



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 673 890 A5

⑤① Int. Cl.⁵: G 01 C 1/02
G 01 C 9/20

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 3686/86

⑦③ Inhaber:
Notron Engineering AG, Zollbrück

㉔ Anmeldungsdatum: 15.09.1986

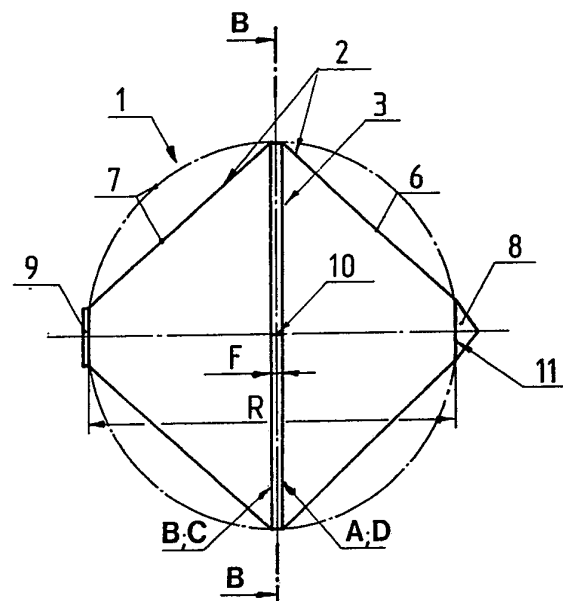
㉔ Patent erteilt: 12.04.1990

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 12.04.1990

⑦② Erfinder:
Winiger, Hans-Rudolf, Zollbrück

⑤④ **Optoelektronischer Theodolitsensor.**

⑤⑦ Der optoelektronische Theodolitsensor (1) hat in einem Gehäuse (2) eine Messzelle (3), welche zur Hälfte mit einer lichtundurchlässigen Flüssigkeit oder je zur Hälfte zwei nichtmischbare Flüssigkeiten überschichtet enthält, wovon die eine lichtundurchlässig und die andere lichtdurchlässig ist. In der Normallage der Messzelle (3) bildet die Flüssigkeit oder die Trennfläche (10) der zwei Flüssigkeiten mit der lichtundurchlässigen Seitenflächen(A) und (B) ein exakter 1/4 Kreissektor, durch welchen das Licht der Lichtquelle (8) zum gegenüberliegenden optoelektronischen Bauelement (9) gelangt. Eine Winkeländerung (φ) der Messzelle (3) bewirkt eine auf den optoelektronischen Empfänger (9) veränderte Lichtintensität, welche nach Umformung als Funktion des Winkels (φ) herangezogen wird.



PATENTANSPRÜCHE

1. Optoelektronischer Theodolitsensor (1), bestehend aus Gehäuse (2), Messzelle (3), mit zwei Flüssigkeiten (4, 5), dadurch gekennzeichnet, dass sich in der senkrecht aufgestellten, flachen, durch zwei einander gegenüber liegenden ganzflächig lichtundurchlässigen Seitenflächen (A, B), die an zwei einander gegenüberliegenden ganzflächig lichtdurchlässigen Seitenflächen (C, D) mittig angrenzen, gebildeten Messzelle (3) je zur Hälfte zwei nichtmischbare Flüssigkeiten (4, 5) überschichtete vorliegen, wovon die eine (4) lichtundurchlässig und die andere (5) licht durchlässig ist, und dass an der Vorderseite (A, D) und an der Rückseite (B, C) der Messzelle (3) eine Abdeckung (6, 7) angebracht ist, die mindestens eine Lichtquelle (8) resp. mindestens ein optoelektronisches Bauelement (9) aufweist, so dass eine Winkeländerung der Messzelle (3) ein optoelektronisches Signal ergibt, welches nach entsprechender Umformung zum Messen des Winkels ϕ dient.

2. Optoelektronischer Theodolitsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Flüssigkeiten (4, 5) alle nichtmischbaren binären Systeme eingefüllt werden können, welche an der Grenzfläche (10) eine scharfe Trennlinie ergeben, vorzugsweise solche Flüssigkeitssysteme, welche eine möglichst unterschiedliche Dichte sowie einen möglichst tiefen Dampfdruck resp. Schmelzpunkt aufweisen.

3. Optoelektronischer Theodolitsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das binäre Flüssigkeitssystem aus zwei organischen oder zwei anorganischen oder einem organischen und einem anorganischen Stoff besteht.

4. Optoelektronischer Theodolitsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die lichtundurchsichtige Flüssigkeit (4) Quecksilber oder eine eingefärbte organische oder anorganische Verbindung darstellt.

5. Optoelektronischer Theodolitsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messzelle (3) zylinderförmig ausgebildet ist und das Verhältnis Kreisdurchmesser (E) zu Höhe (F) 10 000,1 bis 10,1, vorzugsweise 2 000,1 bis 50,1, beträgt.

6. Optoelektronischer Theodolitsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckungen (6, 7) kalotten- und oder kegelförmig ausgebildet sind und innen einen hohen Reflexionsgrad aufweisen.

7. Optoelektronischer Theodolitsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (8) ein auf das optoelektronische Bauelement (9) abgestimmte Wellenlänge und Strahlungsleistung abgibt.

8. Optoelektronischer Theodolitsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das optoelektronische Bauelement (9) ein Fotowiderstand oder eine Fotodiode resp. Fotoelement oder ein Fototransistor oder ein Fotothyristor oder ein Fotomultiplier darstellt.

9. Optoelektronischer Theodolitsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Lichtquelle (8) Glühlampen oder Leuchtdioden verwendet werden.

10. Optoelektronischer Theodolitsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand R zwischen Lichtquelle (8) und optoelektronischem Bauelement (9) derart abgestimmt ist, dass unter Berücksichtigung der Ausdehnung von Sender (8) und Empfänger (9) ein minimaler Fehler erreicht wird.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft einen optoelektronischen Theodolitsensor zum Messen von Vertikal- und/oder Höhenwinkeln gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

In Abweichung von der in der Praxis üblichen Art, zur Messung von Winkeln für Navigation und Geodäsie oder zum Prüfen der Lage senkrechter und waagrechter Teile oder zur Messung der Neigungen des Erdbodens, von Lotschwankungen und Gezeiten des Erdkörpers oder für die Messung der Seismizität, Theodolite mit elektro-optischer Kreisablesung, Röhren- oder Dosenlibellen oder Sextanten einzusetzen, sieht die Konstruktion der Erfindung einen optoelektronischen Theodolitsensor vor, der nach entsprechender Auslegung für all diese Messaufgaben eingesetzt werden kann.

Die zur Messung des sichtbaren oder künstlichen Horizontes eingesetzten Libellen, Fendel, kreiselgestützten Marken, Quecksilberhorizonte oder Spiegelglasscheiben können nur mit Hilfe von Teilkreisen oder Gradbogen zur Messung der Horizontal- oder Vertikalabweichung herangezogen werden. Zudem sind diese Instrumente oder Sensoren entweder sehr aufwendig in der Herstellung oder ungenau und ermöglichen meist nur einen begrenzten Anwendungsbereich.

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, löst die Aufgabe, einen optoelektronischen Theodolitsensor vorzuschlagen, bei dem alle Winkel zwischen der Horizontalen und der Vertikalen sehr exakt und unter Ausschluss mechanischer oder optischer Ablesung ermittelt werden können.

Die durch die Erfindung erreichten Vorteile sind im wesentlichen darin zu sehen, dass sehr schnell und exakt alle Winkel zwischen der Horizontalen und der Vertikalen absolut gemessen werden können. Zudem besticht die Erfindung durch ihren einfachen Aufbau und durch die Ausnutzung sehr exakter physikalischer Grössen. Ausserdem ist das zugrunde gelegte Messprinzip berührungslos und unempfindlich gegenüber äusseren Einflüssen.

Durch Abstimmung und entsprechender Auslegung kann die Erfindung in praktisch allen Bereichen der Technik, in welchen exakte Winkel oder die Horizontale resp. die Vertikale sowie Winkelabweichungen derselben interessieren, Verwendung finden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von lediglich einen Ausführungsweg darstellenden Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigt Figur 1 im Schnitt A-A einen optoelektronischen Theodolitsensor, Figur 2 das Schnittbild B-B der Figur 1.

In den Figuren ist ein optoelektronischer Theodolitsensor dargestellt, welcher in seinem grundsätzlichen Aufbau aus einem Gehäuse (2), einer Messzelle (3), die zur Hälfte eine lichtundurchlässige Flüssigkeit (4) oder zwei nichtmischbare überschichtete vorliegende Flüssigkeiten (4, 5) enthält, wobei die eine lichtundurchlässig (4) und die andere lichtdurchlässig (5) ist, den kalotten- oder kegelförmigen Abdeckungen (6, 7), einer Lichtquelle (8) und einem direkt gegenüberliegenden optoelektronischen Bauelement (9) besteht.

Erfindungsgemäss sind die Seitenflächen A und B der Messzelle lichtundurchlässig, die Seitenflächen C und D jedoch lichtdurchlässig. Der optoelektronische Theodolitsensor (1) steht in seiner Normallage so, dass sich der Flüssigkeitshorizont (10) resp. die Grenzfläche (10) bei zwei nichtmischbaren Flüssigkeiten (4, 5) exakt in der Mitte der vorzugsweise zylinderförmigen Messzelle befindet; was durch exaktes $\frac{1}{2}$ Auffüllen bei einer Flüssigkeit (4) resp. 1,1 Auffüllen der zwei Flüssigkeiten (4, 5) erreicht wird.

Wird nun die Normallage um einen positiven oder einen negativen Winkel ϕ gedreht, so verkleinert resp. vergrößert sich die scheinbare Fläche des in der Normallage exakten $\frac{1}{4}$ Kreissektors der Seitenflächen C und D, da die lichtundurchlässige Flüssigkeit (4) nun einen grösseren resp. kleineren Kreissektor abdeckt. Diese Veränderung der scheinbaren

Fläche reduziert resp. vergrößert den Lichtstrom auf das optoelektronische Bauelement (9), dessen Signaländerung nun in Funktion des Winkels ϕ umgeformt und als Messgröße herangezogen wird.

Eine besonders zweckmässige Gestaltung des optoelektronischen Theodolitsensors mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs sieht vor, dass bei Verwendung von zwei nichtmischbaren Flüssigkeiten, diese eine möglichst unterschiedliche Dichte aufweisen. Ausserdem sind vorzugsweise Flüssigkeiten mit möglichst tiefem Dampfdruck resp. Schmelzpunkt einzufüllen. Hier eignen sich viele organische und auch anorganische Verbindungen, wie z. B. die folgenden Binärsysteme:

- Höhere ein- und mehrwertige Alkohole / aromatische Verbindungen oder halogenierte Kohlenwasserstoffe;
- organische Säureanhydride / aliphatische Kohlenwasserstoffe;
- Quecksilber, Wasser mit Tensid- oder Alkoholzusatz, Schwefelkohlenstoff / aliphatische oder aromatische Verbindungen und viele andere mehr.

Sofern als lichtundurchlässige Flüssigkeit nicht Quecksilber eingefüllt wird, ist die eine Flüssigkeit (4) lichtundurchlässig einzufärben. Dies kann durch Farbstoff, je nach Art der beiden Flüssigkeiten auch durch Indikatorzusatz, Russ oder anderen Pigmenten geschehen. Vor allem ist darauf zu achten, dass die Einfärbung selektiv und äusserst stabil über Jahre unverändert bestehen bleibt. Um eine Sedimentation des Pigmentes zu verhindern, ist dessen Partikelgrösse derart fein zu wählen, dass die BROWNsche Molekularbewegung wirken kann.

Die Messzelle (3) ist mit Vorzug zylinderförmig auszubilden, um eine sehr einfache Funktion des Lichtstroms

(durchscheinende Fläche) zum Winkel ϕ zu erzielen; nämlich Proportionalität.

- Das Verhältnis Kreisdurchmesser E zur Höhe F kann dabei 10 000,1 bis 10,1, vorzugsweise 2 000,1 bis 50,1 betragen. Die Abdeckungen (6, 7) können kalotten- und/oder kegelförmig ausgebildet sein und sind innen derart zu beschichten oder mit Metall zu bedampfen, dass sie einen hohen Reflexionsgrad aufweisen und somit eine gleichmässige Lichtverteilung gewährleisten. Vorzugsweise sind die Innenflächen mit reiner, weisser Farbe mit hohem Reflexionsgrad zu beschichten.

- Als Lichtquelle (8) eignen sich Glühlampen oder Leuchtdioden, die auf das optoelektronische Bauelement (9) hinsichtlich Wellenlänge und Strahlungsleistung abgestimmt sind. Vor allem ist bei den Glühlampen darauf zu achten, dass sie durch Konstruktion und künstliche Alterung auf stabile und damit kalibrierbare fotometrische Daten ausgelegt sind. Um eine regelmässige Lichtverteilung zu erzielen, ist es angebracht vor die Lichtquelle (8) eine ebene diffus strahlende Fläche (11) anzubringen. Als optoelektronisches Bauelement (9) eignet sich grundsätzlich jeder optoelektronische Empfänger, sei dies nun ein Fotowiderstand, Fotodiode, Fotoelement, Fototransistor, Fotothyristor oder ein Fotomultiplier. Vor allem ist darauf zu achten, dass das optoelektronische Bauelement (9) eine hohe Linearität zwischen Messgrösse (Spannung, Widerstand, Strom) und Beleuchtungsstärke über mehrere Dekaden beibehält. Aufgrund ihrer Proportionalität zwischen Fotostrom resp. Kurzschlussstrom und Beleuchtungsstärke eignen sich Fotodioden resp. Fotoelemente vorzüglich, da eine aufwendige Linearisierung entfällt. Der Abstand R zwischen Lichtquelle (8) und optoelektronischem Bauelement (9) ist derart zu wählen und abzustimmen, dass unter Berücksichtigung der Ausdehnung von Sender (8) und Empfänger (9) ein minimaler Fehler entsteht.

Schnitt A-A

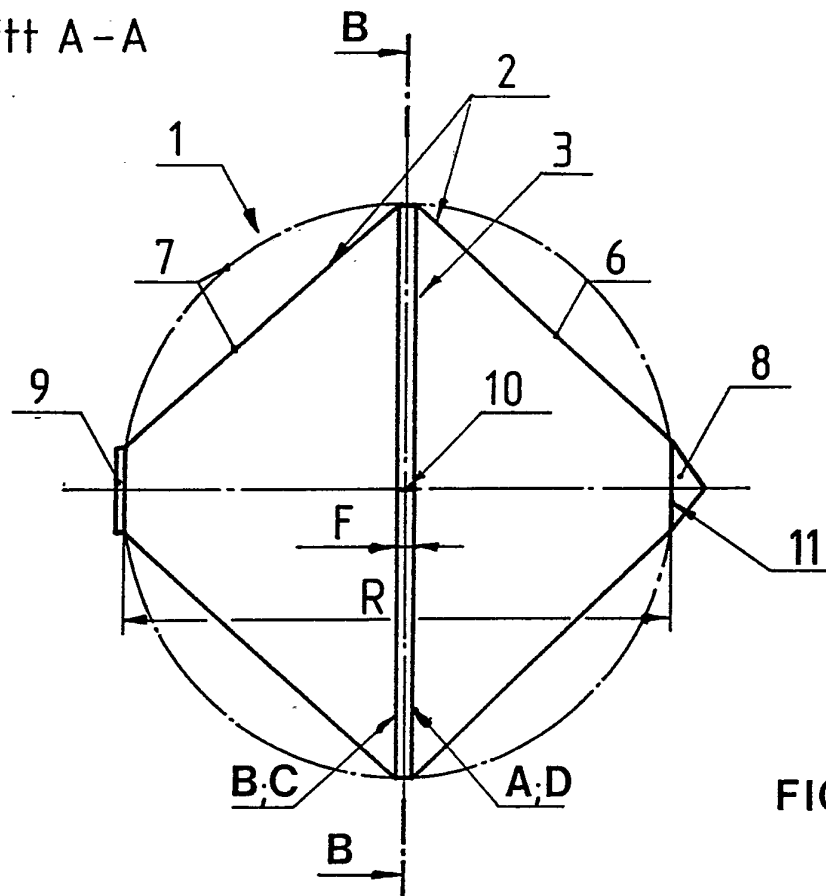


FIG. 1

Schnitt B-B

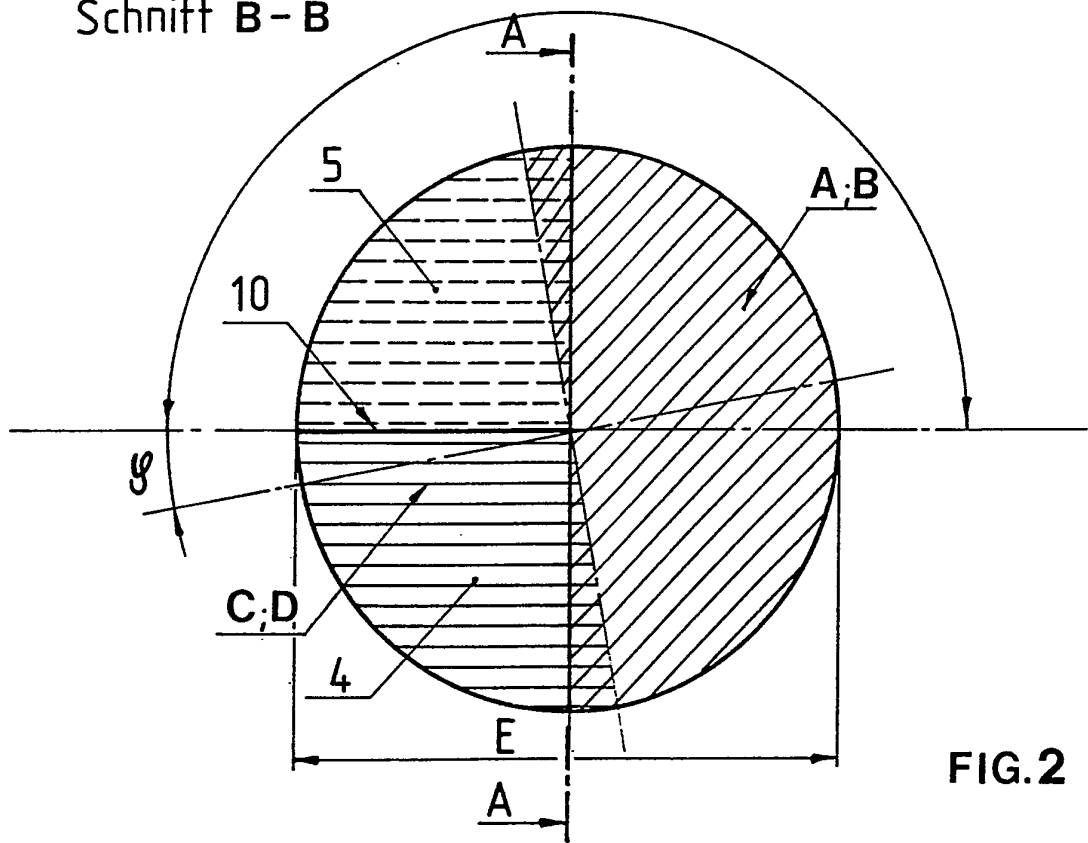


FIG. 2