PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 94/00778**
G01S 17/06, 7/48	**A1**	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. Januar 1994 (06.01.94)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH93/00097

(22) Internationales Anmeldedatum: 15. April 1993 (15.04.93)

(30) Prioritätsdaten:
1965/92-2 22. Juni 1992 (22.06.92) CH

(81) Bestimmungsstaaten: JP, NO, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

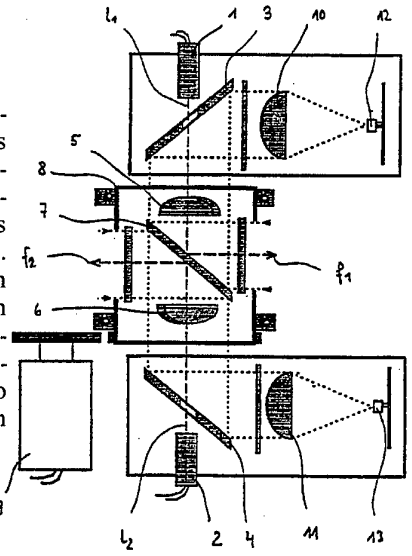
(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US):* J. MÜLLER AG [CH/CH]; Vogelsangstr. 6, CH-8307 Effretikon (CH).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US) :* JÄGER, Heinz [CH/CH]; Chilegass 9, CH-8604 Volketswil (CH).

(74) Anwalt: TROESCH SCHEIDEGGER WERNER AG; Siewerdtstr. 95, CH-8050 Zürich (CH).

(54) Title: PROCESS FOR MEASURING RELATIVE ANGLES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR MESSUNG VON RELATIVEN WINKELN



(57) Abstract

The process for measuring the angle between a measuring platform and measuring points has at least one light beam (f_1, f_2) fanned into a plane band. This light fan is pivoted about an axis of the measuring platform. Reflective means fitted at the measuring points reflect light to the measuring platform as soon as the light fan impringes upon said reflective means. In the measuring platform there are counters which count continuously until a reflection signal reaches the measuring platform. The next reflection signal then stops the next counter. There is one counter which counts at the same beat rate throughout the entire pre-defined angular region in which the measuring points are to be detected. The angular value of the corresponding measuring point is calculated from the ratios between the positions of the counters stopped by the reflection signals and the position of the counter continuing to count. There are preferably two light fans (f_1, f_2), preferably at right angles to each other.

(57) Zusammenfassung

Das Verfahren zur Messung der Winkel zwischen einer Messplattform und Messpunkten sieht wenigstens einen zu einem ebenen Band aufgefächerten Lichtstrahl (f_1, f_2) vor. Dieser Lichtfächer wird um eine Achse der Messplattform verschwenkt. Durch an den Messpunkten angebrachte Reflektionsmittel wird Licht zur Messplattform zurückgespiegelt, sobald der Lichtfächer auf diese Reflektionsmittel auftrifft. In der Messplattform sind Zähler vorgesehen, welche jeweils laufend bis zum Eintreffen eines Reflektionssignales in der Messplattform zählen. Dabei stoppt das jeweils nächste Reflektionssignal den nächsten vorgesehenen Zähler. Ein Zähler ist vorgesehen, während des gesamten, vordefinierten Winkelbereiches, in welchem die Messpunkte zu erfassen sind, mit demselben Zähltakt zu zählen. Aus den Verhältnissen der durch die Reflektionssignale gestoppten Zählerstände zum Zählerstand des durchzählenden Zählers wird der Winkelwert des entsprechenden Messpunktes errechnet. Vorzugsweise sind zwei in vorzugsweise rechtem Winkel zueinanderstehende Lichtfächer (f_1, f_2) vorgesehen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	**FI**	Finnland	**MR**	Mauritanien
AU	Australien	**FR**	Frankreich	**MW**	Malawi
BB	Barbados	**GA**	Gabon	**NE**	Niger
BE	Belgien	**GB**	Vereinigtes Königreich	**NL**	Niederlande
BF	Burkina Faso	**GN**	Guinea	**NO**	Norwegen
BG	Bulgarien	**GR**	Griechenland	**NZ**	Neuseeland
BJ	Benin	**HU**	Ungarn	**PL**	Polen
BR	Brasilien	**IE**	Irland	**PT**	Portugal
BY	Belarus	**IT**	Italien	**RO**	Rumänien
CA	Kanada	**JP**	Japan	**RU**	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**SD**	Sudan
CG	Kongo	**KR**	Republik Korea	**SE**	Schweden
CH	Schweiz	**KZ**	Kasachstan	**SI**	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	**LI**	Liechtenstein	**SK**	Slowakischen Republik
CM	Kamerun	**LK**	Sri Lanka	**SN**	Senegal
CN	China	**LU**	Luxemburg	**TD**	Tschad
CS	Tschechoslowakei	**LV**	Lettland	**TG**	Togo
CZ	Tschechischen Republik	**MC**	Monaco	**UA**	Ukraine
DE	Deutschland	**MG**	Madagaskar	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	**ML**	Mali	**UZ**	Usbekistan
ES	Spanien	**MN**	Mongolei	**VN**	Vietnam

Verfahren zur Messung von relativen Winkeln

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der relativen Winkel zwischen einer Referenzrichtung einer Messplattform und davon entfernten Messpunkten mittels von der Messplattform ausgehenden Lichtstrahlen, welche mittels an den Messpunkten angebrachten Reflektionsmitteln zur Messplattform zurückgespiegelt werden und von an der Messplattform vorgesehenen Empfangsmitteln empfangen und verarbeitet werden sowie Messeinrichtungen zur Durchführung dieses Verfahrens.

Beispielsweise werden für die Bestimmung der Position einer Messplattform bezüglich Referenzpunkten mit bekannten Positionen die Distanzen zwischen der Messplattform und den Referenzpunkten vermessen. Daraus lässt sich die Position der Messplattform bestimmen. Anstelle der Messung der Distanzen kann auch die Winkellage der Messplattform in bezug auf die Referenzpunkte vermessen werden. Diese führt aufgrund eines Vermessungsplanes ebenfalls zur Bestimmung der Position der Messplattform. Diese Winkel können sowohl von der Messplattform oder jeweils von den einzelnen Referenzpunkten aus gemessen werden. Üblicherweise werden dabei die Winkel gegenüber einer definierten Referenzrichtung gemessen. Für die Messung dieser Relativwinkel wird herkömmlicherweise häufig ein manuell zu bedienendes optisches Winkelmessgerät verwendet.

Für die automatisierte Messung dieser Relativwinkel sind Verfahren und Einrichtungen bekannt, welche mit Hilfe von Lichtsendern an der Messplattform und Reflektoren an den Referenzpunkten arbeiten. Dabei wird herkömmlicherweise ein gebündelter Lichtstrahl auf den Referenzpunkt ausgerichtet, wobei dann die Ausrichtung dieses Lichtstrahls direkt den gesuchten Relativwinkel gegenüber der Referenzrichtung darstellt. Anhand eines bestehenden Vermessungs-

planes kann danach die Position der Messplattform bestimmt werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, ein einfaches Verfahren zur Messung von Relativwinkeln zu finden, das weitestgehend automatisiert abläuft und schnell und genau diese Relativwinkel bestimmen kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass der ausgehende Lichtstrahl optisch zu einem ebenen Band aufgefächert wird, und dieses Band um eine Achse der Messplattform in einem vorbestimmten Winkelbereich verschwenkt wird, wobei in der Auswertungseinrichtung der Messplattform mehrere Zähler vorgesehen sind, wovon einer vom Beginn des Winkelbereiches bis zu dessen Ende mit einem Zähltakt betrieben wird, und die anderen beim Beginn des Winkelbereiches mit demselben Zähltakt zu zählen beginnen, und jeweils nacheinander beim Empfangen des jeweils nächstfolgenden Reflektionssignales von einem Messpunkt mit Zählen stoppen, und dass aus den Zählerstandverhältnissen zwischen dem Zähler des Winkelbereiches und den anderen Zählern die relativen Winkelpositionen zwischen dem Beginn des Winkelbereiches der Messplattform und den Messpunkten berechnet werden.

Durch die Auffächerung des Lichtstrahles wird nur noch ein Umgang dieses Lichtfächers beispielsweise um eine vertikale Achse benötigt, um Reflektionssignale von Messpunkten innerhalb der Fächerbreite zu erhalten. Herkömmlicherweise musste der Lichtstrahl dafür genau auf das Reflektionsmittel ausgerichtet werden. Für die meisten Anwendungen sind die entsprechenden Messpunkte auch in einem relativ schmalen horizontalen Band, von der Messplattform aus betrachtet, positioniert. Indem für die Bestimmung des Winkels das Verhältnis von Zählerständen verwendet wird, ist der daraus erhaltene Winkelwert nicht von der Umgangsge-

schwindigkeit des Lichtstrahles abhängig. Daraus resultieren sehr genaue Winkelmessungen.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass zwei um dieselbe Achse der Messplattform verschwenkbare, fächerförmige Lichtstrahlen vorgesehen sind, welche vorzugsweise in einem rechten Winkel zueinander ausgerichtet sind, und dass für jeden dieser Lichtstrahlenfächer eine eigene Zählergruppe vorhanden ist, und aus den Zählerständen die relativen Winkelpositionen der Messpunkte bezüglich der Referenzrichtung berechnet werden. Durch die Verwendung von zwei Fächern mit unterschiedlicher Winkelstellung bezüglich der Drehachse können die zwei Winkel der Messpunkte sowohl bezüglich der Referenzrichtung in der zur Drehachse der Messplattform senkrecht stehenden Ebene wie auch der Winkel bezüglich der Drehachse selbst bestimmt werden. Durch diese Winkelangaben kann die Position der Messplattform bezüglich der Messpunkte genau bestimmt werden.

Eine weitere, bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass nur bestimmte, aufgrund grober Vorausbestimmung der Messpunktstandorte auszuwählende Winkelbereiche für die Erfassung der Messpunkte vorgesehen werden. Damit können Mehrdeutigkeiten, welche beim Vorhandensein von mehr als einem Messpunkt auftreten, ausgeschlossen werden. Beispielsweise kann der Winkelbereich bereits beim Erfassen eingeschränkt werden, indem nur im ausgewählten Winkelbereich reflektierte Signale akzeptiert werden, wobei insbesondere diese Winkelbereiche für einzelne Zähler speziell definiert sein können, oder aber es werden diese Winkelbereiche erst bei der Auswertung der Winkelmessung berücksichtigt. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die auszuwählenden Winkelbereiche in einem Speicherbaustein in der Messplattform gespeichert werden. Damit stehen diese Daten für eine automatische Auswertung, beispielsweise mittels eines Computers, zur Verfügung.

Zur Durchführung des Verfahrens ist erfindungsgemäss eine Vorrichtung vorgesehen, welche wenigstens einen Lichtsender und ferner einen lichtempfindlichen Sensor, welcher mit Zähl- resp. Auswertungsmitteln verbunden ist, aufweist.

Vorzugsweise ist eine Vorrichtung vorgesehen, bei welcher wenigstens ein Lichtsender mit Fächerlinse in einem um eine Achse drehbaren Gehäuse derart angeordnet ist, dass die Lichtachse senkrecht zur Drehachse liegt, und dass vor jedem Lichtsender ein Umlenkspiegel mit einer Öffnung für den Lichtfächer des Lichtsenders vorgesehen ist, welcher derart angeordnet ist, dass einfallendes Licht über eine Linsenoptik, welche gegebenenfalls zusätzlich Interferenzfilter aufweist, auf den lichtempfindlichen Sensor, welcher in der Drehachse angeordnet ist, geführt wird.

Weiter ist vorzugsweise eine Vorrichtung vorgesehen, bei welcher wenigstens ein Lichtsender mit Fächerlinse in einem um eine Achse drehbaren Gehäuse derart angeordnet ist, dass die Lichtachse senkrecht zur Drehachse liegt, und dass vor jedem Lichtsender ein Linsenpaar vorgesehen ist, deren optische Achsen mit gleichem Abstand zu beiden Seiten der optischen Achse des Lichtsenders in der Fächerebene des Lichtfächers des Lichtsenders angeordnet sind, wobei für jede Linse in deren Brennpunkt der Anfang eines Lichtleiters vorgesehen ist, welcher einfallendes Licht auf den lichtempfindlichen Sensor, welcher in der Drehachse angeordnet ist, leitet. Bei dieser Ausführungsform können durch die sehr kompakte Bauform eine Mehrzahl von Lichtsendern im Gehäuse angeordnet werden. Damit lässt sich der Datendurchsatz erheblich steigern, was insbesondere die Genauigkeit der Messungen während des Verfahrens der Messeinrichtung erhöht.

Weiter ist erfindungsgemäss eine Vorrichtung vorgesehen, welche einen um eine Achse drehbaren Umlenkspiegel und

eine zwischen dem Lichtsender und dem Umlenkspiegel angeordnete Fächerlinse, sowie einen weiteren, mit einer Öffnung für den Lichtstrahl des Lichtsenders versehenen, feststehenden Umlenkspiegel aufweist. Als einziges bewegliches Teil ist hier der drehbare Umlenkspiegel vorgesehen. Dies bedeutet, dass nur eine verhältnismässig kleine Masse bewegt werden muss, was sich positiv auf die Messgenauigkeit auswirkt. Eine bevorzugte Ausführungsform dieser Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass zwei Lichtsender vorgesehen sind, welche derart angeordnet sind, dass die aufgefächerten Lichtstrahlen der beiden Lichtsender je auf eine Seite des drehbaren Umlenkspiegels, der beidseitig verspiegelt ist, auftreffen, und dass der Umlenkspiegel vorzugsweise in einem Winkel von 45° zu seiner Drehachse geneigt angebracht ist.

Bevorzugterweise werden erfindungsgemäss Laserlichtsender eingesetzt.

Diese erfindungsgemässen Vorrichtungen erlauben eine präzise Messung des relativen Winkels der Verbindung der Messplattform zu einem Messpunkt bezüglich der Referenzrichtung und daraus die genaue Positionsbestimmung der Messplattform, beispielsweise anhand eines Vermessungsplanes.

Die vorliegende Erfindung eignet sich bevorzugterweise besonders vorteilhaft für die Vermessung von Geleisen. Dabei werden die Reflektionsmittel an den dafür vorgesehenen Stellen am Geleiserand angebracht und die Messplattform wird auf einem Vermessungswagen positioniert. Die Bestimmung der Lage der Messplattform bezüglich des Horizonts erfolgt in bekannter Weise, wogegen die Winkel zu den Messpunkten erfindungsgemäss gemessen werden. Anhand eines für die Geleise vorhandenen Vermessungsplanes kann danach die Position der Messplattform und damit der Geleise bestimmt werden. Der grosse Vorteil liegt insbesondere in

einer kontinuierlichen Messung, welche mit herkömmlichen Mitteln praktisch nicht realisiert werden konnte.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend anhand von Zeichnungen noch näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 die Aufsicht auf eine Messanordnung mit Messplattform und zwei Messpunkten;

Fig. 2 die Seitenansicht von Fig. 1;

Fig. 3 die Aufsicht auf eine Messanordnung mit zwei Lichtfächern;

Fig. 4 die schematische Auswertung der Messung nach Fig. 3;

Fig. 5 den schematischen Querschnitt durch ein erfindungsgemässes Winkelmessgerät;

Fig. 6 den schematischen Querschnitt durch ein weiteres, erfindungsgemässes Winkelmessgerät; und

Fig. 7 den schematischen Querschnitt durch nochmals ein weiteres, erfindungsgemässes Winkelmessgerät.

Zuerst wird das Prinzip des erfindungsgemässen Verfahrens anhand der Messung mit einem Lichtfächer dargestellt. Ausgegangen wird von einer Messplattform M, für welche ein Winkelbereich zur Messung von 0° bis 180° bestimmt worden ist, wobei die Referenzrichtung R auch gerade den Winkelbereich-Beginn darstellt. Innerhalb des Winkelbereiches seien zwei Messpunkte A und B mit Reflektionsmitteln angeordnet, wie in Fig. 1 in der Aufsicht schematisch dargestellt. Der Lichtstrahlfächer 1 wird um eine senkrechte Achse durch die Messplattform M im Gegenuhrzeigersinn verschwenkt. Dabei ist hier beispielsweise der Lichtfächer

derart aufgefächert, dass die Fächerebene parallel zur Drehachse ausgerichtet ist. Die Fächerbreite ist in der Seitenansicht von Fig. 2 durch gestrichelte Linien angedeutet. Wenn der Lichtfächer die Referenzrichtung R passiert, beginnen ein Zähler Z_1 sowie zwei weitere Zähler Z_2 und Z_3 mit einem vorbestimmten, konstanten Zähltakt zu zählen. Sobald der Lichtfächer um den Winkel α verschwenkt wurde, wird Licht durch den Messpunkt A reflektiert und damit der Zähler Z_2 angehalten. Sobald nun der Lichtfächer 1 weiter bis zum Winkel β verschwenkt wird, wird auch der Zähler Z_3 aufgrund der Reflektion durch den Messpunkt B angehalten. Am Ende des Winkelbereiches, hier bei 180°, wird der Zähler Z_1 schliesslich ebenfalls angehalten. Selbstverständlich können noch weitere Zähler in der Messplattform M vorhanden sein, um eine grössere Anzahl von Messpunkten auszuwerten. Aus den Verhältnissen der Zählerstände von Z_1 und Z_2, resp. Z_1 und Z_3 und dem vorbestimmten Winkelbereich lassen sich die Winkel α und β genau bestimmen :

$$\alpha = 180^{\circ} * \frac{Z_2}{Z_1}$$

resp.

$$\beta = 180^{\circ} * \frac{Z_3}{Z_1}$$

Dabei ist die Genauigkeit unabhängig von der Umdrehungsgeschwindigkeit des Lichtfächers 1. Wenn beispielsweise der Zähltakt 180'000/sek beträgt und die Umdrehungsgeschwindigkeit der Lichtfächer 0,5 Umdrehungen / sek beträgt, so wäre der Zählerstand des Zählers Z_1 idealerweise 180'000. Wenn sich nun die Umdrehungszahl leicht ändert, so dass beispielsweise der Zählerstand des Zählers Z_1 nur noch 160'000 beträgt, so würden sich auch die Zählerstände

der Zähler Z_2 und Z_3 im gleichen Verhältnis ändern und die errechneten Winkelwerte bleiben gleich.

Da die Taktfrequenz üblicherweise durch elektronische Bausteine erzeugt wird, welche mit sehr hoher Genauigkeit arbeiten, ist die Genauigkeit dieses Messverfahrens sehr hoch. Die Drehzahlschwankungen des Lichtfächers können damit praktisch vollständig kompensiert werden.

Aus den Fig. 1 und 2 wird klar, dass, mit nur einem Lichtfächer, nur derjenige, in der zur Drehachse senkrecht aufgespannten Ebene mit der Messplattform als Zentrum liegende Winkel gemessen werden kann.

Für Anwendungen, welche den vollständigen relativen Winkel benötigen, können erfindungsgemäss zwei Lichtfächer vorgesehen werden, welche vorzugsweise in einem rechten Winkel zueinander stehen. Eine derartige Anordnung ist in Figur 3 schematisch mit denselben Messpunkten A und B wie in den Figuren 1 und 2 dargestellt. Ein Lichtfächer 11, der um einen Winkel von 45° gegenüber der Horizontalebene gekippt ist, wird wieder, wie vorgängig beschrieben, um die Achse der Messplattform im Gegenuhrzeigersinn verschwenkt. Beim Erreichen des Winkels α_1 wird vom Messpunkt A ein Teil des Lichtes zurückgestrahlt und damit der betreffende erste Zähler Z_2 angehalten. In Figur 3 ist dabei die Schnittlinie des Lichtfächers l_1 mit der Horizontalebene mit einer durch Kreuze unterbrochenen Linie dargestellt. Beim Erreichen des Winkels α_2 wird demgemäss vom Messpunkt B Licht zurückreflektiert und der nächste Zähler Z_3 angehalten. Nun wird noch ein zweiter Lichtfächer l_2 um dieselbe Achse in derselben Richtung verschwenkt. Dies kann gleichzeitig oder zeitlich versetzt erfolgen. Dieser Lichtfächer steht vorzugsweise in einem rechten Winkel zur Ausrichtung des ersten Lichtfächers l_1. Vorteilhafterweise folgt der zweite Lichtfächer l_2 mit einem Abstand von 180° dem Lichtfächer l_1. Hierbei erfolgen die Reflektionen von

den Messpunkten A und B bei den Winkelstellungen β_1 und β_2 des Lichtfächers l_2. Diese Positionen werden ebenfalls mit drei weiteren Zählern Z_4 bis Z_6, wie vorgängig beschrieben, erfasst.

Die Auswertung dieser Winkelstellungen ist nun graphisch in Figur 4 dargestellt. Die Messpunkte stellen graphisch die Schnittpunkte der Lichtfächerlinien l_1 und l_2 dar, welche jeweils bei einem empfangenen Reflektionssignal in die Grafik eingetragen werden. Weil nun bei mehr als einem vorhandenen Messpunkt mehr Schnittpunkte dieser Linien entstehen, als effektiv Messpunkte vorhanden sind, müssen diese überzähligen Fehlstellen eliminiert werden. Dies erfolgt vorzugsweise dadurch, dass nur in zu bestimmenden Winkelbereichen solche Schnittpunkte zugelassen werden. Diese Winkelbereiche werden aufgrund einer groben Vorausbestimmung der Lage dieser Messpunkte festgelegt. Beispielsweise bei der Vermessung von Geleisen wird hierzu der dazugehörige Vermessungsplan verwendet, in welchem die Standorte der Messpunkte eingetragen sind.

Statt die Messpunkte aufgrund der Winkelstellungen zu klassifizieren (Basis: Grobplan), kann dies auch nach deren Entfernung zur Messplattform erfolgen, indem nach Intensität des reflektierten Lichtes selektiert wird.

Die gesamte Auswertung kann beispielsweise mittels eines Computers erfolgen, wobei die grobe Vorausbestimmung der Lage der Messpunkte beispielsweise in einem Speicher für die Auswertung zur Verfügung stehen kann.

Durch das erfindungsgemässe Verfahren ist es insbesondere auch möglich, die Winkelmessungen von einer sich ständig bewegenden Messplattform aus kontinuierlich durchzuführen. Dies ist gerade bei der erwähnten Vermessung von Geleisen, beispielsweise bei Reparatur- oder Erneuerungsarbeiten, von sehr grossem Vorteil.

Als Lichtquelle wird vorzugsweise ein Laserlichtsender verwendet. Dadurch kann auch mit verhältnismässig kleinem Energiebedarf eine genügende Reflektionsleistung auch bei grösseren Distanzen erzielt werden. Vorteilhafterweise werden in der entsprechenden Optik Filter zur Ausscheidung von Störsignalen vorgesehen, welche durch Sonnenlichtblendungen hervorgerufen werden können.

Ein schematischer Querschnitt durch ein erfindungsgemässes Winkelmessgerät, welches zwei Lichtfächer für die Messung verwendet, ist in Fig. 5 dargestellt. Darin sind zwei Lichtsender 1 und 2 , vorzugsweise Laserlichtsender, vorgesehen, welche jeweils einen gebündelten Lichtstrahl l_1 und l_2 aussenden. Die Lichtstrahlen gelangen durch Öffnungen in den Umlenkspiegeln 3 und 4 auf die Fächerlinsen 5 und 6. Diese Fächerlinsen 5, 6 sind als Zylinderlinsen ausgebildet und fächern die gebündelten Lichtstrahlen l_1 und l_2 zu ebenen Lichtbändern f_1 und f_2 auf. Dabei sind die beiden Fächerlinsen in einem rechten Winkel zueinander ausgerichtet, so dass die beiden Lichtbänder f_1 und f_2 ebenfalls in einem rechten Winkel zueinander stehen. Über einen beidseitig verspiegelten Umlenkspiegel 7 werden die Lichtbänder um 90° abgelenkt und treten aus dem Gehäuseteil 8 des Winkelmessgerätes aus. Das Gehäuseteil 8 ist mittels eines Antriebsmotores 9 rotierbar. Damit können die Lichtbänder f_1 und f_2 ständig in Umlauf gehalten werden. Die Breite der Lichtbänder ist sowohl durch die Fächerlinse wie auch durch die Gehäuseabmessungen beschränkt, wird aber so gross gehalten, dass alle zu erfassenden Messpunkte damit abgedeckt werden können. Ein von den Messpunkten reflektiertes Signal tritt in das Gehäuseteil 8 ein und wird über die beiden Umlenkspiegel 7 und 3 resp. 4 auf die Sammellinsen 10 resp. 11 umgelenkt, welche das Signal auf die lichtempfindlichen Sensoren 12 resp. 13 fokussieren. Diese Sensoren liefern schliesslich das Signal zum Anhalten der Zähler, wie vorgängig beschrieben. Im Lichtgang sind noch verschiedene Filter vorgesehen, um

Fehlinterpretationen von Störsignalen, beispielsweise hervorgerufen durch Sonnenblendungen, zu vermeiden.

Eine weitere, bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemässen Messgerätes ist in Figur 6 dargestellt. Hier wird ein zylindrisches, axial drehbar gelagertes Gehäuse 14 mittels eines Elektromotores 15 beispielsweise über einen Bandantrieb in Drehung versetzt. Ein lichtempfindlicher Sensor 16 ist dabei in der Drehachse des Gehäuses 14 feststehend an dessen Lagerungsrahmen zusammen mit der Auswertungselektronik 17 positioniert. Im Gehäuse 14 ist senkrecht zur Drehachse ein Lichtsender 18, vorzugsweise ein Laserlichtsender, angeordnet, welcher einen Lichtfächer 19 aussendet. Dieser Lichtfächer 19 ist entsprechend der vorangegangenen Beschreibung geneigt. Das von einem Messpunkt 20 reflektierte Licht 21 (gestrichelt dargestellt) wird über einen Umlenkspiegel 22 und eine Linsenanordnung 24,25 auf den Sensor 16 fokusiert. Dabei ist beispielsweise zusätzlich ein Interferenzfilter 23 vorgesehen, um Störungen auszufiltern. Vorzugsweise sind im Gehäuse eine Mehrzahl von Lichtsendern 18 vorgesehen, beispielsweise 4, wobei die Lichtfächerebenen von benachbarten Lichtsendern 18 vorzugsweise rechtwinklig zueinander ausgerichtet sind. Selbstverständlich lässt sich der Antrieb des Gehäuses 14 auch derart anordnen, dass der Messbereich, d.h. der Ausstrahlbereich der Lichtsender 18, auf dem vollem Umfang, gewährleistet ist.

In Figur 7 ist nochmals eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemässen Messgerätes dargestellt. Der Aufbau ist im wesentlichen gleich wie bei dem in Figur 6 beschriebenen Gerät. Einzig der Empfangsteil wurde abgeändert, indem hier anstelle eines Umlenkspiegels zwei Linsen 26,27 angeordnet sind, welche direkt auf den Anfang von Lichtleiterfasern 28, 29 fokusiert sind. Die Lichtfasern leiten schliesslich die empfangenen Lichtsignale auf den Sensor 16. Hier ist beispielsweise ein Filter 30 direkt

vor dem Sensor 16 angeordnet. Der Vorteil dieser Anordnung ist insbesondere darin zu sehen, dass eine Viehlzahl von Sendern 18 angeordnet werden können, wodurch der Datendurchsatz und damit die Messgenauigkeit gesteigert werden kann. Ein weiterer Vorteil liegt in der kurzen Brennweite der hier verwendeten Linsen 26 und 27.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung der relativen Winkel zwischen einer Referenzrichtung einer Messplattform und davon entfernten Messpunkten mittels von der Messplattform ausgehenden Lichtstrahlen, welche mittels an den Messpunkten angebrachten Reflektionsmitteln zur Messplattform zurückgespiegelt werden und von an der Messplattform vorgesehenen Empfangsmitteln empfangen und verarbeitet werden, dadurch gekennzeichnet, dass der ausgehende Lichtstrahl optisch zu einem ebenen Band aufgefächert wird und dieses Band um eine Achse der Messplattform in einem vorbestimmten Winkelbereich verschwenkt wird, wobei in der Auswertungseinrichtung der Messplattform mehrere Zähler vorgesehen sind, wovon einer vom Beginn des Winkelbereiches bis zu dessen Ende mit einem Zähltakt betrieben wird und die anderen beim Beginn des Winkelbereiches mit demselben Zähltakt zu zählen beginnen, und jeweils nacheinander beim Empfangen des jeweils nächstfolgenden Reflektionssignales von einem Messpunkt mit Zählen stoppen, und dass aus den Zählerstandverhältnissen zwischen dem Zähler des Winkelbereiches und den anderen Zählern die relativen Winkelpositionen zwischen dem Beginn des Winkelbereiches der Messplattform und den Messpunkten berechnet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei um dieselbe Achse der Messplattform verschwenkbare, fächerförmige Lichtstrahlen vorgesehen sind, welche vorzugsweise in einem rechten Winkel zueinander ausgerichtet sind, und dass für jeden dieser Lichtstrahlenfächer eine eigene Zählergruppe vorhanden ist und aus den Zählerständen die relativen Winkelpositionen der Messpunkte bezüglich der Referenzrichtung berechnet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass nur bestimmte, aufgrund grober Vorausbestimmung

der Messpunktstandorte auszuwählende Winkelbereiche und/ oder Entfernungsbereiche für die Erfassung der Messpunkte vorgesehen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die auszuwählenden Winkelbereiche in einem Speicherbaustein in der Messplattform gespeichert werden.

5. Messeinrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie wenigstens einen Lichtsender und ferner einen lichtempfindlichen Sensor, welcher mit Zähl- resp. Auswertungsmitteln verbunden ist, aufweist.

6. Messeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Lichtsender mit Fächerlinse in einem um eine Achse drehbaren Gehäuse derart angeordnet ist, dass die Lichtachse senkrecht zur Drehachse liegt, und dass vor jedem Lichtsender ein Umlenkspiegel mit einer Öffnung für den Lichtfächer des Lichtsenders vorgesehen ist, welcher derart angeordnet ist, dass einfallendes Licht über eine Linsenoptik, welche gegebenenfalls zusätzlich Interferenzfilter aufweist, auf den lichtempfindlichen Sensor, welcher in der Drehachse angeordnet ist, geführt wird.

7. Messeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Lichtsender mit Fächerlinse in einem um eine Achse drehbaren Gehäuse derart angeordnet ist, dass die Lichtachse senkrecht zur Drehachse liegt, und dass vor jedem Lichtsender ein Linsenpaar vorgesehen ist, deren optische Achsen mit gleichem Abstand zu beiden Seiten der optischen Achse des Lichtsenders in der Fächerebene des Lichtfächers des Lichtsenders angeordnet sind, wobei für jede Linse in deren Brennpunkt der Anfang eines Lichtleiters vorgesehen ist, welcher einfallendes Licht

auf den lichtempfindlichen Sensor, welcher in der Drehachse angeordnet ist, leitet.

8. Messeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen um eine Achse drehbaren Umlenkspiegel und eine zwischen dem Lichtsender und dem Umlenkspiegel angeordnete Fächerlinse sowie einen weiteren, mit einer Öffnung für den Lichtstrahl des Lichtsenders versehenen, feststehenden Umlenkspiegel aufweist.

9. Messeinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Lichtsender vorgesehen sind, welche derart angeordnet sind, dass die aufgefächerten Lichtstrahlen der beiden Lichtsender je auf eine Seite des drehbaren Umlenkspiegels, der beidseitig verspiegelt ist, auftreffen und dass der Umlenkspiegel vorzugsweise in einem Winkel von 45° zu seiner Drehachse geneigt angebracht ist.

10. Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Lichtsender Laserstrahlsender vorgesehen sind.

11. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 für die Vermessung von Geleisen.

Fig. 1

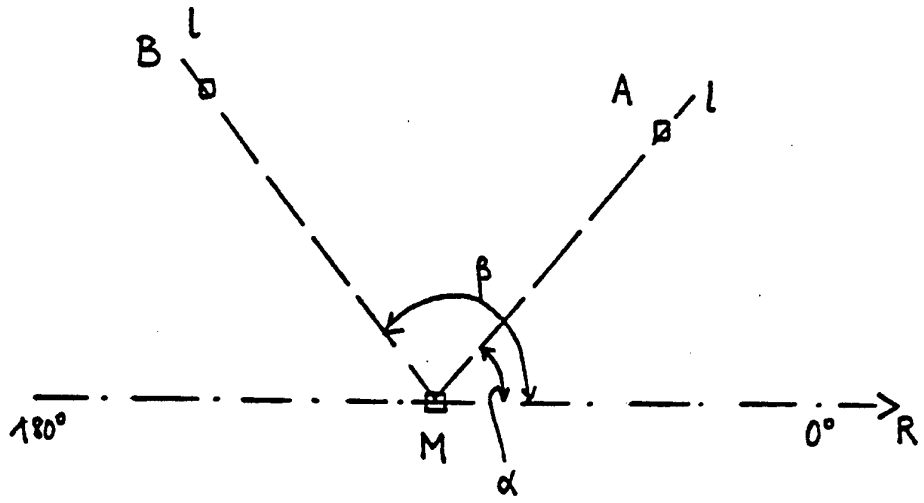


Fig. 2

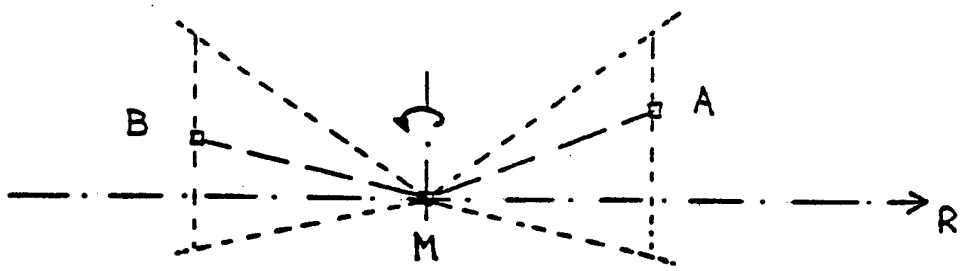


Fig. 3

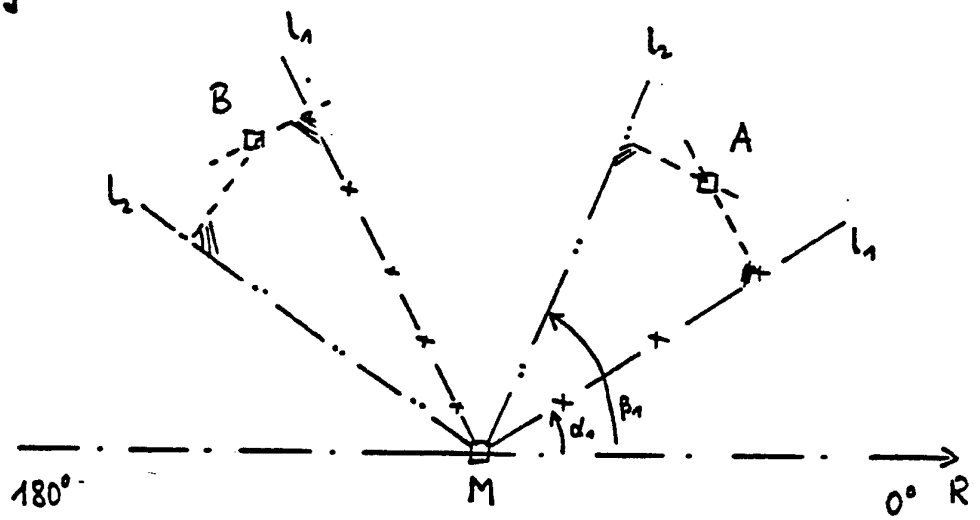


Fig. 4

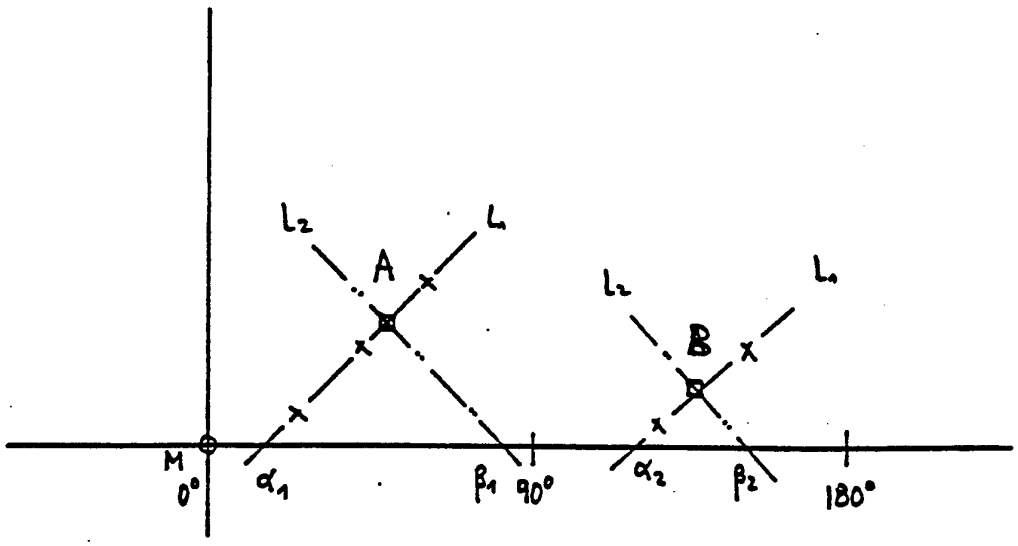


Fig. 5

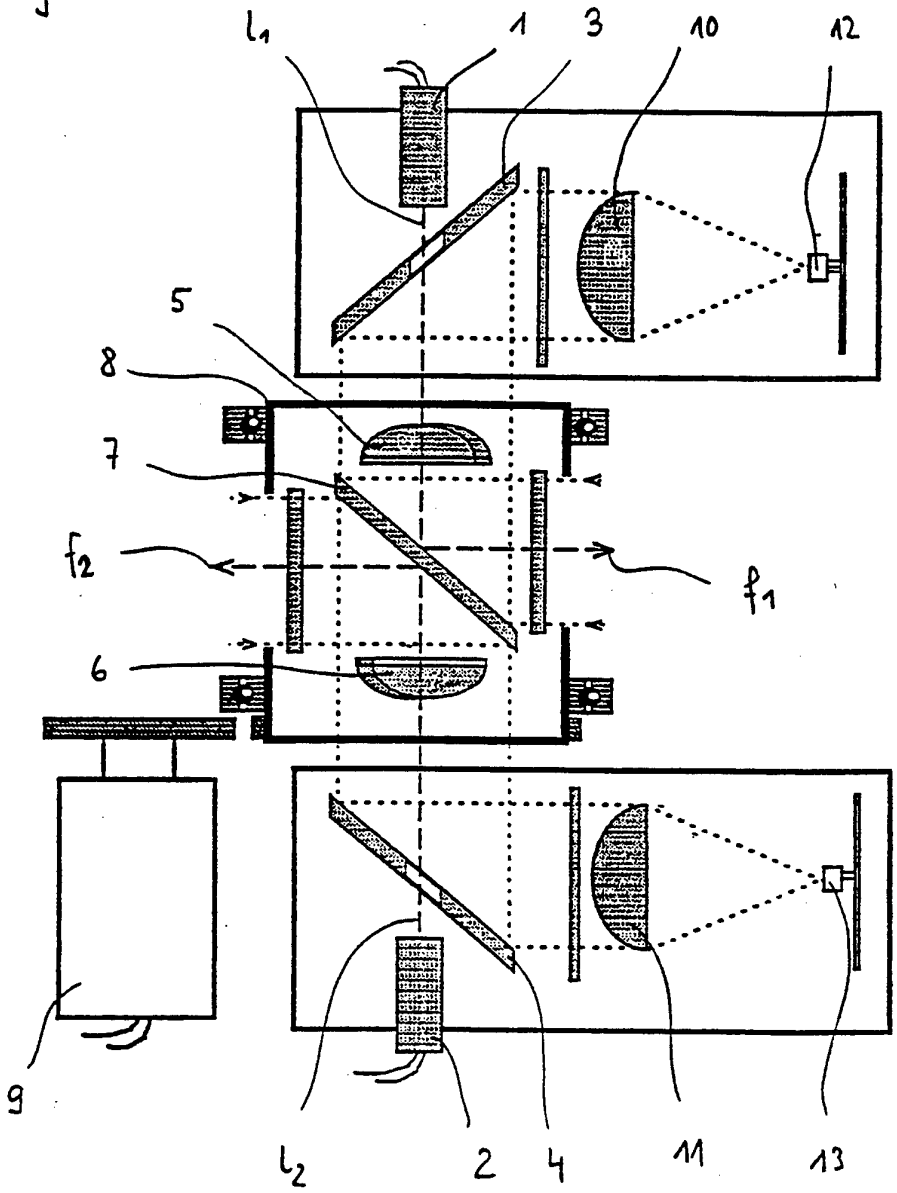


Fig. 6

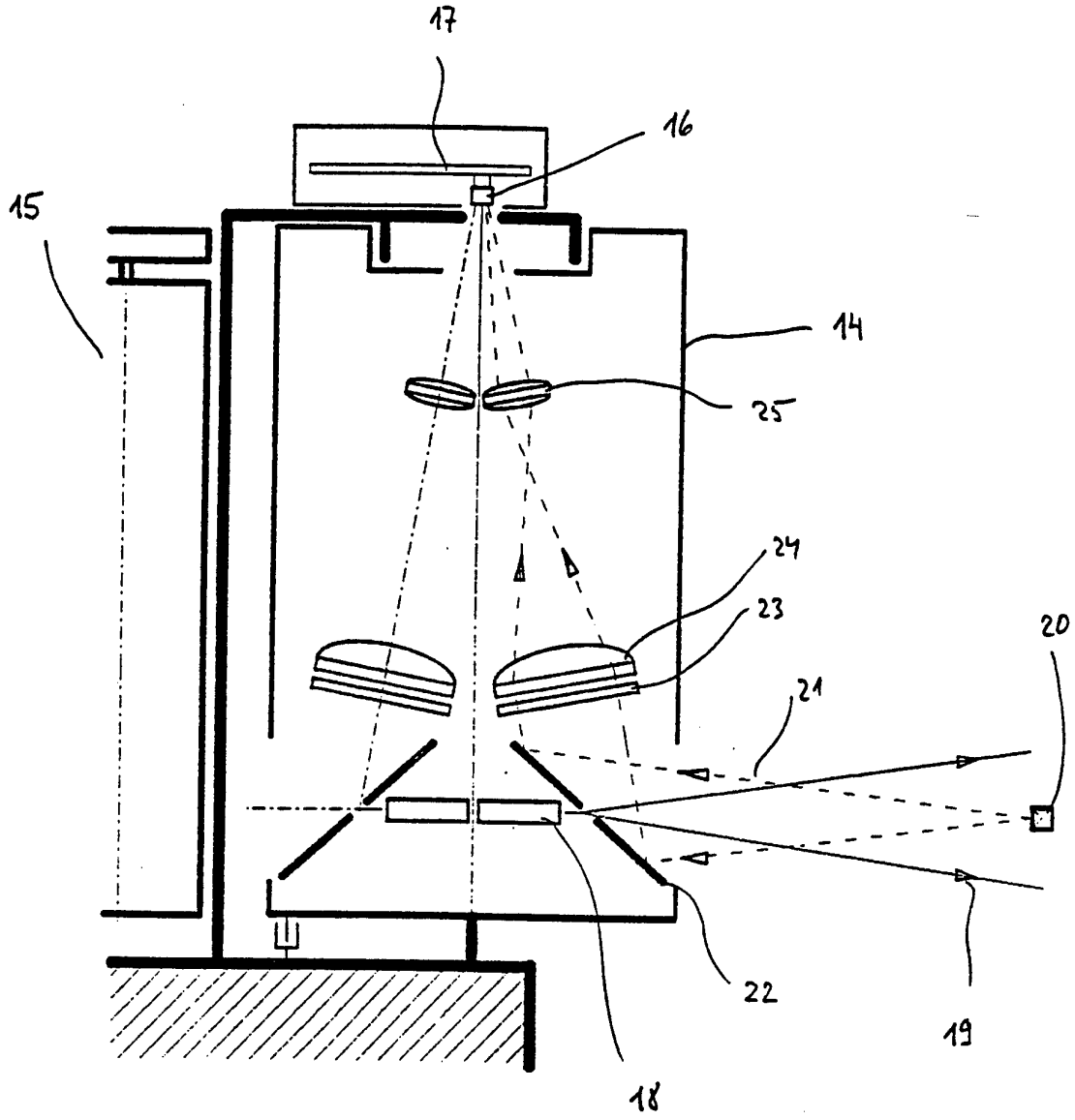
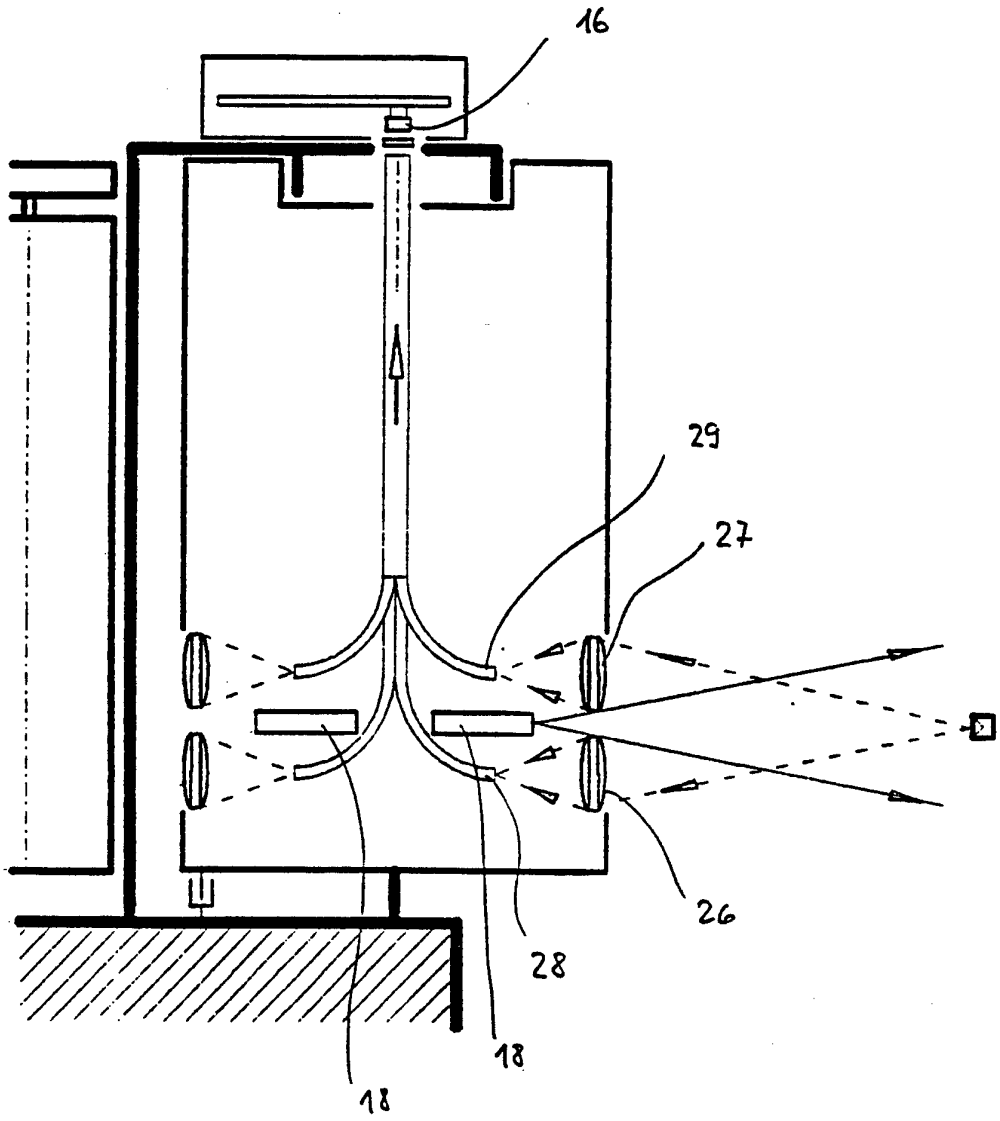


Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CH 93/00097

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.[5] G01S17/06; G01S7/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.[5] G01S; G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE, A, 4 039 881 (HOFMANN WERKSTATT-TECHNIK) 17 June 1992	1,5,6,10
Y	see abstract; figures 1-4 see column 6, line 52 - column 8, line 30 see column 12, line 33 - line 42	2-4,8,9,11
Y	GB, A, 2 213 673 (NATIONAL RESEARCH DEVELOPMENT CORPORATION) 16 August 1989 see abstract; figures 4-6,11 see page 3, line 31 - page 4, line 6 see page 9, line 18 - page 11, line 13	2,8,9
Y	DE, A, 3 725 896 (ANGELE) 16 February 1989 see the whole document	3,4
Y	GB, A, 2 194 702 (COTEGLADE PHOTONICS LIMITED) 9 March 1988	11
A	see the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
1 July 1993 (01.07.93)	8 July 1993 (08.07.93)
Name and mailing address of the ISA/ European Patent office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

CH 9300097
SA 72131

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 01/07/93

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-4039881	17-06-92	EP-A- 0491208	24-06-92
		JP-A- 4295710	20-10-92
		US-A- 5208647	04-05-93
GB-A-2213673	16-08-89	None	
DE-A-3725896	16-02-89	None	
GB-A-2194702	09-03-88	None	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/CH 93/00097

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)[6]

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

Int.Kl. 5 G01S17/06; G01S7/48

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff [7]

Klassifikationssytem	Klassifikationssymbole
Int.Kl. 5	G01S ; G01B

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen [8]

III. EINSCHLAGIGE VEROFFENTLICHUNGEN [9]

Art.°	Kennzeichnung der Veröffentlichung [11], soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile [12]	Betr. Anspruch Nr.[13]
X	DE,A,4 039 881 (HOFMANN WERKSTATT-TECHNIK) 17. Juni 1992	1,5,6,10
Y	siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1-4	2-4,8,9, 11
	siehe Spalte 6, Zeile 52 - Spalte 8, Zeile 30	
	siehe Spalte 12, Zeile 33 - Zeile 42	

Y	GB,A,2 213 673 (NATIONAL RESEARCH DEVELOPMENT CORPORATIONü) 16. August 1989	2,8,9
	siehe Zusammenfassung; Abbildungen 4-6,11	
	siehe Seite 3, Zeile 31 - Seite 4, Zeile 6	
	siehe Seite 9, Zeile 18 - Seite 11, Zeile 13	

	-/--	

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen [10] :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgefuhrt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder menreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
01.JULI 1993	08. 07. 93
Internationale Recherchenbehörde	**Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten**
EUROPAISCHES PATENTAMT	Francesco Zaccà

III. EINSCHLAGIGE VEROFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)

Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE,A,3 725 896 (ANGELE) 16. Februar 1989 siehe das ganze Dokument	3,4
Y	GB,A,2 194 702 (COTEGLADE PHOTONICS LIMITED) 9. März 1988	11
A	siehe das ganze Dokument	1

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

CH 9300097
SA 72131

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 01/07/93
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A-4039881	17-06-92	EP-A- 0491208	24-06-92
		JP-A- 4295710	20-10-92
		US-A- 5208647	04-05-93
GB-A-2213673	16-08-89	Keine	
DE-A-3725896	16-02-89	Keine	
GB-A-2194702	09-03-88	Keine	

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82