



(10) **DE 10 2013 224 235 B4** 2017.05.11

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 224 235.2**
(22) Anmeldetag: **27.11.2013**
(43) Offenlegungstag: **28.05.2015**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **11.05.2017**

(51) Int Cl.: **G01B 7/14 (2006.01)**
G01V 3/08 (2006.01)
G01D 5/241 (2006.01)
H03K 17/975 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

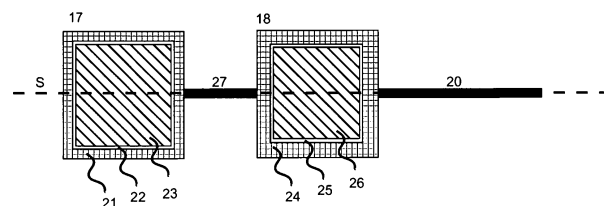
(73) Patentinhaber:
**Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG, 76228
Karlsruhe, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 10 2004 039 561 B4

(72) Erfinder:
Grabowski, Axel, Dr., 71277 Rutesheim, DE

(54) Bezeichnung: **Sensorsystem zur kapazitiven Abstandsmessung**

(57) Hauptanspruch: Sensorsystem zur kapazitiven Abstandsmessung, umfassend eine Auswerteeinheit (16), eine erste Elektrodeneinheit (17), eine von der ersten Elektrodeneinheit beabstandete zweite Elektrodeneinheit (18) und ein die erste Elektrodeneinheit und die zweite Elektrodeneinheit miteinander verbindendes flexibles und längliches Umformelement (27), das dem Signaltransfer zwischen den beiden Elektrodeneinheiten (17, 18) dient, und dessen Längsrichtung eine Verbindungsrichtung definiert und welches eine Lageänderung der beiden Elektrodeneinheiten unabhängig voneinander erlaubt, wobei die Ausdehnung des Umformelements quer zur Verbindungsrichtung, welche eine Querrichtung definiert, wesentlich kleiner ist als die Ausdehnung der ersten Elektrodeneinheit und/oder der zweiten Elektrodeneinheit in einer zur Querrichtung parallelen Richtung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sensorsystem zur kapazitiven Abstandsmessung nach den Ansprüchen 1 bis 9 und die Anordnung eines solchen Sensorsystems gemäß Anspruch 10.

[0002] Aus der DE 10 2004 039 561 B4 ist ein Sensorsystem bekannt, bei dem auf einem Basiselement ein Aufnehmerelement angeordnet ist, das von zwei Kapazitätselementen umgeben ist. Die komplette aktive Elektrodenstruktur besteht damit aus drei Elementen, die zur Kapazitätsmessung beitragen, wobei das Sensorsystem bestehend aus den beiden Kapazitätselementen und dem Aufnehmerelement eine Z- oder S-förmige Geometrie besitzt. Durch entsprechend gerichtete äußere Kräfte auf das Z- oder S-förmige Sensorsystem kommt es zur Annäherung zwischen den Kapazitätselementen und dem Aufnehmerelement und damit zur Kapazitätsänderung. Die Kapazitätsänderung wird im vorliegenden Fall dazu genutzt zu detektieren, ob sich ein Fahrgast auf dem Sitz eines Fahrzeugs befindet, indem das Sensorsystem in einen Fahrzeugsitz integriert ist.

[0003] Das Sensorsystem der DE 10 2004 039 561 B4 könnte jedoch ebenso dazu genutzt werden, den Abstand von zwei Elementen, an welche die Kapazitätselemente angelegt sind, zu bestimmen. Allerdings wäre der Aufbau des Sensorsystems für präzise Abstandsmessungen nachteilig, da das Aufnehmerelement nur über zwei flexible Biegefallen in seiner Position gehalten ist, so dass das Aufnehmerelement mehrere Bewegungsfreiheitsgrade aufweist.

[0004] Bei schwingender Lagerung des Sensorsystems können die entsprechenden Schwingungen auf das Aufnehmerelement übertragen werden, so dass un stabile oder fehlerbehaftete Messwerte resultieren.

[0005] Da die Lage des Aufnehmerelements nur über die Biegefallen bzw. Biege zonen festgelegt ist, ergeben sich weitere Nachteile, denn die für präzise Abstandsmessungen notwendige definierte Lage zwischen Aufnehmerelement und den Kapazitätselementen ist hierdurch nicht gegeben, was zu einer Nichtlinearität in der Kennlinie des Sensorsystems führen kann.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein kapazitives Sensorsystem bereitzustellen, mit dem sehr präzise Abstandsmessungen vorgenommen werden können, und das die Nachteile aus dem Stand der Technik überwindet.

[0007] Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch ein Sensorsystem für kapazitive Abstandsmessungen gemäß Anspruch 1, wobei die sich daran anschlie-

ßenden Unteransprüche mindestens zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen umfassen.

[0008] Demnach wird von einem kapazitiven Sensorsystem ausgegangen mit einer Auswerteeinheit, einer ersten Elektrodeneinheit, einer von der ersten Elektrodeneinheit beabstandeten zweiten Elektrodeneinheit und einem die erste Elektrodeneinheit und die zweite Elektrodeneinheit miteinander verbindenden flexiblen und länglichen Umformelement. Länglich meint in diesem Zusammenhang, dass das Umformelement in einer ersten Richtung eine wesentlich größere Ausdehnung als in der dazu senkrechten Richtung aufweist, oder mit anderen Worten, dass das Umformelement eine wesentlich größere Länge als Breite aufweist. Die Längsrichtung oder Erstreckungsrichtung des Umformelements definiert hierbei eine Verbindungsrichtung, also die Richtung des die beiden Elektrodeneinheiten verbindenden Umformelements. Die Ausdehnung des Umformelements quer zur Verbindungsrichtung definiert eine Querrichtung, welche wesentlich kleiner ist als die Ausdehnung der ersten Elektrodeneinheit und/oder der zweiten Elektrodeneinheit in einer zur Querrichtung parallelen Richtung. Unter der Annahme, dass die beiden Elektrodeneinheiten eine gleiche oder ähnliche Geometrie besitzen, kann die Gesamtgeometrie aus Elektrodeneinheiten und Umformelement als hantelförmig bezeichnet werden.

[0009] Das flexible und längliche Umformelement erlaubt eine Lageänderung der beiden Elektrodeneinheiten unabhängig voneinander, so dass diese leicht in eine Position gebracht werden können, wo sie sich in paralleler Weise gegenüberliegen.

[0010] Bei der zuvor beschriebenen Anordnung der Elektrodeneinheiten ergibt sich quasi ein Plattenkondensator, dessen Kapazität u. a. von dem Abstand der beiden ebenen Elektrodeneinheiten abhängt. Die Elektrodeneinheiten liegen hierbei in der Regel an relativ zueinander beweglichen Elementen an, deren Abstand mit Hilfe der Kapazitätsmessung bestimmt werden soll, während das flexible Umformelement im Wesentlichen eine U-Form aufweist. Durch die Anlage der Elektrodeneinheiten an den relativ zueinander beweglichen Elementen ergibt sich eine definierte Lage dieser zueinander, und das Umformelement nimmt hierbei keinen Einfluss, da durch sein großes Länge-zu-Breite-Verhältnis keine bzw. nur sehr geringe Kräfte von diesem auf die Elektrodeneinheiten bzw. auf das bzw. die bewegliche(n) Element(e) einwirken. Der relativen Bewegung der Elemente, deren Abstand zu ermitteln ist, setzt das Umformelement also nur sehr geringe Kräfte entgegen. Gleichzeitig sind die auf die Elektrodeneinheiten einwirkenden Kräfte des Umformelements so gering, dass eine plane Anlage der Elektrodeneinheiten an den beweglichen Elementen resultiert.

[0011] Es kann von Vorteil sein, dass das Verhältnis der Ausdehnung des Umformelements in Querrichtung zur Ausdehnung der ersten Elektrodeneinheit und/oder der zweiten Elektrodeneinheit in einer zur Querrichtung parallelen Richtung kleiner als $1/2$ ist, und bevorzugt kleiner als $1/3$ ist.

[0012] Ebenso kann es von Vorteil sein, dass die erste Elektrodeneinheit und die zweite Elektrodeneinheit und die Auswerteeinheit an einem Trägerelement angeordnet und vorzugsweise in dieses integriert sind, und zumindest der Abschnitt des Trägerelements zwischen der ersten Elektrodeneinheit und der zweiten Elektrodeneinheit flexibel ist und das Umformelement bildet.

[0013] Die Auswerteeinheit, die bevorzugt eine kapazitive Messbrücke umfasst, dient hierbei der Auswertung des durch die Elektrodeneinheiten generierten Messsignals. Da insbesondere bei kleinen und sehr kleinen Elektrodeneinheiten nur sehr geringe Kapazitäten auftreten bzw. zu messen sind, und gleichzeitig ein hohes Signal-zu-Rausch-Verhältnis erzielt werden soll, sind kurze elektrische Verbindungen vorteilhaft. Dadurch, dass an dem Trägerelement gleichzeitig die Auswerteeinheit und die beiden Elektrodeneinheiten angeordnet sind, können die elektrischen Verbindungen zu den Elektrodeneinheiten dementsprechend äußerst klein gehalten werden. Es resultiert eine integrierte funktionale Sensoreinheit, gebildet durch die beiden über das Umformelement miteinander verbundenen Elektrodeneinheiten, welche entsprechend einer gegenseitigen Abstandänderung Mess- oder Sensorsignale generieren, und einer elektronischen Schaltung zur direkten Auswertung der Sensorsignale in Form der Auswerteeinheit. Dadurch kann die üblicherweise vorhandene hohe Anzahl an Steckverbindungen auf ein Minimum reduziert werden, und die Rauscheigenschaften des gesamten Sensorsystems werden entscheidend verbessert, da weniger bzw. kürzere elektrische Leitungen bzw. Kabel vorhanden sind, die die rauschanfälligen kapazitiven Signale führen. Die Schaltung der Auswerteeinheit ist hierbei vorteilhaft als niederohmige Schaltung ausgeführt.

[0014] Es ist denkbar, dass nicht nur der Abschnitt des Trägerelements, der das Umformelement bildet, flexibel ist, sondern dass das gesamte Trägerelement flexibel ist. Hierbei ist weiterhin denkbar, dass die Bereiche des Trägerelements, an denen die Elektrodeneinheiten angeordnet sind, zusätzliche Versteifungselemente aufweisen, um den Elektrodeneinheiten eine steife Trägerstruktur zu bieten. Zudem ist denkbar, dass sowohl die Auswerteeinheit, als auch die beiden Elektrodeneinheiten integrierte Bestandteile des Trägerelements sind.

[0015] Es kann von Vorteil sein, dass die Auswerteeinheit in Verbindungsrichtung gesehen hinter

der ersten Elektrodeneinheit oder hinter der zweiten Elektrodeneinheit und jeweils beabstandet zu der entsprechenden Elektrodeneinheit angeordnet ist. Durch diese Anordnung kommt es im Bereich des Umformelements zu keiner Beeinflussung durch ein in diesem Bereich befindliches Verbindungselement oder durch einen Verbindungsabschnitt, durch welches bzw. durch welchen die Auswerteeinheit mit der Elektrodeneinheit bzw. den Elektrodeneinheiten verbunden ist. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Verbindung zwischen der Auswerteeinheit und der entsprechenden Elektrodeneinheit ebenfalls flexibel ist. Eine hohe Flexibilität dieser Verbindung ist deshalb vorteilhaft, weil dadurch die Einleitung von Kräften in das Messsystem durch den Auswerteabschnitt bzw. dessen spezielle Lage reduziert oder gar vermieden werden können.

[0016] Weiterhin kann es von Vorteil sein, dass die Auswerteeinheit Teil der ersten Elektrodeneinheit oder der zweiten Elektrodeneinheit ist. Insbesondere kann es von Vorteil sein, dass die Auswerteeinheit auf einer Seite der entsprechenden Elektrodeneinheit, beispielsweise auf einer Rückseite, angeordnet ist.

[0017] Zudem kann es von Vorteil sein, dass die erste Elektrodeneinheit und die zweite Elektrodeneinheit eine flächige Elektrode aufweisen. Hierbei ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die flächige Elektrode der ersten Elektrodeneinheit ein anderes Flächenmaß aufweist als die flächige Elektrode der zweiten Elektrodeneinheit.

[0018] Indem die Fläche der Elektrode einer Elektrodeneinheit größer ist als die Fläche der Elektrode der anderen Elektrodeneinheit ist selbst bei einer Parallelverschiebung der beiden Elektrodeneinheiten – bei gegenüberliegender und paralleler Anordnung derselben – eine hochpräzise Kapazitätsmessung bzw. Kapazitätsänderungsmessung möglich, da sich die Flächen der Elektroden der ersten Elektrodeneinheit und der zweiten Elektrodeneinheit dann immer noch vollständig überdecken.

[0019] Es kann von Vorteil sein, dass die erste Elektrodeneinheit und/oder die zweite Elektrodeneinheit zusätzlich eine Schutzelektrode aufweisen bzw. aufweist, wobei die Schutzelektrode jeweils umlaufend und beabstandet zur jeweiligen flächigen Elektrode angeordnet ist. Die Verwendung der Schutzelektrode führt zu einer Homogenisierung des elektrischen Feldes zwischen den beiden Elektrodeneinheiten bei deren gegenüberliegender und paralleler Anordnung.

[0020] Außerdem kann es von Vorteil sein, dass das Trägerelement durch eine Leiterplatte gebildet ist, und die Leiterplatte bevorzugt eine Mehrlagenplatte ist.

[0021] Mit Hilfe einer Leiterplatte ist eine besonders kostengünstige Fertigung des Sensorsystems möglich. Eine Mehrlagenplatine hat darüber hinaus den Vorteil, dass die kritischen Leitungen in den Innenlagen der Platine geführt und dort sehr gut abgeschirmt werden können.

[0022] Die Erfindung betrifft zudem die Anordnung des Sensors zur kapazitiven Abstandsmessung gemäß den vorhergehenden Ausführungsformen bzw. Weiterbildungen, bei welcher sich die erste Elektrodeneinheit und die zweite Elektrodeneinheit in gegenüberliegender und paralleler Anordnung befinden.

[0023] Dabei ist es insbesondere von Vorteil, wenn sich die beiden Elektrodeneinheiten in vollständig überdeckender Anordnung befinden.

[0024] Kurze Beschreibung der Zeichnungen:

[0025] Fig. 1: Blockschaltbild betreffend ein hochpräzises kapazitives Sensorsystem nach dem Stand der Technik

[0026] Fig. 2: Blockschaltbild betreffend ein erfindungsgemäßes Sensorsystem

[0027] Fig. 3: Teil eines erfindungsgemäßen Sensorsystems

[0028] Fig. 4: Anordnung des Teils des Sensorsystems nach Fig. 3

[0029] Fig. 5: Layoutdaten für eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sensorsystems

[0030] Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild betreffend ein hochpräzises kapazitives Wegmesssystem oder Abstandsmesssystem gemäß dem Stand der Technik. Die funktionale Einheit **1** umfasst die elektronische Ansteuerung und die elektronische Auswertung des kapazitiven Sensors. Die elektronische Auswerteschaltung umfasst typischerweise eine Erzeugerschaltung **2**, die ein hochstabilisiertes und vorzugsweise sinusförmiges AC-Signal bereitstellt. Dieses Signal wird in eine kapazitive Messbrücke **3** eingekoppelt. An die kapazitive Messbrücke **3** sind die beiden kapazitiven Sensoren **7** und **8** angekoppelt. Die Ankopplung erfolgt typischerweise über ein Leitungspaar **5**, das mittels Steckverbindern **4** und **6** auf einer Seite an die Elektroden des kapazitiven Sensors und auf der anderen Seite an die elektronische Auswerteschaltung angeschlossen ist. Die Kabel dieses Kabelpaars sind typischerweise als Koaxialkabel oder sogar als Triaxialkabel ausgeführt, da die Signale, die auf diesen Leitungen laufen, eine gute Schirmung gegen Umgebungseinflüsse aufweisen müssen. Das Messsignal, das mittels der kapazitiven Messbrücke **3** gewonnen wird, wird in der weiteren Signalverarbeitung zunächst mittels eines Gleichrichters **9** gleichge-

richtet und dann einem Signalaufbereitungselement **10** zugeführt und dort weiter aufbereitet, um es dann als Messsignal am Anschluss **11** ausgeben zu können.

[0031] Fig. 2 zeigt das Blockschaltbild für ein erfindungsgemäßes kapazitives Sensorsystem. Dessen funktionale Einheit umfasst weniger Elemente als das Sensorsystem nach dem Stand der Technik gemäß Fig. 1, nämlich nur noch die Erzeugerschaltung **2**, den Gleichrichter **9**, das Signalaufbereitungselement **10** und die Anschlüsse **11** und **13**. Die Sensoreinheit **15**, die ebenfalls eine funktionale Einheit bildet, umfasst die erste Elektrodeneinheit **17**, die zweite Elektrodeneinheit **18** und die Auswerteeinheit **16** in Form einer kapazitiven Messbrücke. Die Auswerteeinheit **16** ist hierbei in räumlicher Nähe zu den flächigen Elektroden angeordnet. Dadurch kann bei der elektrischen Verbindung durch das Kabel **19** auf eine aufwändige Koaxialverkabelung verzichtet werden, und es können einfachere und kostengünstigere Steckverbinder **13** und **14** im Vergleich zum Stand der Technik Verwendung finden.

[0032] Fig. 3 zeigt den Teil des erfindungsgemäßen Sensorsystems ohne die Auswerteeinheit, aufweisend die erste planare oder ebene Elektrodeneinheit **17** mit der flächigen und im Wesentlichen quadratförmigen Elektrode **23**, welche komplett umgeben bzw. umringt ist von der Schutzelektrode **21**, wobei die flächige Elektrode **23** von der Schutzelektrode durch den Bereich **22** getrennt ist. Der Trennbereich **22** verhindert eine direkte bzw. elektrische Kontaktierung von flächiger Elektrode und Schutzelektrode. Weiterhin umfasst der in Fig. 3 dargestellte Teil des erfindungsgemäßen Sensorsystems die zweite planare oder ebene Elektrodeneinheit **18** mit der flächigen und ebenfalls im Wesentlichen quadratförmigen Elektrode **26**, wobei die flächige Elektrode **26** ein geringeres Flächenmaß oder eine kleinere Fläche besitzt als die Elektrode **23**. Die Elektrode **26** ist ebenfalls komplett umgeben bzw. umringt von einer Schutzelektrode **24**, wobei wiederum ein Trennbereich **25** die direkte bzw. elektrische Kontaktierung von flächiger Elektrode und Schutzelektrode verhindert. Da die beiden Elektrodeneinheiten **17** und **18** im Wesentlichen die gleichen äußeren Abmessungen aufweisen, und auch die Breite der Trennbereiche **22** und **25** im Wesentlichen gleich ist, folgt, dass die Schutzelektrode **24** breiter ist als die Schutzelektrode **21**.

[0033] Sowohl die erste Elektrodeneinheit **17**, als auch die zweite Elektrodeneinheit **18** ist an einem gemeinsamen Trägerelement in Form einer flexiblen Leiterplatte angeordnet. Das Umformelement **27** ist ebenso integraler Bestandteil des Trägerelements wie der Verbindungsabschnitt **20**, der die zweite Elektrodeneinheit **18** mit der hier nicht dargestellten Auswerteeinheit verbindet. Die Elektrodeneinheiten sind auf der in Fig. 3 nicht einsehbaren Rückseite mit

einem flächigen Versteifungselement versehen, so dass die Elektrodeneinheiten insgesamt eine feste oder starre Struktur aufweisen, während das Umformelement bzw. der Verbindungsabschnitt sehr flexibel und leicht umzuformen sind.

[0034] Es ist auch denkbar, dass die Verbindung zwischen zweiter Elektrodeneinheit und Auswerteeinheit über ein separates Verbindungselement realisiert ist.

[0035] Die Schutzelektroden **21** und **24** werden derart angesteuert, dass ein homogenes elektrisches Feld zwischen den planaren Elektrodeneinheiten **17** und **18** bei gegenüberliegender und paralleler Anordnung derselben erzeugt wird. Durch die Verwendung der Schutzelektroden und der damit einhergehenden Homogenisierung des elektrischen Feldes wird eine hohe Linearität der bei einer Abstandsmessung erhaltenen Messergebnisse gewährleistet. In einer möglichen Konfiguration liegen die Schutzelektroden **21** und **24** auf einem Massepotential.

[0036] Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung des Sensorsystems ohne die Auswerteeinheit, wobei die erste Elektrodeneinheit **17** an dem beweglichen Element **28** plan anliegt, während die zweite Elektrodeneinheit **18** an dem feststehenden Element **29** plan anliegt. Die beiden Elektrodeneinheiten **17** und **18** befinden sich demnach in gegenüberliegender und paralleler Anordnung, wobei sich ihre Flächen überdecken. Das Umformelement **27**, das dem Signaltransfer zwischen den Einheiten des Sensorsystems dient, ist gebogen und weist im Wesentlichen eine U-Form auf, wobei die Elektrodeneinheiten **17** und **18** die Verlängerung des jeweiligen Schenkels dieser U-Form bilden. Der sich an die zweite Elektrodeneinheit **18** anschließende flexible Verbindungsabschnitt **20** liegt ebenfalls an dem feststehenden Element **29** an. Der in Fig. 4 dargestellte Doppelpfeil kennzeichnet die Bewegungsrichtungen des beweglichen Elements **28** gegenüber dem feststehenden Element **29**, wobei das Sensorsystem anhand einer Kapazitätsmessung den Abstand zwischen den Elementen **28** und **29** bestimmen soll. Durch die Flexibilität und die spezielle Geometrie des Umformelements **27** ist zum Einen gewährleistet, dass sich die Elektrodeneinheiten plan an die Oberflächen der Elemente **28** und **29** anlegen können und damit eine durch die Oberflächen der Elemente **28** und **29** definierte und eindeutige Lage zueinander einnehmen. Zum Anderen setzt die Flexibilität des Umformelements **27** der Bewegung des beweglichen Elements **28** keinen oder einen nur vernachlässigbaren Widerstand entgegen. Die Flexibilität des Verbindungsabschnitts **20** sorgt hierbei in analoger Weise dafür, dass die zweite Elektrodeneinheit nicht in der planen Anlage am feststehenden Element **29** behindert ist.

[0037] Fig. 5 zeigt das Layout der Leiterplattendaten für eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sensorsystems.

Patentansprüche

1. Sensorsystem zur kapazitiven Abstandsmessung, umfassend eine Auswerteeinheit (**16**), eine erste Elektrodeneinheit (**17**), eine von der ersten Elektrodeneinheit beabstandete zweite Elektrodeneinheit (**18**) und ein die erste Elektrodeneinheit und die zweite Elektrodeneinheit miteinander verbindendes flexibles und längliches Umformelement (**27**), das dem Signaltransfer zwischen den beiden Elektrodeneinheiten (**17**, **18**) dient, und dessen Längsrichtung eine Verbindungsrichtung definiert und welches eine Lageänderung der beiden Elektrodeneinheiten unabhängig voneinander erlaubt, wobei die Ausdehnung des Umformelements quer zur Verbindungsrichtung, welche eine Querrichtung definiert, wesentlich kleiner ist als die Ausdehnung der ersten Elektrodeneinheit und/oder der zweiten Elektrodeneinheit in einer zur Querrichtung parallelen Richtung.

2. Sensorsystem zur kapazitiven Abstandsmessung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis der Ausdehnung des Umformelements in Querrichtung zur Ausdehnung der ersten Elektrodeneinheit und/oder der zweiten Elektrodeneinheit in einer zur Querrichtung parallelen Richtung kleiner als 1/2 ist, und bevorzugt kleiner als 1/3 ist.

3. Sensorsystem zur kapazitiven Abstandsmessung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Elektrodeneinheit und die zweite Elektrodeneinheit und die Auswerteeinheit an einem Trägerelement angeordnet und vorzugsweise in dieses integriert sind, und zumindest der Abschnitt des Trägerelements zwischen der ersten Elektrodeneinheit und der zweiten Elektrodeneinheit flexibel ist und das Umformelement bildet.

4. Sensorsystem zur kapazitiven Abstandsmessung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteeinheit in Verbindungsrichtung gesehen hinter der ersten Elektrodeneinheit oder hinter der zweiten Elektrodeneinheit und jeweils beabstandet zu dieser angeordnet ist.

5. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteeinheit Teil der ersten Elektrodeneinheit oder der zweiten Elektrodeneinheit ist.

6. Sensorsystem zur kapazitiven Abstandsmessung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Elektrodeneinheit und die zweite Elektrodeneinheit eine flächige Elektrode aufweisen.

7. Sensorsystem zur kapazitiven Abstandsmessung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die flächige Elektrode der ersten Elektrodeneinheit ein anderes Flächenmaß aufweist als die flächige Elektrode der zweiten Elektrodeneinheit.

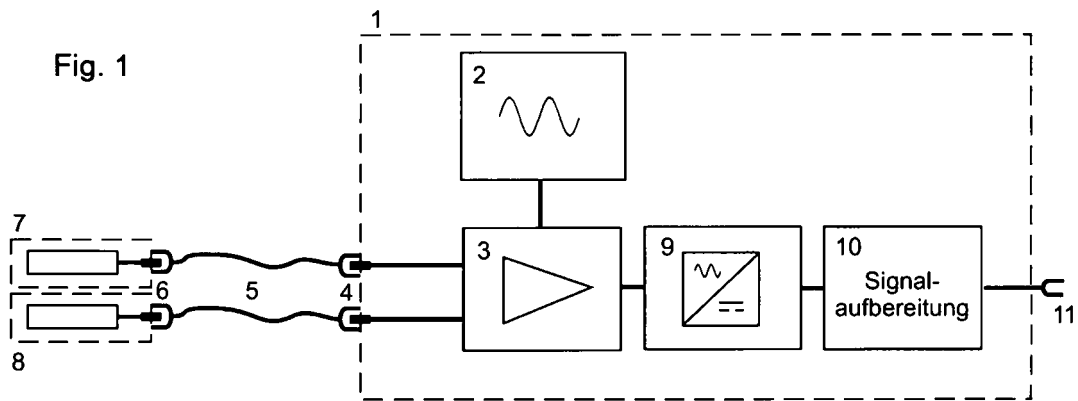
8. Sensorsystem zur kapazitiven Abstandsmessung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Elektrodeneinheit und/oder die zweite Elektrodeneinheit zusätzlich eine Schutzelektrode aufweisen bzw. aufweist, wobei die Schutzelektrode jeweils umlaufend und beabstandet zur flächigen Elektrode angeordnet ist.

9. Sensorsystem zur kapazitiven Abstandsmessung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trägerelement durch eine Leiterplatte gebildet ist, und die Leiterplatte bevorzugt eine Mehrlagenplatine ist.

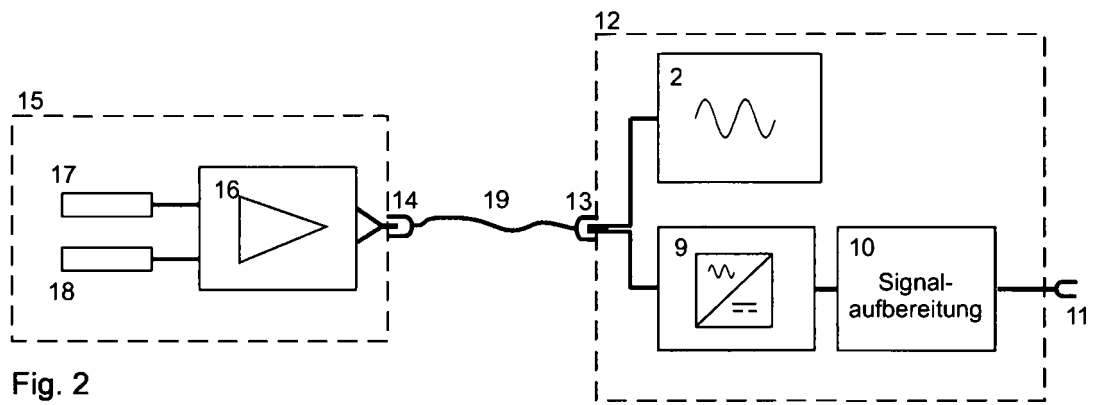
10. Anordnung des Sensorsystems zur kapazitiven Abstandsmessung gemäß den vorhergehenden Ansprüchen 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die erste Elektrodeneinheit (**17**) und die zweite Elektrodeneinheit (**18**) in gegenüberliegender und paralleler Anordnung befinden.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



(Stand der Technik)



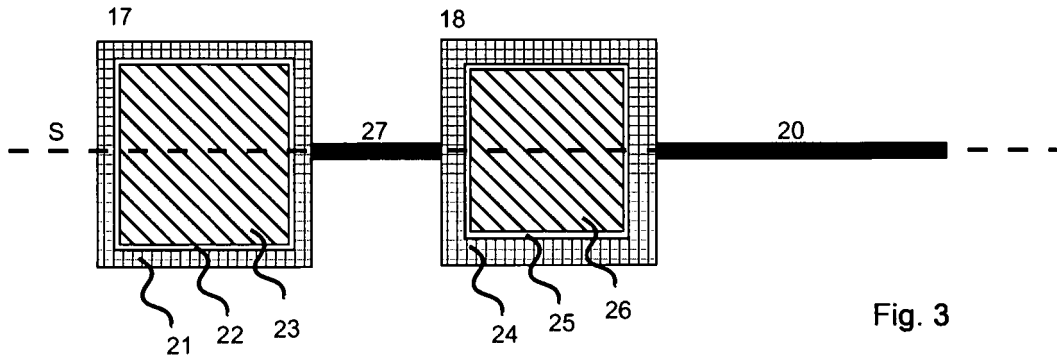


Fig. 3

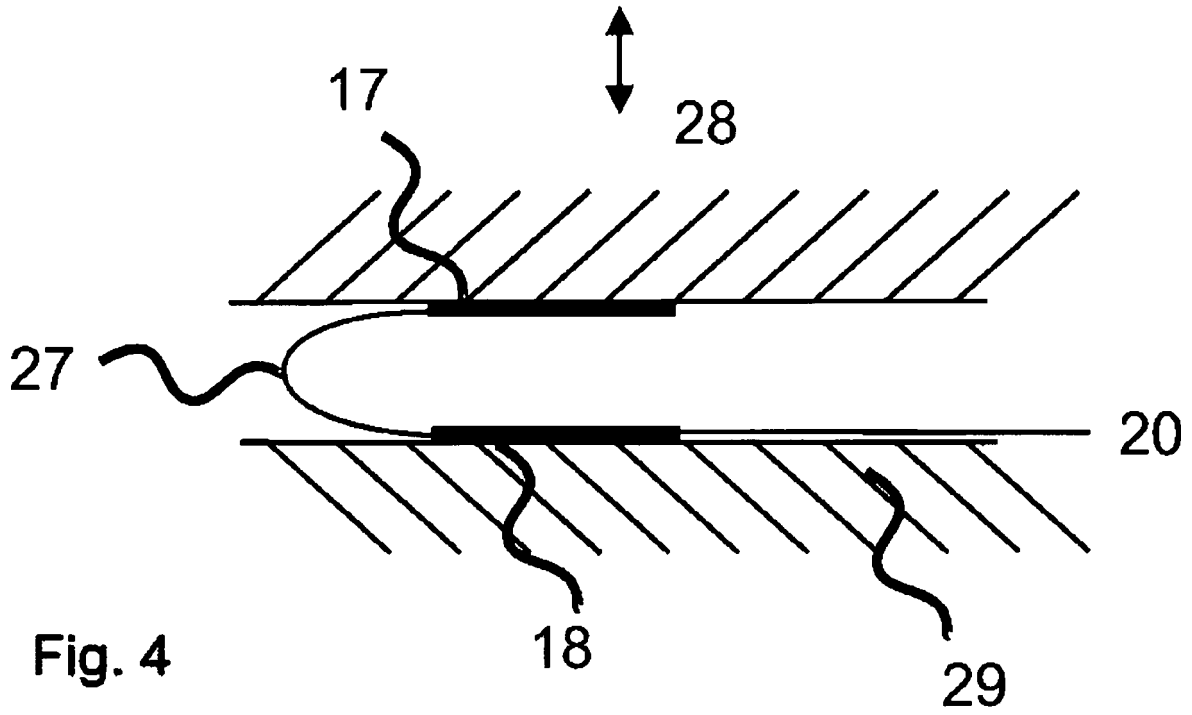


Fig. 4

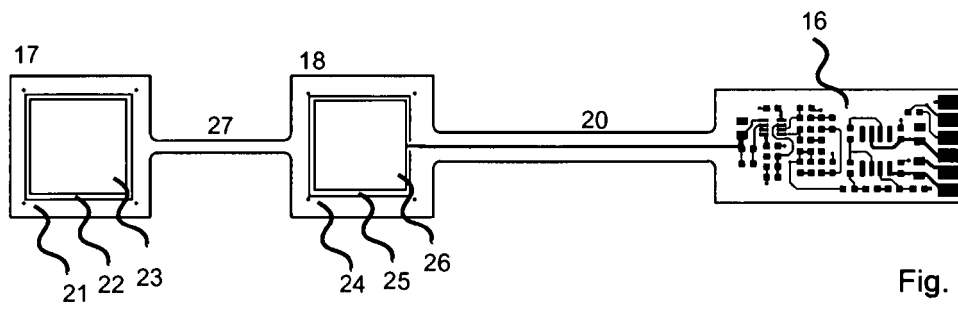


Fig. 5