

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 3856/84

(51) Int.Cl.⁵ : **G01B 11/00**

(22) Anmeldetag: 5.12.1984

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1991

(45) Ausgabetag: 10.12.1991

(56) Entgegenhaltungen:

DE-AS 1548708 EP-A1 0076858 US-PS 4224514 US-PS 4375592

(73) Patentinhaber:

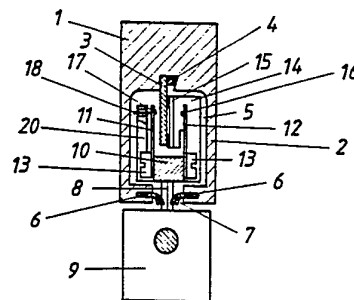
EMR ELEKTRONISCHE MESS- UND REGELGERÄTE
GESELLSCHAFT M.B.H.
A-5121 TARSDORF, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

RIEDER HEINZ
ST. PANTALEON, OBERÖSTERREICH (AT).
SCHWAIGER MAX
OSTERMIETHING, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) INKREMENTALES MESSSYSTEM ZUM MESSEN VON LÄNGEN UND WINKELN

(57) Es ist ein inkrementales Meßsystem zum Messen von Längen und Winkeln auf optoelektronischem Weg mit einem Inkrementalmaßstab (3) und einer gegenüber diesem verstellbaren Abtasteinheit (10) mit gegeneinander um Teilungsbruchteile versetzten Abtastgittern vorgesehen, denen je ein optoelektronischer Empfänger (16) und eine diesen Empfänger (16) über den Maßstab (3) und das Abtastgitter (15) beleuchtende Beleuchtungseinrichtung, insbesondere eine Leuchtdiode (17) zugeordnet ist, so daß bei der Relativverstellung von Abtasteinheit und Maßstab (3) in den Empfängern gegeneinander phasenverschobene, einer Sinusfunktion folgende Signale erzeugt werden. Zur Feineinstellung der Signalstärke an den Empfängern (16) und der Phasenlage der Signale ist die Lage und/oder die Lichtstärke der Beleuchtungseinrichtungen (17) einstellbar.



Die Erfindung betrifft ein inkrementales Meßsystem zum Messen von Längen und Winkeln auf optoelektronischem Wege, mit einem Inkrementalmaßstab und einer gegenüber diesem verstellbaren Abtasteinheit mit gegeneinander um Teilungsbruchteile versetzten Abtastgittern, denen je ein optoelektronischer Empfänger und eine diesen Empfänger über den Maßstab und das Abtastgitter beleuchtende Beleuchtungseinrichtung, insbesondere eine Leuchtdiode zugeordnet ist, so daß bei der Relativverstellung von Abtasteinheit und Maßstab in den Empfängern gegeneinander phasenverschobene, einer Sinusfunktion mit der Maßstabteilung entsprechender Signalzugänge folgende Signale erzeugt werden, wobei Einrichtungen zur Feineinstellung der Signalstärke und/oder der Phasenlage vorgesehen sind.

Bei solchen Meßsystemen können lineare Maßstäbe oder, bei sogenannten Drehgebern, Maßstäbe auf einer Kreisteilung oder Kreisbogenteilung vorgesehen sein. Die Abtastgitter sind gegeneinander um ganzzahlige Vielfache der Maßstabteilung plus bestimmten Bruchteilen dieser Teilung versetzt. In den meisten Fällen werden Phasenverschiebungen der erzeugten Ausgangssignale um 90° angestrebt, welche Phasenverschiebung im einfachsten Fall unter Verwendung von zwei entsprechend versetzten Gittern mit zugeordneten Empfängern und Beleuchtungseinrichtungen erzielbar ist, meist aber dadurch erreicht wird, daß man vier gegeneinander um jeweils 90° verschobene Signale erzeugt und diese Signale paarweise in Antiparallelschaltung zusammenführt, so daß dann am Ausgang der Abtasteinheit die beiden um 90° verschobenen Signale anstehen. Durch die paarweise Antiparallelschaltung wird eine Reihe von Störfaktoren eliminiert.

Die Beleuchtungseinrichtungen können je nach dem verwendeten Abtastverfahren die optoelektronischen Empfänger im Durchlicht-, Auflicht- oder Reflexionsverfahren beleuchten, wobei in dem einen Fall der Maßstab aus Glas hergestellt wird und die Leuchtdioden od. dgl. den zugeordneten optoelektronischen Empfänger durch Maßstab, Maßstabteilung und Gitterträger hindurch beleuchten, also die Leuchtdioden und die Empfänger an einander gegenüberliegenden Seiten des Maßstabes angeordnet sind. Nach anderen Möglichkeiten verwendet man Maßstäbe mit reflektierender Teilung und ordnet Gitter und Beleuchtungseinrichtungen an der gleichen Maßstabseite an, so daß im zugeordneten Empfänger die stärksten Signale erhalten werden, wenn sich gegenüber einer Gitterlücke ein volles reflektierendes Maßstabinkrement befindet. Eine Zwischenlösung besteht darin, die Maßstabrückseite zu verspiegeln und die Maßstabteilung und das Gitter mit dem dahinter angeordneten Empfänger durch von der Empfängerseite aber schräg auf die Reflexionsschicht aufgestrahltes Licht einer Leuchtdiode zu beleuchten.

In den meisten Fällen wird mit Gleichlicht gearbeitet. Die erzielten phasenverschobenen Signale können auf verschiedene Art und Weise weiterverarbeitet werden. Im einfachsten Fall wird daraus, welches der beiden Signale dem anderen voreilt, die Verstellrichtung bestimmt und es werden die Nulldurchgänge der Signale ausgetriggert und aus ihnen Zählsignale gewonnen, die einen Vor-Rückwärtszähler beaufschlagen, dessen Zählrichtung durch das der Verstellrichtung entsprechende Signal bestimmt wird. Der von der Abtasteinheit zurückgelegte Weg wird in Zählsignalen ausgedrückt und im Zähler festgehalten. In gleicher Weise können Steuereinrichtungen für Maschinensteuerungen und Roboter mit den Zählsignalen oder von diesen abgeleiteten Signalen beaufschlagt werden. Es gibt eine Reihe von Hilfsschaltungen zur elektronischen Unterteilung des Maßstabes oder zur Interpolationsberechnung von Zwischenwerten. Ferner ist es auch bekannt, zur Erleichterung der Unterteilung statt mit Gleichlicht mit moduliertem Licht zu arbeiten und in Sonderschaltungen aus einer im modulierten empfangenen Signal proportional dem eben anstehenden Teilungsbruchteil erzeugten Phasenverschiebung die Größe dieses Teilungsbruchteiles zu bestimmen.

Jede genaue Messung und insbesondere jede genauere Unterteilung auf elektronischem Wege ist davon abhängig, daß der vorbestimmte Phasenversatz der empfangenen Signale eingehalten wird und daß die an den einzelnen Empfängern empfangenen Signale möglichst gleich groß sind. Allgemein gesagt, sollen somit alle Signale gleiche Signalform und gleiche Signalhöhe aufweisen und auch die Phasenverschiebung möglichst genau sein. Es gibt eine Reihe von Kompensationsschaltungen, mit deren Hilfe die von den optoelektronischen Empfängern erzeugten Signale nachträglich geformt und auch auf eine bestimmte Phasenverschiebung eingestellt werden können. Diese Kompensationsschaltungen erfordern aber nachträgliche Eingriffe in die Empfängerschaltung und sind mit dem prinzipiellen Nachteil behaftet, daß eben eine Umformung der empfangenen Signale vorgenommen wird, so daß Ungenauigkeiten möglich sind.

Bei ähnlichen Meßsystemen, bei denen aber für alle optoelektronischen Empfänger nur eine gemeinsame Beleuchtungseinrichtung vorgesehen ist, die über eine nachgeordnete Optik die optoelektronischen Empfänger durch Gitter und Maßstab hindurch beleuchtet, ist es bereits bekannt, jedem Gitter an der anderen Maßstabseite eine Lochblende vorzuordnen und die Größe der Blende durch eine quer in das Loch einstellbare Schraube zu verändern. Damit kann allenfalls die Beleuchtungsstärke bei den einzelnen Empfängern variiert werden, doch kann es zu unerwünschten Nebenerscheinungen, insbesondere einer ungleichmäßigen Ausleuchtung des Gitterbereiches, zu Beugungen und zu einer unerwünschten Änderung der Phasenlage der empfangenen Signale kommen, so daß diese Signale wieder über den Empfänger nachgeordnete Formerstufen hinsichtlich der Phasenlage und auch der Signalhöhe korrigiert werden müssen.

Aus der US-A-4 375 592 ist eine ähnliche Ausführung bekannt, bei der aber lediglich eine Strichscheibe durch Abtastfenster hindurch abgetastet wird. Jedem Abtastfenster ist ein photoelektrischer Empfänger mit einer vorgeordneten Lochblende zugeordnet. Die Beleuchtung erfolgt über Photodioden für jedes Fenster. Um zu verhindern, daß das Licht einer Photodiode auf das der benachbarten Photodiode zugeordnete Fenster fällt, sind die

Dioden mit Blenden versehen, deren Öffnung sich vom Diodendurchmesser trichterartig zur Austrittsseite gegenüber dem Fenster verjüngt. Bei Regelschaltungen mit gemeinsamer Beleuchtung ist es aus der US-A-4 224 514 bekannt, zusätzlich zu den Abtastgittern ein Fenster vorzusehen und das durch dieses Fenster fallende Licht mit einem Fühler zu erfassen, der am Referenzeingang einer Regelschaltung zur Steuerung des Verstärkungsgrades der an den Gittern empfangenen Signale liegt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Meßsystem der eingangs genannten Art zu verbessern, so daß mit einfachen Mitteln eine genaue Feineinstellung der Signalstärke und Phasenlage erzielt werden kann.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zur Feineinstellung die Lage und gegebenenfalls, wie an sich bekannt, die Lichtstärke der Leuchtdioden einzeln einstellbar ist.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß durch diese Maßnahme ein einfacher und genauer Abgleich möglich wird. Zur Signalthöhe ist festzustellen, daß untereinander gleiche Bauteile, wie Leuchtdioden trotz genauer Herstellung Abweichungen aufweisen können, die bei gleicher Betriebsspannung und gleicher Anordnung geringe Abweichungen der abgegebenen Lichtmenge oder der Leuchtdichteverteilung bewirken. Solche Abweichungen können auch durch Montageungenauigkeiten oder Fertigungsungenauigkeiten hervorgerufen oder verstärkt werden. Es ist praktisch unmöglich, die einzelnen Leuchtdioden in exakt gleicher Relativanordnung zu den Gittern anzuordnen. Dabei kann es trotz sorgfältigster Montage vorkommen, daß eine Leuchtdiode gegenüber dem zugeordneten Empfänger "schießt", was zu einer Abweichung in der Beleuchtungsstärke und in der Phasenlage gegenüber einer exakt ausgerichteten Leuchtdiode rührt. Durch die Erfindung wird nun hier mit einfachen Mitteln ein Aus- bzw. Abgleich möglich. Man kann zusätzlich, wie an sich bekannt, die Lichtstärke der Leuchtdioden durch zugeschaltete Regelwiderstände einstellbar machen. In Kombination mit der Verstellbarkeit der Leuchtdioden wird dadurch die Korrektur und Einstellmöglichkeit weiter verbessert.

Nach einer Weiterbildung sind die Leuchtdioden in einer Platine justierbar angebracht. Man kann durch geringe Änderung der Richtung, in der eine Leuchtdiode abstrahlt, die Phasenlage der im zugeordneten Empfänger auftretenden Signale gegenüber den in den anderen Empfängern auftretenden Signalen korrigieren. Durch Abstandsänderung einer Leuchtdiode vom zugeordneten Gitter kann man auch die Beleuchtungsstärke verändern und damit auch die Signalthöhe im Ausgangssignal des Empfängers verändern bzw. abgleichen.

Für die Justierung können verschiedene Einstelleinrichtungen vorgesehen werden. Nach einer einfachen Ausführung bringt man die Leuchtdioden in einer aus einer teilweise nachgiebigen Folie bestehenden Platine an, justiert sie bei der Montage, bis in der eingeschalteten Empfängerschaltung die gewünschte Signalthöhe und der gewünschte Phasenversatz auftritt und fixiert die Leuchtdioden dann beispielsweise durch Festsiegeln, Aufbringen einer starren Montagebrücke od. dgl.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise veranschaulicht. Es zeigt

Fig. 1 einen Inkrementalmaßstab mit zugeordneter Abtasteinheit im Längsschnitt,

Fig. 2 in größerem Maßstab eine Detailsansicht zu Fig. 1 und

Fig. 3 und 4 zwei Prinzipschaltenschemen für die Auswertungseinheit.

Nach den Fig. 1 und 2 ist ein verstärkter Boden (1) aufweisendes rohrförmiges Schutzgehäuse (2) für einen Glasmaßstab (3) vorgesehen, der in einer Schwalbenschwanznut des verstärkten Bodens (1) mit Hilfe eines elastischen Klemmkörpers (4) gehalten ist und mit einem eine Inkrementalteilung tragenden Teil in die Höhlung (5) des Schutzgehäuses einragt. Unten besitzt das Schutzgehäuse einen mit Dichtlippen (6) versehenen Schlitz (7), durch den ein Schwert (8) einragt, das mit dem Teil, dessen Relativverstellung zu messen ist, beispielsweise einem Werkzeugschlitten (9), gekuppelt ist. Innerhalb der Rohrhöhlung (5) ist am Schwert (8) ein Meßschlitten (10) befestigt, der an beiden Seiten des Maßstabes (3) Platinen (11, 12) trägt, die beispielsweise mit Hilfe von Schrauben (13) befestigt sind. Der Meßschlitten (10) ist neben der Platine (12) mit einer Halterung (14) versehen, an der eine am Maßstab geführte Abtastplatte (15) angebracht ist, wobei ein nicht dargestelltes Zwischenglied vorgesehen ist, das eine Relativverstellung zwischen Abtastplatte (15) und Halterung (14) zuläßt, so daß die Abtastplatte (15) immer genau dem Maßstab folgt, also in Querrichtungen Relativverstellungen von Abtastplatte (15) und Meßschlitten (10) möglich sind. Die Abtastplatte (15) trägt beim Ausführungsbeispiel vier Abtastgitter, die jeweils mehrere Gitterstriche in einer der Inkrementalteilung des Maßstabes (3) entsprechenden Teilung aufweisen und die gegeneinander in Maßstablängsrichtung um eine an sich beliebige ganze Anzahl von Maßstabinkrementen und zusätzlich untereinander um eine jeweils eine Viertelteilung versetzt sind. Jedem Abtastgitter ist als Empfänger ein Phototransistor (16) zugeordnet, der von einer Leuchtdiode (17) auf der Platine (11) durch Maßstab und Gitter hindurch beleuchtet wird, so daß an den nebeneinander angeordneten Transistoren bei der Abtastung, also der Relativverstellung von Abtasteinheit und Maßstab Signale entstehen, die gegeneinander im Idealfall um jeweils 90° versetzt sind, also beispielsweise die Phasenlagen 0°, 90°, 180° und 270° aufweisen.

Soweit bisher beschrieben, ist die Meßeinrichtung an und für sich bekannt. Beim Ausführungsbeispiel ist die Platine (11), welche die Versorgungsleitungen für die Leuchtdioden (17) trägt, aus elastisch nachgiebigem Folienmaterial gefertigt. Im Bereich jeder Leuchtdiode (17) ist an der Platine (11) ein Stift (18) angebracht, der durch ein Langloch (19) in einer zusätzlich vorgesehenen Stützplatte (20) führt. Durch leichtes Kippen und/oder Verschieben des Stiftes (18) im jeweiligen Langloch (19) kann die Relativlage und Abstrahlrichtung der jeweiligen Leuchtdiode justiert werden. Nach der Justierung werden Stift (18) und damit die jeweilige Leuchtdiode durch einen in das Langloch (19) eingebrachten Kittpfropfen, durch Festkleben od. dgl. bzw. durch

Ausgießen des Langloches (19) fixiert.

Nach Fig. 3 sind die Leuchtdioden (17) in einem Gleichspannungs-Versorgungskreis (21) parallel geschaltet. Jede Leuchtdiode (17) wird über einen mit ihr in Serie geschalteten Widerstand (22) versorgt, der als Regelwiderstand, Trimmer oder auch als auswechselbarer Widerstand ausgeführt sein kann. Durch Einstellung bzw. Auswahl des jeweiligen Widerstandes (22) kann die Lichtstärke der einzelnen Leuchtdioden (17) individuell eingestellt werden. Die an den Phototransistoren (16) empfangenen Signale werden über auf der Platine (12) angebrachte Verstärker (23) geleitet und dann in Antiparallelschaltung paarweise auf Widerständen (24) zusammengeführt, an deren Abgriffen (25) zwei um 90° phasenverschobene Signale anstehen. Diese Signale können der weiteren Auswertung zugeführt werden.

Fig. 4 zeigt eine Schaltung, bei der die Leuchtdioden (17) untereinander in Serie in einem Wechselspannungs-Versorgungskreis (26) liegen, also in einer bestimmten Frequenz moduliert werden. Zur individuellen Einstellung der Lichtstärke ist zu jeder Leuchtdiode (17) ein Regelwiderstand (27) parallel geschaltet. An den Phototransistoren (16) werden Signale in der Modulationsfrequenz erhalten, die überdies in ihrer Amplitude untereinander phasenverschoben entsprechend der Relativverstellung der Abtasteinheit gegenüber dem Maßstab moduliert sind. Diese Signale werden wieder über Verstärker (23) zu Abgriffen (25) geführt und dann beispielsweise über Hoch- und Tiefpaßfilter geleitet, wobei an den Tiefpaßfiltern das der Maßstabteilung entsprechende Modulationssignal erhalten wird, das in Zählsignale umgeformt werden kann, wogegen über die Hochpaßfilter eine Phasendiskriminatorschaltung angeschlossen wird, die aus der erzeugten Phasenverschiebung im Trägersignal im Sinne einer elektronischen Maßstabunterteilung weitere dem jeweiligen Maßstabbruchteil entsprechende Signalgruppen erzeugt. Die letzteren Signale und die Zählsignale werden in einem Mikroprozessor verarbeitet und einer Anzeige- oder Steuereinrichtung zugeführt.

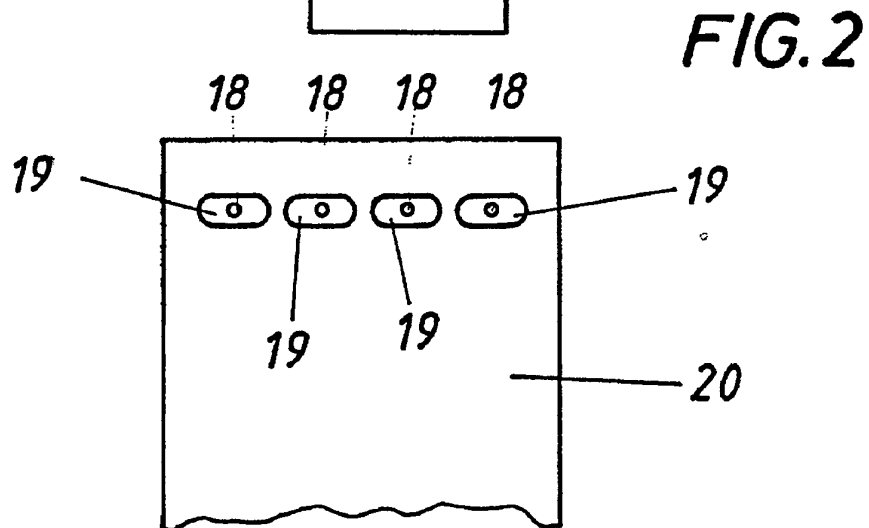
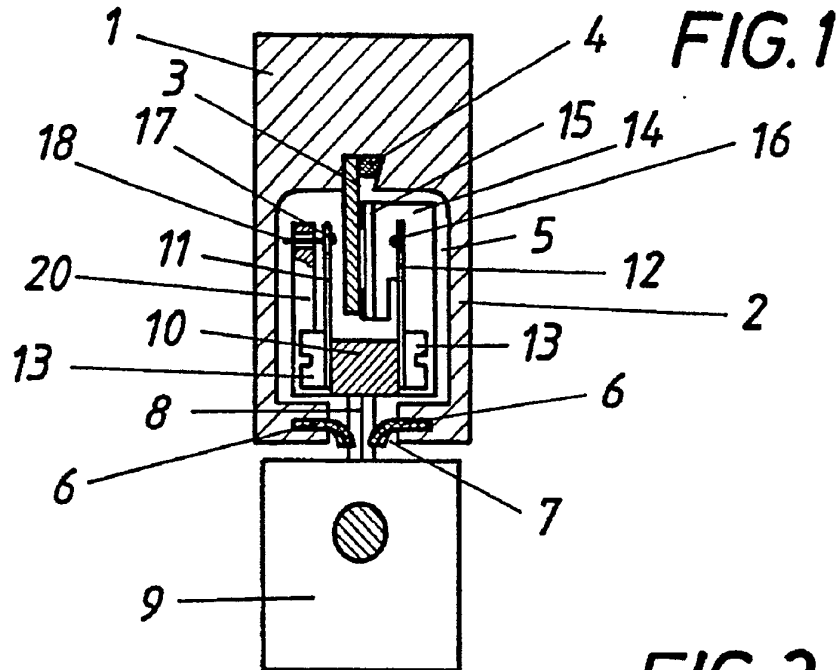
Die Feinjustierung der Leuchtdioden (17) kann auch anders als dargestellt erfolgen. Man könnte jede Diode in einer dann starren Platine exzentrisch an einem drehbaren Teil anordnen und so justieren. Für die Justierung werden vorzugsweise an die Abgriffe (25) Meßschaltungen oder Oszillographen angeschlossen, um den notwendigen Abgleich der Signalhöhe und Phasenlage durch Verstellung der Leuchtdioden (17) überwachen zu können.

PATENTANSPRÜCHE

1. Inkrementales Meßsystem zum Messen von Längen und Winkeln auf optoelektronischem Wege, mit einem Inkrementalmaßstab und einer gegenüber diesem verstellbaren Abtasteinheit mit gegeneinander um Teilungsbruchteile versetzten Abtastgittern, denen je ein optoelektronischer Empfänger und eine diesen Empfänger über den Maßstab und das Abtastgitter beleuchtende Leuchtdiode zugeordnet ist, so daß bei der Relativverstellung von Abtasteinheit und Maßstab in den Empfängern gegeneinander phasenverschobene, einer Sinusfunktion mit der Maßstabteilung entsprechender Signalzuglängen folgende Signale erzeugt werden, wobei Einrichtungen zur Feineinstellung der Signalstärke und/oder der Phasenlage vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Feineinstellung die Lage und gegebenenfalls, wie an sich bekannt, die Lichtstärke der Leuchtdioden (17) einzeln einstellbar ist.

2. Inkrementales Meßsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Leuchtdioden (17) in einer Platine (11) justierbar angebracht sind.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen



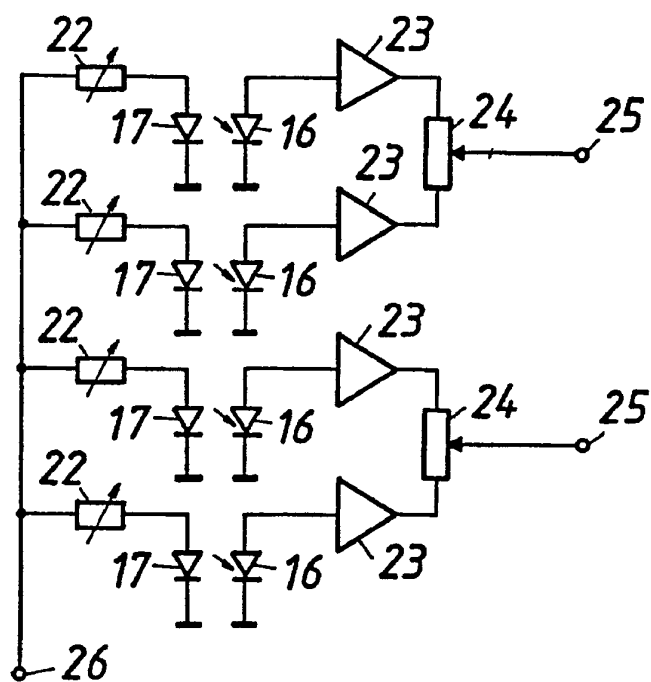


FIG. 3

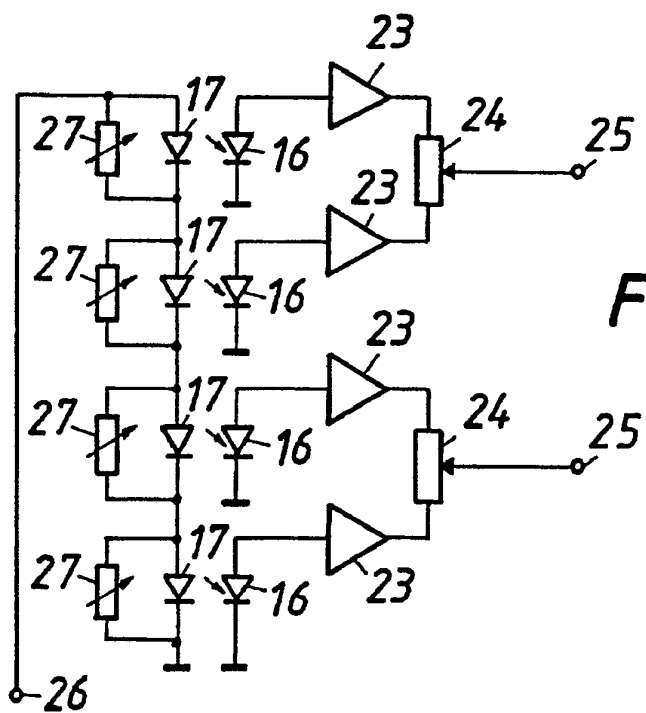


FIG. 4