



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

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②1 Gesuchsnummer: 1715/86

⑦3 Inhaber:  
VEB Carl Zeiss Jena, Jena (DD)

②2 Anmeldungsdatum: 25.04.1986

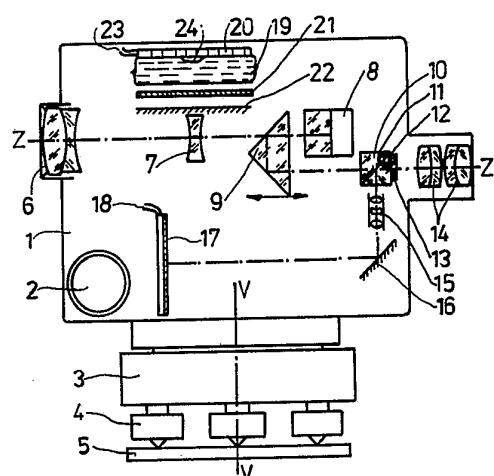
⑦2 Erfinder:  
Feist, Wieland, Jena-Lobeda (DD)  
Gürtler, Klaus, Jena-Lobeda (DD)  
Schüler, Jost, Jena-Lobeda (DD)

③0 Priorität(en): 03.06.1985 DD 276893

⑦4 Vertreter:  
Bovard AG, Bern 25

⑤4 Geodätisches Gerät mit einer Anordnung von optoelektronischen Bauelementen.

⑤7 Das Gerät weist ein Fernrohr, ein Objektiv mit einer Strichfigur in der Bildebene, ein Neigungsmesser und optoelektronische Elemente auf mit dem Ziel, Fehlermessungen durch ein zitterndes oder schwingendes Zielbild sowie Hängen oder Kleben des Pendels zu vermeiden, eine höhere Messgenauigkeit und eine erleichterte Lattenablesung zu erreichen. Die Erfindung ist insbesondere für Kompensatornivelliere anwendbar, ihre Aufgabe besteht darin, durch den Einsatz von optoelektronischen Bauelementen und Mikroprozessoren die Grundlagen für ein automatisiertes Kompensatornivellier zu schaffen und die Durchführung von Messungen auf schwingenden Untergrund. Das wird dadurch erreicht, dass eine leuchtende Fläche oder Lichtmarke von einem Neigungsmesser (19) gesteuert, von einem optoelektronischen Empfänger in ihrer Lage geortet und ein elektrisches Signal erzeugt wird, das im Bildfeld des Fernrohrobjektivs (6) die Anzeige eines Teilstriches, Zeigers oder dessen Bild auslöst, wobei die Verbindungsgerade zwischen dem Objektivhauptpunkt und der Anzeige die Lage der Fernrohrzielachse (ZZ) darstellt.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Geodätisches Gerät mit einer Anordnung von optoelektronischen Bauelementen, einem Fernrohr, einem Objektiv mit einer Strichfigur in der Bildebene, einem Neigungsmesser, mit optoelektronischen Empfängern und einem lichtemittierenden oder lichtsperrenden Array als Anordnung von optoelektronischen Bauelementen, gekennzeichnet dadurch,
  - dass eine leuchtende Fläche oder Lichtmarke von dem Neigungsmesser steuerbar ist,
  - von einem der optoelektronischen Empfänger in ihrer Lage geortet wird und durch diesen ein elektrisches Signal erzeugbar ist,
  - wobei entweder das elektrische Signal eines der optoelektronischen Bauelemente des lichtemittierenden oder lichtsperrenden Arrays zum Aufleuchten bringt, und damit ein Bild erzeugbar ist,
  - das entweder in die Bildebene des Fernrohrobjektivs abbildbar oder als Teilstrich anzeigbar ist,
  - oder wobei durch das elektrische Signal ein Zeiger steuerbar ist, der entweder in die Bildebene des Fernrohrobjektivs abbildbar oder als Teilstrich anzeigbar ist,
  - und dass diese Teilstrichanzeigen in der Bildebene des Fernrohrobjektivs so zum Objektivhauptpunkt angeordnet sind, dass die Verbindungsgerade zwischen Objektivhauptpunkt und der Anzeige die Lage der Zielachse des Fernrohres darstellt.
2. Geodätisches Gerät nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass das vom Neigungsmesser und dem optoelektronischen Empfänger erzeugte Signal im Bildfeld des Fernrohrobjektivs bei Nivellierinstrumenten einen horizontalen Teilstrich anzeigt.
3. Geodätisches Gerät nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass als Neigungsmesser eine Libelle vorgesehen ist, unter der eine Blendenanordnung so angeordnet ist, dass nur die Blase der Libelle Licht durchlässt, das über einen unter der Blendenanordnung angeordneten Reflektor und Kondensor einfällt, wobei das Umfeld der Blase dunkel bleibt.
4. Geodätisches Gerät nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass als Neigungsmesser eine Flüssigkeitsküvette mit einem Abbildungssystem vorgesehen ist, dass eine Lichtmarke erzeugbar ist, die durch die Flüssigkeit in Abhängigkeit von der Küvettenneigung zur Lotrichtung steuerbar ist.
5. Geodätisches Gerät nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass als Neigungsmesser ein Pendel mit einem abbilden den Element vorgesehen ist, das eine von einem gerätestesten Projektor erzeugte Lichtmarke reflektiert und deren Bild ein optoelektronischer Empfänger in seiner Lage festlegt.
6. Geodätisches Gerät nach den Ansprüchen 1 und 3, gekennzeichnet dadurch, dass die Libelle vorzugsweise eine Röhre libelle ist und die Blende als schwarzer Stab ausgebildet ist.
7. Geodätisches Gerät nach den Ansprüchen 1, 3 und 6, gekennzeichnet dadurch, dass der Neigungsmesser vorzugsweise eine Libelle ist, die mit den optoelektronischen Empfängern fest verbunden und die Blasenlänge der Libelle auf die Empfängerfläche so abgestimmt ist, dass jedem Blasenende der Libelle ein optoelektronischer Empfänger zugeordnet ist, wobei die Empfänger durch das Bild des als Blende dienenden schwarzen Stabes voneinander getrennt sind.
8. Geodätisches Gerät nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass als Empfänger ein positionsempfindlicher Detektor oder eine CCD-Zeilenanordnung vorgesehen ist.
9. Geodätisches Gerät nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass in der Bildebene des Fernrohrobjektivs eine lichtemittierende oder lichtsperrende optoelektronische Bauelementenanordnung angeordnet ist, oder dass das Bild der optoelektronischen Bauelementenanordnung einspiegelbar ist.
10. Geodätisches Gerät nach den Ansprüchen 1 und 9, gekennzeichnet dadurch, dass die optoelektronische Bauelemen-

tenanordnung zeilen- oder punktweise zu einem gitterförmigen Array ausgebildet ist.

11. Geodätisches Gerät nach den Ansprüchen 1, 9 und 10, gekennzeichnet dadurch, dass als lichtemittierende Bauelemente des Arrays Lumineszenz- oder Elektrolumineszenzdioden vorgesehen sind.

12. Geodätisches Gerät nach den Ansprüchen 1, 9 und 10, gekennzeichnet dadurch, dass als lichtsperrende Bauelemente des Arrays Flüssigkeitskristalle vorgesehen sind, die mit Tages- oder Kunstlicht beleuchtet beim Anlegen einer Spannung das Licht nur zeilen-, spalten- oder punktweise durchlassen.

13. Geodätisches Gerät nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass im Bildfeld des Fernrohrobjektivs der Zeiger eines von dem Neigungsmesser analog gesteuerten Messinstruments angeordnet ist, oder dessen Bild einspiegelbar ist.

14. Geodätisches Gerät nach den Ansprüchen 1, 9, 10 und 11, gekennzeichnet dadurch, dass die lichtemittierenden Bauelemente, die am Rande des Arrays angeordnet sind andersfarbiges Licht aussenden als die lichtemittierenden Bauelemente, die in der Mitte angeordnet sind und dass für die am Rande des Arrays angeordneten lichtemittierenden Bauelemente eine getrennte Ansteuerung vorgesehen ist, um Grenz- oder Sonderbereiche zu markieren.

25

## BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein geodätisches Gerät mit einer Anordnung von optoelektronischen Bauelementen gemäß dem 30 Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Die Erfindung findet Anwendung in Messsystemen zur Messwegübertragung ohne Getriebe und in geodätischen Geräten, insbesondere für die Kompensatornivelliere mittlerer und niedriger Genauigkeit zur Auflösung des kleinsten Messschrittes.

Es sind eine grosse Anzahl von Kompensatornivellieren bekannt, die über ein mechanisches Pendel entweder das Zielbild gegenüber einem festen Strichkreuz oder das Strichkreuz gegenüber einem festen Zielbild steuern. (F. Deumlich, Instrumentenkunde der Vermessungstechnik VEB Verlag für Bauwesen Berlin 1982.) Die Kompensatornivelliere haben den Nachteil, dass das Zielbild bei Vibrationen, die durch Windeinfluss oder Bodenerschütterungen vom Stativ verursacht werden, zum Schwingen oder Zittern angeregt werden, was eine Ablesung an 45 der Messlatte erschwert. Werden gesonderte Kompensationseinrichtungen wie bei Theodoliten und Tachymetern verwendet, können Höhenmessfehler dadurch entstehen, dass der Ableseindex des Vertikalkreises über den Neigungskompensator abgebildet wird und bei Stativschwingungen eine Mikrometerablesung 50 des Vertikalkreises ebenfalls erschwert wird.

Aus der EP-PS 046 647 ist eine digitale Messeinrichtung zur Ermittlung von Wegeverschiebungen bekannt, die aus den gemessenen Signalen die Wegeverschiebung ableitet und in digitale Signale weiterverarbeitet.

55 Durch die Erfindung sollen die genannten Nachteile beseitigt, eine höhere Messgenauigkeit erreicht, eine Ablesung an der Messlatte erleichtert und Fehlermessungen durch ein zitterndes oder schwingendes Zielbild sowie Hängen oder Kleben des Pendels vermieden und der Fertigungsaufwand durch Einsatz von einfachen Baugruppen reduziert werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch den Einsatz von optoelektronischen Bauelementen und Mikroprozessoren die Grundlagen für ein automatisiertes Kompensatorniveller zu schaffen und durch Ausschaltung des schwingenden Zielbildes mit einem geodätischen Gerät auch Messungen auf schwingendem Untergrund durchzuführen.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Es ist vorteilhaft, wenn der Neigungsmesser eine Libelle darstellt, unter der Libelle eine Blendenanordnung so vorzusehen und einzustellen, dass nur die Blase der Libelle das Licht durchlässt, das von der Seite über einen unter der Blende angeordneten Reflektor und Kondensor einfällt, wobei das Umfeld der Blase dunkel erscheint. Die Libelle ist dabei vorzugsweise eine Röhrenlibelle und die Blende als schwarzer Stab ausgebildet. Die Libelle ist weiterhin mit dem optoelektronischen Empfänger fest verbunden und die Blasenlänge ist auf die Empfängerfläche so abgestimmt, dass jedem Blasenende der Libelle ein optoelektronischer Empfänger zugeordnet ist und diese Empfänger durch das Blendebild voneinander getrennt sind. Stellt der Neigungsmesser eine Flüssigkeitsküvette mit einem Abbildungssystem dar, so wird eine Lichtmarke erzeugt, die durch die Flüssigkeit in Abhängigkeit von der Küvettenneigung zur Lotrichtung gesteuert wird. Stellt der Neigungsmesser ein Pendel mit einem abbildenden Element dar, das eine von einem gerätefesten Projektor erzeugte Lichtmarke reflektiert, so wird deren Bild von einem optoelektronischen Empfänger in seiner Lage festgelegt. Der optoelektronische Empfänger kann als positionsempfindlicher Detektor oder als CCD-Zeilenanordnung vorgesehen sein. Es ist weiterhin von Vorteil, dass im Bildfeld des Fernrohres eine durchsichtige, punkt- oder streifenförmige, strahlende oder lichtsperrende Anordnung von elektronischen Bauelementen vorgesehen ist oder deren Bild eingespiegelt wird, die zu einem gitterförmigen Array ausgebildet sind, in dem die lichtemittierenden Bauelemente Lumineszenz- oder Elektrolumineszensdioden und die lichtsperrenden Bauelemente Flüssigkeitskristalle darstellen, die mit Tageslicht oder Kunstlicht durchscheinend beleuchtet werden und beim Anlegen einer Spannung das Licht nur zeilen- oder punktweise durchlassen. Außerdem ist es vorteilhaft, wenn in dem Fernrohrobjektivfeld der Zeiger oder das Bild des Zeigers eines Messinstruments erscheint, der durch den Neigungsmesser analog gesteuert wird.

Durch die Erfindung wird ein als neuartiges automatisiertes Kompensatornivellier einsetzbares geodätisches Gerät geschaffen, dessen Fernrohrbild nicht mehr zittert oder schwingt und bei dem ein Kleben oder Hängen von Pendeln in ihrem Arbeitsbereich vermieden wird, wodurch genauere Messungen im Gelände und auf schwingendem Untergrund erhalten werden.

Ausserdem wird durch den Einsatz eines Mikroprozessors gleichzeitig nach der Lattenablesung auch die Berechnung des Höhenunterschiedes und seine Registrierung bei einem Nivellierinstrument ermöglicht.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den erfindungsgemäßen Aufbau des geodätischen Geräts in Form eines elektronischen Kompensatornivelliers,

Fig. 2 das Funktionsschema der Neigungskompensation mit einer Libelle als Neigungsmesser,

Fig. 3 einen Bildfeldausschnitt eines Fernrohres,

Fig. 4 das Funktionsschema der Neigungskompensation mit einem Pendel als Neigungsmesser,

Fig. 5 das Blockschaltbild mit einem Anzeigearray,

Fig. 6 das Blockschaltbild mit einer Analoganzeige.

Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Aufbau eines elektronischen Kompensatornivelliers, teilweise aufgeschnitten zur schematischen Darstellung der Funktionselemente. Ein Oberteil 1 eines Kompensatornivelliers enthält einen Knopf 2 zur seitlichen Feineinstellung, der das Oberteil 1 gegen einen feststehenden Dreifuss 3 mit den Fussschrauben 4 und einer Grundplatte 5 dreht. Im Oberteil 1 ist ein Fernrohr mit der Zielachse ZZ, umfassend ein Objektiv 6, eine Negativlinse 7, die Prismen 8 und 9, wobei das Prisma 9 verschiebbar angeordnet ist zur Fokussierung, einen Teilwürfel 10 mit einer teilverspiegelten Fläche 11, eine Bildebene 12, ein Deckglas 13 und ein Okular 14 angeordnet. Über die teilverspiegelte Fläche 11 wird dabei das

Bild einer lichtemittierenden elektronischen Bauelementeanordnung 17 mit den Anschlüssen 18 und über einen Spiegel 16 ein Mikroobjektiv 15 in die Bildebene 12 abgebildet. Die Steuersignale erhält die Bauelementeanordnung 17 von einem der übersichtshalber in Bild 1 nicht dargestellten an sich bekannten elektronischen System, das seine Steuersignale über einen Ausgang 23 eines positionsempfindlichen Detektors 20, der auf einer Libelle 19 (Neigungsmesser) fest angeordnet ist, erhält. Unter der Libelle 19 ist eine Blendenanordnung 21 und ein Reflektor 22 so vorgesehen, dass von aussen kommendes Licht durch die Libelle 19 so reflektiert wird, dass eine Libellenblase 24 aufleuchtet und das Umfeld der Libellenflüssigkeit dunkel erscheint. Der Libellschliffradius ist in Fig. 1 nicht dargestellt. Das Objektiv 6 und die Negativlinse 7 sind in an sich bekannter Weise 15 in der Zeichenebene dargestellt, gerätefest angeordnet und bilden mit den Prismen 8 und 9, der teilverspiegelten Fläche 11 und einem Okular 14 das Fernrohr.

In Fig. 2 ist das Funktionsschema der Neigungskompensation mit einer Libelle als Neigungsmesser dargestellt. Die Zielachse ZZ des elektronischen Kompensatornivelliers 1 ist gegen einen Horizont HH um einen Winkel  $\alpha$  geneigt. Da eine Vorhorizontierung des Gerätes mit den Fussschrauben 4 (Fig. 1) nicht sehr genau durchgeführt werden kann, muss die Horizontierung durch eine Kompensationseinrichtung korrigiert werden. Deshalb wird der Winkel  $\alpha$  mit der Libelle 19 mittels des positionsempfindlichen Detektors 20 gemessen. Die Libellenblase wandert dabei um einen Weg  $\Delta S$  und die Libellentangente LT liegt im Horizont HN und bildet den Winkel  $\alpha$  mit der Parallelen Z'Z'' zur Zielachse.

Der Weg  $\Delta S$  gibt dabei den Neigungswinkel an und wird in Einheiten der Libellenteilung gemessen (2 mm  $\triangleq$  z.B. 30' bei einer 30' Libelle). Der Weg  $\Delta S$  wird entweder von dem positionsempfindlichen Detektor 20 in ein Analogsignal oder von einer CCD-Zeilenanordnung in ein Digitalsignal umgewandelt 35 und bestimmt den Abstand  $\Delta S'$ , wobei eine Leuchtdiodenzeile S in einem Array von der Mitte dieses Arrays aus aufleuchtet. Ein Mikrometerobjektiv 15 bildet dann  $\Delta S'$  verkleinert in die Bildebene 12 in der Grösse  $\Delta S''$  ab, mit

$$40 \quad \Delta S'' = \frac{\Delta S'}{M} \quad M = \text{Mikroskopvergrößerung}$$

Der Weg  $\Delta S''$  steht über die Objektivbrennweite f mit dem Winkel  $\alpha$  im Zusammenhang und zeigt dadurch den Horizont S', den die Libellenblase vorgibt im Fernrohrsehfeld an. Die Verbindungsgerade zwischen dem Hauptpunkt H des Objektivs 6 und dem Leuchtzeilenbild S' der Leuchtdiodenzeile S ist die horizontale Ziellinie H'S' des Fernrohres. Zu dieser horizontalen Ziellinie H'S' ist der Horizont HH parallel und schneidet 45 die Zielachse ZZ im vorderen Brennpunkt A des Objektivs 6. Führt man die Negativlinse 7 in den Strahlengang ein, so kann der Punkt A hinter das Objektiv 6 und dadurch näher zur Vertikalachse VV angeordnet werden (der Übersicht halber nicht dargestellt). Mit dem Okular 14 liest ein Beobachter mit Hilfe 50 des Leuchtzeilenbildes S' an der Messlatte die Anzeige der horizontalen Ziellinie H'S' ab (Fig. 3).

Fig. 3 zeigt das in einem Fernrohrsehfeld 25 erscheinende Lattenbild 26. Ein Beobachter zielt mit einem Vertikalstrich 27 den Rand einer Teilung 29 an. Durch das Bild 28 der Leuchtzeile S' kann er in einem 1 cm Intervall 27 z.B. den Restwert 30 (in zehntel des Intervalls 27), d.h. in Millimetern abschätzen. Auf diesen Millimeterschätzwert ist dann das Raster des Leuchtzeilenarrays 17, d.h. der Zeilenabstand proportional zur Mikroskopvergrößerung M abgestimmt.

65 In Fig. 4 ist das Funktionsschema der Neigungskompensation mit einem Pendel als Neigungsmesser dargestellt. In einem Rahmen 31 hängt ein mechanisches Pendel 40 mit einem abbildenden Element, z.B. einem Spiegel 32 und den Fenstern 33.

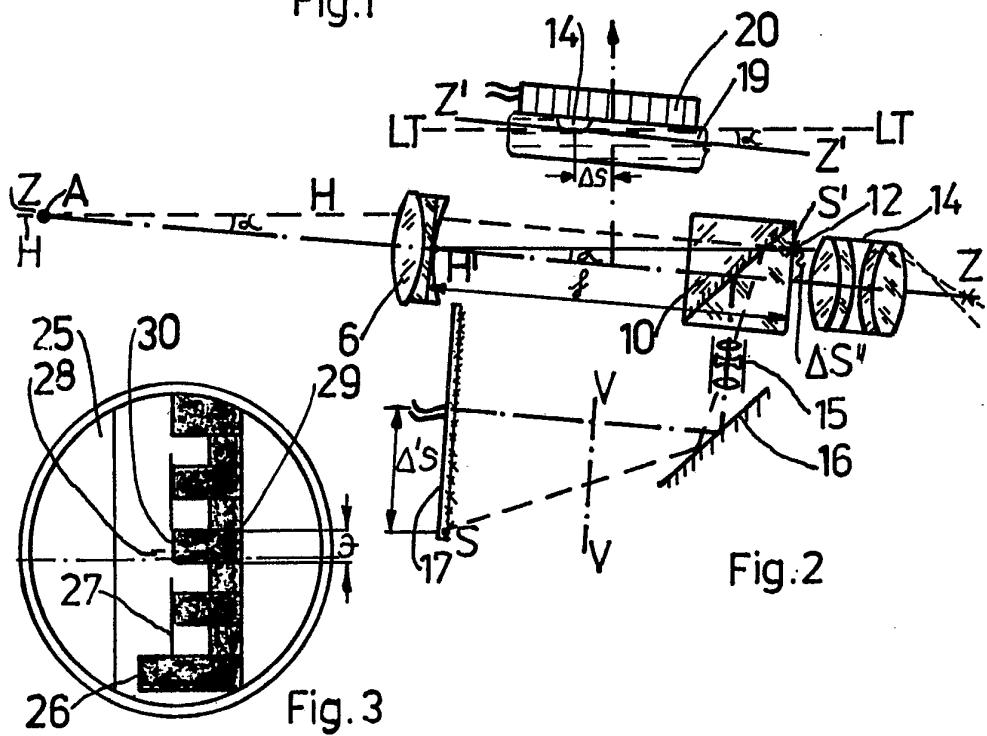
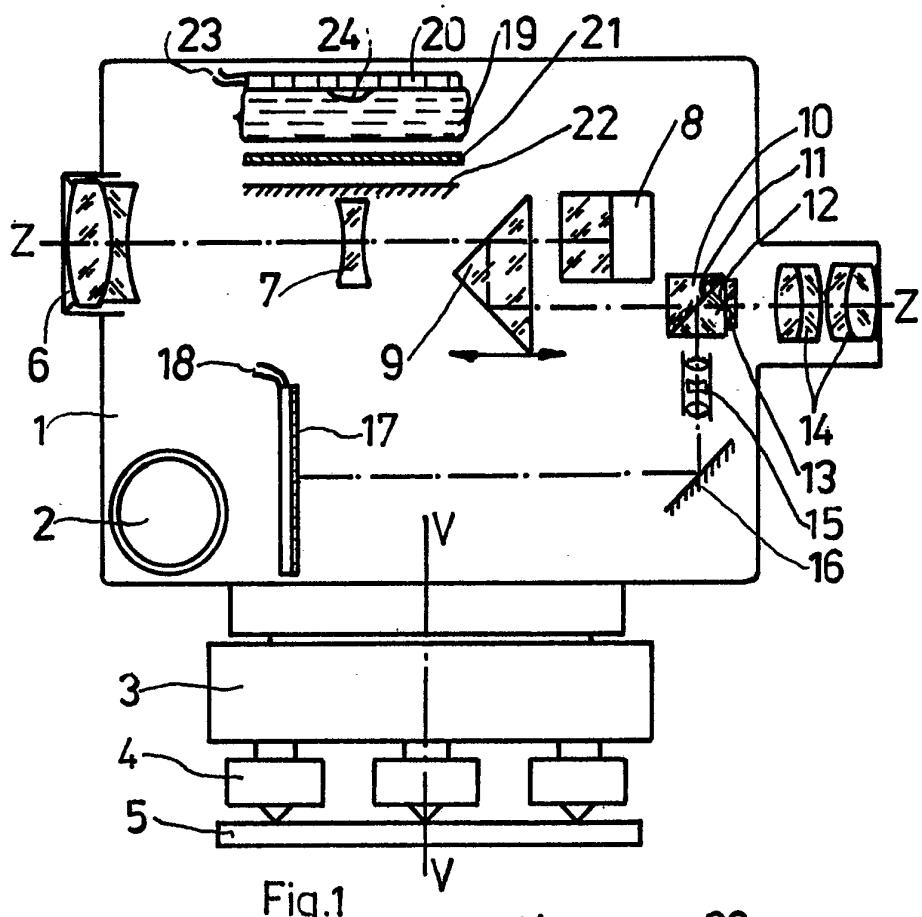
Durch diese Fenster 33 fällt ein Strahlenbündel eines Kollimators 34 mit einer Lampe 35, vor der eine Messmarke 57 im Strahlengang des Kollimators 34 angeordnet ist. Das Strahlenbündel des Kollimators 34 wird von dem Spiegel 32 reflektiert und das reflektierte Strahlenbündel gelangt dann zum Objektiv 36, das die Messmarke 57 auf einen optoelektronischen Empfänger 37 abbildet. Das Pendel 40 wird dabei durch einen Luftdämpfer 38 gedämpft und durch die Anschläge 39 in seinem Funktionsbereich begrenzt. Tritt eine Neigung der Unterlage mit dem Rahmen 31 ein, so wird diese Neigung durch die Auswanderung des Bildes der Messmarke 57 am optoelektronischen Empfänger 37 registriert und in ein analoges Signal umgewandelt, das zur Steuerung der Anzeige 17 dient.

In Fig. 5 ist das Blockschaltbild eines elektronischen Kom pensatornivelliers dargestellt. Ein positionsempfindlicher Empfänger 41 dient zur Aufnahme der Messwerte. Er erhält eine stabilisierte Batteriespannung, die in einer Stromversorgungseinheit 47 erzeugt wird. Die beiden Ausgangsspannungen  $U_A$  und  $U_B$  des Empfängers 41 werden mittels eines Differenzverstärkers 42 weiter verarbeitet, um Helligkeits- und Beleuchtungsschwankungen und Schwankungen der Empfindlichkeiten auf der Empfängerfläche 41 zu kompensieren. Die Ausgangsspannung des Differenzverstärkers 42 dient als Steuerspannung für eine LED-Ansteuereinheit 45. Diese LED-Ansteuereinheit 45 treibt eine LED-Anzeigeeinheit 46 derart an, dass nur eine

Leuchtdiode angesteuert wird, die der beleuchteten Position des Empfängers 41 äquivalent ist. Dabei kann ein Anzeigeelement auch aus einer Reihenschaltung von mehreren lichtemittierenden Elementen bestehen. Weiterhin besteht die Möglichkeit mittels eines Empfängerelementes 48 z.B. Fotodioden in einer Helligkeitseinheit 49 über die Ansteuereinheit 45 die Helligkeit der Anzeigeelemente 46 dem Umgebungslicht anzupassen. Eine Batterieüberwachungseinheit 50 realisiert durch die Anzeigeelemente 46 die Batterieunterspannung. Der Messvorgang wird über einen Taster 51 ausgelöst. Dieser startet dann eine Zeitgebereinheit 52, mit der über einen elektronischen Schalter 53 die gesamte Einrichtung mit der Spannung einer Batterie 54 versorgt wird und nach einer durch den Zeitgeber 52 bestimmten Zeit wieder ausgeschaltet wird.

In Fig. 6 ist das Blockschaltbild für eine Analoganzeige dargestellt, in der die Anzeige durch ein Anzeigegerät 56 ersetzt ist und die Spannung des Differenzverstärkers 42 direkt über einen Widerstand 55 in dem Anzeigegerät 56 zur Anzeige gelangt. Die anderen Baueinheiten, wie die Batterieüberwachungseinheit 50 und die Helligkeitsregeleinheit 49 können entfallen.

Die in Fig. 5 beschriebenen Anzeigegeräte können auch Flüssigkeitskristallanzeigen oder Elektrolumineszenzstrukturen darstellen, die spezielle Ansteuereinheiten erfordern.



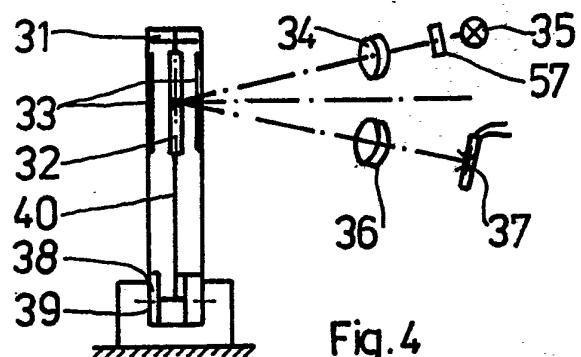


Fig. 4

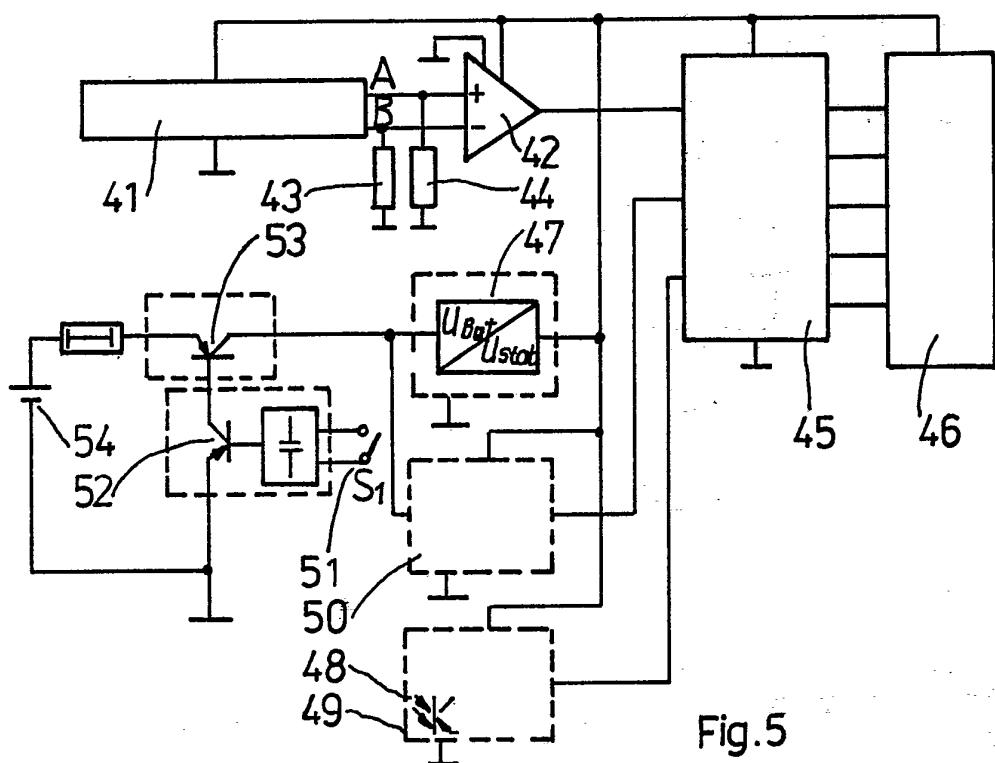
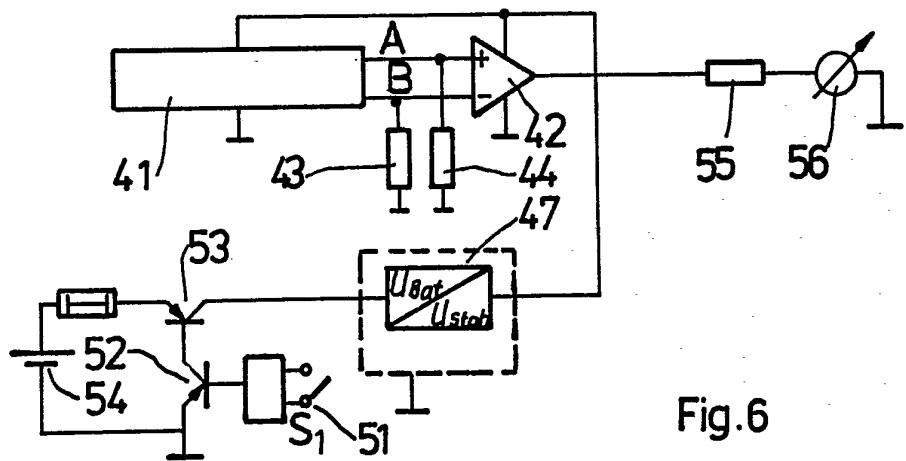


Fig. 5



**Fig. 6**