



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 649 629 A5

51 Int. Cl.: G 01 D 5/245
G 01 B 11/02
G 01 B 11/26

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 8035/80

22 Anmeldungsdatum: 29.10.1980

30 Priorität(en): 22.12.1979 DE 2952106

24 Patent erteilt: 31.05.1985

45 Patentschrift
veröffentlicht: 31.05.1985

73 Inhaber:
Dr. Johannes Heidenhain GmbH, Traunreut (DE)

72 Erfinder:
Ernst, Alfons, Traunreut (DE)

74 Vertreter:
Scheidegger, Zwicky & Co., Zürich

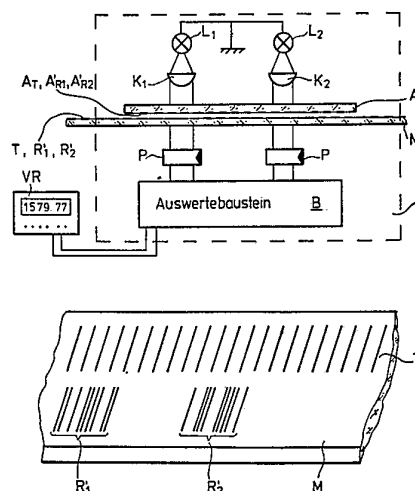
54 Lichtelektrische inkrementale Positioniereinrichtung.

57 Zum Positionieren weist die Massverkörperung (M) dieser lichtelektrischen inkrementalen Längen- oder Winkelmesseinrichtung ausser der Inkrementalteilung (T) wenigstens zwei Referenzmarken (R_1 , R_2) aus je einer Gruppe Markierungsstrichen auf, wobei die Strichverteilung so unterschiedlich ist, dass keine Referenzmarke mit einer anderen übereinstimmt. Die Abtastplatte (A) der Abtasteinheit (1) trägt Referenzmarken (A_{R1} , A_{R2}), die mit denen der Massverkörperung (M) identisch sind. Wenn in einer Messstelle mit Beleuchtungseinrichtung (L_1 , K_1) sich abdeckende Referenzmarken (R_1 , A_{R1} ; R_2 , A_{R2}) vorhanden sind, gibt ein lichtelektrisches Element (P) ein Deckungssignal zur Weiterverarbeitung an einen Auswertebaustein (B) mit Zähleinrichtung (VR) ab. Diese Referenzmarken gewährleisten eine sichere und genaue Positionierung.

Es sind mindestens zwei Abtaststellen mit je einer Beleuchtungsvorrichtung (L_1 , K_1 ; L_2 , K_2) und für die Referenzmarken je einem lichtelektrischen Element (P) vorgesehen, deren Deckungssignale eine zum Triggern des Auswertebausteins (B) ausreichende Stärke haben und für die Weiterverarbeitung addiert werden.

Damit braucht bei Ausfall einer Lampe der Messvorgang nicht unterbrochen zu werden.

Die Lichtquellen (L_1 , L_2) können über einen gemeinsamen Vorwiderstand gespeist werden, so dass bei Ausfall einer Lichtquelle die andere stärker leuchtet.



PATENTANSPRÜCHE

1. Lichtelektrische inkrementale Positioniereinrichtung zur Bestimmung der Lage zweier relativ zueinander beweglicher Objekte mit einer Abtasteinheit zum Abtasten einer Massverkörperung, die ausser einer Inkrementalteilung wenigstens zwei Referenzmarken – jeweils in Form einer Gruppe von Markierungsstrichen mit unregelmässiger Strichverteilung – aufweist, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

(a) Die Abtasteinheit (1) enthält wenigstens eine Abtastplatte (A) und mindestens zwei Abtaststellen mit zugeordneten Beleuchtungen (L_1, L_2, L_3, L_4),

b) die Abtastplatte (A) weist Ablesefelder (A_T bzw. A_w) für die Inkrementalteilung (T bzw. Tw) und Ablesefelder (A'_{R1}, A'_{R2} bzw. $A_{R1}, A_{R2}, A_{R3}, A_{R4}$) – jeweils in Form einer Gruppe von Markierungsstrichen mit unregelmässiger Strichverteilung – für die Referenzmarken (R'_1, R'_2 bzw. R_1, R_2, R_3, R_4) auf,

c) jeweils nur ein Ablesefeld (A'_{R1}, A'_{R2} bzw. $A_{R1}, A_{R2}, A_{R3}, A_{R4}$) in Form einer Gruppe unregelmässig verteilter Markierungsstriche ist identisch mit nur einer Referenzmarke (R'_1, R'_2 bzw. R_1, R_2, R_3, R_4) in Form einer Gruppe unregelmässig verteilter Markierungsstriche und mit dieser in Dekkung bringbar.

2. Lichtelektrische inkrementale Positioniereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die verschiedenen Referenzmarken (R'_1, R'_2 bzw. R_1, R_2, R_3, R_4) auf einer Teilungsspur angeordnet sind.

3. Lichtelektrische inkrementale Winkelmesseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Abtaststellen diametral angeordnet sind.

4. Lichtelektrische inkrementale Positioniereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass alle Beleuchtungen (L_1, L_2, L_3, L_4) über einen gemeinsamen Vorwiderstand (R) gespeist sind.

5. Lichtelektrische inkrementale Positioniereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Signaleinrichtung vorgesehen ist, die den Ausfall einer Beleuchtung (L_1, L_2, L_3 oder L_4) signalisiert.

Die Erfindung bezieht sich auf eine lichtelektrische inkrementale Positioniereinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Es sind Positioniereinrichtungen bekannt. In der DE-OS 1 814 785 wird z.B. eine lichtelektrische Längenmesseinrichtung beschrieben, bei der neben der Inkrementalteilung noch eine Referenzmarke vorgesehen ist. In dieser Druckschrift ist die Funktionsweise einer lichtelektrischen inkrementalen Messeinrichtung dargelegt. Ferner ist insbesondere die Funktion und der Aufbau einer Referenzmarke durch die Figur 2 dargestellt.

Gemäss dem Stand der Technik (DE-PS 876 162) ergibt sich an einer Markierung ein besonders günstiger Signalverlauf, wenn die Striche der Strichgruppe in ungleichen Abständen voneinander angeordnet werden. Die Abtastplatte für diese Markierung weist demgemäss ein Ablesefeld auf, das die gleiche Strichverteilung in der Strichgruppe hat, wie die Markierung. Bei genauer und vollständiger Überdeckung von Markierung und Ablesefeld wird ein Signal mit ausreichend hohem Nutz-/Störsignalverhältnis erzielt.

Es ist weiterhin bekannt eine Reihe von gleichen Referenzmarken entlang der Teilungsspur eines inkrementalen Messsystems vorzusehen. Aus der Reihe gleicher Referenzmarken können einzelne Marken durch geeignete Mittel ausgewählt und zur Wirkung gebracht werden (DE-AS 2 540 412).

In den Druckschriften kommt die Problematik inkremen-

taler Messsysteme zum Ausdruck: Nach Betriebsunterbrechungen kann nicht ohne weiteres die Anfangslage der Messeinrichtung wiedergewonnen werden. Die beiden Druckschriften (DE-OS 1 814 785 und DE-AS 2 540 412) geben Massnahmen an, wie diese Referenz auf möglichst einfache Weise wieder gewonnen werden kann.

Die Nachteile der bekannten Messeinrichtung liegen jedoch darin, dass bei Ausfall einer Beleuchtung die Messung gestört wird und dies zu erheblichen Betriebsunterbrechungen mit langen Ausfallzeiten führen kann.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine inkrementale Positioniereinrichtung zu schaffen, bei der durch den Ausfall einer Beleuchtung die momentane Messung nicht spürbar gestört wird und die genauer arbeitet.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die abhängigen Ansprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung an.

Der Aufbau und die Wirkungsweise der Erfindung werden anhand von Ausführungsbeispielen mit Hilfe der Zeichnungen erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine lichtelektrische Positioniereinrichtung mit zwei Ablesestellen in einer schematischen Seitenansicht,

Figur 2 einen Massstab mit Teilungsspuren,

Figur 3 eine Abtastplatte mit Ablesefeldern,

Figur 4 eine Winkelmesseinrichtung in schematischer Draufsicht,

Figur 5 die Winkelmesseinrichtung nach Figur 4 in schematischer Schnittdarstellung,

Figur 6 eine Schaltskizze zum gleichzeitigen Betrieb zweier Lampen,

Figur 7 eine Einrichtung gemäss Figur 1 in einer schematischen Vorderansicht.

Gemäss Figur 1 sind zwei lichtelektrische Abtaststellen mit Lampen L_1 und L_2 in einer Abtastbaueinheit 1 angeordnet. Die Lampen L_1 und L_2 sind in einem konstanten Abstand voneinander befestigt. Eine Abtastplatte A weist Ablesefelder A_T, A'_{R1} und A'_{R2} auf. Ein Massstab M trägt auf Teilungsspuren eine Inkrementalteilung T sowie Referenzmarkierungen R'_1 und R'_2 . Die Abtastbaueinheit 1 ist relativ zum Massstab M verschiebbar gelagert. Bei Relativbewegungen zwischen Massstab M und Abtastbaueinheit 1 wird die Abtastplatte A entlang der Teilungsspuren in bekannter Weise geführt. Der von den Lampen L_1 und L_2 ausgehende Lichtstrom tritt dabei sowohl durch die Abtastplatte A als auch durch den Massstab M. Dabei wird der hindurchtretende Lichtstrom durch die auf beiden Elementen A und M vorhandenen Hell-/Dunkelfelder der Teilungsspuren in bekannter Weise moduliert. Der modulierte Lichtstrom trifft auf lichtempfindliche Elemente P, deren Signale in einem Auswertebaustein B in bekannter Weise aufbereitet und einem Vorwärts-Rückwärtszähler VR zugeführt werden, der den Verschiebeweg digital anzeigt.

In der Beschreibung und in den Figuren wird darauf verzichtet, die Vorwärts-Rückwärtszählung durch vor- oder nachteilende Signale zu erörtern, da dies in zahlreichen Druckschriften ebenso ausführlich dargelegt ist, wie die Eliminierung von Gleichstromanteilen, die sich auf die Signalsymmetrie auswirken könnten. Es sei nur darauf verwiesen, dass zu diesen Zwecken zusätzliche Ablesefelder und lichtempfindliche Elemente vorzusehen sind, die in bestimmter Zuordnung die Inkrementalteilung abtasten und in bekannter Weise schaltungstechnisch verknüpft werden müssen. Da derartige Massnahmen bei der Darstellung der Erfindung jedoch eher verwirren, wurde auf die Darstellung dieser bekannten Einzelheiten verzichtet.

Die Ablesefelder A_T, A'_{R1} und A'_{R2} müssen exakt um ei-

nen bestimmten Betrag zueinander versetzt liegen, da die resultierenden Abtastsignale durch analoge Addition zusammengefasst werden. Daraus ergibt sich eine höhere Genauigkeit, da eine insgesamt grössere Fläche der Teilung abgetastet wird. Unsauberkeiten der Teilung haben kleinere Signalfehler zur Folge.

Die Figur 2 zeigt einen Massstabausschnitt, bei dem auf einer Teilungsspur des Trägerkörpers M eine Inkrementalteilung T mit bestimmter Gitterkonstante aufgebracht ist. Eine zweite Teilungsspur weist Referenzmarken R'_1 und R'_2 auf. Jede der Referenzmarken R'_1 und R'_2 besteht aus einer Gruppe paralleler Striche. Die Verteilung der Striche innerhalb der jeweiligen Gruppe ist unregelmässig. Von entscheidender Bedeutung ist dabei, dass die Strichverteilung innerhalb einer Gruppe eindeutig ist. Die Verteilung der Striche in einer Strichgruppe muss der Verteilung der Striche in den Strichgruppen der anderen Referenzmarken möglichst unähnlich sein.

In der Figur 3 ist eine einfache Abtastplatte A mit Ablesefeldern A_T , A'_{R1} und A'_{R2} gezeigt. Die Strichverteilung der Ablesefelder A'_{R1} bzw. A'_{R2} für die in Figur 2 gezeigten Referenzmarken R'_1 bzw. R'_2 gleicht dabei vollständig der Strichverteilung der zugehörigen Referenzmarke R'_1 bzw. R'_2 . Bei Deckung von Referenzmarke und zugehörigem Abtastfeld wird in bekannter Weise ein Referenzimpuls hervorgerufen. Bei phasenrichtiger Anordnung von Referenzmarken und Abtastfeldern muss im Augenblick der exakten Deckung der Markierungen und der Abtastfelder jede der beiden Referenzmarken R'_1 und R'_2 ein Referenzsignal hervorrufen. Diese Signale werden analog addiert. Es erscheint also nur ein Referenzsignal mit hohem Pegel. Durch die Identität der Strichverteilung von Referenzmarke R'_1 und Abtastfeld A'_{R1} bzw. die Identität der Strichverteilung von Referenzmarke R'_2 und Abtastfeld A'_{R2} ist sichergestellt, dass nur das zur jeweiligen Referenzmarke gehörige Abtastfeld ein Referenzsignal mit ausreichend grossem Nutz-/Störsignalverhältnis hervorbringen kann. Werden die Abtastfelder an der jeweils nicht zugehörigen Referenzmarke vorbeibewegt, kann kein Referenzsignal hervorgerufen werden.

Obwohl an verschiedenen Stellen des Massstabes M Referenzmarken R'_1 und R'_2 angeordnet sind, wird beim Überfahren dieser Marken nur an einer bestimmten Stelle des Massstabes M ein Referenzsignal hervorgerufen. Damit ist der Bezug zur Referenzmarke immer eindeutig. Bei Ausfall einer Beleuchtung L_1 oder L_2 wird weiterhin an der bestimmten Stelle des Massstabes M ein Referenzsignal hervorgerufen werden.

Die zur ausgefallenen Lampe L_1 oder L_2 gehörige Referenzmarke R'_1 oder R'_2 kann kein Referenzsignal mehr liefern. Im ungünstigsten Fall wird der Signalpegel des verbleibenden Referenzsignales geringer. Durch richtiges Einstellen der Triggerschwelle kann dieser Nachteil belanglos werden. Eine weitere Möglichkeit zur Vermeidung dieses Nachteils kann mit einer Schaltungsmassnahme gemäss Figur 6 realisiert werden.

Mit Hilfe eines gemeinsamen Vorwiderstandes R werden die Lampen L_1 und L_2 mit einer reduzierten Spannung betrieben, was eine geringere Helligkeit und damit einen geringeren Fotostrom am Ausgang der lichtempfindlichen Elemente P zur Folge hat. Durch die analoge Addition der Abtastsignale wird jedoch ein Signalpegel erzielt, der höher ist, als der der reduzierten Einzelsignale. Auf den höheren – aus den addierten Signalen gewonnenen – Signalpegel wird die Triggerschwelle im Auswertebaustein B eingestellt. Bei Ausfall einer Lampe L_1 oder L_2 reduziert sich der Spannungsabfall am Vorwiderstand R und die noch betriebsfähige Lampe L_1 oder

L_2 wird mit der sich ergebenden höheren Spannung betrieben. Dadurch erhöht sich die Beleuchtungsstärke am lichtempfindlichen Element P, was eine direkte Erhöhung des Signalpegels an dessen Ausgang zur Folge hat. Die einschlägigen Kennlinien zeigen, dass die mit höherer Betriebsspannung betriebene verbleibende Lampe ein etwa gleich grosses Abtastsignal liefert, wie das aus Addition gewonnene Abtastsignal. Die Triggerschwelle muss dabei nicht verändert werden. Die Dimensionierung der dabei zusammenwirkenden Elemente liegt im Können eines Durchschnittsfachmanns, so dass darauf nicht näher eingegangen werden muss.

In der Figur 4 ist schematisch eine Winkelmesseinrichtung dargestellt, die zusätzlich zur Winkelteilung Tw über vier Referenzmarken R_1 , R_2 , R_3 und R_4 verfügt. Auch hier weisen die Referenzmarken R_1 , R_2 , R_3 und R_4 jeweils eine unterschiedliche unregelmässige Strichverteilung auf. Die Abtastplatte A enthält neben den Ablesefeldern zur Abtastung der inkrementalen Winkelteilung Tw vier weitere Ablesefelder, deren Strichverteilung genau der jeweils zugehörigen Referenzmarke R_1 bis R_4 entspricht. Aus zeichentechnischen Gründen können in Figur 4 die Ablesefelder nicht im einzelnen dargestellt werden, jedoch entspricht die beschriebene Abtastplatte A sinngemäss der Abtastplatte A bei der Längemesseinrichtung gemäss Figur 1 bis 3.

Figur 5 zeigt, dass jeder der Ablesestellen eine Beleuchtungseinrichtung mit Lampe L_1 bis L_4 , Kondensor K_1 bis K_4 und lichtempfindlichem Element P_{R1} bis P_{R4} zugeordnet ist. Darüber hinaus sind noch lichtempfindliche Elemente P_{T1} bis P_{T4} vorgesehen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, da sie ebenso wie bei der vorher beschriebenen Längemesseinrichtung der inkrementalen Erfassung einer Strecke – hier eines Bogens – in bekannter Weise dienen. Im Auswertebaustein Bw wird in bekannter Weise die analoge Addition der vier Abtastsignale und deren Aufbereitung vorgenommen. Der Auswertebaustein Bw ist in bekannter Weise mit einem Vorwärts-/Rückwärtszähler gemäss Figur 1 verbunden.

Auch bei der Winkelmesseinrichtung erhöht sich durch die erfindungsgemässe Mehrfachabtastung in der vorher beschriebenen Weise die Genauigkeit. Darüber hinaus wird durch eine «Durchmesserablesung» der Exzentrizitätsfehler der Teilung eliminiert. Eine Durchmesserablesung für optische Winkelmesseinrichtungen ist in der DE-PS 2 454 915 bereits beschrieben.

Da jede der Referenzmarken R_1 bis R_4 eine spezielle Strichverteilung hat, und die zugehörigen Ablesefelder A_{R1} bis A_{R4} der Abtastplatte A über die identische Strichverteilung verfügen, ist auch bei der gezeigten Winkelmesseinrichtung ein eindeutiges Referenzmarkensignal zu erzeugen. Der Ausfall einer Lampe L_1 bis L_4 beeinflusst die Messung nicht.

Besonders vorteilhaft lässt sich die Auswerteschaltung so ausgestalten, dass bei Ausfall einer Lampe eine Signaleinrichtung diesen Fehler meldet.

Die Figur 7 zeigt schematisch die Anordnung der Teilungsspuren nebeneinander. Der hier dargestellte Schnitt entspricht einer Längemesseinrichtung gemäss Figur 1.

Selbstverständlich lassen sich verschiedene Referenzmarken auch auf weiteren parallelen oder konzentrischen Teilungsspuren anordnen und abtasten, wenn die Verwendung der Messeinrichtung dies erfordert.

Die Erfindung ist auch nicht auf lichtelektrische inkrementale Positioniereinrichtungen, die im Durchlichtverfahren arbeiten beschränkt, sondern lässt sich sinngemäss auch bei Einrichtungen verwirklichen, die im Auflichtverfahren arbeiten.

Fig. 1

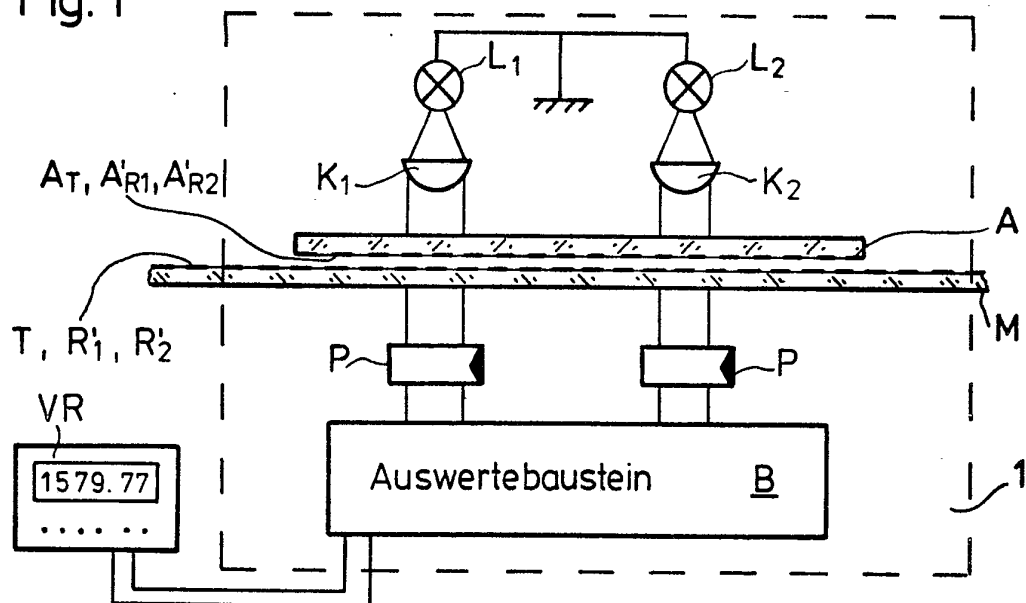


Fig. 2

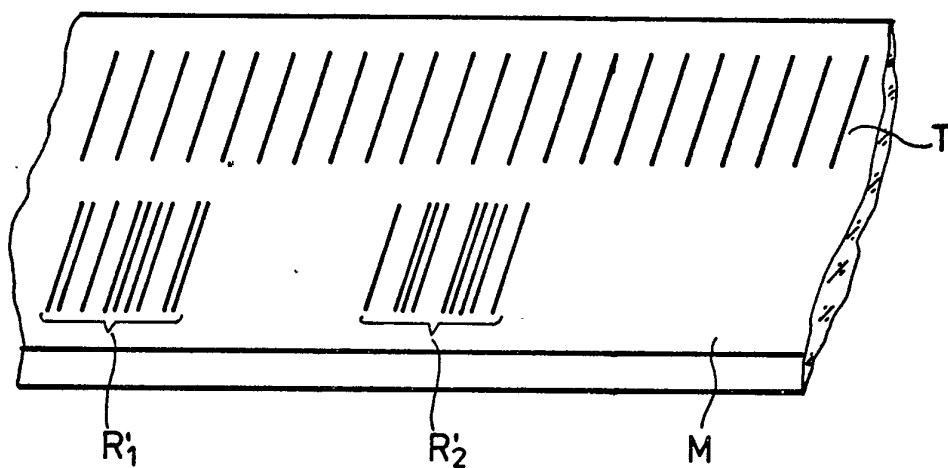


Fig. 3

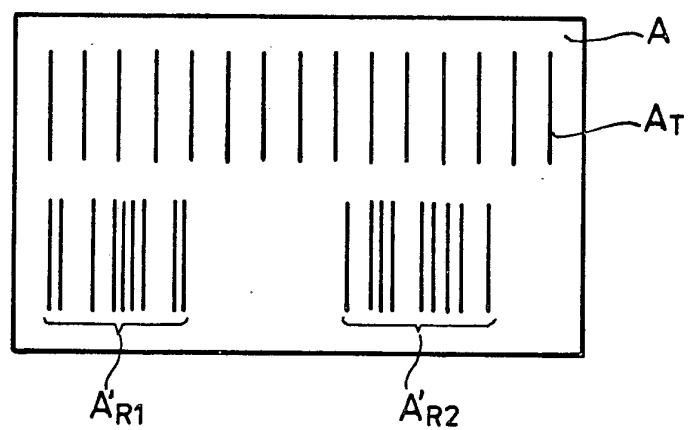


Fig. 4

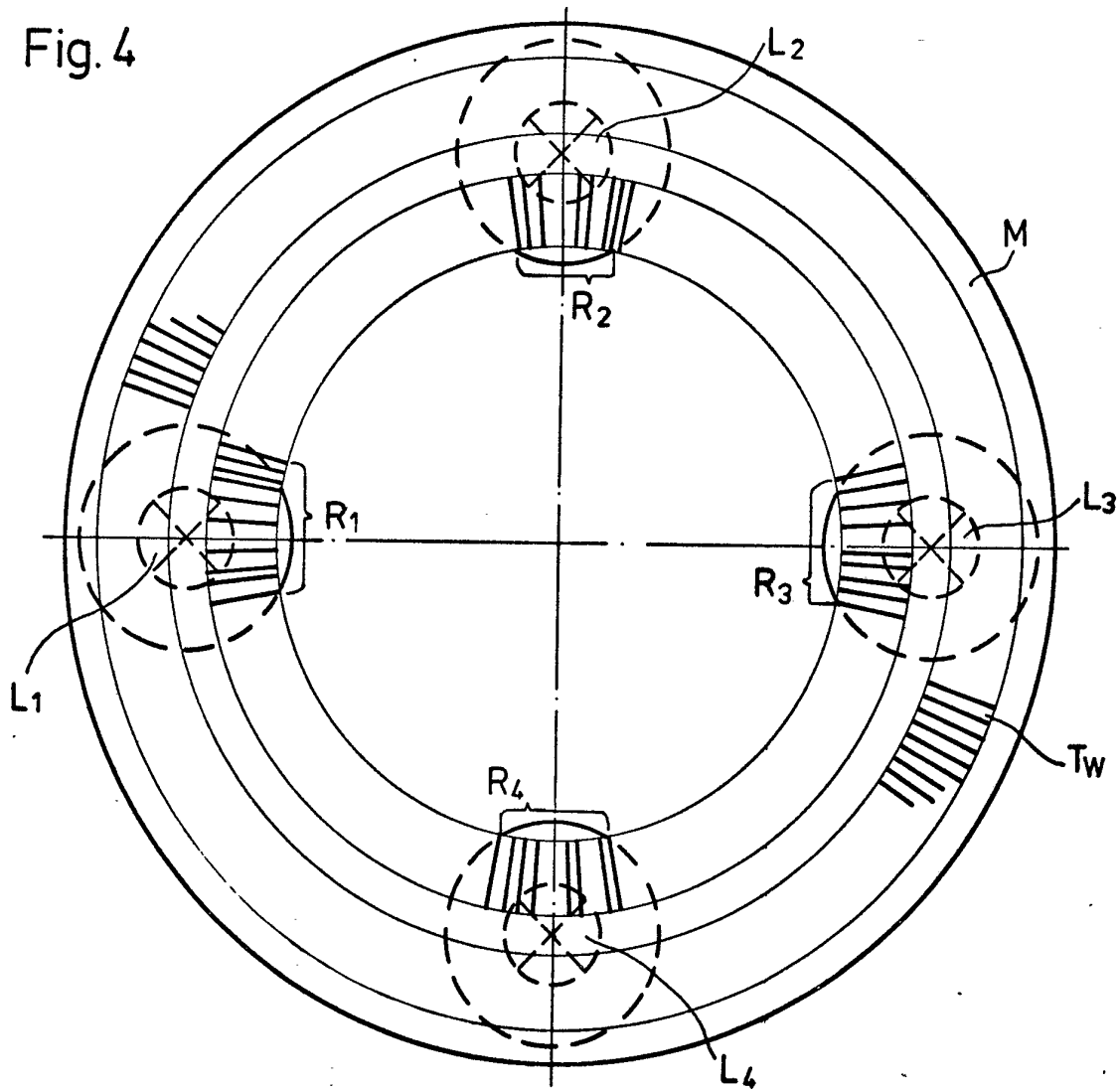


Fig. 5

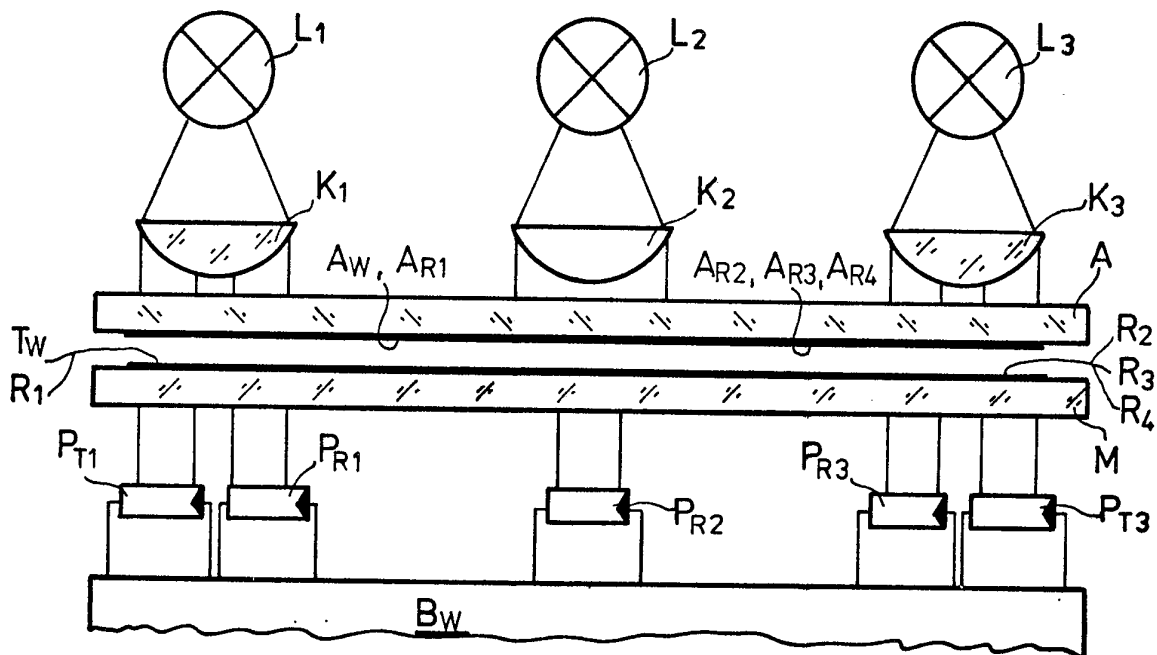


Fig. 6

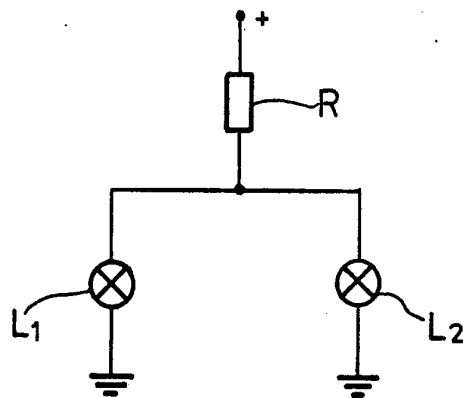


Fig. 7

