



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 654 662 A5

⑤① Int. Cl.⁴: G 01 M 11/00
G 01 C 25/00
G 02 B 23/08
G 02 B 27/62

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 1238/82

㉔ Anmeldungsdatum: 01.03.1982

③① Priorität(en): 02.03.1981 DE 3107835

㉔ Patent erteilt: 28.02.1986

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 28.02.1986

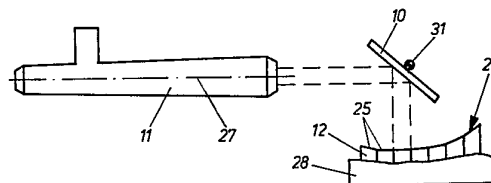
⑦③ Inhaber:
Fried. Krupp Gesellschaft mit beschränkter
Haftung, Essen I (DE)

⑦② Erfinder:
Ahrens, Manfred, Bremen 77 (DE)
Diehl, Reiner, Bremen (DE)
Hoffmann, Karl-Heinz, Bremen (DE)
Oltmanns, Gert, Delmenhorst (DE)
Siebeneck, Heinrich-Joachim, Bremen (DE)

⑦④ Vertreter:
Scheidegger, Zwicky & Co., Zürich

⑤④ **Prüfvorrichtung für einen Schwenkspiegel, insbesondere für ein Vermessen des Bewegungsablaufs eines stabilisierten Schwenkspiegels im Spiegelkopf eines Periskops.**

⑤⑦ Es wird eine nach dem Autokollimationsprinzip arbeitende Prüfvorrichtung für einen Schwenkspiegel (10) angegeben, die dem Vermessen der Spiegelbewegung des Schwenkspiegels (10) dient. Hierzu weist ein zu einem Autokollimationsfernrohr (11) ausgerichtetes Fixspiegel (12) eine Spiegelfläche (24) auf, die aus einer Vielzahl von planen Spiegelflächenabschnitten (25) zusammengesetzt ist, die derart aneinandergereiht und zueinander geneigt sind, dass die Spiegelfläche (24) des Fixspiegels (12) eine zu ihr rechtwinklige Querschnittsebene, in welcher die Achse (27) des Autokollimationsfernrohrs (11) liegt, in einem zur Achse (27) konkaven Polygonzug schneidet.



PATENTANSPRÜCHE

1. Prüfvorrichtung für einen Schwenkspiegel, insbesondere für ein Vermessen des Bewegungsablaufs eines stabilisierten Schwenkspiegels im Spiegelkopf eines Periskops, mit einem Autokollimationsfernrohr und einem Fixspiegel mit auf das Autokollimationsfernrohr ausgerichteter Spiegel-
fläche, zwischen welchen der Schwenkspiegel angeordnet werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegel-
fläche (24) des Fixspiegels (12) eine Vielzahl von planen Spiegel-
flächenabschnitten (25) aufweist, die derart aneinanderge-
reihert und zueinander geneigt sind, dass die Spiegel-
fläche (24) des Fixspiegels (12) eine zu ihr rechtwinklige Querschnitts-
ebene, in welcher die Achse (27) des Autokollimationsfern-
rohrs (11) liegt, in einem von der Achse (27) her gesehen kon-
kaven Polygonzug schneidet.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegelflächenabschnitte (25) als langgestreckte Rechtecke ausgebildet sind, deren Längsseiten (26) quer zur Achse (27) des Autokollimationsfernrohrs (11) ausgerichtet sind und die mit ihren Längsseiten (26) aneinanderliegen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegelflächenabschnitte (25) gleiche Abmessungen aufweisen und den gleichen stumpfen Neigungswinkel miteinander einschliessen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Neigungswinkel einen Prüf-Schrittswinkel für den Schwenkspiegel (10) vorgibt, der gleich der Differenz aus einem rechten Winkel und dem halben Neigungswinkel ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Fixspiegel (12) in einem Spiegelge-
häuse (28) fest angeordnet ist, das eine ausgerichtete Passauf-
nahme (29) in einer vorbestimmten Ausrichtung zur Spiegel-
fläche (24) aufweist, in welche ein der Ausrichtung von Auto-
kollimationsfernrohr (11) und Fixspiegel (12) dienender
Justierspiegel (30) eingeschoben werden kann.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 mit im Autokollimationsfernrohr angeordneter Kollimator-Strich-
platte und Okular-Strichplatte, dadurch gekennzeichnet, dass die Okular-Strichplatte (20) zwei im Abstand voneinander angeordnete parallele Strichlinien (21, 22) aufweist, deren gegenseitiger Abstand die zulässige Toleranz der Schwenk-
spiegelabweichung von der exakten Ausrichtung vorgibt, und dass die Kollimator-Strichplatte (16) eine weitere Strichlinie (23) trägt, die bei optischer Überdeckung der Strichplatten-
Abbildungen sich längs der parallelen Strichlinien (21, 22) und im wesentlichen parallel zu diesen erstreckt.

Die Erfindung betrifft eine Prüfvorrichtung für einen Schwenkspiegel, insbesondere für ein Vermessen des Bewegungsablaufs eines stabilisierten Schwenkspiegels im Spiegelkopf eines Periskops, der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art.

In bestimmten Einsatzbereichen von Schwenkspiegeln, z.B. bei Anordnung im gemeinsamen Ausblickkopf für ein Zielfernrohr und einen opto-elektronischen Entfernungsmesser, ist eine exakte und lagerichtige Spiegelbewegung eine zwingende Voraussetzung. Es besteht daher die Notwendigkeit, den gewünschten Bewegungsablauf des montierten Schwenkspiegels zu prüfen, um ggf. ihn selbst oder seine Schwenkachse zu justieren und seine räumliche Ausrichtung zu verschiedenen optischen Bezugsachsen sicherzustellen.

Es sind sogenannte Autokollimatoren bekannt, mit welchen eine winkeltgerechte, z.B. parallele oder rechtwinklige Ausrichtung verschiedener Teile zueinander möglich ist. Ein solcher Autokollimator weist ein Autokollimationsfern-

rohr und mindestens einen Fixspiegel auf, dessen plane Spiegel-
fläche auf das Autokollimationsfernrohr ausrichtbar ist. Der oder die Fixspiegel werden an den auszurichtenden
Teilen vorübergehend befestigt. Eine Lichtquelle im Autokol-
limationsfernrohr beleuchtet eine dort angeordnete Kollima-
tor-Strichplatte. Das von der Kollimator-Strichplatte aus-
gehende Lichtbündel gelangt über ein Objektiv zum Fix-
spiegel, wird an dessen Spiegelfläche reflektiert und gelangt
zurück zum Objektiv, das die Kollimator-Strichplatte auf
einer Okular-Strichplatte abbildet. Die Lage der Abbildung
der Kollimator-Strichplatte zur Teilung der Okular-Strich-
platte ist ein Mass für die Ausrichtung der Teile.

Ein solcher Autokollimator lässt in Anwendung auf einen Schwenkspiegel zwar die Prüfung der Ebenheit und der Aus-
richtung eines solchen Schwenkspiegels in einer bestimmten
festen Position zu, ist aber nicht zur Prüfung des exakten
Bewegungsablaufes des Schwenkspiegels brauchbar.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Prüfvor-
richtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche ein
Vermessen des Bewegungsablaufs eines Schwenkspiegels in
einfacher und vor allem zeitsparender Weise ermöglicht.

Diese Aufgabe ist bei einer Prüfvorrichtung der im Oberbe-
griff des Anspruchs 1 definierten Gattung erfindungsgemäss
durch die Merkmale im Kennzeichenteil des Anspruchs 1
gelöst.

Die erfindungsgemässe Prüfvorrichtung hat den Vorteil, dass nach einmaligem Einbringen des Schwenkspiegels in die Prüfvorrichtung und Ausrichten seiner Schwenkachse inner-
halb der Prüfvorrichtung die Spiegelbewegung über den
gesamten Schwenkbereich exakt vermessen werden kann. Eine Abweichung aus einer gewünschten Bewegungsrich-
tung, z.B. eine seitliche Abweichung von dem Lotablauf des
Schwenkspiegels, kann in jeder Schwenkposition des
Schwenkspiegels schnell und sehr genau festgestellt werden. Dabei ist es ausreichend, den Bewegungsablauf diskontinu-
ierlich, also punktwise, zu prüfen. Bei entsprechend feiner
Teilung der Spiegelflächenabschnitte des Fixspiegels oder bei
entsprechend grossem Bildfeldwinkel des Autokollimations-
fernrohrs ist auch eine kontinuierliche bzw. quasikontinuier-
liche Vermessung möglich. Die Messung kann auf engstem
Raum durchgeführt werden. Die Prüfzeit kann extrem klein
sein. Eine Justierung des Schwenkspiegels in seiner Aufhän-
gung ist ohne Trennung von der Prüfvorrichtung möglich, so
dass nach evtl. erforderlicher Justierung des Schwenkspiegels
sich ohne Zeitverlust und ohne Montageaufwand ein weiterer
Prüfvorgang anschliessen kann. Da in der Prüfvorrichtung
nur feststehende Bauelemente vorhanden sind, ergibt sich
nach einmaliger Justierung der Prüfvorrichtung eine hohe
Langzeitstabilität.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben
sich aus den Ansprüchen 2 bis 6, auf die hier ausdrücklich
Bezug genommen wird.

Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung darge-
stellten Ausführungsbeispiels im folgenden näher
beschrieben. Es zeigten:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Prüfvorrichtung bei einge-
setztem Schwenkspiegel in schematischer Darstellung,

Fig. 2 einen Längsschnitt eines Autokollimationsfernrohrs
der Prüfvorrichtung gemäss Fig. 1 in schematischer Darstel-
lung,

Fig. 3 ein sich durch optische Überlagerung ergebendes
Bild einer Kollimator-Strichplatte und einer Okular-Strich-
platte in dem Autokollimationsfernrohr gemäss Fig. 1 und 2,
schematisch dargestellt,

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung eines Fixspiegels
mit Spiegelgehäuse und Justierspiegel der Prüfvorrichtung
gemäss Fig. 1.

Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Prüfvorrichtung für einen Schwenkspiegel 10 dient insbesondere der Vermessung und Kontrolle des Bewegungsablaufs des Schwenkspiegels 10 innerhalb seines Schwenkbereichs. Solche Schwenkspiegel, bei welchen die Forderung nach einem exakten Bewegungsablauf, z.B. Lotablauf, bestehen, finden sich z.B. in Periskop-Spiegelköpfen, die gleichzeitig zum Umlenken des Strahlengangs von opto-elektronischen Entfernungsmessern dienen. Zur Änderung der Ausblickrichtung werden die Schwenkspiegel um eine vertikale und/oder horizontale Schwenkachse geschwenkt.

Die Prüfvorrichtung weist ein Autokollimationsfernrohr 11 und einen Fixspiegel 12 mit auf das Autokollimationsfernrohr 11 ausgerichteter Spiegelfläche 24 auf. Der Schwenkspiegel 10 wird in die Prüfvorrichtung derart eingebracht, dass er sich im Strahlengang zwischen Autokollimationsfernrohr 11 und Fixspiegel 12 befindet, wobei letztere im wesentlichen rechtwinklig zueinander ausgerichtet sind.

Der Aufbau eines Autokollimationsfernrohrs 11 ist bekannt und in Fig. 2 lediglich der Vollständigkeit halber schematisch dargestellt. Ein Objektiv 18 projiziert in bekannter Weise eine über ein Grünfilter 14, einen Kondensor 15 von einer Lampe 13 beleuchtete Kollimator-Strichplatte 16 über einen Teilerwürfel 17 ins Unendliche. Das von dem Objektiv 18 ausgehende Lichtbündel wird von der Spiegelfläche 24 des Fixspiegels 12 in das Objektiv 18 zurück reflektiert und von diesem auf einer Okular-Strichplatte 20 abgebildet. Diese Abbildung der Kollimator-Strichplatte 16 wird durch ein Okular 19 betrachtet. Ein durch das Okular 19 sehender Betrachter sieht nunmehr in optischer Überdeckung die Okular-Strichplatte 20 und die Abbildung der Kollimator-Strichplatte 16. Eine solche optische Überdeckung bei ausgerichtetem Fixspiegel 12 ist in Fig. 3 schematisch dargestellt.

Die Okular-Strichplatte 20 weist zwei im Abstand voneinander angeordnete parallel Strichlinien auf, deren gegenseitiger Abstand die zulässige Toleranz der Schwenkspiegelabweichung von der exakten Ausrichtung vorgibt. Diese Strichlinien sind in Fig. 3 ausgezogen dargestellt und mit 21, 22 bezeichnet. Die Kollimator-Strichplatte 16 weist eine einzige Strichlinie auf, die bei optischer Überdeckung der beiden Strichplatten sich längs der parallelen Strichlinien 21, 22 der Okular-Strichplatte 20 erstreckt und zu diesen parallel ist. Diese von der Strichlinie der Kollimator-Strichplatte 16 in dem optischen Bild erzeugte Linie ist in Fig. 3 liniert gezeichnet und durch die Bezugszahl 23 kenntlich gemacht.

Die im wesentlichen quer zur Achse 27 des Autokollimationsfernrohrs 11 ausgerichtete Spiegelfläche 24 des Fixspiegels 12 weist eine Vielzahl, hier sieben, von planen Spiegelflächenabschnitten 25 auf, die derart aneinandergereiht und zueinander geneigt sind, dass der Querschnitt der Spiegelfläche 24 – in Richtung der Achse 27 des Autokollimationsfernrohrs 11 gesehen – einen einwärts geneigten Polygonzug bildet, anders ausgedrückt, dass die Spiegelfläche 24 des Fixspiegels 12 eine zu ihr rechtwinklige Querschnittsebene, in welcher die Achse 27 des Autokollimationsfernrohrs 11 liegt, in einem von der Achse 27 her gesehen konkaven Polygonzug schneidet (Fig. 1 und 4). Die Normalen der planen Spiegelflächenabschnitte 25 entlang dieses Polygonzuges laufen dabei in Richtung Schwenkspiegel 10 aufeinander zu und liegen in der durch die Achse 27 des Autokollimationsfernrohrs 11 hindurchgehenden Normalebene der Schwenkachse 31 des Schwenkspiegels 10. Die Spiegelflächenabschnitte 25 sind als langgestreckte Rechtecke ausgebildet, deren Längsseiten 26 quer zur Achse 27 des Autokollimationsfernrohrs 11 ausgerichtet sind und die mit ihren Längsseiten 26 aneinanderliegen. Alle Spiegelflächenabschnitte 25 weisen die gleichen Abmessungen auf und schliessen den gleichen stumpfen Nei-

gungswinkel miteinander ein. Der Neigungswinkel gibt den Prüf-Schrittwinkel für den Schwenkspiegel 10 vor, d.h. den Winkel, um welchen der Schwenkspiegel 10 bei der Vermessung seines Bewegungsablaufs schritt- oder stufenweise geschwenkt werden muss. Dieser Prüf-Schrittwinkel ist gleich der Differenz aus einem rechten Winkel (90°) und dem halben Neigungswinkel der Spiegelflächenabschnitte 25. Anders ausgedrückt schliessen die auf den Spiegelflächenabschnitten 25 errichteten Normalen einen Winkel miteinander ein, der gleich dem doppelten Prüf-Schrittwinkel des Schwenkspiegels 10 ist.

Wie Fig. 4 zeigt, ist der Fixspiegel 12 in einem Spiegelgehäuse 28 fest angeordnet. Zur Ausrichtung des Fixspiegels 12 und des Autokollimationsfernrohrs 11 zueinander ist an dem Spiegelgehäuse 28 eine Passaufnahme 29 in einer vorbestimmten Ausrichtung zur Spiegelfläche 24 vorgesehen. In diese Passaufnahme 29 kann ein Justierspiegel 30 eingesetzt werden, mit Hilfe dessen das Spiegelgehäuse 28 und damit die Spiegelfläche 24 des Fixspiegels 12 exakt zur Achse 27 des Autokollimationsfernrohrs 11 ausgerichtet werden kann. Nach erfolgter Ausrichtung wird der Justierspiegel 30 wieder entfernt.

Üblicherweise ist der Schwenkspiegel 10 mit seiner Schwenkachse 31 (Fig. 1) in einem der Übersichtlichkeit halber hier nicht dargestellten Gehäuse angeordnet. In diesem Fall kann das Spiegelgehäuse 28 als Adapter derart ausgebildet sein, dass beim Aufsetzen des Gehäuses mit Schwenkspiegel 10 auf das Spiegelgehäuse 28 in einer vorgegebenen Position der Schwenkspiegel 10 sich in richtiger Relation zu dem Fixspiegel 12 befindet. Ein solcher Adapter kann selbstverständlich auch ein gesondertes Bauteil bilden, in welches dann sowohl das Spiegelgehäuse 28 als auch das den Schwenkspiegel 10 enthaltene Gehäuse in vorgesehenen Passaufnahmen lagegerecht eingesetzt werden können.

Der Prüfvorgang eines Schwenkspiegels läuft in folgender Weise ab:

Das Autokollimationsfernrohr 11, der Fixspiegel 12 und der Schwenkspiegel 10 werden mit Hilfe eines hier nicht dargestellten Adapters in eine in Fig. 1 dargestellte Zuordnung zueinander gebracht. Mit Hilfe des in die Passaufnahme 29 eingeschobenen Justierspiegels 30 wird bei eingeschalteter Lampe 13 des Autokollimationsfernrohrs 11 der Adapter mit dem darin fixierten Spiegelgehäuse 28 und dem Schwenkspiegel 10 zu dem Autokollimationsfernrohr 11 oder umgekehrt ausgerichtet. Dabei wird der Adapter – und damit der im Spiegelgehäuse 28 liegende Fixspiegel 12 – so lange verschoben, bis die Strichlinie 23 in Fig. 3 exakt in der Mitte zwischen den beiden Strichlinien 21, 22 liegt. Nunmehr wird der Schwenkspiegel 10 stufenweise über seinen gesamten Schwenkbereich geschwenkt, wobei in jeder Schwenkposition, im vorliegenden Beispiel sind sieben Schwenkpositionen vorgesehen, geprüft wird, ob die von der Autokollimator-Strichplatte 16 erzeugte Strichlinie 23 sich in dem Bereich zwischen den beiden von der Okular-Strichplatte erzeugten Strichlinien 21, 22 befindet. Solange dies der Fall ist, liegt der Bewegungsablauf des Schwenkspiegels innerhalb der vorgeschriebenen Toleranzgrenzen. Schiebt sich die Strichlinie 23 aus diesem Bereich seitlich hinaus und über eine der beiden Strichlinien 21, 22 hinweg, so ist dies ein Zeichen für eine unzulässige seitliche Abweichung der Schwenkspiegelbewegung von dem vorgeschriebenen Lotablauf. Der Schwenkspiegel 10 muss neu justiert werden, wobei er in der Prüfvorrichtung verbleiben kann. Anschließend wird der Bewegungsablauf des nachjustierten Schwenkspiegels 10 neu geprüft und vermessen. Durch Vorsehen einer Skalierung auf der Okular-Strichplatte 20 kann zusätzlich der Grad der Abweichung der Schwenkspiegelbewegung angezeigt werden, so dass damit gleichzeitig der Grad der erfor-

derlichen Nachjustierung festgestellt werden kann.

Die erfindungsgemässe Prüfvorrichtung ist nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann mit dieser Prüfvorrichtung nicht nur der Bewegungs-

ablauf von Schwenkspiegeln geprüft werden, sondern, wie ohne weiteres ersichtlich, auch der Bewegungsablauf von allen schwenkbeweglichen optischen Umlenkelementen, wie z.B. Prismen, Reflexionsflächen od. dgl.

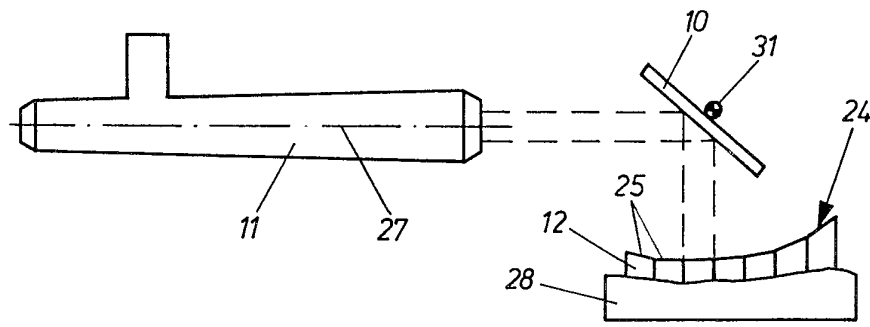


Fig. 1

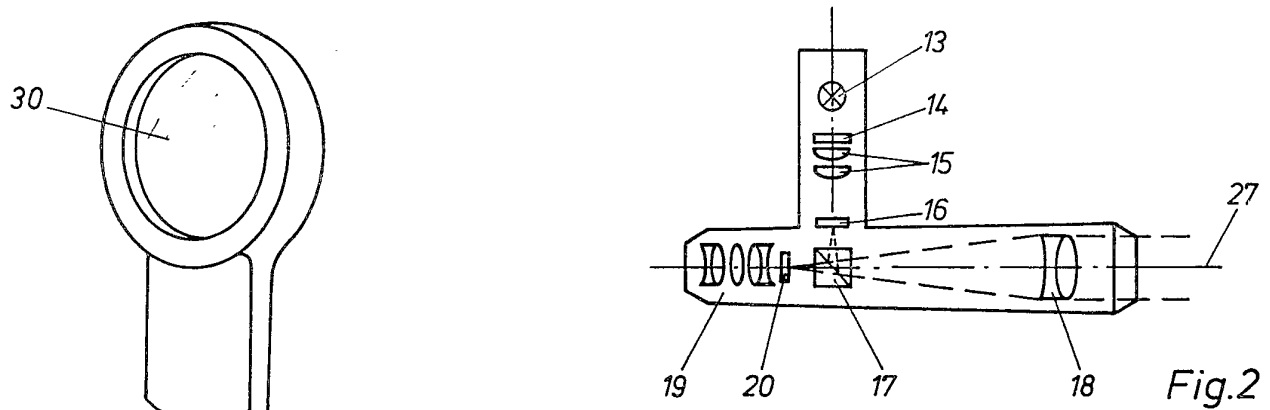


Fig. 2

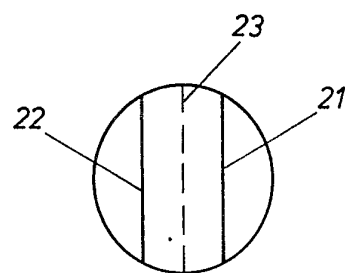


Fig. 3

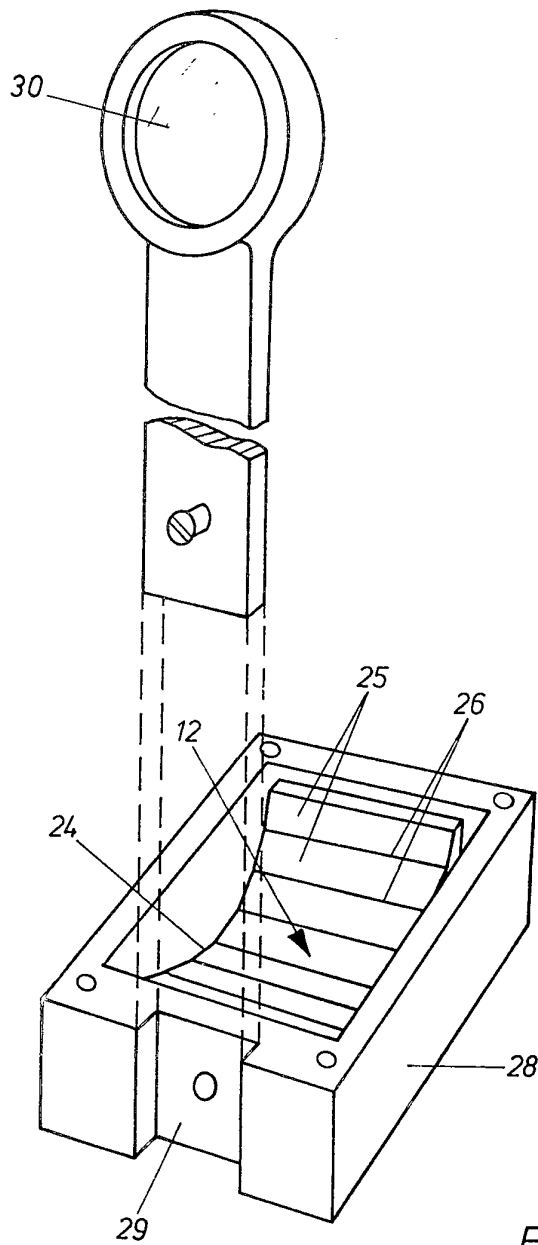


Fig. 4