

(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 272 916 A1

4(51) G 01 D 5/26
G 01 B 11/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 D / 316 419 8 (22) 06.06.88 (44) 25.10.89

(71) VEB Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, Jena, 6900, DD
(72) Krieg, Werner; Möbius, Johannes, Dipl.-Ing., DD

(54) Inkrementales Längenmeßsystem mit Lichtleitern

(55) Längenmeßsystem, inkremental, Auflichtbeleuchtung, Durchlichtbeleuchtung, Lichtleiter, Abtastkopf, Fotoempfänger, Abtastkanal, Beleuchtungsgruppe, Empfängergruppe, optisches Bauelement, Beleuchtungseinrichtung

(57) Ein inkrementales Längenmeßsystem mit Lichtleitern umfaßt einen Maßstab 1, eine Lichtquelle und Fotoempfänger 28 sowie einen Abtastkopf 2. Im Abtastkopf 2 ist mindestens eine Gruppe 6 von Abtastkanälen vorgesehen, welche aus einer Beleuchtungs- 8 und einer Empfängergruppe 10 besteht. Diese Gruppen 8 und 10 umfassen ein oder mehrere Enden 15; 19 von Lichtleitern 16; 20; 20' und jeweils sammelnde optische Bauelemente 14; 18 und sind auf einer Quarzglas- 23 oder Glasplatte 24 angeordnet. Die von den Abtastkanälen entfernten Enden 25; 26 der Lichtleiter 16; 20; 20' sind einer Beleuchtungseinrichtung 27 bzw. Fotoempfängern 28 zugeordnet, welche entfernt vom Abtastkopf 2 vorgesehen sind. Fig. 1

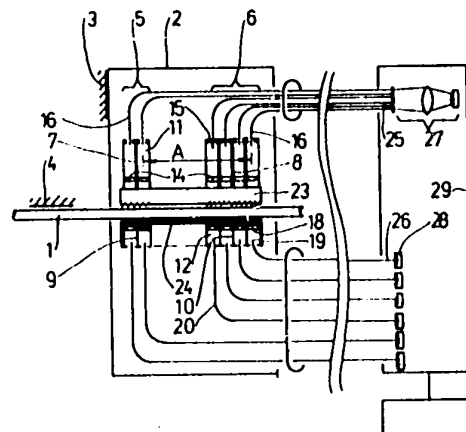


Fig. 1

Patentansprüche:

1. Inkrementales Längenmeßsystem mit Lichtleitern, umfassend als Maßverkörperung einen geteilten Maßstab, mindestens eine Lichtquelle und fotoelektrische Empfänger, die vorzugsweise in optisch voneinander getrennten Abtastkanälen in einem Abstand voneinander angeordnet sind, wobei zwischen Maßstab und Empfänger Lichtleiter und zwischen Lichtleiter und zugeordnetem Empfänger ein Abtastgitter vorgesehen sind, und wobei die dem Maßstab beleuchtungs- und empfängerseitig zugeordneten Enden der Lichtleiter in einem, relativ zum Maßstab verschiebbaren Abtastkopf vereinigt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Abtastkopf (2) mindestens eine Gruppe (6) von Abtastkanälen vorgesehen ist, die aus einer Beleuchtungsgruppe (8) und einer Empfängergruppe (10) besteht, wobei die Beleuchtungsgruppe (8) aus, jeweils ein sammelndes optisches Bauelement (14) und mindestens ein Ende (15) eines Lichtleiters (16) umfassende Kollimatoren (11) und die Empfängergruppe (10) aus Empfängern (12) bestehen, die ein sammelndes optisches Bauelement (18) und die Enden (19) mehrerer Lichtleiter (20) umfassen, wobei die Beleuchtungsgruppe (8) und die Empfängergruppe (10) auf einer Quarzglas- (23) oder Glasplatte (24) angeordnet sind und den einzelnen Abtastkanälen Abtastgitter zugeordnet sind, und daß die von den Abtastkanälen entfernten Enden (25) der Lichtleiter (16) der Beleuchtungsgruppe (8) mit einer Beleuchtungseinrichtung (27) und die den Abtastkanälen entfernten Enden (26) der Lichtleiter (20) der Empfängergruppe (10) Fotoempfängern (28) zugeordnet sind.
2. Längenmeßsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Abtastkopf (2) zwei in einem festen Abstand A voneinander angeordnete Gruppen (5; 6) von Abtastkanälen vorgesehen sind, wobei jede dieser Gruppen (5; 6) aus einer Beleuchtungsgruppe (7; 8) und einer Empfängergruppe (9; 10) besteht, und wobei jede Beleuchtungsgruppe (7; 8) des Abtastkopfes (2) aus, jeweils ein sammelndes optisches Bauelement (14) und mindestens ein Ende (15) eines Lichtleiters (16) umfassende Kollimatoren (11) und jede Empfängergruppe (9; 10) des Abtastkopfes (2) aus, jeweils vorzugsweise ein sammelndes optisches Bauelement (18) und den Enden (19) mehrerer Lichtleiter (20) umfassende Empfänger (12) besteht, daß die Beleuchtungsgruppen (7; 8) des Abtastkopfes (2) auf einer Quarzglasplatte (23) oder Glasplatte (24) und die Empfängergruppen (9; 10) des Abtastkopfes (2) auf einer Glasplatte (24) oder einer Quarzglasplatte (23) angeordnet sind und die Quarzglasplatte (23) mit, den einzelnen Abtastkanälen zugeordneten Abtastgittern versehen ist, und daß die von den Abtastkanälen entfernten Enden (25) der Lichtleiter (16) der Beleuchtungsgruppen (7; 8) mit einer Beleuchtungseinrichtung (27) und die den Abtastkanälen entfernten Enden (26) der Lichtleiter (20) der Empfängergruppen (9; 10) Fotoempfängern (28) zugeordnet sind.
3. Längenmeßsystem nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Beleuchtungseinrichtung (27) und/oder die Fotoempfänger (28) entfernt vom Abtastkopf (2) angeordnet sind.
4. Längenmeßsystem nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß den im Abtastkopf (34) befindlichen Enden (35; 37) der Lichtleiter (36; 38) eines jeden Abtastkanals (32) ein gemeinsames, gleichzeitig sammelndes und abbildendes, optisches Bauelement (39) zugeordnet ist.
5. Längenmeßsystem nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtleiter (36) der Beleuchtungsgruppen eines jeden Abtastkanals (32) in einer Reihe (41) und die Lichtleiter (38) der Empfängergruppen eines jeden Abtastkanals (32) mosaikartig in mehreren Reihen (42) angeordnet sind, wobei die Reihen (41; 42) senkrecht zur Verschieberichtung des Abtastkopfes (2) relativ zum Maßstab (1) verlaufen.
6. Längenmeßsystem nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die im Abtastkopf (2; 34) befindlichen Enden (15; 19; 35; 37) der Lichtleiter (16; 20; 20'; 36; 38) birnenförmig abgerundet und/oder eben ausgebildet und so zu dem zugehörigen optischen Bauelement (14; 18; 39) justiert sind, daß das abgestrahlte Licht streng kollimiert wird.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsbereich der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf ein inkrementales Längenmeßsystem mit Lichtleitern für den Einbau in Längen-, Laser- und Koordinatenmeßgeräten sowie in Werkzeugmaschinen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Aus der EP-PS 0148578 ist ein inkrementales Meßsystem für Winkel und Längen bekannt, welches eine, gegenüber einem Inkrementalmaßstab verschiebbare Abtasteinheit mit gegeneinander um Teilungsbruchteile versetzte Abtastgittern umfaßt, denen je eine Leuchtdiode und ein optoelektronischer Empfänger zugeordnet ist. Die Leuchtdioden sind zur Signalabstimmung auf einer Platine justierbar angebracht und sind mit stilartigen Handhaben versehen, die in Langlöchern einer Stützplatte festlegbar sind. Die in der beschriebenen Weise verspannten Leuchtdioden genügen jedoch hinsichtlich der Unveränderlichkeit des Justierzustandes keinen hohen Anforderungen. Ihre ungenügende Punktförmigkeit schließt jedoch einen Einsatz in präzisen Kleinkollimatoren und in Lasermeßsystemen aus.

In der EP-PS 0209514 ist ein inkrementales Meßsystem für die Messung von Längen und Winkeln beschrieben, bei welchem eine relativ zum Maßstab verschiebbare Abtasteinheit vorgesehen ist. Diese Abtasteinheit ist durch ein, von wenigstens einer Lichtquelle ausgehendes Faseroptiksystem zur Beleuchtung einer Ableseeinheit über die Maßstabsteilung verbunden. Die Ableseeinheit enthält optoelektronische Empfänger. Die diese Empfänger mit der Abtasteinheit verbindende Faseroptik ist ein für Bildübertragung geeigneter, gerichteter Lichtleiter. Entsprechende Abtastgitter sind an der Ableseeinheit zwischen dem zugeordneten Ende des Lichtleiters und den Empfängern angeordnet. Nachteilig ist dabei vor allem, daß die Verwendung gerichteter, zur Bildübertragung geeigneter Lichtleiter einen hohen technischen Aufwand erfordert. Das in der CH-PS 648784 beschriebene Längenmeßsystem umfaßt u. a. einen groben Maßstab, der im Durchlichtverfahren an zwei, im Abstand voneinander angeordneten Stellen mit an je einer Faseroptik angeschlossenen Sammellinsen beleuchtet wird, wobei Empfänger vorgesehen sind, die durch Abtastgitter hindurch, welche gegenüber dem Maßstab zusammen mit den Empfängern bewegt werden, beleuchtet werden. Das empfangene Licht, welches die Linsen sammeln, wird über eine Faseroptik an die Empfänger weitergeleitet, welche der Beleuchtungsstärke proportionale elektrische Signale erzeugen, die in einer Auswerteeinrichtung zwecks Ermittlung der Meßwerte ausgewertet werden. Dieses Meßsystem eignet sich nur zur Abtastung von Maßstäben mit grober Teilung und bedingt eine relativ große Baugröße.

Ein weitestgehend selbstkorrigierendes Meßsystem ist aus der DD-PS 225497 bekannt, bei welchen eine erste und eine zweite Empfängeranordnung in einem hochgenauen Abstand A voneinander angeordnet sind, wobei der Abstand der Empfängeranordnungen der Meßverkörperung entspricht und Grundlage für den metrologischen Anschluß des Meßsystems ist. Durch entsprechende Auswertung der Signale der ersten und zweiten Empfängeranordnung werden von den Fehlern des abgetasteten Maßstabes freie Meßwerte erhalten.

Aus der DE-OS 3427047 ist es bekannt, in Meßsystemen optisch streng voneinander getrennte Abtastkanäle vorzusehen, wobei jeder Abtastkanal aus einem Strahler, einer Abbildungsoptik und einem Empfänger besteht und Strahler und Empfänger auf einer Leiterplatte angeordnet sind.

Ziel der Erfindung

Es ist das Ziel der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und Meßsysteme hoher Signalqualität und Langzeitstabilität sowie geringer Abstandsempfindlichkeit zu schaffen.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein inkrementales Längenmeßsystem mit Lichtleitern für Durch- und Auflichtbeleuchtung zu schaffen, bei dem durch eine besondere Ausbildung und Anordnung der Lichtleiter in einem Abtastkopf des Meßsystems unter Realisierung einer Unempfindlichkeit gegenüber magnetischen und elektrostatischen Einflüssen sowie einer Unveränderlichkeit des Justierzustandes bei minimalen Abmessungen eine hohe Abtast- und Meßgenauigkeit erzielt werden, wobei die Anwendbarkeit bei selbstkorrigierenden Meßsystemen, herkömmlichen inkrementalen Längenmeßsystemen und Lasermeßsystemen gegeben ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe der Erfindung bei einem inkrementalen Längenmeßsystem mit Lichtleitern, umfassend als Maßverkörperung einen geteilten Maßstab, mindestens eine Lichtquelle und fotoelektrische Empfänger, die vorzugsweise in optisch voneinander getrennten Abtastkanälen in einem Abstand voneinander angeordnet sind, wobei zwischen Lichtquelle und Maßstab, sowie zwischen Maßstab und Empfänger Lichtleiter und zwischen Lichtleiter und zugeordnetem Empfänger ein Abtastgitter vorgesehen sind, und wobei die dem Maßstab beleuchtungs- und empfängerseitig zugewandten Enden der Lichtleiter in einem, relativ zum Maßstab verschiebbaren Abtastkopf vereinigt sind, dadurch gelöst, daß im Abtastkopf mindestens eine Gruppe von Abtastkanälen vorgesehen ist, die aus einer Beleuchtungs- und einer Empfängergruppe besteht, wobei die Beleuchtungsgruppe aus, jeweils ein sammelndes optisches Bauelement und mindestens ein Ende eines Lichtleiters umfassende Kollimatoren und die Empfängergruppe aus Empfängern bestehen, die ein sammelndes optisches Bauelement und die Enden mehrere Lichtleiter umfassen, wobei die Beleuchtungsgruppe und die Empfängergruppe auf einer Quarzglas- oder Glasplatte angeordnet sind, und daß die von den Abtastkanälen entfernten Enden der Lichtleiter der Beleuchtungsgruppe einer Beleuchtungseinrichtung und die von den Abtastkanälen entfernten Enden der Lichtleiter der Empfängergruppe Fotoempfängern zugeordnet sind.

Dabei ist es für ein selbstkorrigierendes Längenmeßsystem vorteilhaft, wenn im Abtastkopf zwei, in einem festen Abstand A voneinander angeordnete Gruppen von Meßkanälen vorgesehen sind, wobei jede dieser Gruppen aus einer Beleuchtungs- und einer Empfängergruppe besteht, und wobei jede Beleuchtungsgruppe des Abtastkopfes aus, jeweils ein sammelndes optisches Bauelement und mindestens ein Ende eines Lichtleiters umfassende Kollimatoren und jede Empfängergruppe des Abtastkopfes aus, jeweils vorzugsweise ein sammelndes optisches Bauelement und die Enden mehrerer Lichtleiter umfassende Empfänger besteht, daß die Beleuchtungsgruppen des Abtastkopfes auf eine Quarzglas- oder Glasplatte und die Empfängergruppen des Abtastkopfes auf einer Glas- oder Quarzglasplatte angeordnet sind und die Quarzglasplatte mit, den einzelnen Abtastkanälen

zugeordneten Abtastgittern versehen ist, und daß die von den Abtastkanälen entfernten Enden der Lichtleiter der Beleuchtungsgruppen mit einer Beleuchtungseinrichtung und die von den Abtastkanälen entfernten Enden der Lichtleiter der Empfängergruppen Fotoempfängern zugeordnet sind.

Es ist ferner vorteilhaft, wenn die Beleuchtungseinrichtung und/oder die Fotoempfänger entfernt von Abtastkopf des Meßsystems angeordnet sind.

Vorteilhaft ist es auch, wenn die im Abtastkopf befindlichen Enden der Lichtleiter eines jeden Abtastkanals ein gemeinsames Bauelement zugeordnet ist.

Vorteilhaft ist es ferner, wenn die Lichtleiter der Beleuchtungsgruppen eines jeden Abtastkanals in einer Reihe und die Enden der Lichtleiter der Empfängergruppen eines jeden Abtastkanals mosaikartig in mehreren Reihen angeordnet sind, wobei die Reihen senkrecht zur Verschieberichtung des Abtastkopfes relativ zum Maßstab verlaufen.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die im Abtastkopf befindlichen Enden der Lichtleiter bienenartig abgerundet und/oder eben zu dem zugehörigen optischen Bauelement so justiert sind, daß das abgestrahlte Licht streng kollimiert wird. Damit wird der nutzbare Abstand zwischen Abtastgitter und Maßstab fast bis auf das beugungsbegrenzte Maß erweitert. Durch gezielten Astigmatismus zumindestens eines optischen Bauelementes kann die Beleuchtung entsprechend dem Verhältnis der Vielzahl der Enden der Lichtleiter der Beleuchtungs- und der Empfängergruppen optimiert werden. Die Beleuchtungs- und Empfängergruppen bzw. die Abtastkanäle besitzen je eine Basisfläche, die für alle diese Einheiten exakt gleich ist und die eine vorgegebene Winkellage zur optischen Achse der Abtastkanäle besitzt, so daß beim Aufsetzen auf eine zum Maßstab justierte Platte die meßtechnisch optimale Richtung zur optischen Achse sichergestellt ist. Es kann auch vorteilhaft sein, wenn die einzelnen Teile der Beleuchtungs- und Empfängergruppen zu Blöcken zusammengefaßt sind, wobei jeder Block eine einzige Basisfläche aufweist.

Das mit den Lichtleitern ausgerüstete Längenmeßsystem hat vor allem den Vorteil, daß es bei hoher meßtechnischer Qualität und kleiner Baugröße gute interpolationsfähige Meßsignale liefert. Sein Justierzustand ist langzeitstabil. Das erfindungsgemäße Meßsystem ist ferner unempfindlich gegenüber magnetischen und elektrostatischen Einflüssen und besonders geeignet zur Anwendung als selbstkorrigierendes Meßsystem. Es ist ferner vorteilhaft anwendbar bei hochgenauen Laserwegsystemen.

Ausführungsbeispiel

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

Fig. 1: schematisch den Aufbau eines inkrementalen, selbstkorrigierenden Längenmeßsystems für Durchlicht

Fig. 2: vergrößert den Aufbau eines Abtastkanals,

Fig. 3: einen Abtastkanal eines Längenmeßsystems für Auflicht im Schnitt B-B und

Fig. 4: einen Abtastkanal nach Fig. 3 schematisch im Schnitt A-A.

Das in Fig. 1 in seinen wesentlichen Bestandteilen schematisch dargestellte inkrementale selbstkorrigierende Längenmeßsystem für Durchlichtbeleuchtung umfaßt einen inkremental geteilten Maßstab 1 als Maßverkörperung und einen Abtastkopf 2, der relativ zum Maßstab 1 verschiebbar ist. Dabei sind, je nach Anwendungszweck der Abtastkopf 2 am Maschinengestell 3 und der Maßstab 1 am beweglichen Maschinenschlitten 4 angeordnet. Der Abtastkopf 2 des Längenmeßsystems umfaßt zwei, in einem genau festgelegten Abstand A voneinander angeordnete Gruppen 5 und 6 von Abtastkanälen. Bei nicht selbstkorrigierenden Längenmeßsystemen genügt es, wenn lediglich die Gruppe 6 vorhanden ist. Jede dieser Gruppen 5 und 6 besteht aus einer beleuchtungsseitigen Beleuchtungsgruppe 7; 8 und aus einer empfängerseitigen Empfängergruppe 9; 10, wobei die Beleuchtungsgruppen 7 und 8 Kollimatoren 11 und die Empfängergruppen 9 und 10 Empfänger 12 umfassen. Nach Fig. 1 und 2 besitzen die Kollimatoren 11, in einem entsprechenden Gehäuse 13 angeordnet, jeweils ein sammelndes optisches Bauelement 14 und mindestens ein Ende 15 eines Lichtleiters 16 und die Empfänger, ebenfalls in einem Gehäuse 17 angeordnet, jeweils ein sammelndes optisches Bauelement 18 und die Enden 19 mehrerer Lichtleiter 20. Vorteilhaft sind in den Gehäusen 13 und 17 Blenden 21 und 22 zur Streulichtunterdrückung vorgesehen und die optischen Bauelemente 14 und 18 zu den Enden 15; 16 der Lichtleiter 16; 20 justierbar in den Gehäusen 13; 17 angebracht.

Die Kollimatoren 11 der Beleuchtungsgruppen 7; 8 des Abtastkopfes 2 sind nach Fig. 1 und 2 auf einer Quarzglasplatte 23 mit einem geringen Temperatúrausdehnungskoeffizienten und die Empfänger 12 der Empfängergruppen 9; 10 auf einer Glasplatte 24 angeordnet, wobei die Quarzglasplatte 23 den einzelnen Abtastkanälen zugeordnete Abtast- oder Gegengitter (nicht dargestellt) besitzt. Es können jedoch auch die Empfänger 12 der Empfängergruppen 9; 10 auf einer Quarzglasplatte und die Kollimatoren 11 der Beleuchtungsgruppen 7; 8 auf einer Glasplatte angeordnet werden.

Das Meßsystem enthält vier Abtastkanäle (Gruppe 6) zur Erfassung der Stellung des Abtastkopfes 2 relativ zum Maßstab 1, die bekannterweise so angeordnet sind, daß vier um 90° zueinander phasenverschobene elektrische Signale gewonnen werden können, sowie zwei Abtastkanäle (Gruppe 5) als Referenzkanäle zur Erfassung des aktuellen Fehlers des Maßstabes 1 durch Vergleich mit dem konstanten Abstand A. Die Maßstabfehler werden in an sich bekannter Weise rechenstechnisch eliminiert. Voraussetzung für die Korrektur sind vor allem die Temperaturunempfindlichkeit der mit den Abtastgittern versehenen Quarzglasplatte 23, die Parallelität und die Richtungsunveränderlichkeit der von den Kollimatoren 11 ausgehenden Strahlung. Das wird beleuchtungsseitig durch die spannungsarm einzelnjustierten Kollimatoren 11 und durch die temperaturunabhängige Anordnung der Abtastgitter auf der Quarzglasplatte 23 erreicht. Empfängerseitig wird eine bevorzugte Beugungsordnung des Lichtes durch die Empfänger 9; 12 und die Lichtleiter 20 aufgenommen und weitergeleitet.

Die von den Beleuchtungsgruppen 7; 8 der Abtastkanäle des Abtastkopfes 2 entfernten Enden 25 der Lichtleiter 16 und die von den Empfängergruppen 9; 10 entfernten Enden 26 der Lichtleiter 20 sind mit einer Beleuchtungseinrichtung 27 bzw. mit Fotoempfängern 28 verbunden, welche in einer vom Abtastkopf 2 räumlich getrennten Versorgungseinheit 29 angeordnet sind, die mit einer Auswertereinheit 30 verbunden ist, in der die Auswertung der Meß- und Korrektursignale zwecks Ermittlung der Meßwerte erfolgt.

Bei den nicht selbstkorrigierenden Längenmeßsystemen genügt im Abtastkopf 2 mindestens eine Gruppe (z. B. 6) von Abtastkanälen zur Abtastung des Maßstabes 1. Diese Gruppe 6 ist, wie oben im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2

beschrieben, aufgebaut. Bei den selbstkorrigierenden Längenmeßsystemen sind mindestens die zwei in einem festen Abstand A angeordneten Gruppen 5; 6 von Abtastkanälen notwendig.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich, sind die Enden 19 der Lichtleiter 20 der Empfänger 12 und die Enden 15 der Lichtleiter 16 der Kollimatoren 11, die dem optischen Bauelement 18 bzw. 14 zugewandt sind, birnenförmig und/oder eben so ausgebildet, daß das von den Enden 19 ausgehende Licht streng kollimiert wird. Die Basisfläche 31, die quasi die dem Bauelement 14 zugewandte Oberfläche der Quarzglasplatte 23 ist, ist zur Richtung der Lichtstrahlen rechtwinklig ausgerichtet. Mit 19' sind ebene Enden der Lichtleiter 20' dargestellt.

Das in Fig. 1 dargestellte Meßsystem enthält insgesamt sechs Abtastkanäle in den Gruppen 5 und 6 für die Signalgewinnung. Lasermesssysteme und andere Meßsysteme, auf die diese Arbeitsprinzipien ähnlich anwendbar sind, können auch nur vier oder weniger Abtastkanäle als in Fig. 1 dargestellt, umfassen.

In den Fig. 3 und 4 ist der Aufbau eines der Abtastkanäle 32 des Meßkopfes 34 eines Längenmeßsystems für Auflichtbeleuchtung dargestellt. Dieser Abtastkanal 32 umfaßt in seinem vom Maßstab 1 entfernten Bereich die Enden 35 von Lichtleitern 36 zur Maßstabsbeleuchtung und die Enden 37 von Lichtleitern 38 zur Weiterleitung der Abtastsignale, eine Blende 39 und, dem Maßstab 1 benachbart, ein gemeinsames, gleichzeitig sammelndes und abbildendes, optisches Bauelement 39, welches das Licht kollimiert und das vom Maßstab 1 reflektierte Licht auf den Enden 37 der Lichtleiter 38 zusammenführt. Die Lichtleiter 36 und 38 sind in einer Aufnahme 40 eingesetzt, wobei die Enden 35 der Lichtleiter 36, die der Beleuchtung dienen, in einer Reihe 41 und die Enden 37 der Lichtleiter 38, die der Weiterleitung der Abtastsignale dienen, mosaikartig in mehreren Reihen 42 angeordnet sind. Funktionell entsprechen die Lichtleiter 36 den Lichtleitern 16 der Beleuchtungsgruppen 7 und 8 und die Lichtleiter 38 den Lichtleitern 20; 20' der Empfängergruppen 9 und 10 gemäß dem Meßsystem nach Fig. 1 und 2. Die Reihen 41 und 42 der Enden 35 und 37 der Lichtleiter 36 und 38 sind senkrecht (90°) zur Verschieberichtung des Abtastkopfes 34 relativ zum Maßstab 1 und somit parallel zur Teilungsrichtung der Teilung 43 des Maßstabes 1 ausgerichtet. Auch bei dem Längenmeßsystem für Auflichtbeleuchtung sind mehrere Abtastkanäle oder Abtastkanalgruppen auf einer Quarzglasplatte 44 angeordnet, deren, dem Bauelement 39 zugewandte Fläche 45 die Bezugsfläche des Gehäuses 33 bildet und die rechtwinklig zur optischen Achse 46 vorläuft.

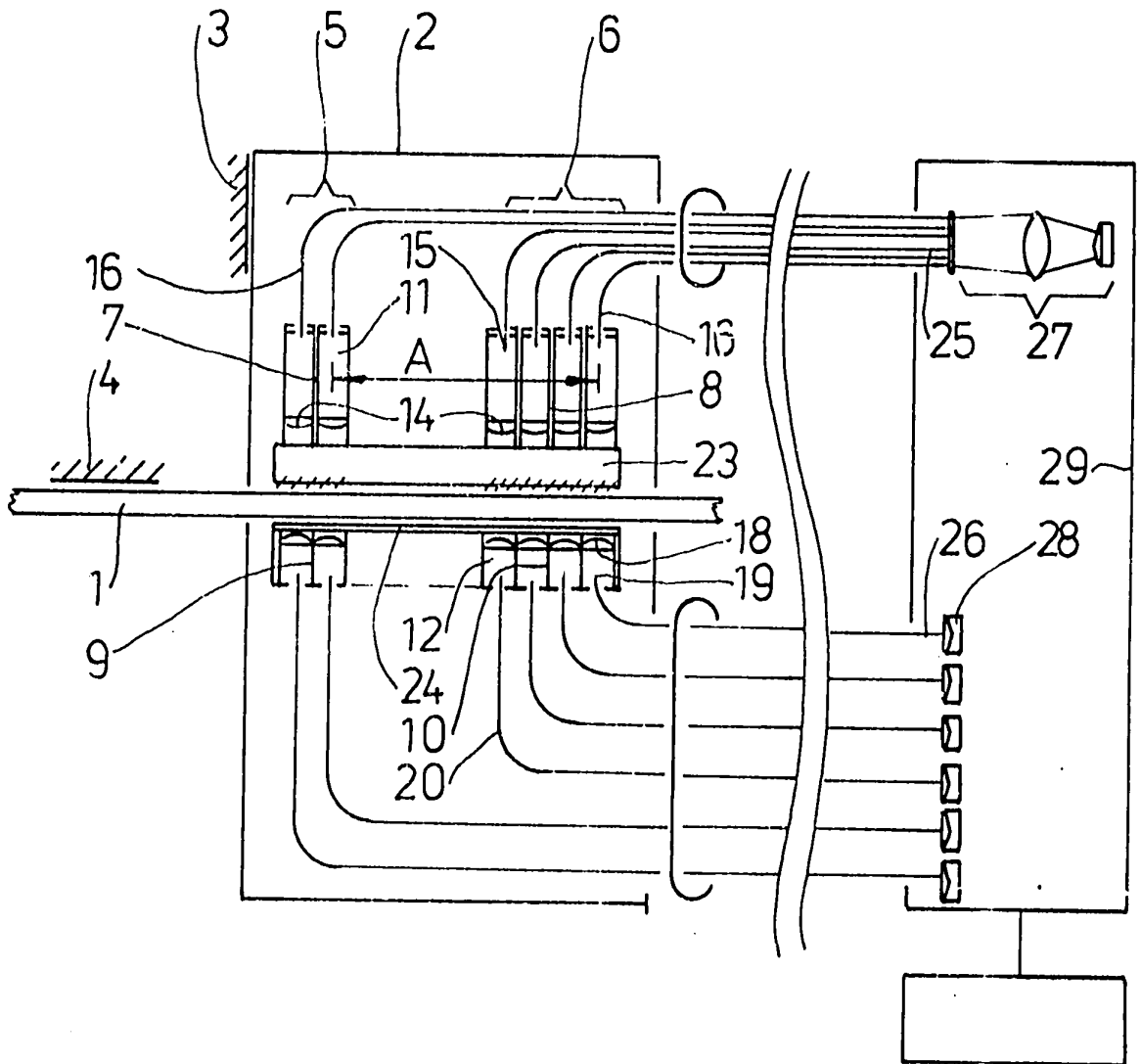


Fig. 1

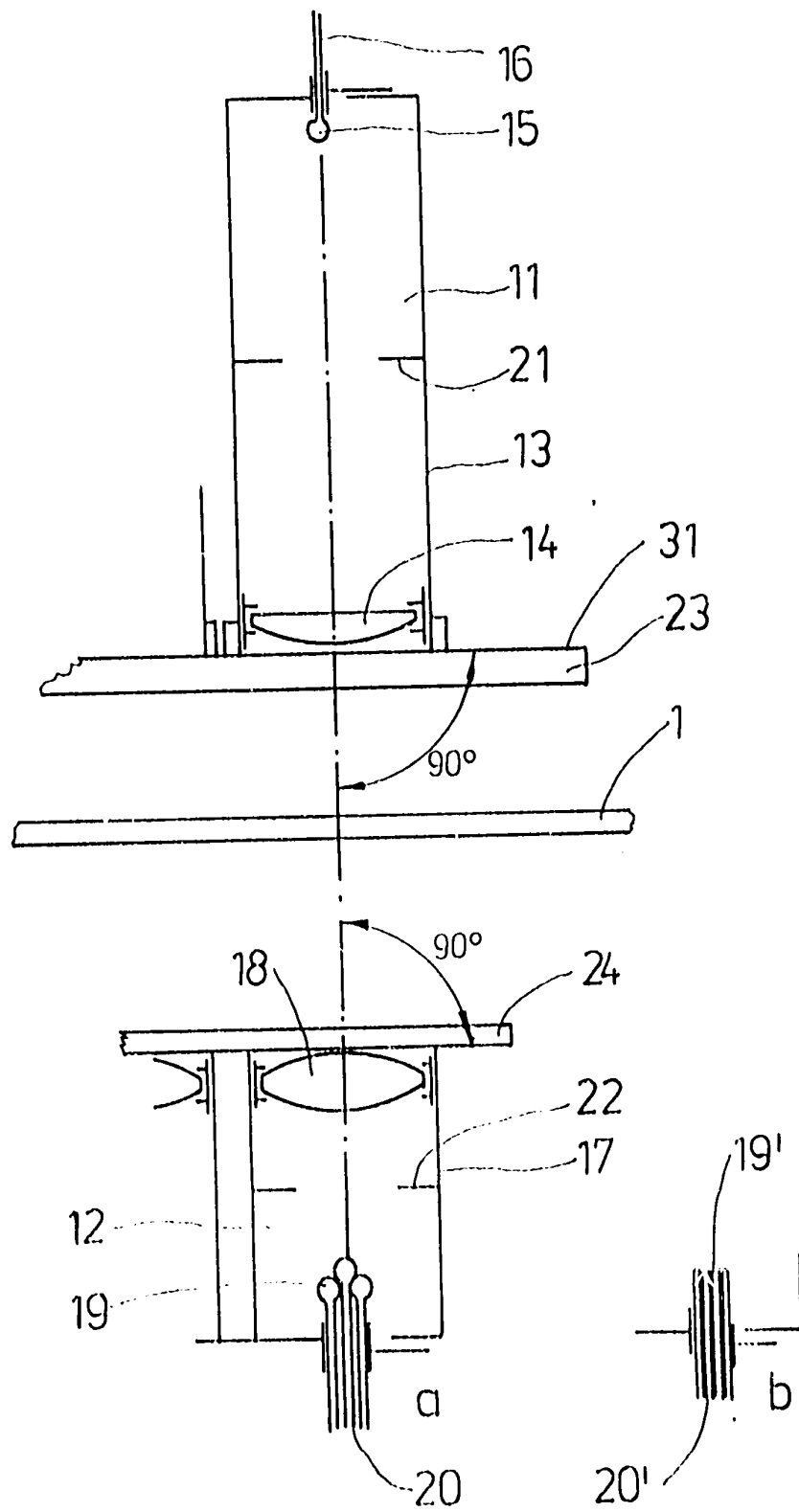


Fig. 2

