



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 245 480 A1

4(51) G 01 B 11/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 B / 286 693 1

(22) 03.02.86

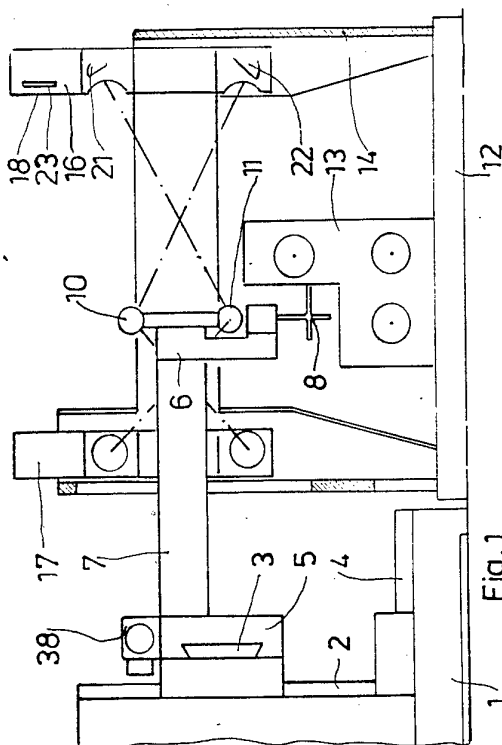
(44) 06.05.87

(71) VEB Carl Zeiss JENA, 6900 Jena, Carl-Zeiss-Straße 1, DD

(72) Krieg, Werner, DD

(54) Einrichtung zum Messen und Bearbeiten von Gegenständen

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Messen und Bearbeiten von Gegenständen, insbesondere für Meßgeräte und Werkzeugmaschinen mit dem Ziel, die Meß- und Positioniergenauigkeit zu erhöhen. Aufgabe ist es vor allem, durch Polabstandsmessungen mittels interferometrischer Meßsysteme Messungen im Bezug auf Bezugspunkte zu ermöglichen, die vom Meßgerät oder von der Werkzeugmaschine entkoppelt sind. Die Einrichtung umfaßt drei interferometrische Meßsysteme in fester räumlicher Zuordnung mit je zwei Laserinterferometer, welche optisch durch ihre Meßstrahlen über verstellbare Lenkreflektoren mit zwei Retroreflektoren gekoppelt sind. Die beiden Retroreflektoren sind in einem festen Abstand zueinander an einen Halter des Meßgerätes angeordnet. Am Meßgerät ist ferner eine die Drehlage des Halters gegenüber dem zu messenden Gegenstand oder dem Werkstück und den interferometrischen Meßsystemen kontrollierende Richtungsmeßeinrichtung vorgesehen. Die Signale der fotoelektrischen Empfänger der Laserinterferometer und der Richtungsmeßeinrichtung werden in einem Rechner weiterverarbeitet. Zur Nachführung der Lenkreflektoren ist eine Servoeinrichtung vorgesehen. Fig. 1



Patentansprüche:

1. Einrichtung zum Messen und Bearbeiten von Gegenständen, mit einem ein Werkzeug oder eine Tasteranordnung tragenden Halter, welche relativ zum Gegenstand oder Werkstück, welcher auf einer Grundlage ruht, in mehreren Koordinaten verschiebbar an einer Stelleinheit angeordnet sind, wobei an den Halter ein Retroreflektor vorgesehen ist, drei interferometrische Meßsysteme, welche zueinander und zum Gegenstand in fester räumlicher Position auf der Grundlage an einem Gestell vorgesehen sind, welche durch die Meßstrahlengänge ihrer Interferometer mit dem Retroreflektor optisch gekoppelt sind, und einen Rechner, der mit den Empfängern eines jeden Meßsystems verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß jedes der drei interferometrischen Meßsysteme zwei Laserinterferometer mit je einen, um einen Drehpunkt steuerbar durch eine Servoeinrichtung verstellbaren Lenkreflektor umfaßt, wobei die Reflektoren eines jeden Meßsystems in einen festen gegenseitigen Abstand in einem Gehäuse angeordnet sind, daß an dem Halter eine, zwei Retroreflektoren umfassende Reflektoranordnung vorgesehen ist, wobei die beiden Retroreflektoren in einem festen Abstand voneinander angeordnet sind, und daß an der Stelleinheit eine, die Drehlage des im Halter angeordneten Werkzeuges oder des Tasters gegenüber dem Gegenstand und den interferometrischen Meßsystemen in der horizontalen Ebene kontrollierende Richtungsmeßeinrichtung, vorzugsweise eine an sich bekannte Kollimatoranordnung vorgesehen ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein jedes der insgesamt sechs Laserinterferometer mit einem strahlungeempfindlichen, fotoelektrischen Empfänger versehen ist, der mit einer, den zugeordneten Reflektor auf den Retroreflektor ausrichtenden bzw. nachführenden Servoeinrichtung verbunden ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Messen und Bearbeiten von Gegenständen, insbesondere für Werkzeugmaschinen, die vorwiegend zur rechnergestützten Bearbeitung von Werkstücken genutzt werden und für Koordinatenmeßgeräte zur Vermessung von Werkstücken.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Aus der DE-OS 3201007 sind Einrichtungen zur Formbestimmung an Astrogroßteilen bekannt, bei denen die Koordinatenbasis durch drei zueinander rechtwinklig ausgerichtete Spiegel gebildet wird, welche in je einem Interferometerstrahlengang angeordnet sind. Es kontrollieren also drei Interferometer die Meßkopffposition und zwei weitere Interferometer die Lage des Meßkopfes, so daß für alle meßtechnisch bedeutsamen Freiheitsgrade ein Meßsystem vorhanden ist. Die Einrichtungen sind jedoch wegen der großen Masse und der Empfindlichkeit gegen wechselnde Umgebungsbedingungen an einen festen Aufstellungsort gebunden. Für einen ambulanten Einsatz, z. B. am Fertigungsort von Großteilen, der für eine rationelle, rechnergestützte Fertigung notwendig ist, fehlen die Voraussetzungen.

Eine selbstkalibrierende Oberflächenprüfmaschine nach der DE-OS 3226005 enthält u. a. ein tragbares Gestell, das mit vier Laserinterferometer bestückt ist, einen mittels entlasteter Stange von Hand verschiebbarer Retroreflektor, Regeleinrichtungen, um den Strahl jeweils auf den Retroreflektor zu richten, und einen Rechner. Der Retroreflektor ist aus der Kugelgestalt entwickelt. Alle vier Laserbündel durchlaufen den Kugelmittelpunkt, wodurch der Retroreflektor gegen jede Art von Verdrehung unempfindlich ist. Diese leistungsfähige Prüfmaschine ist für den Einsatz an gewölbten optischen Großteilen gut einsetzbar. Eine umfassende meßtechnische Anwendung, die sie z. B. der Messung an abgesetzten Werkstücken mit hohen Objektkanten zugänglich macht, ist nicht möglich. An den Reflektor angesetzte Tastfinger zur Erfassung von Bohrungen ergeben bei den Messungen einen Verstoß gegen das Abbesche Komparatorprinzip, wodurch eine hohe Meßgenauigkeit nicht erzielt werden kann.

Nach der DD-PS 141061 ist eine Einrichtung zum Bestimmen der Lage von Gegenständen beschrieben, bei welcher auf einem, von einer Koordinatenmeß- oder Werkzeugmaschine getrennten, ortsfesten Gestell interferometrische Meßsysteme in einer festen Position vorgesehen sind. Am zu messenden Gegenstand ist ein Reflektor vorgesehen, welcher die Meßstrahlenbündel der Interferometer aus einem relativ großen Raumwinkel in die Meßsysteme zwecks Entfernungsmessung zurückwirft. Die von Empfängern der Meßsysteme erzeugten elektrischen Signale werden in einem Rechner zur Errechnung der Position des Gegenstandes verarbeitet.

Mit dieser Einrichtung können Messungen in drei Freiheitsgraden jedoch nur unter Verstoß gegen das Abbesche Komparatorprinzip durchgeführt werden. Um eine hohe Meß- oder Positioniergenauigkeit zu erzielen, müssen an die Führungen für den, den Retroreflektor tragenden Meßkopf außerordentlich hohe Genauigkeitsanforderungen gestellt werden.

Ziel der Erfindung

Es ist der Zweck der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und die Meß- bzw. Positioniergenauigkeit zu erhöhen und eine vielseitige Anwendung der Einrichtung zu ermöglichen.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum Bestimmen der Lage und Abmessungen von Gegenständen und der Position von Werkzeugen an Koordinatenmeßgeräten und Werkzeugmaschinen zu schaffen, welche durch Polabstandsmessung mittels interferometrischer Meßsysteme genaue Messungen und Positionierungen im Bezug auf Bezugspunkte ermöglicht, die vom eigentlichen Meßgerät oder von der Werkzeugmaschine entkoppelt sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer Einrichtung zum Messen und Bearbeiten von Gegenständen, mit einem ein Werkzeug oder eine Tasteranordnung tragenden Halter, welche relativ zum Gegenstand oder Werkstück, welcher auf einer Grundfläche ruht, in mehreren Koordinaten verschiebbar an einer Stelleinheit angeordnet sind, wobei an dem Halter ein Retroreflektor vorgesehen ist, drei interferometrische Meßsysteme, welche zueinander und zum Gegenstand in fester, räumlicher Position auf der Grundfläche an einem Gestell vorgesehen sind, welche durch die Meßstrahlengänge ihrer Interferometer mit dem Retroreflektor optisch gekoppelt sind, und einem Rechner, der mit den Empfängern eines jeden Meßsystems verbunden ist, dadurch gelöst, daß jedes der drei interferometrischen Meßsysteme zwei Laserinterferometer mit je einem, um einen Drehpunkt steuerbar durch die Servoeinrichtung verstellbaren Lenkreflektor umfaßt, wobei die Reflektoren eines jeden Meßsystems in einen festen gegenseitigen Abstand in einem Gehäuse angeordnet sind, daß am Halter eine, zwei Retroreflektoren umfassende Reflektoranordnung vorgesehen ist, wobei die beiden Retroreflektoren in einem festen Abstand voneinander angeordnet sind, und daß an der Stelleinheit eine, die Drehlage des im Halter angeordneten Werkzeuges oder des Tasters gegenüber dem Gegenstand und den interferometrischen Meßsystemen in der horizontalen Ebene kontrollierende Richtungsmeßeinrichtung, vorzugsweise eine an sich bekannte Kollimatoranordnung, vorgesehen ist.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn ein jedes der insgesamt sechs Laserinterferometer mit einem strahlungsempfindlichen, fotoelektrischen Empfänger versehen ist, der mit einer, den zugeordneten Reflektor auf den Retroreflektor ausrichtenden bzw. nachführenden Servoeinrichtung verbunden ist.

Die erfindungsgemäße Einrichtung ermöglicht u. a. Messungen am Fertigungsort von Werkstücken in hoher Genauigkeit und weitestgehend unabhängig von Umgebungseinflüssen. Die hohe Genauigkeit wird u. a. dadurch erreicht, daß der Abbesche Komparatorfehler bei den Messungen durch Auswertung der Signale der Empfänger der interferometrischen Meßsysteme berücksichtigt wird. Des Weiteren sind Messungen auch an die in der Tiefe geliederten und abgesetzten Gegenständen mit höherer Genauigkeit möglich. Die Einrichtung ist nicht an einen festen Standort gebunden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1: die Einrichtung in Seitenansicht,

Fig. 2: eine Ansicht auf die Einrichtung von oben

Fig. 3: ein interferometrisches Meßsystem mit zwei Laserinterferometern.

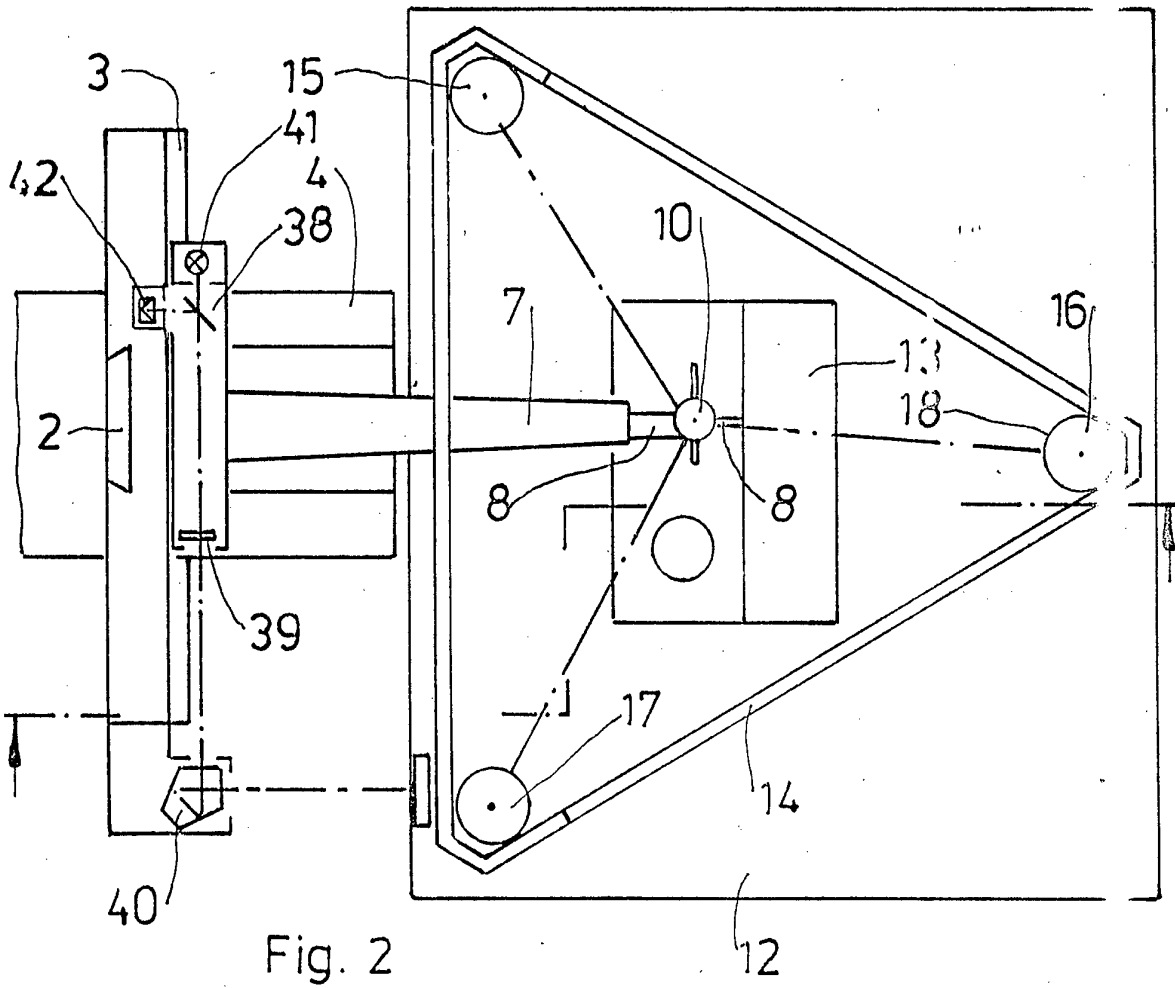
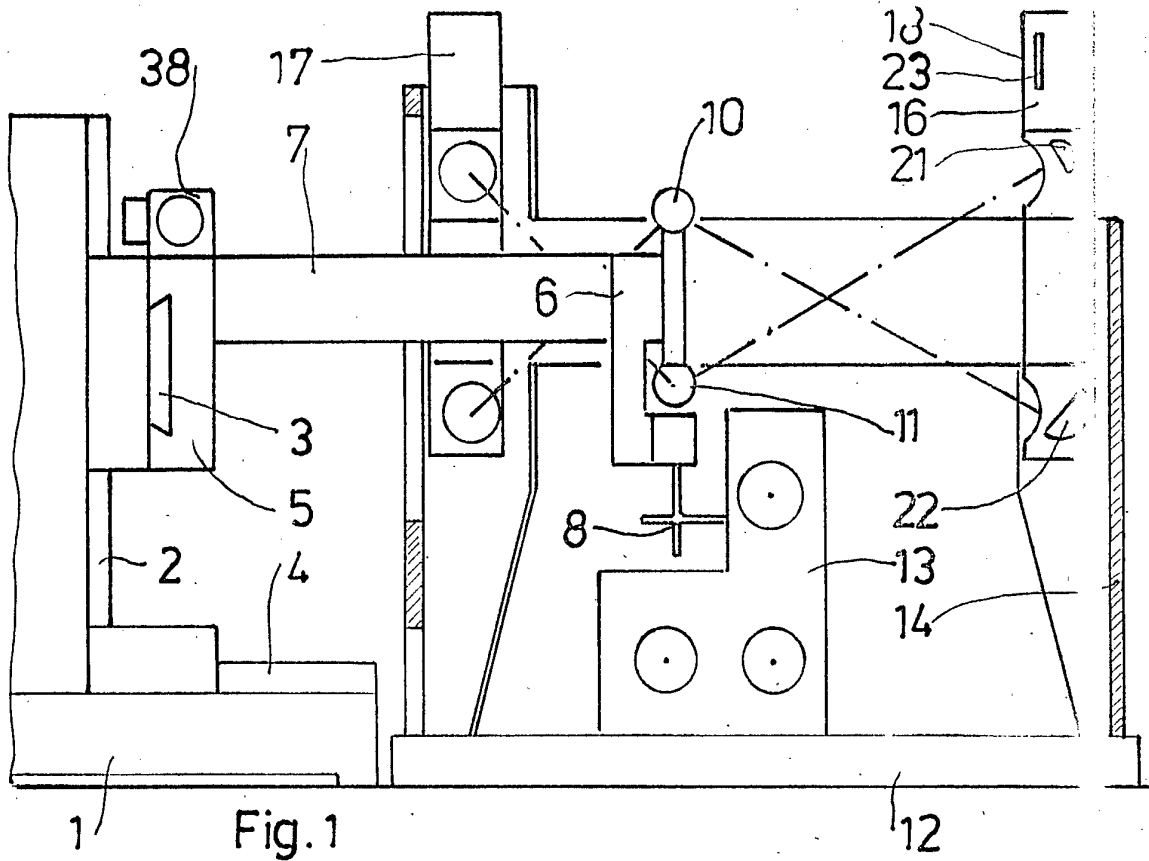
Auf einer Stelleinheit 1 ist ein, vorzugsweise in drei Koordinaten auf Führungen 2; 3; 4 bewegbarer Schlitten 5 vorgesehen, an welchem ein, einen Halter umfassender Arm 7 angeordnet ist. Der Halter 6 dient zur Aufnahme eines Werkzeuges oder, wie in Fig. 1 und 2 dargestellt, zur Aufnahme eines Tasters 8. In einem festen gegenseitigen Abstand durch einen stabförmigen Körper 9 gehalten, sind ferner an dem Halter 6 zwei an sich bekannte kugelförmige Retroreflektoren 10 und 11 befestigt.

Auf einer Grundfläche 12 (Fig. 1 und 2) sind ein Gegenstand 13 oder ein Werkstück und ein transportables Gestell 14 angeordnet, wobei am Gestell 14 drei interferometrische Meßsysteme 15; 16; 17 in fester räumlicher Position zueinander und zum Gegenstand 13 befestigt sind. Jedes der interferometrischen Meßsysteme 15; 16; 17, welches detaillierter in Fig. 3 dargestellt ist, umfaßt in einem Gehäuse 18 zwei Laserinterferometer mit je einem, um einen Drehpunkt durch die Servoeinrichtung 19; 20 verstellbaren Lenkreflektor 21; 22 (Fig. 3).

Das in Fig. 3 dargestellte interferometrische Meßsystem 16 — die Meßsysteme 15 und 17 haben den gleichen Aufbau — umfaßt in einem Gehäuse 18 einen Laser 23, dessen Lichtstrahl durch einen Teilerspiegel 24 und einem Umlenkspiegel 25 zwei Laserinterferometern zugeführt wird, welche Strahlenteiler 26; 27 und 28; 29, Referenzspiegel 30; 31, strahlungsempfindliche, fotoelektrische Empfänger 32; 33, die Lenkreflektoren 21; 22 sowie fotoelektrische Empfänger 34; 35 für die Erzeugung von Meßsignalen umfassen. Die Empfänger 32 bzw. 33 sind mit den Servoeinrichtungen 19 bzw. 20 verbunden und liefern elektrische Signale, mit deren Hilfe die Lenkreflektoren 21 bzw. 22 auf die Retroreflektoren 10 bzw. 11 ausgerichtet bzw. nachgeführt werden. Die fotoelektrischen Empfänger 34; 35 des interferometrischen Meßsystems 16 und diejenigen der Meßsysteme 15 und 17 sind mit einem Rechner 36 zur Ermittlung der Position des Tasters 8 verbunden. An einer, dem Rechner 36 nachgeordneten Anzeigeanordnung 37 sind die Meßwerte anzeigbar.

Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung liegen die drei oberen Lenkreflektoren und die drei unteren Lenkreflektoren der drei interferometrischen Meßsysteme 15; 16; 17 in je einer Ebene, wobei die oberen Lenkreflektionen auf den Retroreflektor 10 ausgerichtet sind (Fig. 1). Bei einer bekannten Ausgangsposition und bekannten Abständen der entsprechenden Lenkreflektoren wären nur fünf Laserinterferometer erforderlich, um mit Hilfe des Rechners 36 über die Position der Retroreflektoren 10 und 11 die Lage des Tasters 8 zu ermitteln. Das vorgesehene sechste Laserinterferometer kann zur Selbstkalibrierung und danach zu Kontrollzwecken der Meßeinrichtung benutzt werden.

Zur Bestimmung der Drehlage des Tasters 8 gegenüber dem Gegenstand 13 und den Meßsystemen 15; 16; 17, der im allgemeinen kein rotationsymmetrischer Gegenstand ist, sondern meist mehrere Tastfinger umfaßt, was auch für evtl. verwendete Werkzeuge zutrifft, ist an der Stelleinheit 1 (Fig. 1 und 2) eine Richtungsmeßeinrichtung 38 vorgesehen, welche einen vorzugsweise Kollimator 39, ein Umlenkelement 40, eine Lichtquelle 41 und eine fotoelektrische Empfängeranordnung 42 besitzt, wobei die Empfängeranordnung 42 ebenfalls mit dem Rechner 36 verbunden ist (nicht dargestellt). Am Gestell 14 ist ein den Kollimatorstrahlengang reflektierender, vorzugsweise langer Spiegel 43 angeordnet. Drehlageänderungen werden dem Rechner 36 zur Korrektur der Meßwerte zugeleitet.



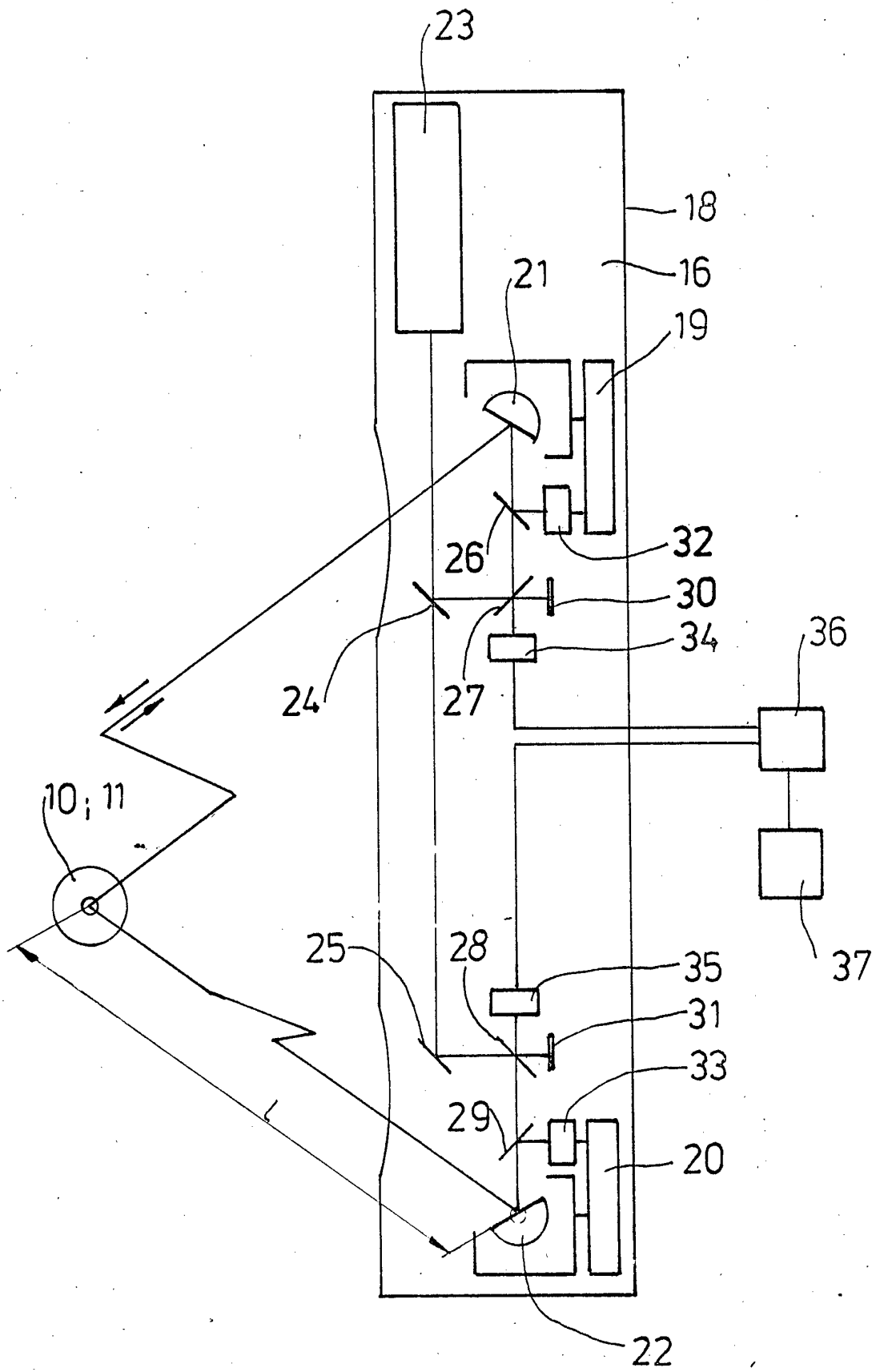


Fig. 3