



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

(19) DD (11) 281 727 A7

5(51) G 01 L 5/16
G 01 L 1/18
G 01 L 3/10

PATENTAMT der DDR

(21) AP G 01 L / 309 310 0

(22) 23. 11. 87

(45) 22.08.90

(71) Technische Hochschule Ilmenau, PSF 327, Ilmenau, 6300, DD

(72) Krause, Lutz, Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (71)

(54) Vorrichtung zur Messung von Kräften und Drehmomenten

(55) Meßtechnik; Kraftmessung; Drehmomentmessung; Mehrkomponentenmessung; Federführung; Federlager; mehrachsige Kraftmessung; mehrachsige Drehmomentmessung; Dehnungsmeßstreifen; Biegekörper

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung von Kräften und Drehmomenten, welche beispielsweise als Sensor an einem Industrieroboter verwendet werden kann. Die Vorrichtung ermöglicht es, Kräfte und Drehmomente, die auf ein sensoreigenes Koordinatensystem bezogen sind, zu messen. Es werden relativ kleine Abmessungen sowie eine relativ kleine Masse erreicht. Gelöst wird die Aufgabe durch die Applikation von sechs Dehnungsmeßstreifen-Brücken an bestimmten Orten zweier sich kreuzender Balken.

Patentanspruch:

Vorrichtung zur Messung von Kräften und Drehmomenten bestehend aus deformierbaren und nicht deformierbaren mechanischen Teilen sowie Dehnungsmeßstreifen, wobei Einspannung und Balken aus mindestens einem Stück herstellbar sind, gekennzeichnet dadurch, daß innerhalb einer Einspannung (13) zwei Balken (14, 15), die sich unter rechtem Winkel in einer gemeinsamen Ebene kreuzen und die im Kreuzungspunkt fest verbunden sind, angeordnet sind und daß mindestens zwei F_x -Dehnungsmeßstreifen (1, 2), die sich auf dem Balken (14), der sich in x-Richtung erstreckt, befinden und um ein Drittel der Strecke Einspannung (13) – Kreuzungspunkt der Balken (14, 15), von der Einspannung (12) entfernt und auf der x-z-Ebene des Querschnittes des Balkens (14) angeordnet sind, zu einer Brücke verschaltet sind, daß mindestens zwei F_y -Dehnungsmeßstreifen (3, 4), die sich auf dem Balken (15), der sich in y-Richtung erstreckt, befinden und um ein Drittel der Strecke Einspannung (12) – Kreuzungspunkt der Balken (14, 15) von der Einspannung (13) entfernt auf der y-z-Ebene des Querschnittes des Balkens (15) angeordnet sind, zu einer Brücke verschaltet sind, daß mindestens zwei F_z -Dehnungsmeßstreifen (5, 6), die sich auf einem der Balken (14, 15) in unmittelbarer Nähe der Einspannung (13) auf den sich in der x-y-Ebene erstreckenden und sich gegenüberliegenden Seiten des Querschnittes der Balken (14, 15), zu einer Brücke verschaltet sind, daß mindestens zwei M_x -Dehnungsmeßstreifen (7, 8), die sich auf dem Balken (15), der sich in y-Richtung erstreckt, in unmittelbarer Nähe des Kreuzungspunktes auf der x-y-Ebene des Querschnittes des Balkens (15) befinden, zu einer Brücke verschaltet sind, daß mindestens zwei M_y -Dehnungsmeßstreifen (9, 10), die sich auf dem Balken (14), der sich in x-Richtung erstreckt, in unmittelbarer Nähe des Kreuzungspunktes auf der x-y-Ebene des Querschnittes des Balkens (14) befinden, zu einer Brücke verschaltet sind, daß mindestens zwei M_z -Dehnungsmeßstreifen (11, 12), die sich auf einem der Balken (14, 15) in unmittelbarer Nähe des Kreuzungspunktes auf der x-z- oder y-z-Ebene des Querschnittes der Balken (14, 15) befinden, zu einer Brücke verschaltet sind.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann zur Messung der an einem Punkt angreifenden Kräfte und Drehmomente genutzt werden. Vorrichtungen dieser Art eignen sich zum Beispiel als Sensoren an Industrierobotern.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Nach DE-OS 3213319 ist eine Einrichtung zur Messung von sechs Komponenten des Kraft-Momenten-Vektors bekannt, bei der applizierte Dehnungsmeßstreifen in Brückenschaltung betrieben werden, die jeweils nur auf eine Komponente des Kraft-Momenten-Vektors empfindlich sind.

Es sind 32 DMS nötig und es werden hohe Ansprüche bei der Herstellung des Verformungskörpers und bei der Applikation der Dehnungsmeßstreifen gestellt.

Nach DE-OS 2727704 ist ein Kraft-Momenten-Fühler bekannt, wobei Dehnungsmeßstreifen verwendet werden, die auf Speichen und Stützen geklebt sind. Die Stützen stehen senkrecht auf den Speichen und es ist somit eine relativ große Bauhöhe notwendig. Es werden mehr Dehnungsmeßstreifenbrücken als nötig verwendet. Das vergrößert den Aufwand bei der Herstellung dieses Gerätes und bei der Berechnung der Meßgrößen. Außerdem sind die Meßsignale von mehr als einer Meßgröße abhängig, so daß Berechnungsaufwand vorhanden ist, welcher Kosten, Rechenzeit und Meßfehler zur Folge hat.

Nach DE-OS 2826131 ist eine mehrachsige Meßdose bekannt, wobei sechs Wegaufnehmer lose an eine federnd gelagerte Nabe angekoppelt sind. Die Federelemente besitzen eine komplizierte Geometrie und erfordern deshalb hohen Fertigungsaufwand. Die nur berührende Kopplung der Wegaufnehmer mit dem Verformungskörper führt zu statischen Meßfehlern durch Reibung und zu dynamischen Meßfehlern.

Es wurde bereits eine Vorrichtung vorgeschlagen, mit der eine Kraft mittels einer Parallelfederführung und ein Drehmoment mittels einer Biegefeder gemessen werden kann. Jedoch sind mit dieser Vorrichtung nur zwei Komponenten des Kraft-Drehmoment-Vektors meßbar.

Ziel der Erfindung

Die vorliegende Erfindung hat das Ziel, eine Vorrichtung zu schaffen, mit der die an einem Punkt angreifenden Kräfte und Drehmomente gemessen werden können. Dabei soll ein Minimum an Meßsignalen vorhanden sein und durch Einsparung von Dehnungsmeßstreifen eine Reduzierung der Anzahl der meßbaren Kräfte und Drehmomente möglich sein. Relativ geringe Abmessungen und Masse sind erreichbar.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Messung von Kräften und Drehmomenten zu schaffen, mit der Kräfte in Richtung der Achsen eines Koordinatensystems und Drehmomente um die Achsen dieses Koordinatensystems gemessen werden können. Dabei sollen den sechs Meßgrößen sechs Meßsignale zugeordnet sein, die im wesentlichen von einer Meßgröße abhängig sind. Weiterhin soll eine Veränderung der Anpassung an die Meßaufgaben hinsichtlich Anzahl der Meßgrößen möglich ist.

Erfindungsgemäß wird das dadurch gelöst, daß innerhalb einer Einspannung ein Speicherkreuz, welches aus zwei Balken besteht, die in der Mitte miteinander fest verbunden sind und sich unter einem rechten Winkel in einer Ebene kreuzen, angeordnet ist. Einspannung und Speicherkreuz sind aus einem Stück herstellbar. Auf dem Speicherkreuz sind mindestens 12 Dehnungsmeßstreifen angeordnet und zu sechs Brücken verschaltet.

Die Brücke zur F_x -Messung besteht aus Dehnungsmeßstreifen, die sich auf dem Balken, der sich in x-Richtung erstreckt, befinden.

Sie sind um die Strecke $\frac{1}{3}$ von der Einspannung entfernt, wobei 1 die Entfernung zwischen Einspannung und Kreuzungspunkt der Balken ist. Die F_x -Dehnungsmeßstreifen sind auf der x-z-Ebene des Querschnittes der Balken angeordnet. Die Brücke zur F_y -Messung besteht aus Dehnungsmeßstreifen, die sich auf dem Balken, der sich in y-Richtung erstreckt, befinden. Sie sind um die Strecke $\frac{1}{3}$ von der Einspannung entfernt, wobei 1 die Entfernung zwischen Einspannung und Kreuzungspunkt der Balken ist.

Die Brücke zur F_z -Messung besteht aus Dehnungsmeßstreifen, die sich auf mindestens einem Balken in unmittelbarer Nähe der Einspannung befinden. Diese Dehnungsmeßstreifen befinden sich auf den sich in der x-y-Ebene erstreckenden und sich gegenüberliegenden Seiten des Querschnittes eines Balkens.

Die Brücke zur M_x -Messung besteht aus Dehnungsmeßstreifen, die sich auf dem Balken, der sich in y-Richtung erstreckt, in unmittelbarer Nähe des Kreuzungspunktes auf der x-y-Ebene des Querschnittes dieses Balkens befinden.

Die Brücke zur M_y -Messung besteht aus Dehnungsmeßstreifen, die sich auf dem Balken, der sich in x-Richtung erstreckt, in unmittelbarer Nähe des Kreuzungspunktes auf der x-y-Ebene des Querschnittes dieses Balkens befinden.

Die Brücke zur M_z -Messung besteht aus Dehnungsmeßstreifen, die sich auf mindestens einem Balken in unmittelbarer Nähe des Kreuzungspunktes auf der x-y- oder y-z-Ebene des Querschnittes des jeweiligen Balkens befinden.

Ist die Einspannung mit einem Festpunkt verbunden und wirkt im Kreuzungspunkt der Balken die Kraft F_x , so wird der Balken, der sich in x-Richtung erstreckt, Zug- und Druckspannungen unterworfen, so daß die F_x -Dehnungsmeßstreifen eine positive und negative Dehnung erfahren, die zu einem der Kraft F_x proportionalen Signal an der Brückenschaltung führt.

Wirkt die Kraft F_y , so wird der Balken, der sich in y-Richtung erstreckt, Zug- und Druckspannungen unterworfen, so daß die F_y -Dehnungsmeßstreifen eine positive und negative Dehnung erfahren, die zu einem der Kraft F_y proportionalen Signal an der Brückenschaltung führt.

Wirkt die Kraft F_z , werden beide Balken gebogen, so daß die F_z -Dehnungsmeßstreifen positive und negative Dehnungen erfahren, die zu einem der Kraft F_z proportionalen Signal an der Brückenschaltung führt.

Wirkt das Moment M_x , wird der Balken, der sich in y-Richtung erstreckt gebogen und in den M_x -Dehnungsmeßstreifen werden positive und negative Dehnungen hervorgerufen, die zu einem dem Moment M_x proportionalen Signal an der Brücke führen.

Wirkt das Moment M_y , wird der Balken, der sich in x-Richtung erstreckt, gebogen und in den M_y -Dehnungsmeßstreifen werden positive und negative Dehnungen hervorgerufen, die zu einem dem Moment M_y proportionalen Signal an der Brücke führen.

Wirkt das Moment M_z , werden beide Balken gebogen und in den M_z -Dehnungsmeßstreifen werden positive und negative Dehnungen hervorgerufen, die zu einem dem Moment M_z proportionalen Signal an der Brücke führen.

Betrachtet man den Einfluß aller Kräfte und Drehmoment auf eine Brücke, ist erkennbar, daß die Brücken bei Einhaltung von Symmetriebedingungen nur auf eine Kraft bzw. ein Drehmoment empfindlich sind.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert werden. In der dazugehörigen Zeichnung zeigt

Fig. 1: eine Draufsicht auf die Vorrichtung ohne Darstellung der Dehnungsmeßstreifen

Fig. 2: eine perspektivische Darstellung der Anordnung der Dehnungsmeßstreifen auf den Balken

Fig. 3: die Darstellung einer möglichen Verschaltung der Dehnungsmeßstreifen als Halbbrücken.

Wie in Figur 1 gezeigt, sind innerhalb einer Einspannung 13 zwei Balken 14, 15, die sich in x- und y-Richtung erstrecken, fest angebracht. Die zwei Balken 14, 15 sind im Kreuzungspunkt fest miteinander verbunden.

In Figur 2 ist die Anordnung der Dehnungsmeßstreifen dargestellt. Auf den Balken 14, 15 sind die Dehnungsmeßstreifen 1 bis 12 angeordnet und entsprechend Figur 3 in sechs Halbbrücken verschaltet.

Die F_x -Dehnungsmeßstreifen 1, 2 befinden sich auf Balken 14, auf der sich in der x-z-Ebene erstreckenden Seite des Querschnittes des Balkens 14. Sie sind um die Strecke $\frac{1}{3}$ entfernt, wobei 1 die Entfernung zwischen Einspannung 13 und Kreuzungspunkt der Balken 14, 15 ist.

Die F_y -Dehnungsmeßstreifen 3, 4 befinden sich auf Balken 15 auf der sich in der y-z-Ebene erstreckenden Seite des Querschnittes des Balkens 15. Sie sind um die Strecke $\frac{1}{3}$ von der Einspannung 13 entfernt, wobei 1 die Entfernung zwischen Einspannung 13 und Kreuzungspunkt der Balken 14, 15 ist.

Die F_z -Dehnungsmeßstreifen 5, 6 befinden sich auf Balken 15 in unmittelbarer Nähe der Einspannung 13 auf der sich in der x-y-Ebene erstreckenden und sich gegenüberliegenden Seiten des Querschnittes des Balkens 15.

Die M_x -Dehnungsmeßstreifen 7, 8 befinden sich auf Balken 15 in unmittelbarer Nähe des Kreuzungspunktes der Balken 14, 15 auf der x-y-Ebene des Querschnittes des Balkens 15.

Die M_y -Dehnungsmeßstreifen 9, 10 befinden sich auf Balken 14 in unmittelbarer Nähe des Kreuzungspunktes der Balken 14, 15 auf der x-y-Ebene des Querschnittes des Balkens 14.

Die M_z -Dehnungsmeßstreifen 11, 12 befinden sich auf Balken 14 in unmittelbarer Nähe des Kreuzungspunktes der Balken 14, 15 auf der y-z-Ebene des Querschnittes des Balkens 15.

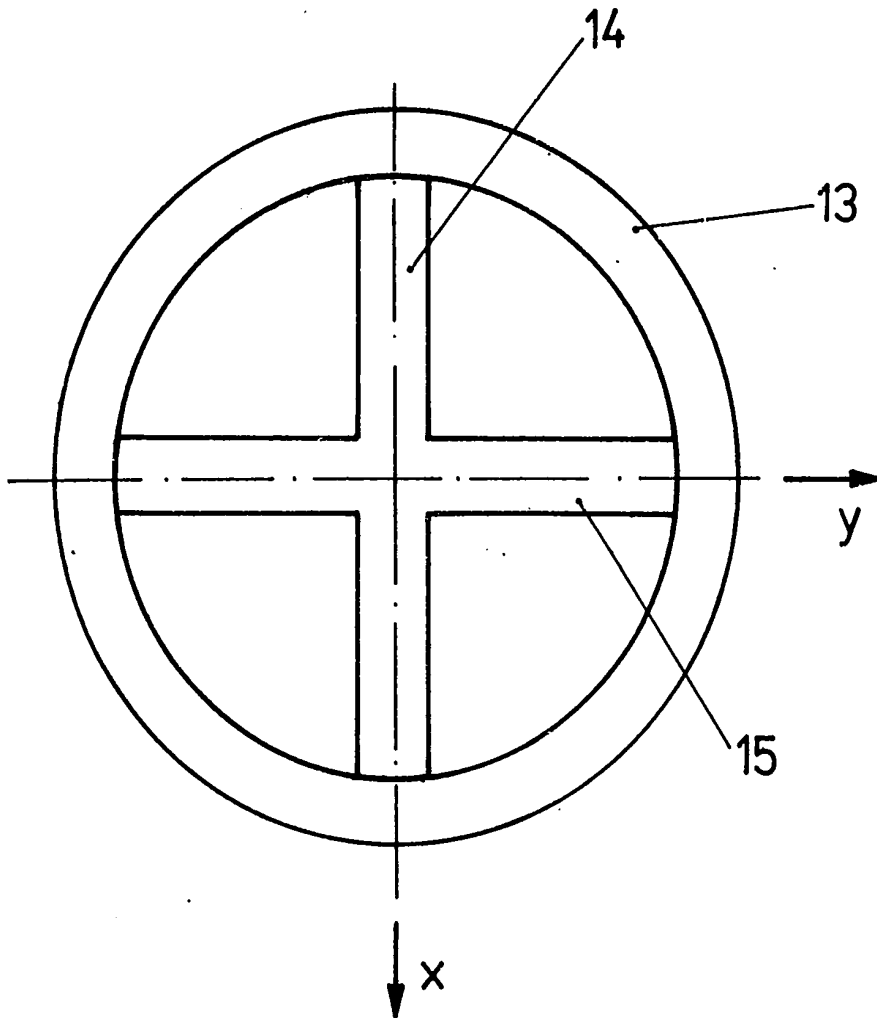


Fig. 1

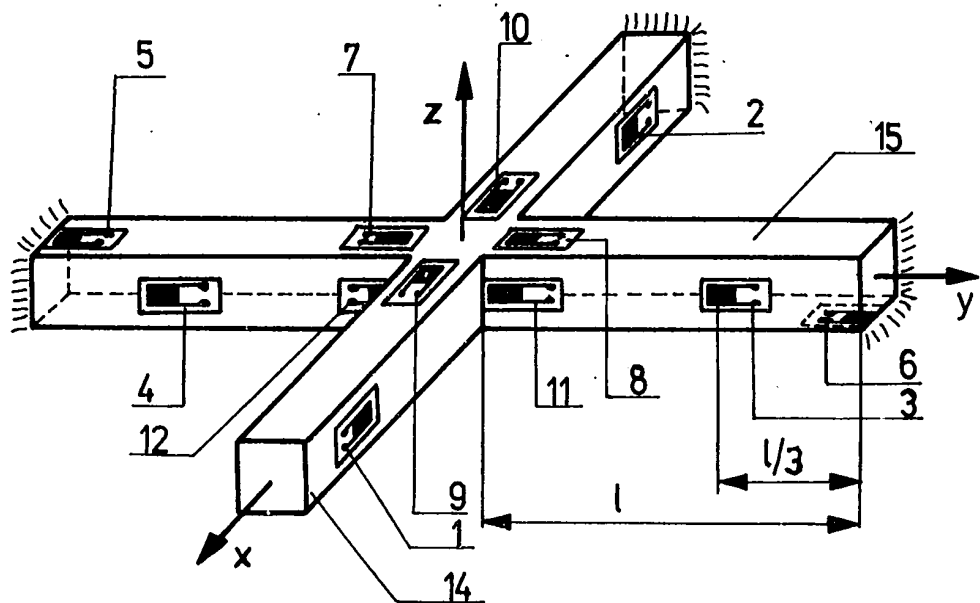


Fig. 2

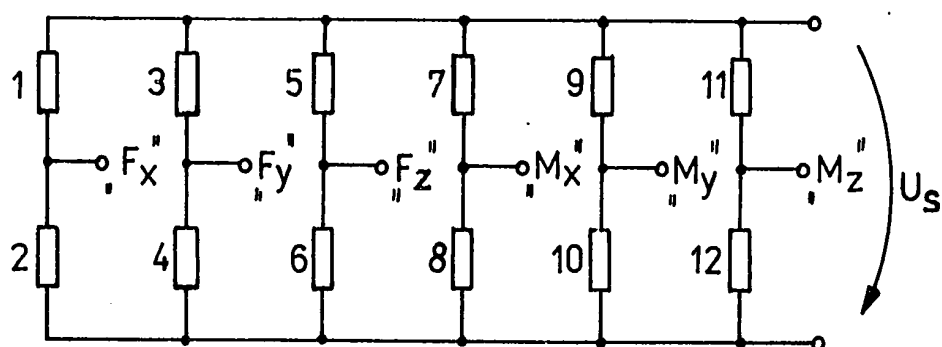


Fig. 3