



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 665 024 A5

⑤① Int. Cl.⁴: G 01 C 5/00
G 01 C 3/02
G 01 C 15/06

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

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 4588/84

㉔ Anmeldungsdatum: 25.09.1984

㉓ Priorität(en): 03.10.1983 DD 255349

㉒ Patent erteilt: 15.04.1988

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.04.1988

㉑ Inhaber:
VEB Carl Zeiss Jena, Jena (DD)

㉒ Erfinder:
Feist, Wieland, Jena-Lobeda (DD)
Hüther, Gerhard, Jena (DD)

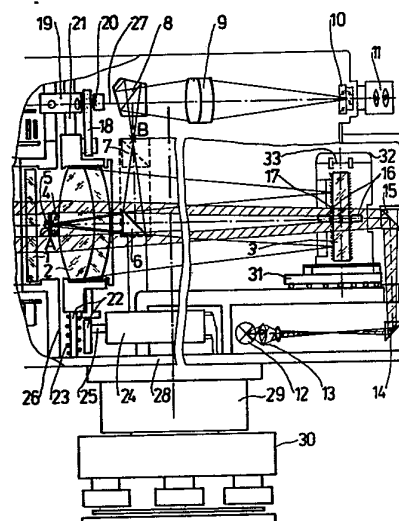
㉒④ Vertreter:
Bovard AG, Bern 25

⑤④ Anordnung zur Höhenmessung, vorzugsweise zum geometrischen Nivellement.

⑤⑦ Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Anordnung zur Höhenmessung so zu gestalten, dass durch eine Erhöhung des Signal-Rauschverhältnisses von Latten-teilstrich zu Umfeld sich die Genauigkeit der lichtelektrischen Messdatenerfassung über Fernstrecken erhöht, so dass eine Objektivierung und Automatisierung des Messprozesses beim geometrischen Nivellement möglich wird.

Es ist ein optisches System mit einer Lichtquelle (12) zum Aussenden eines infraroten oder sichtbaren Lichtstrahlenbündels in der optischen Achse eines Zielfernrohres angeordnet. Für eine in einem Zielpunkt angeordnete Messlatte ist eine reflektierende Teilung vorgesehen. Das optische System mit der Lichtquelle (12) zum aussenden des Lichtstrahlenbündels und ein Zielfernrohr besitzen eine gemeinsame optische Achse.

Durch die Erfindung ist es möglich, den Messprozess der Erfassung lichtelektrischer Messdaten zu objektivieren und den Datenfluss zu automatisieren sowie die Genauigkeit der visuellen Beobachtung durch Entlastung des Beobachters zu erhöhen. Dadurch wird auch die Anzahl der Ables- und Übertragungsfehler reduziert.



PATENTANSPRÜCHE

1. Anordnung zur Höhenmessung, vorzugsweise zum geometrischen Nivellement, mit einem Nivellier, umfassend ein Zielfernrohr mit einer horizontalen Ziellinie zum Anzielen eines Messpunktes, eine Einrichtung zur Stabilisierung der horizontalen Ziellinie zur Lotrichtung, eine sichtbares oder infrarotes Licht aussendende Lichtquelle (12), eine im Zielpunkt angeordnete Messlatte (39), Mittel zur Horizontierung und Orientierung von Instrument und Messlatte und Mittel zur objektiven lichtelektrischen Ausmessung der Messlatteanzeige, dadurch gekennzeichnet, dass ein optisches System mit einer Lichtquelle (12) zum Aussenden eines infraroten oder sichtbaren Lichtstrahlenbündels in der optischen Achse des Zielfernrohres angeordnet ist, und dass für die Messlatte eine reflektierende Teilung (42) vorgesehen ist.

2. Anordnung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das optische System mit der Lichtquelle zum Aussenden des Lichtstrahlenbündels und das Zielfernrohr eine gemeinsame optische Achse besitzen.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Höhenmessung, vorzugsweise zum geometrischen Nivellement, mit einem Nivellier, umfassend ein Zielfernrohr mit einer horizontalen Ziellinie zum Anzielen eines Messpunktes, eine Einrichtung zur Stabilisierung der horizontalen Ziellinie zur Lotrichtung, eine sichtbares oder infrarotes Licht aussehende Lichtquelle, eine im Zielpunkt angeordnete Messlatte, Mittel zur Horizontierung und Orientierung von Instrument und Messlatte und Mittel zur objektiven lichtelektrischen Ausmessung des Messlatteanzeige.

Die Erfindung ist insbesondere beim geometrischen Nivellement für alle Genauigkeitsklassen anwendbar.

Die geometrische Höhenmessung wird bekanntlich durch visuelle Beobachtungen ausgeführt. Ein Beobachter liest im Sehfeld eines genau horizontalen Fernrohres die Anzeige einer in einem Messpunkt aufgestellten Messlatte und deren horizontalen Zielstrich an einer vertikalen Lattenabteilung ab. Diese Anzeige durchläuft eine Luftstrecke, die kein konstantes Medium darstellt, sondern atmosphärischen Bedingungen wie Sonneneinstrahlung, Temperaturgradient der bodennahen Luftschichten und Windeinfluss unterworfen ist. Diese äusseren Einflüsse auf die Lattenablesung und die Erfassung des sich bewegenden und deformierenden Bildes des Lattenstriches sind erschwerend für die visuelle Beobachtung, da in einem Messprozess immer mehrere Ablesungen hintereinander anfallen und der Beobachter zusätzlich die Zieleinstellung und die Registrierung der Ergebnisse der Lattenablesung vornehmen muss. Es ist bekannt, die Lattenablesung durch Fotoempfängerzeilen zu ersetzen und einen horizontalen Laserstrahl, der von einem Nivellier ausgesendet wird als Index auf einer Messlatte zu verwenden.

In der DE-AS 2 756 364 wird eine fotoelektrische Nivellierlatte beschrieben, deren Messbereich übereinander angeordnete, lichtempfindliche Blättchen von Fotodioden enthält, mit denen Impulse eines Lichtstrahles aus einem als Nivellierinstrument dienenden Lasersenders abgetastet werden. Eine CCD-Anordnung zur Längenmessung, bei der beliebig viele CCD-Zeilen hintereinander angeordnet werden können, zur Erfassung eines beliebigen Messbereiches wird in dem WP G01D 218 988 beschrieben. Fotoelektrische Nivellierlatten haben den Nachteil, dass lineare Anordnungen von Fotoempfängern sehr kostenaufwendig sind und dadurch nicht für einen grossen Messbereich ausgelegt werden. Die Auflösung des Messsystems ist an die Grösse

der Empfänger gebunden. Um grössere Auflösungen zu erreichen, müssen mehrere gegeneinander versetzte Reihen von Empfängern verwendet werden, die eine komplizierte Auswertelektronik erfordern. In der DE-AS 1915 891 wird eine Vorrichtung zur Bestimmung der Lagekoordinaten eines Punktes mittels eines Laserstrahles dargestellt.

Eine andere Methode der Höhenmessung besteht darin, dass geometrische Nivellement auf ein trigonometrisches Nivellement zurückzuführen und die Ablesung an der Messlatte durch eine genauere Teilkreisablesung zu ersetzen. Dieser Methode sind aber Grenzen gesetzt, da eine Winkelmessung stets genauer sein muss als die direkte Höhenmessung.

Aus der CH-PS 376 673 sind Verfahren und Einrichtungen zum Messen von Strecken durch Ablesungen von Teilungen bekannt.

Im Maschinenbau werden Massstäbe für Auflicht-Messsysteme zur Zählung von Ziffern verwendet, die vorwiegend dort eingesetzt werden, wo sich das Messsystem direkt am Massstab befindet.

Durch die Erfindung sollen die genannten Nachteile beseitigt, die Genauigkeit der visuellen Beobachtung erhöht und der Messprozess beim geometrischen Nivellement vereinfacht werden. Weiterhin soll durch Entlastung des Beobachters bei der visuellen Beobachtung die Ables- und Übertragungsfehler reduziert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anordnung zur Höhenmessung so zu gestalten, dass durch eine Erhöhung des Signal-Rauschverhältnisses von Lattenteilstrich zu Umfeld sich die Genauigkeit der lichtelektrischen Messdatenerfassung über Fernstrecken erhöht, so dass eine Objektivierung und Automatisierung des Messprozesses beim geometrischen Nivellement möglich wird. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass ein optisches System mit einer Lichtquelle zum Aussenden eines infraroten oder eines sichtbaren Lichtstrahlenbündels in der optischen Achse eines Zielfernrohres angeordnet ist und dass für die Messlatte eine reflektierende Teilung vorgesehen ist. Vorteilhaft ist es, wenn das optische System mit der Lichtquelle zum Aussenden des Lichtstrahlenbündels und das Zielfernrohr eine gemeinsame optische Achse besitzen.

Durch die Erfindung ist es möglich, den Messprozess der lichtelektrischen Messdatenerfassung zu objektivieren, indem durch Ausnutzung der Einfachreflexion des Lichtes zur Abbildung eines selbstleuchtenden Lattenstriches die Bedingungen für die Automatisierung des geometrischen Nivellements geschaffen werden. Dadurch können die Ables- und Übertragungsfehler reduziert werden, die durch einen Beobachter bei der visuellen Beobachtung entstehen.

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

Fig. 1 den Aufbau eines Nivelliers mit der erfindungsgemässen Anordnung

Fig. 2 die Vorderansicht des Nivelliers

Fig. 3 eine Messlatte mit der entsprechenden Teilung

Fig. 4 ein Blockschaltbild der Messeinrichtung

Der Grundaufbau des Nivelliers in Fig. 1 entspricht dem Ni 002 des VEB Carl Zeiss JENA. Die erfindungsgemässe Anordnung enthält ein optisches System, das axial zur optischen Achse des Nivellierfernrohres angeordnet ist. Es enthält eine Lampe 12 zum Aussenden eines infraroten oder eines sichtbaren Lichtstrahlenbündels und ein Kondensorsystem 13. Das Lichtstrahlenbündel wird weitergeleitet über die Umlenkprismen 14 und 15, durch einen Pendelspiegel 3 mit der spiegelfreien Fläche 17, den zwei Blenden 16, durch ein Objektiv 2 und eine Abschlussplatte 1 auf eine in einem

Messpunkt aufgestellte Messlatte 39 (siehe Fig. 3). Die spiegelnden Teilungsstriche 42 der Messlatte 39 werden durch Reflexion des Lichtstrahlenbündels aus der Lampe 12 wieder zum Nivellier zurückreflektiert. Das zurückreflektierte Licht tritt über die keilige Abschlussplatte 1 in das Objektiv 2 ein und wird von diesem gesammelt, von dem Pendelspiegel 3 reflektiert und bildet in der Bildebene A die leuchtenden Teilungsstriche 42 scharf ab. In dieser Ebene befindet sich ein Differenzfotoempfänger 5 und vor ihm angeordnet eine Blende 4. In dem Differenzfotoempfänger 5 entsteht ein elektrisches Signal, das entsprechend des Blockschaltbildes in Fig. 4 weiterverarbeitet wird. Dem Objektiv 2 ist ein Prisma 6 nachgeordnet, das das Messfernrohrsystem bestehend aus den Teilen Abschlussplatte 1, Objektiv 2, Pendelspiegel 3, Blende 4 und Differenzfotoempfänger 5 zum Anzielen eines Messpunktes in ein visuelles Zielfernrohrsystem umwandelt. Die zu A analoge Bildebene befindet sich dann in B. Das in der Bildebene B befindet sich dann in B. Das in der Bildebene B entstehende Bild wird über ein Zwischenabbildungssystem 9 und ein Prisma 8 in eine Bildebene 10 abgebildet und mit einem Okular 11 betrachtet. Mit dem Objektiv 2 ist ein Messstab 18 fest verbunden, der von einem Leuchtdiodensystem 19 beleuchtet und an einem Index 20 mit einem Frequenzempfänger 27 abgelesen wird. Das Objektiv 2 ist ausserdem an einer Führung 21 verschiebbar gelagert. Eine Zugfeder 26 kann das Objektiv 2 über eine Gleitfläche 22 ziehen, an der ein Exzenter 23 auf der Welle 25 eines Motors 24 angeordnet ist. Der Motor 24 ist in einem Gerätegehäuse 28 untergebracht. Das Gerätegehäuse 28 enthält eine weitere Führung 31, auf der der Pendelspiegel 3 in einem Gehäuse 32 angeordnet ist und mit einem nicht dargestellten Fokussiertrieb bewegt wird. Der Pendelspiegel 3 erhält seine Dämpfung durch ein Luftdämpfungssystem 33.

Die in Fig. 2 dargestellte Vorderansicht des Nivelliers enthält das Gehäuse 28, das auf einem Unterteil 29 angeordnet ist, in dem sich der nicht dargestellte Seitenfeintrieb befindet. Ein Knopf 35 dient zur Fokussierung des Pendelspiegels 3, ein weiterer Knopf 36 schaltet das Prisma 6 in seine Messlage ein. An der Okularseite des Nivelliers ist ein Bedienpult 37 vorgesehen.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt der Messlatte 39 mit den verschiedenen Teilungsstrichen. In einem Holzkasten 38 ist wie üblich das Invarband mit seiner Messteilung angeordnet.

Auf der linken Seite des Holzkastens 38 ist die Meterteilung 39 und auf der rechten Seite die Dezimerteilung 40 mit dem $\frac{1}{2}$ Dezimeterpunkt und den Ziffern vorgesehen. Eine Mess-
5 teilung 41 trägt auf ihrem Metallband die spiegelnden Teilungsstriche 42. An dem Holzkasten 38 ist weiterhin ein Richtglas 43 angeordnet, dessen Zielachsenebene 45 genau rechtwinklig zur Teilungsebene eingestellt wird. Eine Achse 46 einer Dosenlibelle 44 liegt parallel zu den spiegelnden Teilungsstrichen 42 und ermöglicht ein genaues Senkrech-
10 stellen der Messlatte 39. Durch das Richtglas 43 kann die Messlatte 39 genau zum Messgerät (Nivellier) ausgerichtet werden.

In Fig. 4 wird das Blockschaltbild der Messeinrichtung dargestellt. Über ein Eingabepult 47 erfolgt die Auslösung des Messprozesses, der durch einen Mikroprozessor 48 gesteuert wird. Mit dem Auslöseimpuls schaltet eine Steuerung 49 den Scheinwerfer 51 und den Motor 50 ein. Ein Differenzfoto-
15 empfänger 52 erfasst den Nulldurchgang des Lattenstriches. Das gewonnene elektrische Signal wird in einem Verstärker 53 verstärkt und durch einen A/D-Wandler 54 in ein Digitalsignal umgewandelt. Dieses Signal startet einen Zähler 58, der die von einem Messstab 18 kommenden Signale über einen Fotoempfänger 55, einen Verstärker 56 und einen
20 A/D-Wandler 57 zählt. Diese Zählung wird durch den Nullstrich der Teilung beendet. Eine Steuerlogik 61 sorgt mit zusätzlichen Einrichtungen dafür, dass nur die Impulsstrecke die Nullstrich-Digitalsignale zählt. Der Mikroprozessor 48 berechnet dabei die Feinablesung und stellt mit der über die Eingabe 47 bereitgestellten visuellen Grobablesung die
25 Gesamtablesung zusammen, die in einer Anzeige 59 oder in einer Registriereinheit 60 abgelesen wird.

Diese Anordnung zur Höhenmessung ist für das geometrische Nivellement vorzugsweise anwendbar, weil das Nivellier über eine genau horizontierte Ziellinie verfügt, die Mess-
35 latte 39 mittels der Dosenlibelle 44 sehr genau senkrecht gestellt werden kann und der Beobachter für die visuelle Beobachtung die Mitte der Lattenenteil anzielen muss und die Messlatte 39 genau winklig zum Zielstrahl ausgerichtet
40 wird. Nach dem Anzielen der Messlatte 39 fokussiert der Beobachter mittels des Pendelspiegels 3 das Lattenbild und liest es grob ab. Danach schaltet er das Prisma 6 in die Lage 7 und löst den Messprozess aus.

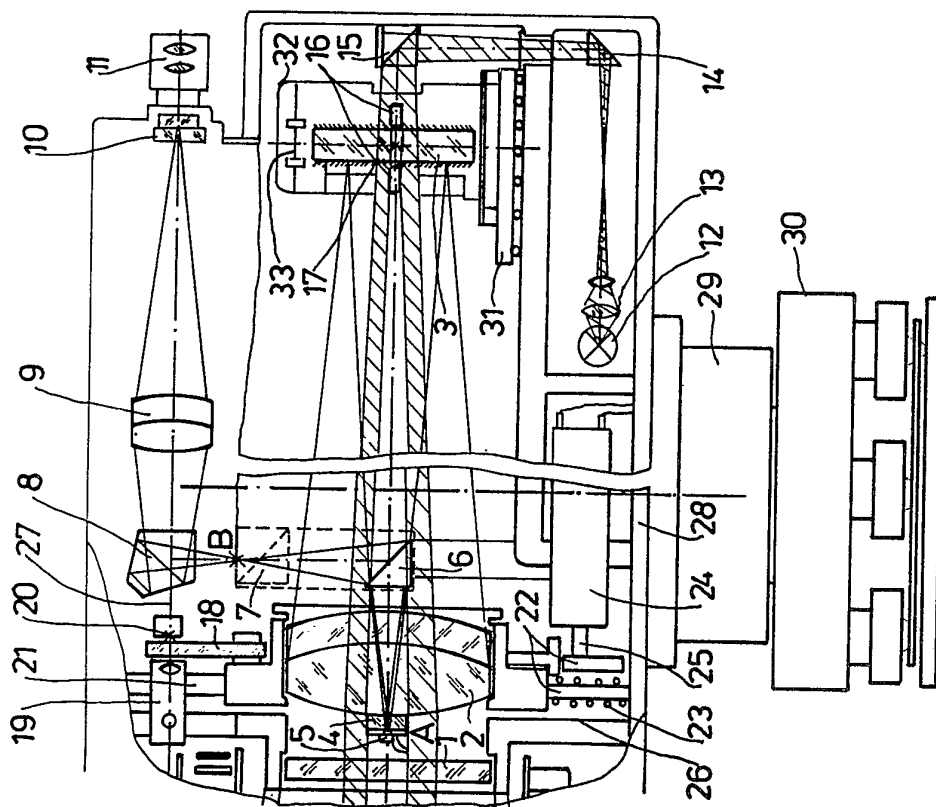


Fig. 1

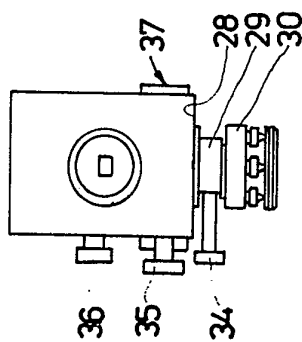


Fig. 2

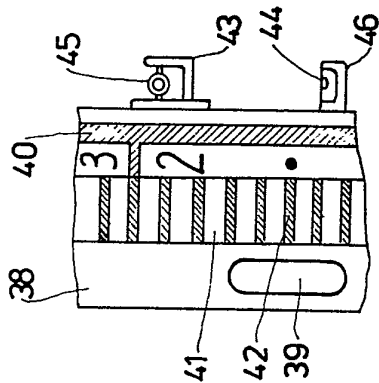


Fig. 3

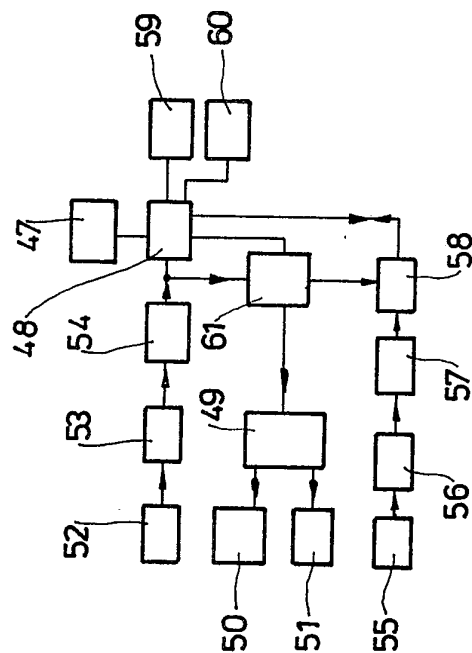


Fig. 4