



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTCHRIFT 158 944

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 158 944 (44) 09.02.83 3(51) G 01 C 1/06
(21) WP G 01 C / 229 704 0 (22) 04.05.81

(71) siehe (72)

(72) Feist, Wieland, Dr. Dipl.-Ing.; Röder, Rolf, Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) VEB Carl Zeiss Jena, BfS, 6900 Jena, Carl-Zeiss-Straße 1

(54) Winkelmeßgerät.

(57) Winkelmeßgerät mit mindestens einem Teilkreis, auf dem sich eine Kreisteilung und eine mit dieser gleichzeitig aufgebrachte Kreislinie befindet. Die Ausschaltung der Exzentrizität des Teilkreises soll mit einfachen Mitteln unter Verwendung nur einer Stelle der Kreisteilung ermöglicht werden. Das wird dadurch erreicht, daß der zur Ablesestelle an der Kreisteilung um 90° versetzt liegende Teil der Kreislinie als Index verwendet und über ein Prismen- und Abbildungssystem auf die Kreisteilung abgebildet wird. Das Abbildungssystem kann so korrigiert sein, daß es das an sich gekrümmte Kreislinienstück als Gerade auf die Kreisteilung abbildet. Das Winkelmeßgerät wird vor allen Dingen in der Vermessungstechnik verwendet. Fig. 2



229704 0

- 1 -

Titel: Winkelmeßgerät

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung bezieht sich auf ein Winkelmeßgerät mit mindestens einem Teilkreis, auf den sich mindestens eine Kreisteilung und eine mit der Kreisteilung gleichzeitig erzeugte und mit ihr konzentrisch zu einer Achse angeordnete Kreislinie befindet und bei dem zwei gegeneinander versetzt liegende Kreisstellen aufeinander abgebildet werden, von denen eine den Ableseindex und die andere die abzulesende Teilung darstellt. Die Erfindung ist in allen Geräten zur Winkelmessung, insbesondere aber in geodätischen Winkelmeßgeräten mittlerer und hoher Genauigkeit anwendbar.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik:

Die Genauigkeit der Winkelmessung hängt in hohem Maße von der Ausschaltung der Exzentrizität, d.h. vom Übereinstimmen des Zentrums einer Kreisteilung mit der Drehachse des Teilkreises ab, um die die Winkel zu messen sind. Das betrifft sowohl die Einhaltung eines hohen Maßes an Zentrizität beim Aufbringen der Kreisteilung auf den Teilkreis als auch den exakt zentrischen Einbau des mit der Kreisteilung versehenen Teilkreises in das Winkelmeßgerät. Trotz aller Bemühungen hat sich eine exakte Zentrizität bei der Herstellung der Teilungen und beim Einbau der Teilkreise nicht erreichen lassen, so

3763

daß Restfehler durch die Entwicklung und Anwendung entsprechender Meßmethoden berücksichtigt werden mußten. Die bekannteste Methode hierfür ist die optische Mittelbildung, bei der eine Stelle einer Kreisteilung gleich- oder gegenläufig auf eine dazu um 180° versetzt liegende Stelle derselben Kreisteilung abgebildet wird. Bei der Ausmessung der Teilkreisanzeige anhand beider Teilkreisstellen werden die Einflüsse der Exzentrizität automatisch ausgeschaltet.

Bei der objektiven, fotoelektrischen Ablesung von Teilkreisen ordnet man zur Ausschaltung der Exzentrizität fotoelektrische Abtasteinrichtungen entweder über zwei gegenüberliegenden Ablesestellen oder an einer Stelle an, zu der das Bild der anderen Kreisstelle optisch übertragen wird. Auch dabei erfolgt eine automatische Ausschaltung der Exzentrizität durch Mittelung der Abtastergebnisse.

Es ist auch bekannt, vier um 90° gegeneinander versetzte Kreisstellen oder drei Kreisstellen, von denen zwei symmetrisch zur dritten liegen, zu verwenden.

Die Verwendung zweier übereinander abgebildeter Kreisstellen ist mit einem hohen feinmechanisch-optischen und Justieraufwand verbunden, weil die Abbildung genau im Maßstab 1 : 1 erfolgen muß und die Führung des Abbildungsstrahlenganges durch das Teilkreiszentrum zur Gewährleistung weiterer Funktionen am Winkelmeßgerät meist nicht möglich ist. Werden mehr als zwei Kreisstellen verwendet so erhöht sich der Aufwand erheblich.

Eine weitere Möglichkeit der Berücksichtigung der Teilkreis-exzentrizität ist es, jeden einzelnen Teilkreis auszumessen und die entsprechenden Korrekturwerte bei der Winkelbestimmung zu berücksichtigen. Dieses Verfah-

ren ist sehr aufwendig und infolge der möglichen Ab-
lese-, Einstell- und Rechenfehler mit großen Unsicher-
heiten behaftet.

Schließlich ist es bekannt, Teilkreise mit einer Teilung
und einer Kreislinie, die beide coaxial zur Drehachse
angeordnet sind, in einem Arbeitsgang zu versehen. Die
als Zentrierkreis bekannte Kreislinie wird zur mög-
lichst exakten Zentrierung der Kreisteilung bezüglich
der Drehachse des Teilkreises benutzt, ohne jedoch eine
der oben genannten Meßmethoden zur Ausschaltung des Ex-
zentrizitätseinflusses zu erübrigen.

Ziel der Erfindung:

Durch die Erfindung sollen die aufgezeigten Mängel be-
seitigt und mit einfachen Mitteln die Ausschaltung des
Exzentrizitätseinflusses ermöglicht werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Winkelmeß-
gerät so auszubilden, daß bei Verwendung nur einer Stel-
le der Kreisteilung und Vermeidung der damit verbundenen
genauen maßstabsgerechten Abbildung einer Stelle der
Kreisteilung auf eine ihr zugeordnete eine exakte Aus-
schaltung des Einflusses der Kreisteilungsexzentrizität
bezüglich der Drehachse erfolgt. Dazu soll die im Prozeß
der Kreisteilung ohnehin gegebene und verwendete Mög-
lichkeit der Aufbringung einer Kreislinie gleichzeitig
mit der Kreisteilung und parallel zu ihr genutzt wer-
den.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß
ein Teil der Kreislinie als Ablesindex für die Kreis-
teilung dient und daß dieser Teil gegenüber der Ablese-
stelle an der Kreisteilung im wesentlichen um 90° ver-

setzt ist und mit Hilfe eines Abbildungssystem auf die Ablesestelle abgebildet wird. Da dieser Teil der Kreislinie bei Vorliegen einer Exzentrizität genau um den Betrag und in der gleichen Richtung versetzt ist wie die Striche der Kreisteilung an der Ablesestelle, ist die Einwirkung der Exzentrizität exakt aufgehoben. Durch die Erfindung wird also erstmals das bisher immer übliche Verfahren der Ablesung an mindestens zwei diametral gegenüberliegenden Teilkreisstellen zur Ausschaltung der Exzentrizität verlassen und durch Anbringung eines von der Kreisteilung unabhängigen Index auf dem Teilkreis selbst eine erheblich vereinfachte, der genauen visuellen und fotoelektrischen Winkelmessung zugängliche Lösung geschaffen. Die Erfindung hat außerdem gegenüber allen mit einem Index bzw. einer Interpolationsskala für die Winkelmessung versehenen Winkelmeßgeräten den Vorteil der starren Zuordnung von Index und Kreisteilung, so daß gegenseitige mechanische Lageveränderungen ausgeschlossen sind. Die Führung des Abbildungsstrahlenganges für den Index auf die Kreisteilung braucht nicht durch die Mitte des Winkelmeßgerätes zu gehen, so daß hier andere, beispielsweise für die Zentrierung eines Winkelmeßgerätes über einem Bodenpunkt erforderliche Baugruppen angeordnet werden können. Da der Ableseindex ein Ausschnitt aus einer Kreislinie ist, kann sich seine Krümmung vor allen Dingen bei der visuellen Ablesung störend auswirken. In diesem Fall ist es zweckmäßig, das zwischen dem Ableseindex und der Ablesestelle angeordnete Abbildungssystem so auszubilden, daß es den gekrümmten Ableseindex streckt, in eine gerade Linie umwandelt, die zu den Strichen der Kreisteilung an der Ablesestelle parallel ist.

Durch die Erfindung vereinfacht sich die fotoelektrische

Ablesung des Teilkreises erheblich, weil nämlich nur noch eine Teilkreisstelle abgetastet werden muß. Wird die Erfindung zur Ablesung eines Vertikalkreises in einem Winkelmeßgerät verwendet, so kann die ständige Vertikalstellung des Ableseindex (Indexstabilisierung) dadurch erreicht werden, daß das Abbildungssystem oder Teile davon pendelnd angeordnet sind.

Ausführungsbeispiele:

Die Erfindung wird nachstehend an Hand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Skizze zur Darlegung des Wirkprinzips,
- Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel im Grundriß,
- Fig. 3 einen Teil des ersten Ausführungsbeispiels im Seitenriß,
- Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel im Aufriß und
- Fig. 5 einen Teil des zweiten Ausführungsbeispiels im Seitenriß.

In Fig. 1 ist T_0 ein zentrierter und T_1 ein dezentrierter Teilkreis mit dem Mittelpunkt M_0 bzw. M_1 , einem Durchmesserkreuz D_0 bzw. D_1 , einer Kreisteilung S_0 bzw. S_1 , einer Ablesestelle A_0 bzw. A_1 , einer Kreislinie K_0 bzw. K_1 und einem Index I_0 bzw. I_1 , der ein Stück der Kreislinie ist. Die wirksame Exzentrizitätskomponente des Teilkreises T_1 gegenüber dem Teilkreis T_0 in der Ebene der Ablesestelle A ist e . Damit hat sowohl A_1 von A_0 als I_1 von I_0 einen Abstand e . Ein nicht dargestelltes und später zu beschreibendes gerätefestes Abbildungssystem bildet I_1 nach A_1 ab, so daß die Ablesung fehlerfrei erfolgen kann.

In Fig. 2 hat ein in gerissenen Linienzügen dargestelltes Winkelmeßgerät mit Limbus 11, Alhidade 12, Fernrohr 13 einen Teilkreis 14 mit einer teilweise dargestellten

Teilung 15 und einer Kreislinie 16, die mit der Teilung 15 in einem Arbeitsgang und gleichzeitig auf den Teilkreis 14 aufgebracht worden ist. Das Winkelmeßgerät ist ein um eine Achse L-L drehbarer Theodolit, dessen Fernrohr 13 in Kippachsenstützen 17 der Alhidade 12 um eine zur Zeichenebene parallele, nicht dargestellte Achse schwenkbar ist. Der Teilkreis 14 ist am Limbus 11 gelagert, über dem sich die Alhidade 12 um die Achse L-L dreht. An der Alhidade 12 sind um 90° gegeneinander versetzt zwei Prismensysteme 18; 19 und 20; 21 sowie ein Abbildungssystem 22 mit der optischen Achse O_1-O_1 befestigt. Jedes der Prismensysteme besteht aus einem Rechtwinkelprisma 18; 21 und einem Trapezprisma 19; 20. Das Rechtwinkelprisma 18 befindet sich über der Kreislinie 16, der unter ihm befindliche Teil der Kreislinie ist der Ableseindex 23, und das Rechtwinkelprisma 21 befindet sich über der Kreisteilung 15, der unter ihm befindliche Teil der Kreisteilung ist die Ablesestelle 24. Durch das Abbildungssystem 22 und die Prismensysteme 18; 19 und 20; 21 wird der Ableseindex 23 auf die Ablesestelle 24 abgebildet, so daß er parallel zu den Strichen der Kreisteilung 15 angeordnet ist. Eine entsprechende Korrektur des Abbildungssystems 22, beispielsweise die zur optischen Achse O_1-O_1 dezentrierte Anordnung einer Linse, sorgt dafür, daß das Bild des gekrümmten Ableseindex 23 an der Ablesestelle 24 gerade ist.

In Fig. 4 sind in gerissenen Linien Teile eines Winkelmeßgeräts, und zwar eine Kippachsenstütze 25 und ein um eine Achse K-K kippbares Fernrohr 26. Zur Messung der Kippungen ist in der Kippachsenstütze 25 ein Teilkreis 27 (Vertikalkreis) mit dem Fernrohr 26 verbunden, der sich gegenüber einem gerätefestangeordneten optischen

System mit der optischen Achse O_2-O_2 dreht. Das optische System besteht aus zwei Rechtwinkelp Prismen 28; 29, von denen das Prisma 29 mit einer Dachkante 30 versehen ist, und zwei Trapezprismen 31; 32, von denen das Trapezprisma 31 mit dem Rechtwinkelpisma 28 verkittet ist, sowie einem Abbildungssystem 33 zwischen beiden Prismensystemen 28; 31 und 29; 32. Der Teilkreis 27 ist mit einer sich unter dem Rechtwinkelpisma 28 durchdrehenden Kreislinie 34 und einer sich unter dem Rechtwinkelpisma 29 durchdrehenden Kreisteilung 35 versehen. Der vom Rechtwinkelpisma 28 jeweils erfaßte Teil der Kreislinie 34 stellt den Ablesindex 36 und der vom Rechtwinkelpisma 29 jeweils erfaßte Teil der Kreisteilung 35 stellt die zum Ablesindex um 90° versetzte Ablesestelle 37 des Teilkreises 27 dar. Der Beleuchtung des Ablesindex 36 dient ein aus einer Lichtquelle 38 und einem Kondensor 39 bestehendes Beleuchtungssystem (Fig. 5). Der Ablesestelle 37 ist eine fotoelektrische Meßeinrichtung 40 zugeordnet. Das Rechtwinkelpisma 29 ist an einem Pendel 41 befestigt, das an der Kippachsenstütze 25 mit Hilfe eines Kreuzfedergelenkes 42 aufgehängt und mit Dämpfungskolben 43; 44 und Dämpfungszylindern 45; 46 versehen ist.

Der Ablesindex 36 wird mittels des Beleuchtungssystems 38; 39 beleuchtet und über das optische System 28; 31; 33; 32; 30 auf die Teilkreisstelle 37 abgebildet. Die Lage des Ablesindex 36 gegenüber den Strichen der Kreisteilung 35 an der Ablesestelle 37 wird durch die fotoelektrische Meßeinrichtung 40 erfaßt, die mit einer nicht dargestellten Interpolationseinrichtung verbunden sein kann. Da der Ablesindex 36 und die Striche der Ablesestelle 37 parallel zueinander und starr miteinander verbunden und gleichzeitig hergestellt worden sind, wirkt sich jede Verschiebung immer auf beide in gleicher Weise

aus. Eine mögliche Schiefstellung des Winkelmeßgerätes wirkt sich durch die Funktion des gedämpften Pendels 41 mit dem Rechtwinkelprisma 29 nicht auf die Winkelmessung aus (Höhenindexstabilisierung).

Erfindungsanspruch:

1. Winkelmeßgerät mit mindestens einem Teilkreis, auf dem sich mindestens eine Kreisteilung und eine mit der Kreisteilung gleichzeitig erzeugte und mit ihrer konzentrisch angeordnete Kreislinie befindet und bei dem zwei gegeneinander versetzte Kreisstellen aufeinander abgebildet werden, von denen eine den Ableseindex und die andere die abzulesende Teilung darstellt, gekennzeichnet dadurch, daß der Ableseindex ein Teil der Kreislinie ist, der gegenüber der Ablesestelle an der Teilung um 90° versetzt ist.
2. Winkelmeßgerät gemäß Punkt 1, gekennzeichnet durch ein zwischen dem Ableseindex und der Ablesestelle angeordnetes, den Teil der Kreislinie streckendes Abbildungssystem.

22.4.1981

GB/Ro

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

