



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 46 031 A1** 2004.04.15

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 46 031.0**
(22) Anmeldetag: **02.10.2002**
(43) Offenlegungstag: **15.04.2004**

(51) Int Cl.7: **G05G 5/04**

(71) Anmelder:
3DConnexion GmbH, 82229 Seefeld, DE

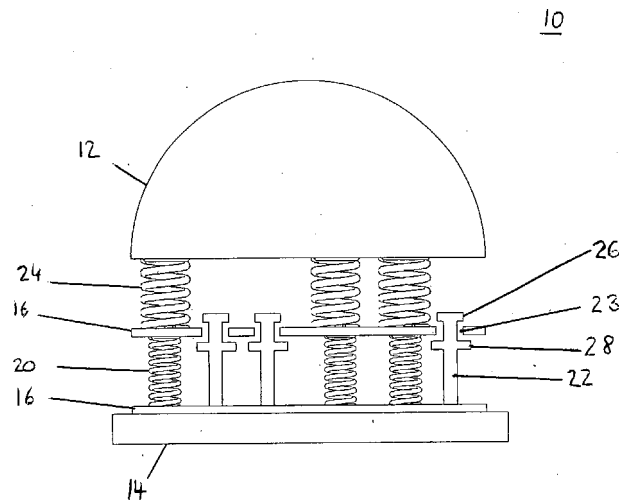
(72) Erfinder:
Gombert, Bernd, 82284 Grafrath, DE

(74) Vertreter:
**WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und
Rechtsanwälte, 81541 München**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Positions- und/oder Bewegungsfühler mit Überlastungsschutz**

(57) Zusammenfassung: Ein Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) zum Messen von Positionen oder Bewegungen eines ersten Gegenstands (12) relativ zu einem zweiten Gegenstand (14), der eine Messeinrichtung zum Messen von Positionen und/oder Bewegungen einer ersten Baugruppe (16) relativ zu einer zweiten Baugruppe (18) umfasst. Die Messeinrichtung umfasst eine Messfedereinrichtung (20), die die erste Baugruppe (16) mit der zweiten Baugruppe (16) elastisch verbindet. Die zweite Baugruppe ist mit dem zweiten Gegenstand verbunden (14). Die Messeinrichtung umfasst eine Anschlagvorrichtung (22), welche eine Bewegung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe in wenigstens eine Richtung oder um wenigstens eine Achse begrenzt. Der Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) umfasst weiter eine Schutzfedereinrichtung, die die erste Baugruppe (16) mit dem ersten Gegenstand (12) elastisch verbindet, wobei die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung in die wenigstens eine Richtung oder um die wenigstens eine Achse größer ist als die Federkonstante der Messfedereinrichtung in die wenigstens eine Richtung oder um die wenigstens eine Achse.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Positions- und/oder Bewegungsfühler zum Messen von Positionen oder Bewegungen eines ersten Gegenstands relativ zu einem zweiten Gegenstand. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Kraft- und/oder Momentenfühler, der sich eines solchen Positions- und/oder Bewegungsfühlers bedient.

Stand der Technik

[0002] EP 0 240 023 B1 offenbart eine optoelektronische Anordnung, die Relativbewegungen oder Relativpositionen entlang der Raumachsen eines kartesischen Koordinatensystems sowie Drehungen um diese Raumachsen erfassen kann. Hierzu sind sechs lichtemittierende Einrichtungen in gleichen Winkelabständen zueinander im Inneren einer Kunststoffkugel angeordnet. Jeder lichtemittierenden Einrichtung ist eine fest angeordnete Schlitzblende vorgeschaltet. Die Relativbewegungen und Relativpositionen werden durch lichtempfindliche Detektoren registriert, die im Verhältnis zu den Anordnungen aus lichtemittierenden Einrichtungen und Schlitzblenden beweglich angeordnet sind.

[0003] Aus DE 100 34 569 A1 ist eine Einrichtung zum Erfassen von Relativbewegungen eines Objektes bekannt, die im wesentlichen von der optoelektronischen Anordnung aus EP 0 240 023 B1 Gebrauch macht. Die Einrichtung eignet sich insbesondere für industrielle Anwendungen, bei denen hohe Kräfte und Drehmomente auftreten. Zu diesem Zweck weist die Einrichtung zwischen einem Eingangs- und einem Ausgangsflansch zusätzlich zu einer Anordnung von Schraubenfedern ein Zwischenteil aus einem Elastomer oder Gießharz auf. Hierdurch kann die Einrichtung besonders hohe Kräfte und Drehmomente aufnehmen.

[0004] Schließlich offenbart die Patentschrift DE 36 11 336 C2 einen Kraft- und Drehmomentfühler, der alle sechs möglichen Kraft- und Drehmoment-Komponenten in einem kartesischen Koordinatensystem mit Hilfe von Dehnungsmeßstreifen mißt. Die Vorrichtung besteht aus zwei übereinander angeordneten Speichenrädern mit jeweils vier Speichen und insgesamt zwanzig Dehnungsmeßstreifen, die miteinander verdrahtet sind.

Der Erfindung zugrundeliegendes Problem

[0005] Alle aus dem Stand der Technik bekannten Fühler zeichnen sich durch einen begrenzten Meßbereich aus. Werden die Fühler über diesen Meßbereich hinaus belastet, so kann dies zu einer Beschädigung des Fühlers führen. Beispielsweise können bei dem Meßfühler aus EP 0 240 023 B1 die lichtempfindlichen Detektoren bei zu großer Auslenkung

mit den lichtemittierenden Einrichtungen oder den Schlitzblenden in Kontakt kommen und so die Anordnung dejustieren oder gänzlich unbrauchbar machen. Bei dem Fühler aus DE 36 11 336 C2 kann es zu einem Überdehnen der Dehnmeßstreifen oder einem Brechen der Speichen kommen.

[0006] Andererseits läßt sich bei vielen Anwendungen des Fühlers nicht ausschließen, daß der Meßbereich nicht wenigstens gelegentlich überschritten wird. In diesem Fall würde bei den Fühlern nach dem Stand der Technik ein Austausch des Fühlers notwendig, um sicherzustellen, daß bei folgenden Messungen mit einem korrekt justierten und vollständig funktionsfähigen Fühler ausgeführt werden. Ein solcher Austausch verursacht unmittelbar Aufwand und Kosten. Darüber hinaus können erhebliche Folgekosten entstehen, wenn der Fühler etwa in einer Produktionsanlage eine zentrale Rolle spielt und die Produktionsanlage bis zum Austausch des Fühlers stillgelegt werden muß.

Aufgabenstellung

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Positions- und/oder Bewegungsfühler zur Verfügung zu stellen, der im Falle eines Überschreitens des Meßbereiches weniger beschädigungsanfällig ist. Weiterhin liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kraft- und/oder Momentenfühler zur Verfügung zu stellen, der bei einem Überschreiten des Meßbereiches weniger beschädigungsanfällig ist.

Erfindungsgemäße Lösung

[0008] Zum Erfüllen dieser Aufgabe lehrt die Erfindung einen Positions- und/oder Bewegungsfühler zum Messen von Positionen oder Bewegungen eines ersten Gegenstands relativ zu einem zweiten Gegenstand, der durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert ist. Sie lehrt weiter einen Kraft- und/oder Momentenfühler, der durch die Merkmale des Anspruchs 17 definiert ist.

[0009] Ausgehend von einer Ruhestellung führt eine Bewegung des ersten Gegenstands relativ zum zweiten Gegenstand zunächst mittels der Schutzfedereinrichtung zu einer Bewegung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe. Dabei können speziell die zweite Baugruppe und der zweite Gegenstand identisch sein. Die Anschlagereinrichtung verhindert, daß die Bewegung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe einen Meßbereich überschreitet, außerhalb dessen es zu einer Beschädigung der Meßeinrichtung kommen könnte. Über diesen Meßbereich hinausgehende Relativbewegungen des ersten und zweiten Gegenstands werden nunmehr nicht mehr von der Meßeinrichtung, sondern wenigstens teilweise von der Schutzfedereinrichtung aufgenommen.

[0010] Eine Auslenkung des ersten Gegenstands

relativ zum zweiten Gegenstand führt neben einer Auslenkung der ersten relativ zur zweiten Baugruppe der Meßeinrichtung immer auch zu einer gewissen Auslenkung der ersten Baugruppe relativ zum ersten Gegenstand. Das Verhältnis der letztgenannten Auslenkungen ist abhängig vom Verhältnis der Federkonstanten der Meßfedereinrichtung und der Schutzfedereinrichtung. Eine Folge ist, daß der Meßbereich des Positions- und/oder Bewegungsfühlers um den Faktor

$$\left(\frac{K_m}{K_s} \right) + 1$$

größer ist, als der Meßbereich der Meßeinrichtung. Hierbei ist K_m die Federkonstante der Meßfedereinrichtung und K_s die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung. Da die verwendeten Meßeinrichtungen im allgemeinen bereits einen Meßbereich aufweisen, der an die entsprechende Anwendung angepaßt ist, ist es nicht wünschenswert, daß der Meßbereich des Positions- und/oder Bewegungsfühlers zu stark vom Meßbereich der Meßeinrichtung abweicht. Es hat sich ergeben, daß die Abweichung dann noch akzeptabel ist, wenn die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung größer ist als die Federkonstante der Meßfedereinrichtung.

[0011] Es ist denkbar, daß der erfindungsgemäße Positions- und/oder Bewegungsfühler neben den genannten Meß- und Schutzfedereinrichtungen noch weitere Federeinrichtungen und/oder auch Dämpfungseinrichtungen umfaßt. So können beispielsweise der erste und der zweite Gegenstand mit einer Feder- und Dämpfungseinrichtung verbunden werden, wie dies in DE 100 34 569 A1 offenbart ist.

Aufbau und Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung

[0012] In einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Positions- und/oder Bewegungsfühlers ist die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung in wenigstens eine Richtung oder um wenigstens eine Achse mindestens doppelt so groß wie die Federkonstante der Meßfedereinrichtung in die wenigstens eine Richtung oder um die wenigstens eine Achse. Dies hat im allgemeinen zur Folge, daß der Meßbereich des Positions- und/oder Bewegungsfühlers den Meßbereich der Meßeinrichtung nicht mehr als um den Faktor 1,5 überschreitet. Ein solches Verhältnis hat sich als besonders vorteilhaft ergeben. In einer besonders bevorzugten Ausführung ist die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung in alle Richtungen und um alle Achsen mindestens doppelt so groß wie die Federkonstante der Meßfedereinrichtung.

[0013] Die Anschlagereinrichtung umfaßt vorzugsweise wenigstens einen Anschlagbolzen, der mit der ersten oder der zweiten Baugruppe fest verbunden ist. Der Anschlagbolzen ist in einer bevorzugten Ausführung

zylinderförmig und bestehen aus Metall oder Kunststoff. Er ist vorzugsweise mit einer der Baugruppen verschraubt, verklebt oder verlötet. Besonders vorzugsweise reicht er senkrecht von dieser Baugruppe weg in Richtung der anderen Baugruppe, mit der er nicht fest verbunden ist.

[0014] In einer Ausführung der Erfindung begrenzt die Anschlagereinrichtung eine Parallelverschiebung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe in eine Richtung, die im wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Anschlagbolzens verläuft. Dies ist vorzugsweise dadurch realisiert, daß die Baugruppe, mit der der Anschlagbolzen nicht fest verbunden ist, eine Öffnung aufweist, deren Durchmesser größer ist als der Durchmesser des Anschlagbolzens, und durch die der Anschlagbolzen hindurchreicht. Der Abstand zwischen dem Rand des Bolzens und dem Rand der Öffnung bestimmt den Bereich, in dem eine Parallelverschiebung möglich ist. Die Öffnung ist vorzugsweise kreisförmig. Wird die erste Baugruppe senkrecht zur Längsrichtung des Anschlagbolzens um ein größeres als das zugelassene Maß relativ zur anderen Baugruppe ausgelenkt, so stößt der Anschlagbolzen an den Rand der Öffnung und begrenzt somit die Bewegung der beiden Baugruppen relativ zueinander.

[0015] In einer weiteren Ausführung der Erfindung begrenzt die Anschlagereinrichtung eine Parallelverschiebung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe in eine Richtung, die im wesentlichen parallel zur Längsachse des Anschlagbolzens verläuft. Dies ist vorzugsweise durch eine Verdickung realisiert, an die die Baugruppe, die nicht fest mit dem Anschlagbolzen verbunden ist, anstößt, wenn diese über das zulässige Maß hinaus relativ zu der anderen Baugruppe ausgelenkt wird. Besonders vorzugsweise reicht der Anschlagbolzen durch eine Öffnung in der Baugruppe, mit der der Bolzen nicht fest verbunden ist, hindurch, und es sind zwei Verdickungen vorgesehen. Die erste Verdickung ist an einem Abschnitt des Anschlagbolzens angebracht, der zwischen der ersten und der zweiten Baugruppe liegt. Die zweite Verdickung ist an einem Abschnitt des Anschlagbolzens angebracht, der von der ersten Verdickung aus gesehen auf der gegenüberliegenden Seite der Baugruppe liegt, durch deren Öffnung der Anschlagbolzen hindurchreicht. Der Abstand der Verdickungen zur letztgenannten Baugruppe bestimmt den Meßbereich, in dem sich die erste Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe in die jeweilige Richtung entlang der Längsrichtung des Anschlagbolzens bewegen kann.

[0016] In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung begrenzt die Anschlagereinrichtung eine Rotation der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe um eine Achse, die im wesentlichen parallel zur Längsachse des Anschlagbolzens verläuft. Auch dies ist vorzugsweise mit Hilfe einer einem Anschlagbolzen zugeordneten Öffnung in der anderen, nicht fest mit dem Bolzen verbundenen Baugruppe

realisiert, wobei mindestens zwei Anschlagbolzen/Öffnung-Paare vorgesehen sind. In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung sind wenigstens drei Anschlagbolzen vorgesehen, die besonders vorzugsweise rotationssymmetrisch angeordnet sind und senkrecht von der Baugruppe, mit der sie fest verbunden sind, in Richtung der anderen Baugruppe wegweisen. Jedem Anschlagbolzen ist eine Öffnung in der anderen Baugruppe zugeordnet.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung begrenzt die Anschlageinrichtung eine Rotation der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe um eine Achse, die im wesentlichen senkrecht zur Längsachse des/der Anschlagbolzens) verläuft. Dies wird vorzugsweise dadurch erreicht, daß mindestens zwei Anschlagbolzen vorgesehen sind, die geeignete Verdickungen aufweisen.

[0018] In einer bevorzugten Ausführung der Meßeinrichtung umfassen die erste Baugruppe und die zweite Baugruppe jeweils eine Leiterplatte. Auf diese Weise können die erste und die zweite Baugruppe auf einfache Weise mit den Elementen versehen werden, die die Relativbewegung der ersten Baugruppe zur zweiten Baugruppe feststellen, beispielsweise positionsempfindliche Detektoren, Blenden und Lichtemissionseinrichtungen sowie ggf. Steuerelektronik und andere Komponenten.

[0019] Die Schutzfedereinrichtung, die den ersten Gegenstand mit der ersten Baugruppe verbindet, umfaßt bevorzugt eine der folgenden Komponenten oder Kombinationen daraus: Schraubenfeder (-paket), Elastomertormteil, Gießharzformteil. Vorzugsweise umfaßt die Schutzfedereinrichtung drei Komponenten, die besonders bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet sind. Sie weisen darüber hinaus bevorzugt die gleichen Federkonstanten auf. Die Komponenten der Schutzfedereinrichtung sind besonders bevorzugt Schraubenfedern.

[0020] Die Meßfedereinrichtung, welche die erste mit der zweiten Baugruppe verbindet, umfaßt bevorzugt eine der folgenden Komponenten oder Kombinationen daraus: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil. Auch die Meßfedereinrichtung umfaßt bevorzugt drei Komponenten, die bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet sind. Sie weisen darüber hinaus bevorzugt die gleichen Federkonstanten auf. Die Komponenten der Messfedereinrichtung sind besonders bevorzugt Schraubenfedern.

[0021] In einer bevorzugten Ausführung umfaßt mindestens eine Komponente mindestens einer Federeinrichtung mindestens eine Schraubenfeder, deren gegenüberliegende Enden durch Löten fest mit dem ersten Gegenstand und der ersten Baugruppe bzw. der ersten und der zweiten Baugruppe verbunden sind. Die Schraubenfedern können so in alle Richtungen belastet werden, d.h. es können Schub- und Druckkräfte sowie quer zur Schraubenfeder angreifende Kräfte wirken, ohne daß sich die Schraubenfedern in ihrem Sitz bewegen oder gar heraus-

springen. In einer anderen bevorzugten Ausführung umfaßt mindestens eine Komponente mindestens einer Federeinrichtung mindestens einen Elastomerzylinder, dessen Enden durch Kleben mit der ersten bzw. zweiten Baugruppe verbunden sind.

[0022] Die Meßeinrichtung des erfindungsgemäßen Fühlers kann vorzugsweise Positionen oder Bewegungen der Gegenstände relativ zueinander in sechs Freiheitsgraden erfassen, nämlich Translationen in drei Raumrichtungen und Rotationen um diese drei Raumrichtungen. In einer Ausführung der Erfindung umfaßt die Meßeinrichtung optoelektronische Meßzellen, wobei besonders vorzugsweise drei Meßzellen Bewegungen parallel zur Ebene der Leiterplatte der ersten Baugruppe und drei Meßzellen Bewegungen senkrecht dazu messen. Die optoelektronischen Meßzellen sind vorzugsweise auf dem Umfang eines Kreises, besonders vorzugsweise in Paaren und vorzugsweise rotationssymmetrisch bezüglich des Mittelpunkts des Kreises angeordnet. Dabei wechseln sich vorzugsweise Meßzellen, die Bewegungen in der Ebene der ersten Leiterplatten messen, mit solchen ab, die Bewegungen senkrecht dazu messen.

[0023] Was den Aufbau der Messzellen betrifft, so umfaßt jede optoelektronische Meßzelle einen im Strahlengang einer Lichtemissionseinrichtung angeordneten positionsempfindlichen Detektor sowie eine im Strahlengang der Lichtemissionseinrichtung zwischen Lichtemissionseinrichtung und dem positionsempfindlichen Detektor angeordnete Schlitzeblende. Die Detektorachse des positionsempfindlichen Detektors ist senkrecht zu einer Schlitzeblende ausgerichtet. So fällt nur einer schmaler Lichtbalken auf den hinter der Blende liegenden positionsempfindlichen Detektor. Die Schlitzeblenden der Meßzellen, die Bewegungen in der Ebene messen, verlaufen senkrecht zur Ebene, während die Schlitzeblenden der Meßzellen, die Bewegungen senkrecht zur Ebene messen, parallel dazu verlaufen. Besonders vorzugsweise handelt es sich bei den Lichtemissionseinrichtungen um Infrarotleuchtdioden (ILEDs) und bei den positionsempfindlichen Detektoren um positionsempfindliche Infrarotdetektoren.

[0024] Dadurch, daß ein Element des Systems, bestehend aus Lichtemissionseinrichtungen, Schlitzeblende und Detektor, relativ zu den anderen beiden Elementen bewegbar ist, ist die Lage des schmalen Lichtbalkens auf dem positionsempfindlichen Detektor von der Position des bewegbaren Elements relativ zu den anderen beiden Elementen abhängig. Auf diese Weise ist es möglich, Relativpositionen oder Relativbewegungen zu detektieren. In einer bevorzugten Ausführungsform ist bei jeder Meßzelle die Schlitzeblende entweder auf der ersten oder der zweiten Baugruppe angeordnet, und die positionsempfindlichen Detektoren und die Lichtemissionseinrichtungen sind gemeinsam auf der jeweils anderen der beiden Baugruppen angeordnet. Dies hat den Vorteil, daß alle elektronischen Komponenten auf einer einzigen Leiterplatte untergebracht werden

können.

[0025] Vorzugsweise ist jeder Meßzelle eine eigene Lichtemissionseinrichtung zugeordnet, die vom Zentrum des Kreises, auf dem die Messzellen angeordnet sind, radial zum Kreisumfang hin leuchtet. Dort stehen den Lichtemissionseinrichtungen die positionsempfindlichen Detektoren gegenüber. Dadurch, daß jede Meßzelle mit einer eigenen Lichtemissionseinrichtung ausgestattet ist, kann das Ausgangssignal der positionsempfindlichen Detektoren verwendet werden, um die Ströme der ihnen jeweils zugeordneten Lichtemissionseinrichtungen so zu regeln, daß auf jeden positionsempfindlichen Detektor die gleiche konstante Lichtmenge trifft. Das hat den Vorteil, daß alle sechs Meßsysteme in weiten Bereichen unbeeinflusst von Temperatur und Alterungseinflüssen sowie Verschmutzung und Bauteiltoleranz sind.

[0026] Auch Kombinationen der oben genannten Ausführungen sind Teil der vorliegenden Erfindung.

[0027] Der Positions- und/oder Bewegungsfühler ist bevorzugt durch geeignete Wahl der Federkonstanten der Meß- und Schutzfedereinrichtung zu einem Kraft- und/oder Momentenfühler weitergebildet. Hierbei wird von der Auslenkung des ersten Gegenstands relativ zum zweiten Gegenstand auf die damit verbundene Rückstellkraft durch die Meß- und die Sicherheitsfedervorrichtung geschlossen.

[0028] Der erfindungsgemäße Positions- und/oder Bewegungsfühler bzw. der erfindungsgemäße Kraft- und/oder Momentenfühler läßt sich besonders vorteilhaft in Vorrichtungen zur manuellen Eingabe von Steuersignalen einsetzen, beispielsweise in Steuerknüppeln, wie sie bei Computerspielen an PCs oder Spielkonsolen, aber auch zur Steuerung von Maschinen und Transportmitteln zum Einsatz kommen.

Ausführungsbeispiel

[0029] Weitere Merkmale, Eigenarten, Vorteile und mögliche Abwandlungen werden für den Fachmann anhand der nachstehenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführung deutlich, in der auf die beigegebenen Zeichnungen Bezug genommen wird.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0030] **Fig. 1** zeigt eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Positions- und/oder Bewegungsfühlers.

[0031] **Fig. 2** zeigt eine perspektivische Ansicht eines Ausschnittes eines erfindungsgemäßen Positions- und/oder Bewegungsfühlers mit einer Messeinrichtung, Anschlageinrichtung und Schutzfedereinrichtung.

[0032] **Fig. 3** zeigt eine perspektivische Ansicht eines Ausschnittes eines erfindungsgemäßen Positions- und/oder Bewegungsfühlers mit einer Anschlageinrichtung und einer optoelektronischen Meßeinrichtung.

Ausführliche Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

[0033] Der Positions- und/oder Bewegungsfühler **10**, der in **Fig. 1** dargestellt ist, mißt die Bewegung einer ersten Baugruppe **12** relativ zu einer zweiten Baugruppe **14**. Hierbei ist die erste Baugruppe **12** eine Steuerhalbkugel zur manuellen Eingabe von Translationsbewegungen in drei Raumrichtungen und Rotationsbewegungen um drei Raumrichtungen. Die zweite Baugruppe **14** ist eine Grundplatte, die mit dem nicht dargestellten Gehäuse des Positions- und/oder Bewegungsfühlers fest verbunden ist. Weiter ist eine Meßeinrichtung vorgesehen, die eine erste Baugruppe **16**, eine zweite Baugruppe **18** und eine Meßfedereinrichtung, bestehend aus Meßfedern **20**, umfaßt. Die Meßfedern **20** verbinden die erste **16** mit der zweiten Baugruppe **18** elastisch. Die Meßeinrichtung mißt Bewegungen der ersten **16** relativ zur zweiten Baugruppe **18** mit Hilfe einer optoelektronischen Anordnung, wie weiter unten im Detail erläutert wird.

[0034] Die Meßeinrichtung ist weiterhin mit einer Anschlageinrichtung, bestehend aus drei rotations-symmetrisch angeordneten zylinderförmigen Anschlagbolzen **22** versehen. Die Anschlagbolzen haben einen Durchmesser von 5 mm und eine Länge von 2 cm. Die Anschlageinrichtung begrenzt die Bewegung der ersten Baugruppe **16** relativ zur zweiten Baugruppe **18**. Dazu ist die erste Baugruppe **16** mit drei kreisförmigen Öffnungen **23** versehen, durch die die Anschlagbolzen **22** hindurchreichen. Der Durchmesser der Öffnungen **23** beträgt 8 mm. Oberhalb und unterhalb dieser Öffnungen **23** sind die Anschlagbolzen **22** mit Verdickungen **26**, **28** versehen.

[0035] Schließlich umfaßt der Positions- und/oder Bewegungsfühler noch eine Schutzfedereinrichtung, bestehend aus Spiralfedern **24**, die den ersten Gegenstand **12** mit der ersten Baugruppe **16** verbinden. Wird nun der erste Gegenstand **12** relativ zum zweiten Gegenstand **14** ausgelenkt, so hat dies auch eine Auslenkung der ersten Baugruppe **16** zur Folge. Da die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung so viel größer ist als die Federkonstante der Meßfedereinrichtung, entspricht die Auslenkung der ersten Baugruppe **16** relativ zur zweiten Baugruppe **18** nahezu der Auslenkung der Steuerkugel **12** relativ zur Grundplatte **14**.

[0036] Werden Steuerhalbkugel **12** und Grundplatte **14** zu stark gegeneinander ausgelenkt, so stößt die erste Baugruppe **16** im Bereich der Öffnungen **23** entweder an die Anschlagbolzen **22** oder die daran vorgesehenen Verdickungen **26**, **28** an, je nachdem, ob es sich um eine Bewegung parallel oder quer zur Längsrichtung des Anschlagbolzens **22** handelt. Dadurch wird die Bewegung der ersten Baugruppe **16** der Meßeinrichtung relativ zur zweiten Baugruppe **18** der Meßeinrichtung beschränkt. Dies verhindert ein Zerstören der Meßeinrichtung durch ein zu starkes Auslenken. Weitere Auslenkungen werden von diesem Punkt an ausschließlich von den Spiralfedern **24**

der Schutzfedereinrichtung aufgenommen. Die Anschlagleinrichtung **22** begrenzt Bewegungen in alle Raumrichtungen und um alle Raumachsen.

[0037] **Fig. 2** zeigt die Meßeinrichtung mit der ersten **16** und der zweiten Baugruppe **18**, deren Relativbewegungen die Meßeinrichtung misst, in perspektivischer Ansicht. Außerdem sind die Spiralfedern **24** der Schutzfedereinrichtung, die mit der ersten Baugruppe **16** verbunden sind, und die Anschlagbolzen **22** der Anschlagleinrichtung, die mit der zweiten Baugruppe **18** verbunden sind, dargestellt. Die erste **16** und die zweite Baugruppe **18** umfassen Leiterplatten, an denen die Schraubenfedern **20**, **24** der Meß- und der Schutzfedereinrichtungen verlötet sind. Die Schraubenfedern **20**, **24** beider Federeinrichtungen sind dabei rotationssymmetrisch angeordnet. Die Anschlagbolzen **22** sind mit der Leiterplatte der zweiten Baugruppe **16**, **18** verschraubt und ebenfalls rotationssymmetrisch angeordnet.

[0038] Die Meßeinrichtung kann in sechs Freiheitsgraden Relativbewegungen oder Relativpositionen der ersten Baugruppe **16** zur zweiten Baugruppe **18** messen, nämlich Verschiebungen in drei linear unabhängige Raumrichtungen und Drehungen um ebenfalls drei linear unabhängige Raumrichtungen. Zu diesem Zweck sind, wie in **Fig. 3** dargestellt, sechs positionsempfindliche Infrarotdetektoren **30** vorgesehen, die zusammen mit sechs Infrarotleuchtdioden **32** und sechs Schlitzblenden **34** sechs Meßzellen bilden. Die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren **30** sind jeweils um 120° zueinander um die Symmetrieachse einer Zylinderfläche gedreht, die von einer weiteren Leiterplatte **36** definiert wird. Auf gleiche Weise sind die ILEDs **32** jeweils um 120° zueinander um dieselbe Symmetrieachse versetzt angeordnet. Die Symmetrieachse steht senkrecht auf der Leiterplatte der ersten Baugruppe **18**. Die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren **30** sind in Paaren von übereinanderliegenden Detektoren **30** angeordnet. Auf gleiche Weise sind auch die ILEDs **32** in Paaren übereinanderliegender ILEDs **32** angeordnet. Dabei liegen die ILED-Paare **32** jeweils zwischen Paaren positionsempfindlicher Infrarotdetektoren **30**. Die Paare positionsempfindlicher Infrarotdetektoren **30** bestehen aus jeweils einem positionsempfindlichen Infrarotdetektor **30** zum Erfassen einer Bewegung senkrecht zu der Ebene, die durch die Leiterplatte **18** der zweiten Baugruppe definiert wird, und einem positionsempfindlichen Infrarotdetektor **30** zum Erfassen einer Bewegung in dieser Ebene.

[0039] Bei jeder Meßzelle ist eine Schlitzblende **34** im Strahlengang der ILED vor dem positionsempfindlichen Infrarotdetektor **30** angeordnet. Die Schlitzblende **34** weist einen schmalen Schlitz auf, so daß nur einer schmaler Lichtstreifen auf dem positionsempfindlichen Detektor **30** fällt. Die Schlitzzichtung der Schlitzblende **34** verläuft dabei senkrecht zur Detektorachse, also senkrecht zur Meßrichtung des Detektors **30**. Dadurch, daß ein Element des Systems ILED **32**, Schlitzblende **34** und positionsemp-

findlicher Infrarotdetektor **30** relativ zu den anderen beiden Elementen bewegbar angeordnet ist, kann die Meßzelle Relativbewegungen und Relativpositionen erfassen. Die ILEDs **32** und die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren **30** sind durch die senkrechte Leiterplatte **36** fest mit der Leiterplatte der ersten Baugruppe **18** verbunden. Die Leiterplatte **36** trägt außerdem noch weitere elektronische Komponenten zum Ansteuern der ILEDs **32** und der positionsempfindlichen Detektoren **30**. Die Blenden **34** sind beweglich mit der zweiten Baugruppe **16** verbunden. Die Schlitzblenden **34**, die einem Paar übereinanderliegender Detektoren **30** zugeordnet sind, sind zu einer einzigen Schlitzblende mit zwei zueinander senkrechten Schlitzen zusammengefaßt.

Patentansprüche

1. Positions- und/oder Bewegungsfühler (**10**) zum Messen von Positionen oder Bewegungen eines ersten Gegenstands (**12**) relativ zu einem zweiten Gegenstand (**14**), der eine Meßeinrichtung zum Messen von Positionen und/oder Bewegungen einer ersten Baugruppe (**16**) relativ zu einer zweiten Baugruppe (**18**) umfaßt, die mit dem zweiten Gegenstand verbunden (**14**) ist, wobei die Meßeinrichtung eine Meßfedereinrichtung (**20**) umfaßt, die die erste Baugruppe (**16**) mit der zweiten Baugruppe (**16**) elastisch verbindet, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßeinrichtung weiter eine Anschlagleinrichtung (**22**) umfaßt, welche eine Bewegung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe in wenigstens eine Richtung oder um wenigstens eine Achse begrenzt und der Positions- und/oder Bewegungsfühler (**10**) eine Schutzfedereinrichtung umfaßt, die die erste Baugruppe (**16**) mit dem ersten Gegenstand (**12**) elastisch verbindet, wobei die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung in die wenigstens eine Richtung oder um die wenigstens eine Achse größer ist als die Federkonstante der Meßfedereinrichtung in die wenigstens eine Richtung oder um die wenigstens eine Achse.

2. Positions- und/oder Bewegungsfühler (**10**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung in die wenigstens eine Richtung oder um die wenigstens eine Achse mindestens doppelt so groß ist wie die Federkonstante der Meßfedereinrichtung in die wenigstens eine Richtung oder um die wenigstens eine Achse.

3. Positions- und/oder Bewegungsfühler (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anschlagleinrichtung wenigstens einen Anschlagbolzen (**22**) umfaßt, der mit der ersten (**16**) oder der zweiten Baugruppe (**18**) fest verbunden ist.

4. Positions- und/oder Bewegungsfühler (**10**)

nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagleinrichtung wenigstens drei Anschlagbolzen (22) umfaßt, die mit der ersten oder der zweiten Baugruppe fest verbunden sind.

5. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagleinrichtung eine Parallelverschiebung der ersten (16) relativ zur zweiten Baugruppe (18) in eine Richtung, die im wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Anschlagbolzens (22) verläuft, begrenzt.

6. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagleinrichtung eine Rotation der ersten (16) relativ zur zweiten Baugruppe (18) um eine Achse, die im wesentlichen parallel zur Längsachse des Anschlagbolzens (22) verläuft, begrenzt.

7. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagleinrichtung eine Parallelverschiebung der ersten (16) relativ zur zweiten Baugruppe (18) in eine Richtung, die im wesentlichen parallel zur Längsachse des Anschlagbolzens (22) verläuft, begrenzt.

8. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagleinrichtung eine Rotation der ersten (16) relativ zur zweiten Baugruppe (18) um eine Achse, die im wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Anschlagbolzens (22) verläuft, begrenzt.

9. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste (16) und die zweite Baugruppe (18) jeweils eine Leiterplatte umfassen.

10. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzfedereinrichtung eine der nachfolgenden Komponenten oder Kombinationen daraus umfaßt: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil.

11. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßfedereinrichtung eine der nachfolgenden Komponenten oder Kombinationen daraus umfaßt: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil.

12. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung Relativbewegungen oder Positionen in sechs Freiheitsgraden erfassen kann.

13. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung optoelektronische Meßzellen umfaßt.

14. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß drei optoelektronische Meßzellen auf dem Umfang eines Kreises liegen und bevorzugt in Paaren von übereinanderliegenden Meßzellen angeordnet sind, und die Paare bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet sind.

15. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß jede optoelektronische Meßzelle einen im Strahlengang einer Lichtemissionseinrichtung (32) angeordneten positionsempfindlichen Detektor (30) sowie eine im Strahlengang der Lichtemissionseinrichtung zwischen der Lichtemissionseinrichtung und dem positionsempfindlichen Detektor angeordnete Schlitzblende (34) umfaßt, wobei eine Detektorachse des positionsempfindlichen Detektors senkrecht zu einer Schlittrichtung der Schlitzblende (34) ausgerichtet ist und ein Element eines Systems aus Lichtemissionseinrichtung (32), Schlitzblende (34) und Detektor (30) relativ zu den anderen beiden Elementen bewegbar ist.

16. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß bei jeder Meßzelle die Schlitzblende (34) entweder auf der ersten oder der zweiten Baugruppe (16, 18) angeordnet ist und der positionsempfindliche Detektor (30) und die Lichtemissionseinrichtung (32) gemeinsam auf der jeweils anderen der beiden Baugruppen (18, 16) angeordnet sind.

17. Kraft- und/oder Momentenfühler, dadurch gekennzeichnet, daß er einen Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfaßt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

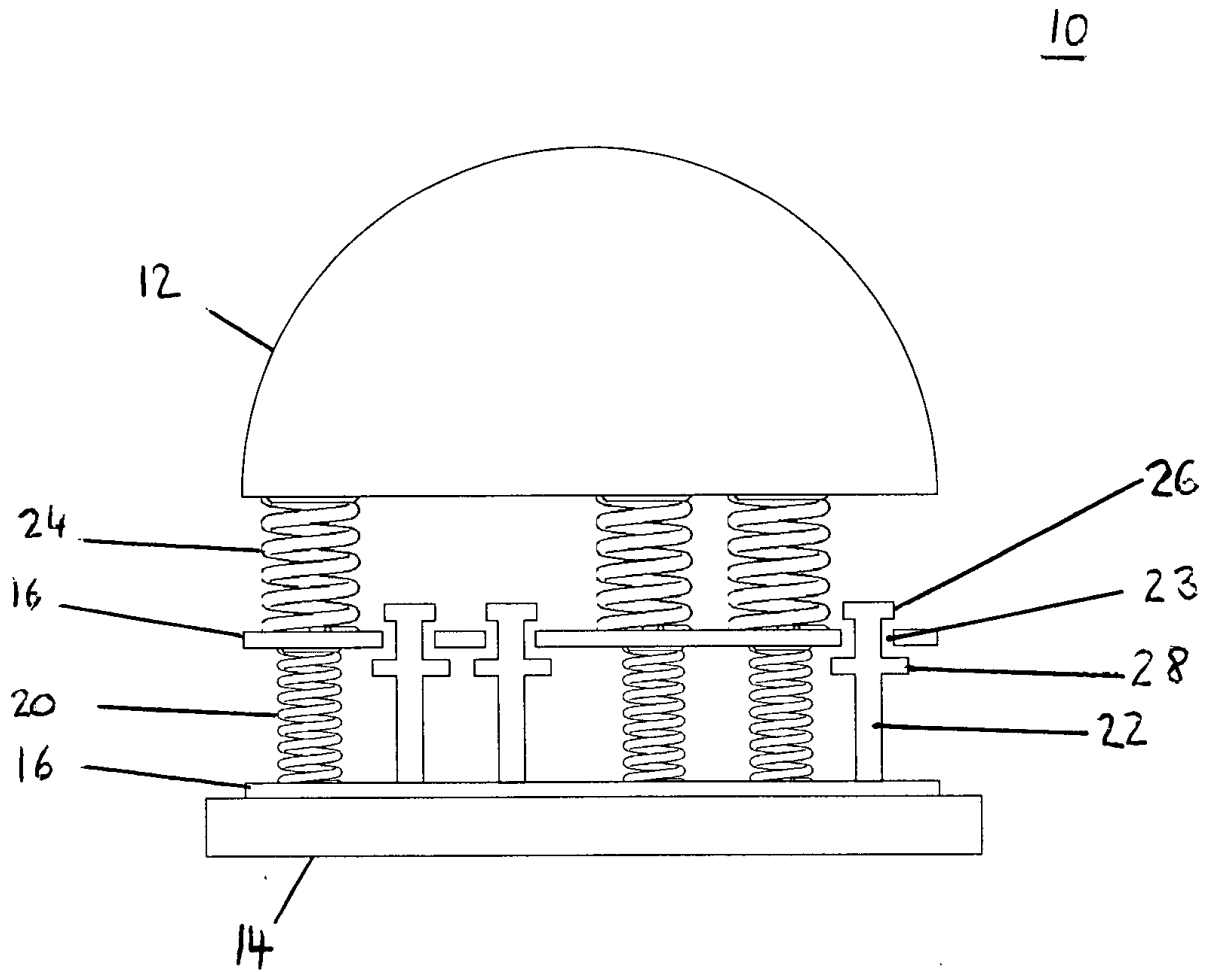


Fig. 1

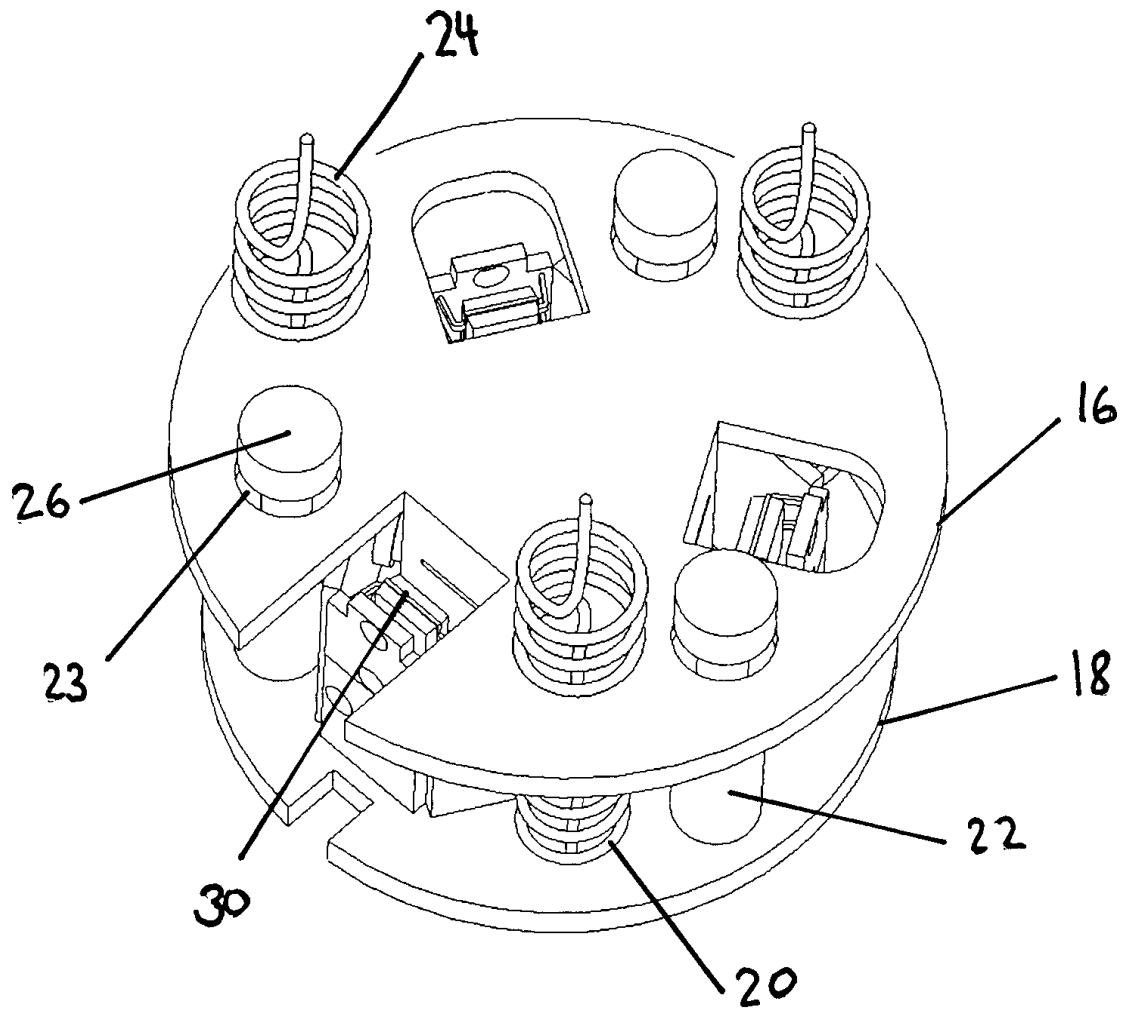


Fig. 2

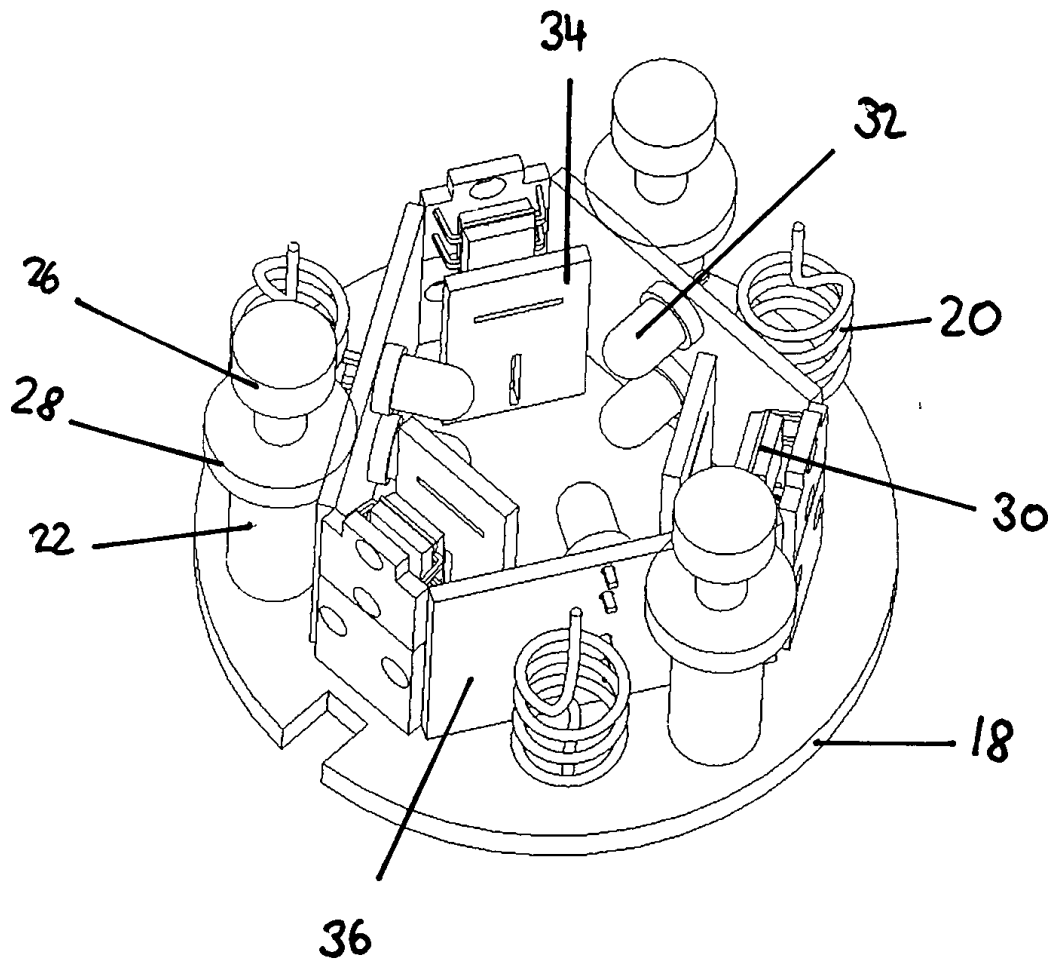


Fig. 3