

(12) Ausschließungspatent

(11) DD 283 528 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 L 1/04

DEUTSCHES PATENTAMT

(21) DD G 01 L / 315 576 7 (22) 09.05.88 (45) 17.10.90

(71) siehe (73)

(72) Jäger, Gerd, Prof. Dr. sc. techn.; Schott, Walter, Dipl.-Ing.; Manske, Eberhard, Dr.-Ing.; Heydenbluth, Detlef, Dr.-Ing., DD

(73) Technische Hochschule Ilmenau, Am Ehrenberg, Ilmenau, 6300, DD

(54) Interferometrische Kraftmeßvorrichtung

(55) Kraftmeßtechnik; Wägetechnik; Laser;
Lichtwellenleiter; Interferometer

(57) Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Messung kleiner Kräfte zu schaffen, die durch elektromagnetische und elektrische Störfelder nicht beeinträchtigt werden kann. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Verformungskörper, der aus einem Biegekörper und aus einem biegesteifen Grundkörper besteht, verwendet wird und daß an dem Biegekörper ein Waagebalken angeordnet ist. Mit dem Verformungskörper werden die Bauteile eines speziell für die Versorgung mit monochromatischer Strahlung mittels Lichtwellenleiter und für die Abtastung der Interferenzerscheinung ebenfalls mittels Lichtwellenleiter geeigneten Interferometers verbunden. Durch geeignete Befestigung der Bauteile am Verformungskörper mittels Distanzringe werden die Einflüsse infolge von Temperaturänderungen eliminiert.

Patentanspruch:

Interferometrische Kraftmeßvorrichtung mit einem Verformungskörper, bestehend aus einem Grund- und Biegekörper, festen und beweglichen Reflektoren, wobei an dem Biegekörper ein Waagebalken angeordnet ist und an diesem zwei Waagschalen befestigt sind und daß ein optischer Teiler über einen Distanzring an eine Halterungsplatte angeordnet ist, welche ihrerseits über einen Distanzring mit dem Grundkörper verbunden ist, daß an der Halterungsplatte eine Vorrichtung zur Modulation vorgesehen ist und daß der optische Teiler aus zwei Teilprismen besteht, wobei ein Teilprisma Winkel von 30° , 60° und 90° aufweist und auf der großen Kathetenfläche 50% teilverspiegelt ist, weiterhin wird monochromatische Strahlung über einen Lichtwellenleiter, in das Interferometer eingekoppelt und das Interferenzbild wird mit Lichtwellenleitern, die in einer Vorrichtung angeordnet sind, abgetastet, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Winkel α zwischen der Hypothenusenfläche des Teilprismas (5.1) und der teilverspiegelten großen Kathetenfläche des Teilprismas (5.2) ungleich 30° ist und daß die Hypothenusenfläche der Teilprismen (5.1) und (5.2) die Oberflächenspiegel (6.1) und (6.2) tragen, daß zwischen Teilprisma (5.2) und der Vorrichtung (15) sich ein torisches optisches System (9) befindet, daß die Abtastlichtwellenleiter (26, 27) in der Lichtwellenleiterhülse (14) eingekittet ist, daß die Lichtwellenleiterhülse (14) in Halterung (15) drehbar gehalten und fixiert ist und der Biegekörper (2) aus den Biegeteilen (2.3) und (2.4), die miteinander durch mehrere Biegeelemente (2.1), (2.2) verbunden sind, besteht.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, die zur Messung von Kräften, insbesondere kleiner Kräfte eingesetzt werden kann.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Entsprechend der DD-137619 ist eine Vorrichtung zur Kraftmessung bekannt, bei der an einem gabelförmig gestalteten Verformungskörper ein kippinvariantes Interferometer fest angebracht ist.

Diese Vorrichtung ist zur Messung kleinster Lastbereiche ≤ 10 g nicht geeignet. Außerdem sind bei dieser Vorrichtung Fotoempfänger und Impulsformerstufen sowie die Beleuchtungseinrichtung mit der Lichtquelle unmittelbar am Verformungskörper angeordnet, was zu einer thermischen Belastung der Kraftmeßeinrichtung und somit zu großen Einlaufzeiten führt. Elektromagnetische und elektrische Störfelder an der Kraftmeßvorrichtung können sich auf die fotoelektrische Abtastschaltung auswirken und so das Meßsignal verfälschen. Weiter ist eine Kapselung, ähnlich einer Kraftmeßdose, nicht möglich, da es zu einem Wärmestau kommen würde, die Abmessungen zu groß würden und die Auswechslung der Lichtquelle und der elektronischen Schaltungen erschwert wäre.

Entsprechend der Vorrichtung nach DD-94905 ist der Verformungskörper so ausgebildet, daß er gleichzeitig als Interferometer wirkt. In dieser Vorrichtung treten interferentielle Drehstreifen auf, deren Abstand in y-Richtung sich in Abhängigkeit vom Wert der Meßgröße ändert. Die Patentschrift DD-137619 beschreibt eine Vorrichtung zur Kraftmessung, bei der an einem gabelförmig gestalteten Verformungskörper ein kippinvariantes Interferometer fest angebracht ist.

In DE-AS 2658629 ist eine Kraftmeß- oder Wägevorrichtung angegeben, bei der ein beweglicher Teil wenigstens zwei Spiegel trägt, von denen jeweils einer in einem Arm des Interferometers derart angeordnet ist, daß bei Auslenkung des beweglichen Teiles die beiden Arme des Interferometers in entgegengesetzten Richtungen in ihrer Länge verändert werden.

Nach DD 220398 ist eine Vorrichtung zur Wegmessung bekannt, bei der der optische Teiler aus zwei Teilprismen besteht, daß der Winkel α zwischen der Hypothenusenfläche und der kleinen Kathetenfläche ungleich 60° ist, daß der optische Teiler mittels eines Distanzringes mit einer Halteplatte verbunden ist, daß die Halteplatte fest mit einer Grundplatte verbunden ist und daß das Material der Distanzringe einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten besitzt, der zwischen denen der Materialien von Grundplatte und dem optischen Teiler besteht.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Schaffung einer Kraftmeßvorrichtung, die nur optische und mechanische Elemente besitzt. Die Umwandlung der auf ein optisches Signal abgebildeten Meßgröße in ein quantisiertes elektrisches Signal erfolgt weitab von der Kraftmeßvorrichtung in einer zentralen Verarbeitungseinheit. Kraftmeßvorrichtung und zentrale Verarbeitungseinheit sind durch Lichtwellenleiter verbunden, wodurch elektromagnetische und elektrische Störungen ohne Einfluß auf die Kraftmeßvorrichtung und auf die Verbindungskabel sind. In der Kraftmeßvorrichtung sollen keine Wärmequellen vorhanden sein, so daß sofortige Betriebsbereitschaft erreicht wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine interferometrische Vorrichtung zur Messung kleiner Kräfte zu schaffen, die durch elektromagnetische und elektrische Störfelder nicht beeinträchtigt werden kann und die keine Einlaufeigenschaften besitzt. Außerdem soll eine hermetische Kapselung möglich sein. Weiterhin ist ein solches Interferometer zu schaffen, daß eine raumsparende und parallele Anordnung der Lichtwellenleiter am Verformungskörper ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der Winkel α zwischen der Hypothenusenfläche eines ersten Teilprismas und der teilverspiegelten großen Kathetenfläche eines zweiten Teilprismas ungleich 30° ist. Die Hypothenusenfläche des ersten und zweiten Teilprismas tragen die Oberflächenspiegel.

Zwischen dem zweiten Teilprisma und der Vorrichtung zur Halterung und Justierung der Abtastlichtwellenleiter befindet sich ein torisches optisches System. Die zwei Abtastlichtwellen sind in der Lichtwellenleiterhülse eingekittet. Die Lichtwellenleiterhülse ist in einer Halterung drehbar gehalten und fixiert. Der Biegekörper besteht aus zwei Biegeelementen, die miteinander durch mehrere Biegeelemente verbunden sind.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigt:

Fig. 1: Seitenansicht der Vorrichtung

Fig. 2: Anordnung des optischen Teilers und der Auskoppelinrichtung an den Halterungsplatten sowie dieser am Grundkörper

Fig. 3: Gestaltung des Biegekörpers

Fig. 4: Anordnung der Auskoppelinrichtung und der Vorrichtung zur Halterung und Justierung der Abtastlichtwellenleiter am Grundkörper

Fig. 5: Vorrichtung zur Halterung und Justierung der Abtastlichtwellenleiter.

Entsprechend Fig. 1 ist der Waagebalken 3 am Biegekörper 2 angeordnet. Bei unterschiedlicher Belastung der am Waagebalken 3 angehängten Waagschalen 4.1, 4.2 lenkt der Biegekörper 2 aus. Damit lenkt, wie aus Fig. 3 ersichtlich, auch der am Biegekörper 2 über den Distanzring 21 befestigte kippinvariante Reflektor 7 aus und der optische Gangunterschied im Interferometer wird somit entsprechend verändert. Der optische Teiler 5 des Interferometers besteht aus den Teilprismen 5.1 und 5.2. Das Teilprisma 5.2 weist Winkel von 30° , 60° und 90° auf, die so genau wie möglich hergestellt werden. Auf der großen Kathetenfläche ist das Teilprisma 5.2 mit 50% teilverspiegelt. Diese Kathetenfläche ist mit der großen Kathetenfläche des Teilprismas 5.1 verkittet. Der Winkel α zwischen der Hypothenusenfläche des Teilprismas 5.1 und der teilverspiegelten großen Kathetenfläche des Teilprismas 5.2 muß ungleich 30° gewählt werden und zwar so, daß der Abstand der Interferenzstreifen optimal an den Kerndurchmesser der Abtastlichtwellenleiter 26 und 27 angepaßt ist. Der optische Teiler 5 ist entsprechend der Fig. 2 mit der Halterungsplatte 10 über den Distanzring 17 mit dem Grundkörper 1 verbunden. Wie Fig. 1 zeigt, ist aus der Halterungsplatte 10 eine Biegezunge herausgearbeitet. An der Biegezunge ist der kippinvariante Reflektor 8 über den Distanzring 20 angeordnet. Mittels am Ende der Biegezunge angebrachter piezoelektrischer Biegeelemente 12.1 und 12.2, welche die seismische Masse 11 halten, wird die Biegezunge zum Schwingen angeregt und somit das optische Ausgangssignal moduliert.

Die Beleuchtung des Interferometers erfolgt mittels des Lichtwellenleiters 25 und der Vorrichtung 16, die der Auskopplung der monochromatischen Strahlung dient. Entsprechend Fig. 4 ist die Vorrichtung 16 über die Abstandsklötze 24.1 und 24.2 mit der Halterungsplatte 13 verbunden. Die Halterungsplatte 13 ist ihrerseits mittels des Distanzringes 18 am Grundkörper 1 angeordnet. Bei Auslenkung des kippinvarianten Reflektors 7, welche ein Maß für die Belastung der Waagschalen 4.1 und 4.2 ist, durchlaufen die Interferenzstreifen das Interferenzbild. Die Interferenzstreifen werden durch das optische torische System 9 auf dem Abtastlichtwellenleiter 26 und 27 abgebildet. Die aus den Abtastlichtwellenleitern 26 und 27 austretende Strahlung wird auf fotoelektrische Empfänger geleitet und anschließend in elektrische Impulse umgewandelt. Die Abtastlichtwellenleiter 26 und 27 sind in der Lichtwellenleiterhülse 14 eingekittet. Der Abstand der Abtastlichtwellenleiter 26 und 27 ist auf die Interferenzstreifenbreite abgestimmt. Die Hülse 14 wird so gedreht, daß die elektrischen Ausgangssignale eine Phasenverschiebung von 90° besitzen. Wie in Fig. 5 dargestellt, wird in dieser Lage die Hülse 14 mit dem Klemmelement 15.3 im Halterungselement 15.2 fixiert. Mit dem gabelförmigen Justierelement 15.1 werden die Abtastlichtwellenleiter 26 und 27 innerhalb des Interferenzbildes an den intensitätsstärksten Ort gebracht. Das gabelförmige Justierelement 15.1 wird mittels des Distanzringes 22 mit der Halterungsplatte 13 verbunden. Nach Fig. 3 besteht der Biegekörper 2 aus den biegesteifen Teilen 2.3 und 2.4. Diese Teile sind durch zwei Biegeelemente 2.1 und 2.2 verbunden. Die beiden Biegeelemente 2.1 und 2.2 verlaufen parallel. Der Grundkörper 1, der Biegekörper 2, der Waagebalken 3, die Halterungsplatten 10 und 13 sowie die Distanzringe 17 und 18 sind aus Kieselglas hergestellt.

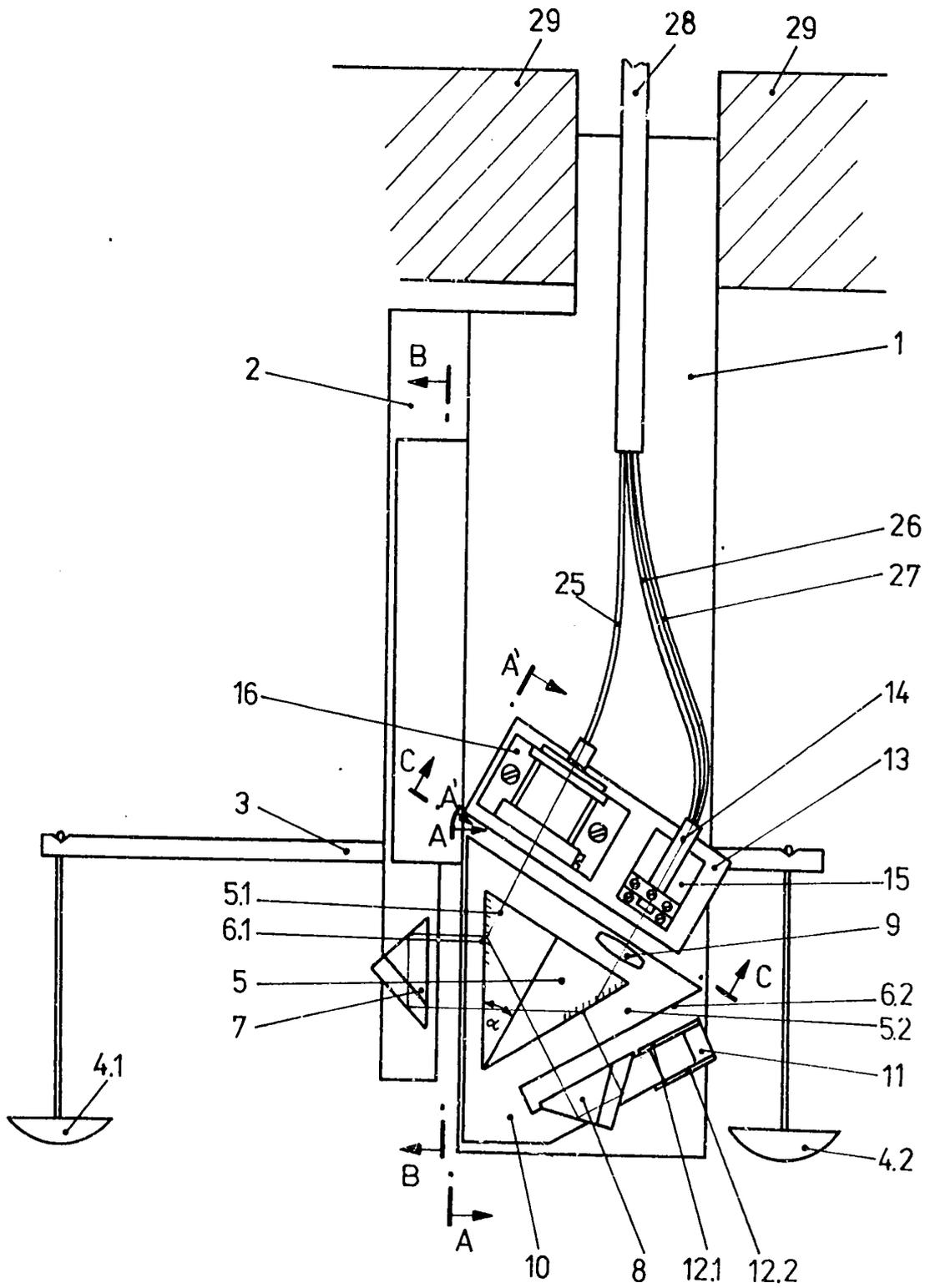


Fig.1

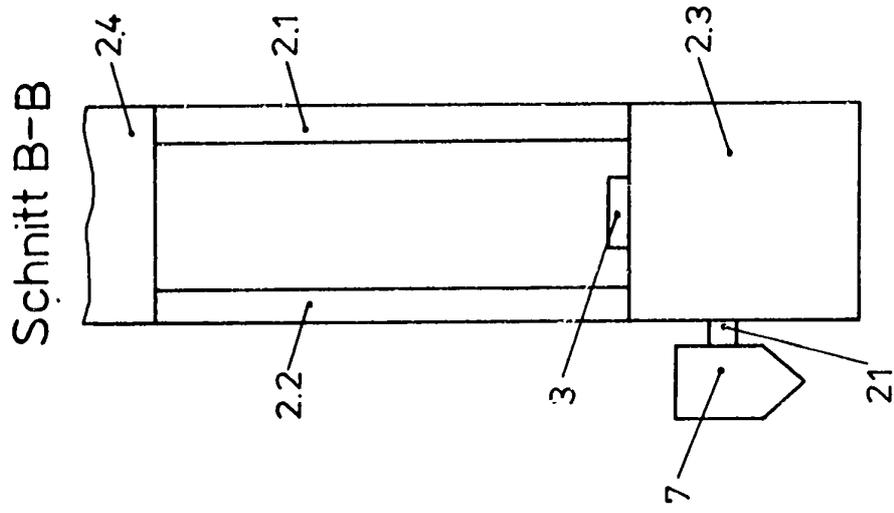


Fig. 3

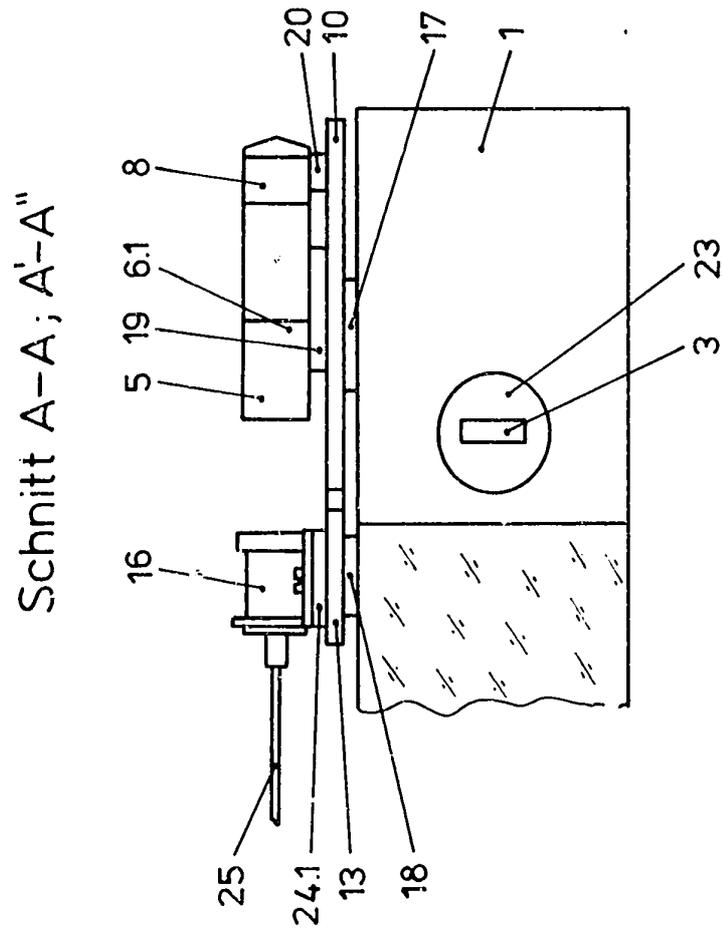


Fig. 2

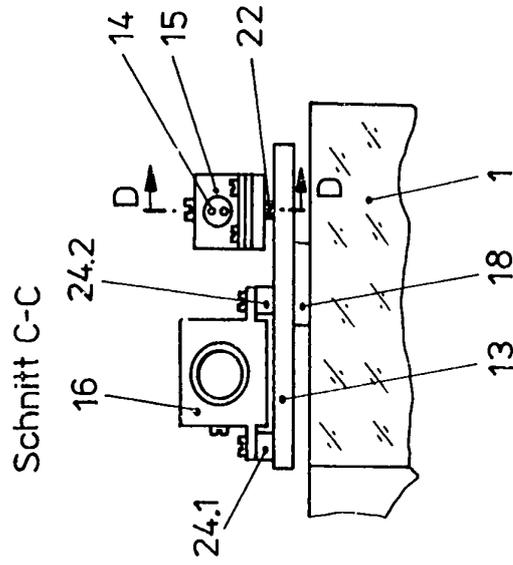


Fig. 4

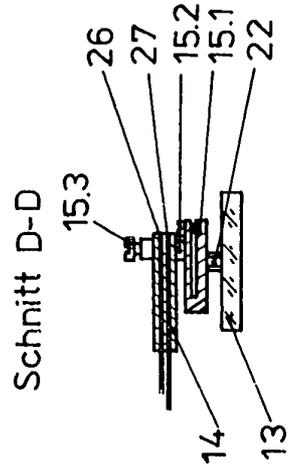


Fig. 5