



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Klassierung: 42 c, 5/03
Gesuchsnummer: 5733/61
Anmeldungsdatum: 16. Mai 1961, 24 Uhr
Patent erteilt: 15. November 1964
Patentschrift veröffentlicht: 29. Januar 1965

HAUPTPATENT

Kern & Co. AG, Aarau

Einrichtung zur automatischen Kompensation des bei Höhenwinkelmessungen Fehler verursachenden Einflusses der Stehachsenschiefe an Vermessungsinstrumenten

Dr. Ing. Herbert Matthias, Aarau, und Rudolf Haller, Kölliken, sind als Erfinder genannt worden

Bei Höhenwinkelmessungen mittels Vermessungsinstrumenten können die auf die Stehachsenschiefe zurückzuführenden Meßfehler in der Weise behoben werden, daß eine entweder mit der Ableseoptik oder mit dem Index fest verbundene Kollimationslibelle von Hand entsprechend eingestellt wird. Um diese heikle und zeitraubende Arbeit des Einstellens der Ableseoptik oder des Indexes mittels einer Kollimationslibelle zu vermeiden, sind bereits Einrichtungen vorgeschlagen worden, bei welchen der bei Höhenwinkelmessungen Meßfehler verursachende Einfluß der Stehachsenschiefe automatisch kompensiert wird. Diese automatisch wirkenden Einrichtungen besitzen in der Regel ein Bauelement, welches sich unter der Wirkung der Schwerkraft selbsttätig immer in eine bestimmte Lage in bezug auf das Lot einstellt und damit den Strahlengang des Ablesesystems im gewünschten Sinn in Abhängigkeit von der Stehachsenschiefe des Instrumentes beeinflusst. An solchen selbsttätig sich einstellenden Bauelementen sind bekannt: reibungsfrei oder doch nahezu reibungsfrei gelagerte oder aufgehängte Prismen oder Objektive, brechend wirkende Flüssigkeitskeile, reflektierende Flüssigkeitsoberflächen. Bei allen bekannten Einrichtungen dieser Art erfolgt die Beeinflussung des Strahlenganges erst im Ablesemikroskop, d. h. es wird der Strahlengang im Ablesemikroskop so beeinflusst, daß das Bild der einzigen Kreisstelle bei gleicher Fernrohrneigung unabhängig von der Stehachsenschiefe immer in dieselbe Lage in bezug auf den Ableseindex fällt. Bei Instrumenten mit zwei oder mehr, beispielsweise mit zwei einander diametral gegenüberliegenden Kreisablesstellen und festem Ableseindex erfolgt bei diesen Einrichtungen zuerst die Abbildung der einen Kreisablesstelle auf die andere Kreisablesstelle und erst hernach wird im Ablesemikroskop der

Strahlengang so beeinflusst, daß das Bild dieser beiden Kreisablesstellen bei gleicher Fernrohrneigung unabhängig von der Stehachsenschiefe immer in dieselbe gegenseitige Lage zum Ableseindex fällt. Da bei diesen bekannten Einrichtungen die Kompensation der Stehachsenschiefe nach den Kreisablesungen erfolgt, können sie nur bei solchen Instrumenten verwendet werden, bei welchen die Ablesung nur an einer Kreisstelle erfolgt oder bei welchen die abzulesenden Kreisstellen gleichlaufenden Teilungssinn aufweisen. Die Erfindung ermöglicht dagegen die Kompensation der Stehachsenschiefe bei allen Instrumenten, gleich ob bei diesen die abzulesenden Kreisstellen gleichlaufenden oder gegenläufigen Teilungssinn aufweisen.

Gegenstand der Erfindung ist eine Einrichtung zur automatischen Kompensation des bei Höhenwinkelmessungen Fehler verursachenden Einflusses der Stehachsenschiefe an Vermessungsinstrumenten, bei denen für die Kreisablesung zur Ausschaltung von Exzentrizitätsfehlern sich diametral gegenüberliegende Kreisstellen benützt werden, welche durch optische Mittel im Gesichtsfeld des Ablesemikroskopes abgebildet werden, welche dadurch gekennzeichnet ist, daß das die eine Kreisstelle auf die andere Kreisstelle abbildende optische System ein unter der Wirkung der Schwerkraft sich selbsttätig in eine definierte Lage zum Lot einstellendes Kompensationsglied aufweist.

In den Fig. 1 bis 4 der Zeichnung ist die Aufgabe, welche die erfindungsgemäße Einrichtung zu erfüllen hat, für zwei Fälle schematisch veranschaulicht, und in den Fig. 5 bis 10 sind sechs Ausführungsbeispiele der Einrichtung zur automatischen Kompensation des bei Höhenwinkelmessungen Fehler verursachenden Einflusses der Stehachsenschiefe an Vermessungsinstrumenten gemäß der Erfindung sche-

matisch dargestellt, wobei in allen Fällen nur derjenige Teil des Abbildungsstrahlenganges dargestellt ist, welcher die erste Kreisstelle auf die dieser diametral gegenüberliegende zweite Kreisstelle abbildet, und alle für die Erläuterung der Erfindung nicht erforderlichen Teile nicht dargestellt sind.

In Fig. 1 ist ein Theodolit gezeigt, bei welchem die Ablesung an zwei einander diametral gegenüberliegenden Kreisstellen des Höhenkreises vorgenommen wird. Der Höhenkreis kann dabei entweder nur eine einzige Teilung oder nach dem Doppelkreissystem zwei konzentrische Teilungen tragen. Der Höhenkreis 1 ist mit dem Fernrohr 2 fest verbunden. Die Zielachse 3 sei horizontal gerichtet. Die Alhidadenachse bzw. die Stehachse 4 steht in Fig. 1 senkrecht zum Horizont 5. Die nur schematisch dargestellte Zwischenabbildungsoptik 6 bildet den Teilstrich 7 auf die diametral gegenüberliegende Kreisstelle 7' ab. Das Bild 7' liegt dann neben dem an der zweiten Kreisstelle befindlichen Teilstrich 8. Der Teilungssinn 12 (Pfeil in Fig. 1) der den Teilstrich 8 aufweisenden Kreisablesestelle und des Bildes 7' der den Teilstrich 7 aufweisenden Kreisablesestelle ist gleichsinnig. Durch die nur schematisch dargestellte Optik 9 des Ablesemikroskopes erfolgt die Abbildung des Bildes 7' und des Teilstriches 8 gemeinsam als Bilder 7'' und 8' auf die Gesichtsfeldblende 10 des nicht weiter dargestellten, fest am Theodoliten angeordneten Ablesemikroskopes, in welcher sich der stützenfeste Ableseindex 11 befindet (Fig. 1a).

Es werde nun gemäß Fig. 2 das Instrument, im angenommenen Fall also der Theodolit, gekippt, so daß die Stehachse 4 nicht mehr senkrecht zum Horizont 5 steht, und es werde das Fernrohr 2 um die Kippachse gekippt, so daß die Zielachse 3 dennoch horizontal bleibt. Besitzt das Instrument keine Kompensationseinrichtung, so ergibt sich in der Gesichtsfeldblende 10 ein Bild gemäß Fig. 2a. Die Kreisablesung entspricht nicht mehr derjenigen nach Fig. 1a, obwohl die Zielachse 3 den gleichen Höhenwinkel aufweist bzw. horizontal ist. Eine zwischen der ersten und der zweiten Kreisablesestelle angeordnete Einrichtung zur Kompensation des den Fehler verursachenden Einflusses der Stehachsenschiefe ν muß bewirken, daß sich, wie aus Fig. 2b ersichtlich ist, das Bild 7'' derart verlagert, daß die Bilder 8' und 7'' wieder symmetrisch zum Ableseindex 11 liegen wie in Fig. 1a, d. h. daß sich wieder die gleiche Ablesung ergibt. Dies ist der Fall, wenn die Kompensationseinrichtung bewirkt, daß sich das Bild 7' im Richtungssinn 13 (Pfeil in Fig. 2), der vom Richtungssinn der Stehachsenschiefe ν abhängt, um den Betrag von $2r\nu$, ν als Arkus eingesetzt, verlagert, wenn r der Teilungsradius ist.

In Fig. 3 ist ein ähnliches Instrument wie in Fig. 1 dargestellt. Das Kreisablesesystem unterscheidet sich dabei nur dadurch, daß der Teilstrich 14 so auf die zweite Kreisablesestelle abgebildet wird, daß der Teilungssinn 16 (Pfeil in Fig. 3) des Bildes 14' gegen-

läufig zum Teilungssinn 17 (Pfeil in Fig. 3) der den an der zweiten Kreisablesestelle befindlichen Teilstrich 15 aufweisenden Teilung ist. Dies wird beispielsweise durch ein Dachprisma 18 bewirkt. Die Funktion des Ableseindex übernimmt bei dieser Anordnung die optische Achse der Ablesoptik zwischen der ersten und der zweiten Kreisablesestelle. In der Gesichtsfeldblende 10 ergibt sich dabei das Ablesebild nach Fig. 3a.

Es werde nun gemäß Fig. 4 dieses Instrument gekippt, so daß die Stehachse nicht mehr senkrecht zum Horizont steht, und es werde das Fernrohr um die Kippachse gekippt, so daß die Zielachse dennoch horizontal bleibt. Besitzt dieses Instrument keine Kompensationseinrichtung, so ergibt sich in der Gesichtsfeldblende das Ablesebild nach Fig. 4a, in welchem das Bild 14'' des Teilstriches 14 der ersten Kreisablesestelle nicht mehr mit dem Bild 15' des Teilstriches 15 der zweiten Kreisablesestelle zusammenfällt. Eine zwischen der ersten Kreisablesestelle und der zweiten Kreisablesestelle angeordnete Einrichtung zur Kompensation des den Fehler verursachenden Einflusses der Stehachsenschiefe ν muß bewirken, daß das Bild 14'' des Teilstriches 14 der ersten Kreisablesestelle – wie aus Fig. 4b ersichtlich ist – derart verlagert wird, daß die Bilder 15' des Teilstriches 15 der zweiten Kreisablesestelle und 14'' des Teilstriches 14 der ersten Kreisablesestelle in der Gesichtsfeldblende wieder zusammenfallen wie in Fig. 3a, damit sich wieder die gleiche Kreisablesung ergibt. Dies wird erreicht, wenn die genannte Kompensationseinrichtung bewirkt, daß sich das Bild 14' des Teilstriches 14 der ersten Kreisablesestelle im Richtungssinn 19 (Pfeil in Fig. 4), der vom Richtungssinn der Stehachsenschiefe ν abhängt, um den Betrag von $2r\nu$, ν als Arkus eingesetzt, verlagert, wenn r der Teilungsradius ist.

Diese Aufgaben sind wie folgt gelöst:

In Fig. 5 ist von dem in Frage stehenden Instrument nur der Höhenkreis 21 dargestellt, welcher eine Kreisteilung 22 mit dem Teilungsradius r oder zwei konzentrische Kreisteilungen trägt. Ein Ausschnitt der ersten Kreisablesestelle A wird durch ein optisches System, welches aus vier Prismen 23, 24, 28 und 29, von welchen die Prismen 23 und 29 Dachprismen sind, einem Spiegel 26 und einem Objektiv 25, das zweigliedrig ausgebildet ist und zwischen dessen Gliedern sich der Spiegel 26 befindet, besteht, auf die zweite Kreisablesestelle B abgebildet, und zwar in der Weise, daß sich beim Drehen des Höhenkreises 21 die Bilder der beiden Kreisablesstellen A und B gegenläufig verschieben. Die beiden Glieder des Objektivs 25 haben je eine Brennweite, die dem Radius r der Kreisteilung 22 entspricht. Zwischen den beiden Gliedern des Objektivs 25 ist der Strahlengang parallel. Der Spiegel 26 ist praktisch reibungsfrei bei 30 aufgehängt, so daß seine Lage in bezug auf das Lot von der Stehachsenschiefe ν des Instrumentes unabhängig ist. Dieses optische System bewirkt, daß das Bild der Kreisablesestelle A auf der Kreisables-

stelle *B* um den gewünschten Betrag von $2r\nu$ in der gewünschten Richtung verlagert wird.

Das in Fig. 6 dargestellte optische System zur Abbildung der Kreisablesestelle *A* auf die Kreisablesestelle *B* besteht ebenfalls aus vier Prismen 33, 34, 38 und 39, von welchen die Prismen 33 und 39 Dachprismen sind, einem bei 40 praktisch reibungsfrei aufgehängten Spiegel 36 und einem Objektiv 35, und es unterscheidet sich vom Ablesesystem nach Fig. 5 dadurch, daß der Spiegel im konvergenten Strahlengang, also zwischen dem Objektiv 35 und der Kreisablesestelle *B* angeordnet ist. Damit hierbei die Forderung, daß das Bild der Kreisablesestelle *A* in der Kreisablesestelle *B* um den Betrag von $2r\nu$ verlagert werde, erfüllt wird, muß der optische Weg vom Spiegel 36 zur Kreisablesestelle *B* gleich dem Teilungsradius *r* sein.

Sollen die Kompensationseinrichtungen nach Fig. 5 und nach Fig. 6 an Instrumenten mit gleichlaufenden Teilungen verwendet werden, so muß an Stelle des Dachprismas 29 bzw. 39 ein Prisma ohne Dach verwendet werden.

Bei der Ausführung nach Fig. 7 ist ein Instrument angenommen, dessen Höhenkreis 41 gegenläufige Teilungen trägt und bei welchem die Abbildung der Kreisablesestelle *A* auf die Kreisablesestelle *B* mittels zweier Prismen 42 und 43 und eines zwischen diesen angeordneten Objektivs 44 erfolgt. Um die verlangte Kompensation, d. h. die Verlagerung des Bildes der Kreisablesestelle *A* in der Kreisablesestelle *B* um den Betrag von $2r\nu$ in der von der Richtung der Stehachsenschiefe ν abhängigen Richtung zu erzielen, ist das Objektiv 44 bei 45 praktisch reibungsfrei pendelnd aufgehängt, wobei die wirksame Pendellänge gleich dem Radius *r* der Kreisteilungen sein muß.

In Fig. 8 ist ein dem Abbildungssystem nach Fig. 7 ähnliches Abbildungssystem dargestellt, welches sich von diesem dadurch unterscheidet, daß an Stelle des einfachen Objektivs 44 ein aus zwei Gliedern 54*a* und 54*b*, zwischen welchen der Strahlengang parallel ist, bestehendes Objektiv vorgesehen ist, welches zwischen den Prismen 52 und 53 angeordnet ist. Zur Kompensation des Fehler verursachenden Einflusses der Stehachsenschiefe des Instrumentes ist hierbei nur das Glied 54*b* bei 55 praktisch reibungsfrei pendelnd aufgehängt, wobei zur Erzielung der erforderlichen Verlagerung des Bildes der Kreisablesestelle *A* in der Kreisablesestelle *B* um den Betrag von $2r\nu$ in der wirksamen Pendellänge gleich dem Teilungsdurchmesser, d. h. $2r$ sein muß.

Bei der Ausführung nach Fig. 9 besteht das Abbildungssystem, welches die Kreisablesestelle *A* auf die Kreisablesestelle *B* abbildet, aus zwei Prismen 62 und 63 und zwei Objektiven 65*a* und 65*b*. Im Unterschied zu der Ausführung nach Fig. 8 erzeugt dabei das erste Objektiv 65*a* eine Zwischenabbildung der Kreisablesestelle *A* bei *C*, und diese Zwischenabbildung wird dann durch das zweite Objektiv 65*b* auf die Kreisablesestelle *B* abgebildet. Zur Kompen-

sation des Fehler verursachenden Einflusses der Stehachsenschiefe ν ist das zweite Objektiv 65*b* praktisch reibungsfrei pendelnd aufgehängt. Bei Vergrößerung 1:1 für beide Objektive 65*a* und 65*b* muß, um die erforderliche Verlagerung des Bildes der Kreisablesestelle *A* auf der Kreisablesestelle *B* um den Betrag von $2r\nu$ in der von der Richtung der Stehachsenschiefe ν abhängigen Richtung zu erhalten, die wirksame Pendellänge des Objektivs 65*b* gleich dem Teilungsradius *r* sein. Durch Ändern der Vergrößerungsverhältnisse zwischen der Zwischenabbildung und den Kreisablesstellen *A* und *B* kann die notwendige Pendellänge geändert werden.

Soll das Abbildungssystem nach Fig. 9 für Instrumente mit gleichlaufenden Teilungen verwendet werden, so muß das Prisma 63 ein Dach besitzen.

Bei den Ausführungen nach Fig. 5 und 6 kann bei zweckentsprechender Ausbildung an Stelle eines pendelnd aufgehängten Spiegels 26 bzw. 36 auch eine Flüssigkeitsoberfläche oder ein Flüssigkeitsprisma als Kompensator verwendet sein. Eine solche Kompensationseinrichtung mit einem Flüssigkeitskeil 66 ist beispielsweise in der Fig. 10 schematisch dargestellt.

PATENTANSPRUCH

Einrichtung zur automatischen Kompensation des bei Höhenwinkelmessungen Fehler verursachenden Einflusses der Stehachsenschiefe an Vermessungsinstrumenten, bei denen für die Kreisablesung zur Ausschaltung von Exzentrizitätsfehlern sich diametral gegenüberliegende Kreisstellen benützt werden, welche durch optische Mittel im Gesichtsfeld des Ablesemikroskopes abgebildet werden, dadurch gekennzeichnet, daß das die eine Kreisstelle auf die andere Kreisstelle abbildende optische System ein unter der Wirkung der Schwerkraft sich selbsttätig in eine definierte Lage zum Lot einstellendes Kompensationsglied aufweist.

UNTERANSPRÜCHE

1. Einrichtung nach Patentanspruch, bei welcher die Abbildung der einen Kreisstelle auf die andere Kreisstelle mittels Prismen und eines zweigliedrigen Objektivs, zwischen dessen Gliedern paralleler Strahlengang besteht, erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß das Kompensationsglied (26; 66) im parallelen Strahlengang zwischen den beiden Gliedern des Objektivs (25) angeordnet ist, und daß die Brennweite der beiden Objektivglieder auf die Kompensationsfunktion abgestimmt ist (Fig. 5 und Fig. 10).

2. Einrichtung nach Patentanspruch, bei welcher die Abbildung der einen Kreisstelle auf die andere Kreisstelle mittels Prismen und eines ein- oder mehrgliedrigen Objektivs erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß das Kompensationsglied (38) im konvergenten Strahlenverlauf des Objektivs (35) angeordnet ist, und daß der optische Weg vom Kompensationsglied (36) bis zur Kreisstelle (*B*), auf welcher die andere Kreisstelle (*A*) abgebildet wird, auf die Kompensationsfunktion abgestimmt ist (Fig. 6).

3. Einrichtung nach Patentanspruch, bei welcher die Abbildung der einen Kreisstelle auf die andere Kreisstelle mittels Prismen und eines ein- oder mehrgliedrigen Objektivs erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß das Objektiv (45) als Kompensationsglied dient und zu diesem Zweck mindestens annähernd reibungsfrei pendelnd aufgehängt ist, wobei die wirksame Pendellänge gleich dem Radius der Kreisteilung ist (Fig. 7).
4. Einrichtung nach Patentanspruch, bei welcher die Abbildung der einen Kreisstelle auf die andere Kreisstelle mittels Prismen und eines zweigliedrigen Objektivs erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß als Kompensationsglied das eine Glied (55b) des zweigliedrigen Objektivs (55a, 55b) dient, welches zu diesem Zwecke mindestens annähernd reibungsfrei pen-

delnd aufgehängt ist, wobei die wirksame Pendellänge gleich dem Durchmesser der Kreisteilung ist (Fig. 8).

5. Einrichtung nach Patentanspruch, bei welcher die Abbildung der einen Kreisstelle auf die andere Kreisstelle mittels Prismen und zwei Objektiven erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Objektiv (65a) eine Zwischenabbildung der einen Kreisstelle (A) erzeugt, welche von dem als Kompensationsglied dienenden und zu diesem Zwecke mindestens annähernd reibungsfrei pendelnd aufgehängten zweiten Objektiv (65b) auf die andere Kreisstelle (B) weiter abgebildet wird, wobei bei einem Abbildungsverhältnis von 1:1 für beide Objektive (65a und 65b) die wirksame Pendellänge des Objektivs (65b) gleich dem Radius der Kreisteilung ist (Fig. 9).

Kern & Co. AG

Vertreter: J. Spälty, Zürich

Fig. 1

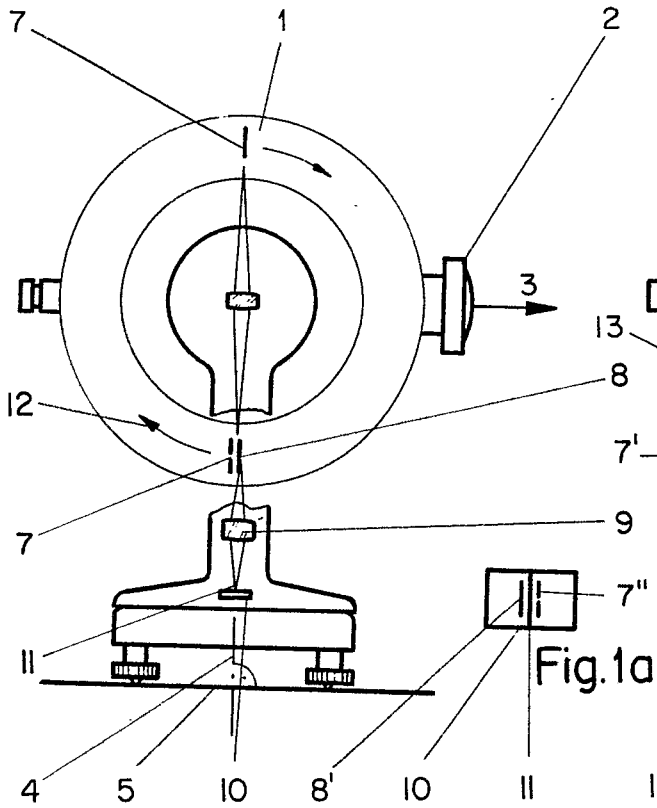


Fig. 2

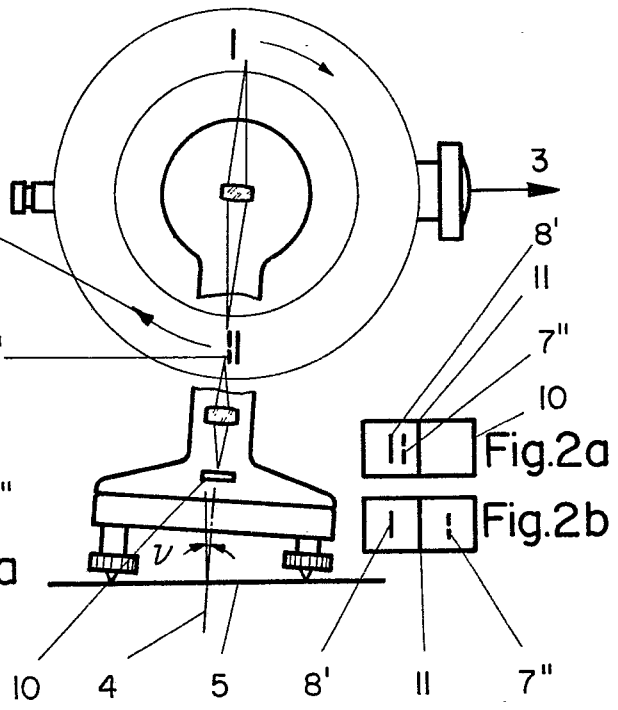


Fig. 3

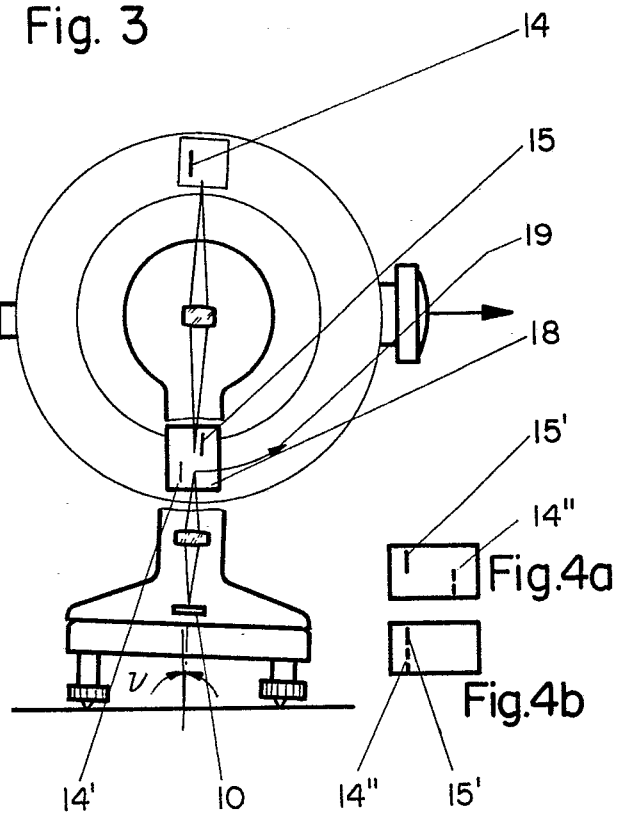
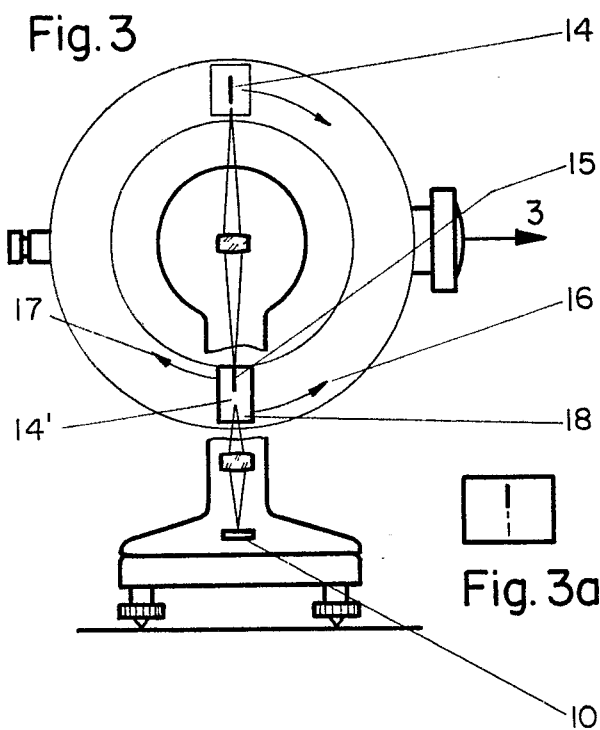


Fig. 5

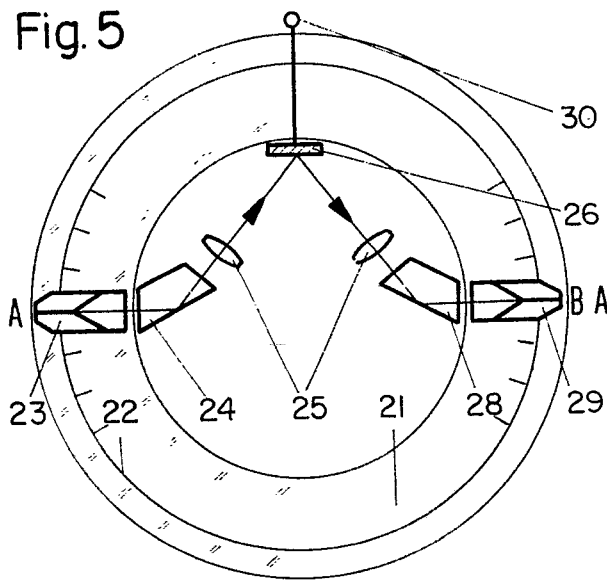


Fig. 6

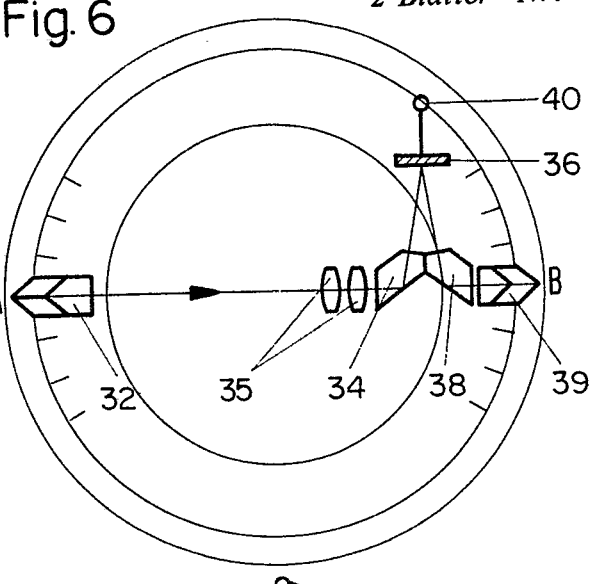


Fig. 7

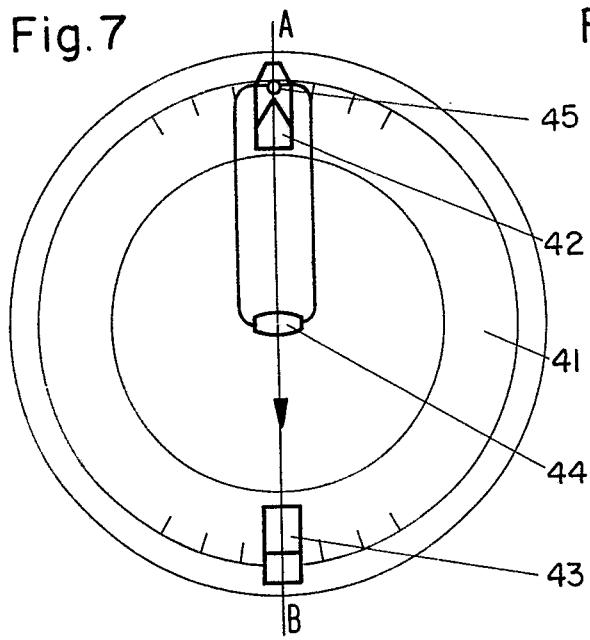


Fig. 8

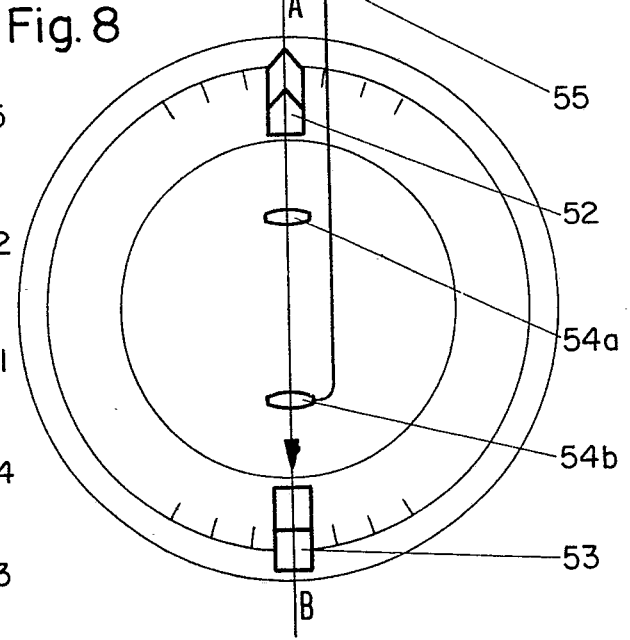


Fig. 9

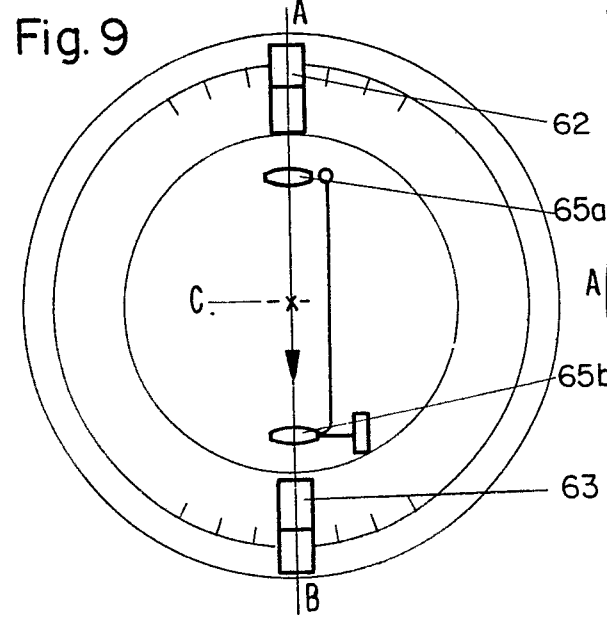


Fig. 10

