverstellung 10, z. B. in Form einer Differentialschraube, gekoppelt. Auf diese Weise bilden die Elektroden gemeinsam mit dem Prüfling 3 einen Meßkondensator und einen einstellbaren Referenzkondensator.

Bei Realisierung eines Meßabstandes s_1 wird über die Feinverstellung 10 ein Referenzabstand s_2 eingestellt, so daß die für die Auswertung für die Differential-Sensorelektronik 4 bereitgestellten Grundkapazitäten eine nahezu gleiche Größe besitzen. Damit besteht sowohl elektrische als auch geometrische Symmetrie, die die Vorteile der Differential-Sensorelektronik 4 wirksam werden läßt und eine hohe Nullpunktkonstanz und geringste Nichtlinearitäten sichert. Bei unterschiedlichen Meßabständen s_1 werden die zugehörigen Referenzabstände s_2 eingestellt und damit unaufwendig die Anpassung der Differential-Sensorelektronik 4 an unterschiedliche Meßbereiche und Empfindlichkeiten realisiert.

Die Anordnung von Öffnungen 9 im Gehäuse 1 im Bereich des Referenzabstandes s_2 sichert annähernd gleiche Meßbedingungen wie zwischen Meßelektrode und Prüfling und damit eine optimale Störgrößenkompensation in der Differential-Sensorelektronik 4. Die Integration der Differential-Sensorelektronik 4 in den Zwischenraum (Abstand 1) sichert kürzeste Leiterverbindungen symmetrisch zur Meß- und Referenzelektrode und damit eine niedrige Parallelkapazität und eine Abschirmung der Differential-Sensorelektronik von störenden Umwelteinflüssen, wobei an der Anschlußbuchse 11 ein meßabstandsproportionales Ausgangssignal bereitgestellt wird.

In Figur 2 ist ein kapazitiver Sensor zur Messung geometrischer Abweichungen dargestellt, bei dem die Meßelektrode 2 und die Referenzelektrode 5 unmittelbar über einen Isolator 7 mit eingebauter Abschirmung 8 miteinander fest verbunden sind. Die Differential-Sensorelektronik 4 ist am Umfang des Gehäuses 1 angeordnet. Bei dieser Anordnung der Elektroden ist ein minimaler Abstand 1 vorhanden, so daß eine bessere Störgrößenkompensation erfolgt und eine geringe Baugröße realisiert werden kann.

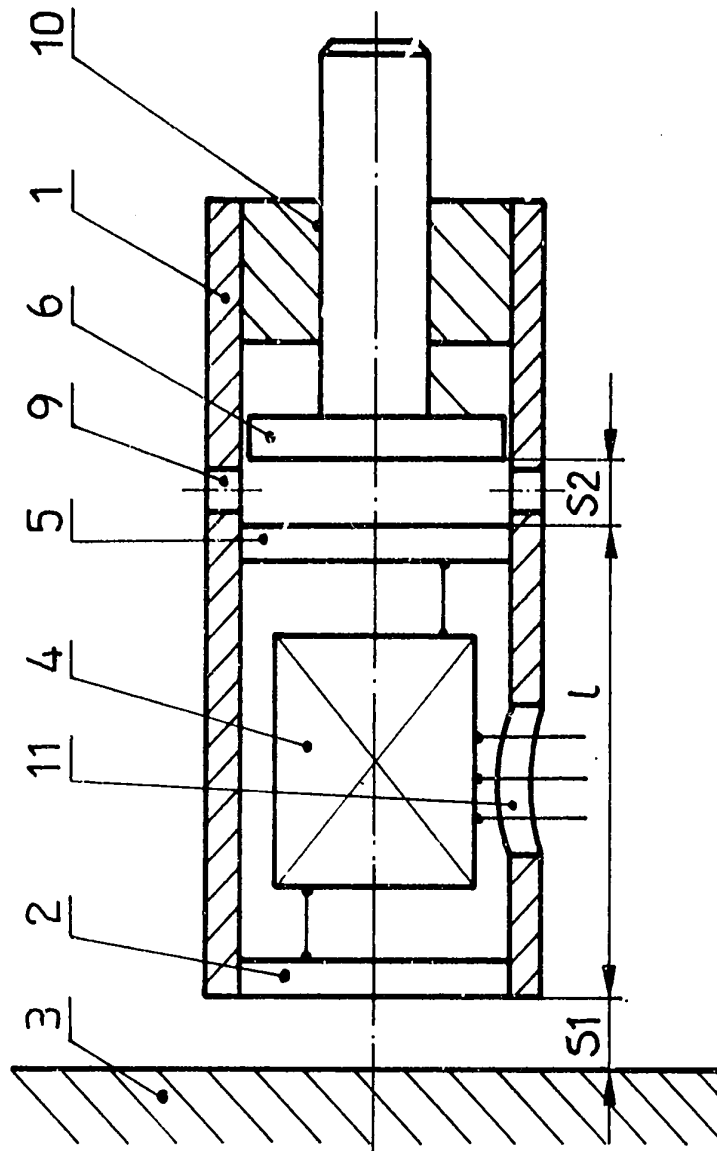


Fig. 1

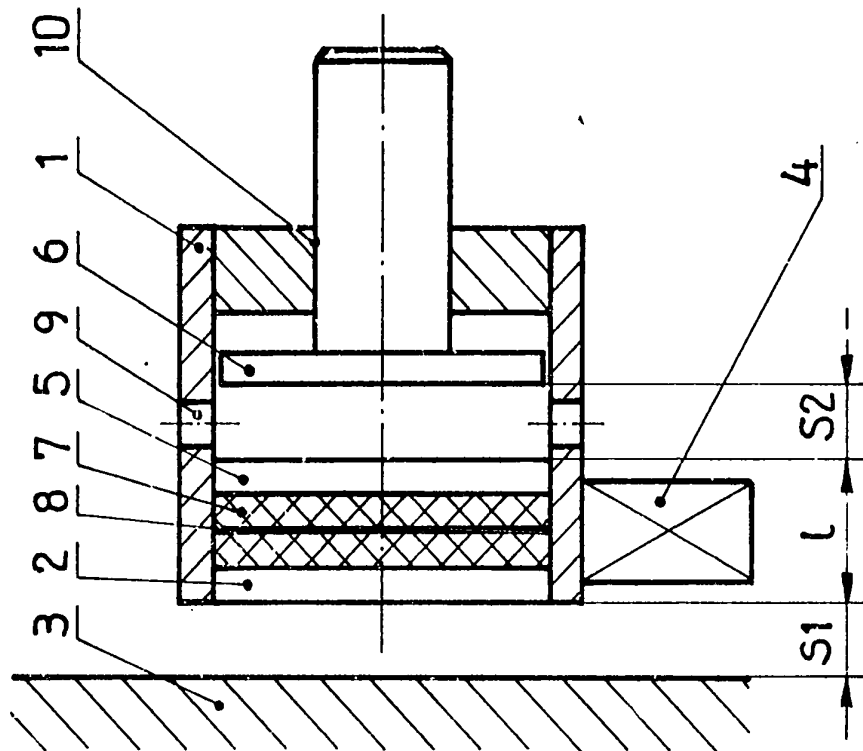


Fig. 2