

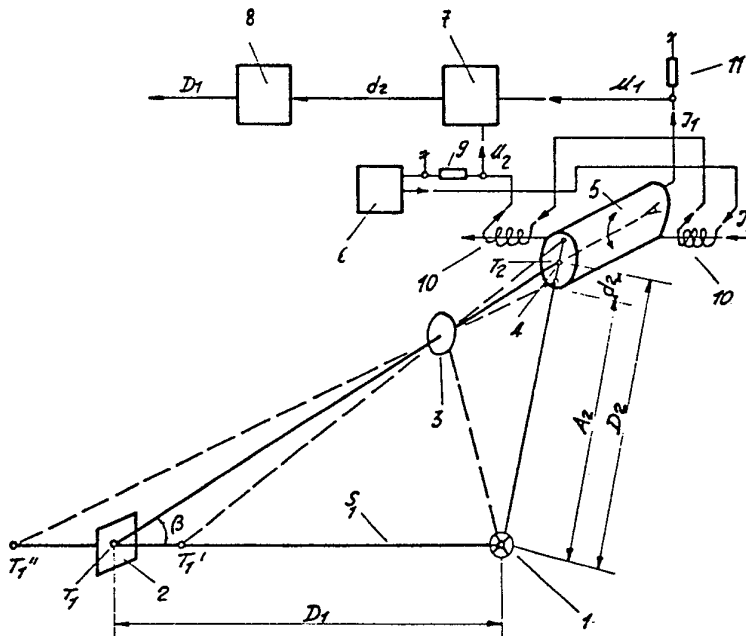


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation: G01C 3/10, 3/08</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 79/00189 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 19. April 1979 (19.04.79)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH78/00026 (22) Internationales Anmeldedatum: 4. Oktober 1978 (04.10.78) (31) Prioritätsaktenzeichen: 012261/77 (32) Prioritätsdatum: 6. Oktober 1977 (06.10.77) (33) Prioritätsland: CH</p>		<p>(71) Anmelder: CELIO, Tino; Via San Gottardo, 6775 Ambri, Schweiz. (72) Erfinder: Anmelder ist gleichzeitig Erfinder. (81) Bestimmungsstaaten: DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), JP, US. Veröffentlicht mit: <i>dem internationalen Recherchenbericht</i></p> <p style="text-align: right;"><i>Bur. Int. Brevets</i> 24 Apr. 1979</p>

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR MEASURING A DISTANCE BY TELEMETRY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ENTFERNUNGSMESSUNG



(57) Abstract

A process and a device for measuring a distance are described using an opto-trigonometric arrangement and a photoelectronic positioning determination. The target (2) is irradiated by means of light radiation (S_1) and the impact point (T_1) is optically represented on a linear photodetector (5) by means of an oblique angle (β) to the irradiation direction. The spatial position (d_2) of the impact image is determined by means of an electronic scanning by the photo-detector and from there, the distance (D_1) from the target is measured by means of trigonometric relations. Preferred alternatives are specially intended for measuring short distances and hollow profiles.

(57) Zusammenfassung

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Entfernungsmessung beschrieben, wobei optisch-trigonometrische Anordnung und photoelektronische Ortsbestimmung verwendet werden. Das Ziel (2) wird mit einem Lichtbündel (S_1) angestrahlt und die Aufprallstelle (T_1) unter einem, bezogen auf die Anstrahlrichtung, schrägen Winkel (B) optisch auf einen linearen Photodetektor (5) abgebildet. Mittels elektronischer Abtastung des Photodetektors wird die örtliche Lage (d_2) des Aufprallstellenbildes (4) bestimmt und daraus, über trigonometrische Beziehungen, die Entfernung (D_1) des Zieles berechnet. Bevorzugte Ausführungen sind besonders auf die Messung von kurzen Distanzen und von Lochprofilen ausgerichtet.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

BR	Brasilien	JP	Japan
CF	Zentrales Afrikanisches Kaiserreich	LU	Luxemburg
CG	Kongo	MG	Madagaskar
CH	Schweiz	MW	Malawi
CM	Kamerun	SE	Schweden
DE	Deutschland, Bundesrepublik	SN	Senegal
DK	Dänemark	SU	Soviet Union
FR	Frankreich	TD	Tschad
GA	Gabun	TG	Togo
GB	Vereinigtes Königreich	US	Vereinigte Staaten von Amerika

Verfahren und Vorrichtung zur Entfernungsmessung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Entfernungsmessung unter Verwendung eines, das Ziel anstrahlenden Lichtbündels.

Die Messung von Entfernungen mittels eines Lichtstrahles hat seit der Erfindung des LASER's grossen Aufschwung genommen. Hohe Strahldichte, kleine Winkeldivergenz und Monochromasie sind die Eigenschaften des LASER's, welche diese Lichtquelle auszeichnen, obwohl, je nach Anwendungszweck, auch von klassischen Lichtquellen abgeleitete Strahlenbündel eingesetzt werden können. Die heute übliche Art der Entfernungsmessung mittels Lichtstrahl besteht in der Anstrahlung des Zieles und in der Sammlung des von ihm reflektierten Lichtes von demselben Standort aus, sowie in der darauf folgenden Bestimmung der Laufzeitdifferenz zwischen hin- und rückkehrender Strahlung.

Nachteilig dabei ist, dass die hohe Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes prinzipiell zu sehr kurzen Laufzeitunterschieden führt, (1cm entspricht 30 psec), deren Messung technologische Grenzen gesetzt sind. Hohe relative Messgenauigkeit lässt sich also nur bei der Messung grösserer Entfernungen praktisch erreichen.



Andere Anordnungen, welche den Lichtstrahl hochfrequent modulieren und die Phasenverschiebung zwischen hin- und rückkehrender Strahlung bestimmen, leiden prinzipiell unter der gleichen Beschränkung, da die Messung der Phasendifferenz mit entsprechend hoher Genauigkeit erfolgen muss.

Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren zur Entfernungsmessung zu schaffen, welches auch bei kleineren Distanzen noch hohe Messgenauigkeit aufweist und einen bescheidenen technischen Aufwand verlangt.

Die Erfindung geht von der bekannten Art zur Entfernungsmessung mittels eines, das Ziel anstrahlenden Lichtbündels aus und ist dadurch gekennzeichnet, dass ein optisches Bild der Strahlaufprallstelle unter einem, bezogen auf die Einfallrichtung, zwischen 0° und 90° liegenden Winkel erstellt wird, dass durch photoelektronische Abtastung die örtliche Lage des Aufprallstellenbildes bestimmt wird und dass aus dieser Lage die Entfernung des Zieles berechnet wird.

Im folgenden wird an Hand der beiliegenden Zeichnungen die Erfindung näher erörtert. Es zeigen:

- Fig. 1 die grundlegende Anordnung
- Fig. 2 die geometrischen Verhältnisse
- Fig. 3 die prinzipielle Art der photoelektronischen Lagebestimmung
- Fig. 4 und 5 zwei bevorzugte Ausführungsformen
- Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel.

In Fig. 1 ist die grundlegende Anordnung angegeben. Von Lichtquelle 1 wird Strahl S_1 ausgesendet, welcher ein in Abstand D_1 entferntes Ziel 2 in Punkt T_1 trifft. Das von T_1 reflektierte Licht wird unter einem Winkel β von Objektiv 3 teilweise gesammelt und damit Bild T_2 der Aufprallstelle T_1 erstellt. Liegt Ziel 2 in näherer (T_1')

oder weiterer (T_1'') Entfernung, dann werden dementsprechend verschobene Bilder entstehen, welche eine Gerade, das Bild 4 aller möglichen Aufprallstellen, bilden.

Mittels einer zur Lichtquelle in einem bekannten Abstand A_2 liegenden Vorrichtung 5 wird Bild 4 photoelektronisch abgetastet. Daraus wird in Rechner 7 in an sich bekannter Weise die jeweilige Lage von T_2 innerhalb von Bild 4 (also Abstand d_2) ermittelt und anschliessend in Rechner 8, in einer noch zu erleuchtenden Weise, D_1 errechnet.

Die Berechnungsgrundlagen zum erfindungsgemässen Verfahren sind in Fig. 2 angegeben. Aus geometrisch-optischen Gründen verlangt bekanntlich die scharfe Abbildung T_1 zu T_2 , dass Objektachse OT_1 , Objektivnormale OL und Bildachse OT_2 sich in Punkt 0 schneiden. Punkte T_1 , T_2 , L , O liegen dann in einer Ebene, welche die Systemebene darstellt. Wenn Objektiv 3 in Abstand a von Punkt 0 sowie Winkel α gegenüber Objektachse OT_1 sich befindet und ferner f und B_1LB_2 Objektivbrennweite resp. Objektivachse sind, dann aus der Aehnlichkeit der Dreiecke T_1A_1L und LZ_2T_2 folgt:

$$\frac{d_1}{b_1} = \frac{b_2}{d_2} \quad 1) \quad \text{d.h.} \quad d_1 d_2 = b_1 b_2 \quad 2)$$

Aber $D_1 = d_1 + b_1$ und $D_2 = d_2 + b_2$ woraus:

$$D_1 = b_1 \left(1 + \frac{b_2}{d_2} \right) \quad 3) \quad D_2 = b_2 \left(1 + \frac{b_1}{d_1} \right) \quad 4)$$

oder

$$D_1 = \frac{b_1 \cdot D_2}{D_2 - b_2} \quad 5) \quad D_2 = \frac{b_2 \cdot D_1}{D_1 - b_1} \quad 6)$$

Die Parameter b_1 und b_2 entsprechen den Segmenten LZ_2 und



A_1L .

Aus Dreieck A_1HO folgt:

$$b_1 = f/\sin \alpha \quad 7)$$

und aus Dreieck A_1HL

$$b_2 = \sqrt{f^2 + (a - f \operatorname{ctg} \alpha)^2} \quad 8)$$

Systemparameter b_1, b_2 lassen sich also bei Wahl von a, α, f für das System festlegen. Wird Abstand d_2 (von Rechner 7) ermittelt, dann lässt sich Abstand D_1 (von Rechner 8) mittels Formel 3 berechnen.

Es sei bemerkt, dass Punkt A_1 die untere Messbereichsgrenze im Objektraum (das Bild von A_1 liegt im Unendlichen) und Punkt Z_2 die an Lichtquelle 0 nächste Lage des Zielbildes (Ziel ist unendlich entfernt) darstellen. Die Wahl von α und a bestimmt die physischen Dimensionen der Messanordnung. Sie sind in weiten Grenzen frei wählbar. Lediglich muss man verhindern, dass dabei Winkel β die Werte 0° und 90° annimmt. Im ersten Falle reduziert sich nämlich das Bild 4 (Fig. 1) auf einen Punkt, im zweiten Falle gelangt praktisch kein Licht auf Objektiv 3.

Die photoelektronische Bestimmung der Lage des Aufprallstellenbildes sei an Hand von Fig. 1 und 3 erläutert, wobei als Photodetektor eine Kameraröhre (z.B. Vidicon) angenommen wird. Bild 4 besteht, wie bemerkt, aus einer punktwise beleuchteten Geraden. Diese wird auf die Photokathode von Kamera 5 abgebildet. Ablenkgenerator 6 und Ablenkspuhle 10 bewirken eine linienförmige Abtastung von Bild 4, wobei der zeitlich lineare Anstieg von Ablenkstrom J_2 (bekanntlich mit der jeweiligen örtlichen Lage des Abtastflecks direkt verknüpft) über Widerstand 9 als Sägezahnspannung U_1 (proportional zu d_1) abgenommen wird (Fig. 3). Trifft

der Abtaststrahl auf den beleuchteten Punkt T_2 , dann wird über Kameralastwiderstand 11 ein Impuls U_1 erzeugt. Rechner 7 (im wesentlichen eine Koinzidenzstufe) stellt an Hand von Sägezahn U_2 die Zeit t_2 fest, welche bezogen auf t_{2m} und d_{2m} , die Ermittlung von d_2 gestattet.

$$d_2 = t_2 \frac{d_{2m}}{t_{2m}} \quad 9)$$

t_{2m} und d_{2m} sind Systemparameter und entsprechen der unteren Entfernungsgrenze des Messbereiches.

Die Berechnung von D_1 aus D_2 erfolgt in Rechner 8 entsprechend Formel 5, wobei

$$D_2 = A_2 + d_2 \quad 10)$$

gilt. A_2 ist Systemparameter und d_2 wird, wie bemerkt, von Rechner 7 errechnet.

Durch die Erfindung wird also eine einfache Entfernungsmessung erreicht, welche elektronisch den Einsatz langsamer Schaltungstechnik sowie elementarer Rechentechnik erlaubt und in der Messgenauigkeit nur durch die räumliche Auflösung der photoelektronischen Abtastvorrichtung begrenzt ist.

Gemäss einer Ausgestaltung der Erfindung werden zur Messung mindestens zwei Systeme simultan eingesetzt, deren anstrahlende Lichtbündel in der gleichen Ebene 21 liegen. Diese in Fig. 4 dargestellte Anordnung ist speziell zur Messung von Lochprofilen geeignet. Beim Einsatz von zwei diametral liegenden Systemen D_{11} - D_{13} lässt sich der Lochdurchmesser bestimmen, beim Einsatz mehrerer in Ebene 21 liegenden Systeme lassen sich Entfernungen $D_{11}, D_{12}, D_{13}, D_{14}$ u.s.w. messen, woraus, durch Interpolation, das Lochprofil errechnet werden kann.

Gemäss einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird ein erfindungsgemässes System um eine Achse 15 rotiert, welche senkrecht zum anstrahlenden Lichtbündel steht. Diese in Fig. 5 dargestellte Anordnung ist besonders zur Messung von Lochprofilen geeignet, welche sequentiell und mit beliebig hoher Auflösung abgetastet werden können.

Gemäss einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden die in den zwei vorhergehenden Ausgestaltungen beschriebenen Systeme translatorisch bewegt. Diese in Fig. 4 und 5 dargestellten Anordnungen eignen sich speziell für die durchlaufende Messung von Bohrlöchern, wenn die Translation 15 parallel zur Lochachse geschieht. Das Bohrloch wird dann bei der rotierenden Anordnung von Fig. 5 sequentiell in Form einer Spirale 18 und im Falle der simultanen Anordnung von Fig. 4 entlang den Mantellinien 17 abgetastet.

Gemäss einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden die in der vorletzten und zweitletzten Ausgestaltung beschriebenen Systeme 180° um eine Achse 16 rotiert, welche in der Messebene 21 liegt und durch das Messzentrum 0 geht. Diese in Fig. 6 dargestellte Anordnung eignet sich speziell zur Messung von Hohlräumen, welche sequentiell durch eine Anzahl von Meridianen 20 bzw. von Breitenkreisen 22 abgetastet werden.

Gemäss einer speziellen Ausgestaltung der erfindungsgemässen Vorrichtung wird als ausstrahlendes Lichtbündel ein LASER-Strahl verwendet. Diese Anordnung bietet den Vorteil der hohen Leuchtdichte und ist gerätetechnisch einfach.

Gemäss einer weiteren speziellen Ausgestaltung der erfindungsgemässen Vorrichtung wird zur photoelektronischen Abtastung des Aufprallstellenbildes ein lineares Photodiodenarray verwendet. Diese Anordnung weist die Vorteile

hoher geometrischer Genauigkeit und Stabilität sowie kleinster Dimensionen auf.

Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Vorrichtung ist in Fig. 7 angegeben. Dabei handelt es sich um die Messung von Entfernungen zwischen 3500 und 6000 mm, welche typisch als Profilradien im Tunnelbau vorkommen. Eine simultane oder sequentielle Abtastung des Profils nach Unteransprüchen 1 resp. 2 kommt zur Anwendung. Die von LASER 1 emittierte Strahlung wird an Ziel 2 teilweise reflektiert, durch Objektiv 3 teilweise gesammelt und auf Photodetektor 5 abgebildet, welcher als lineares Photodiodenarray ausgebildet ist. Von einem Taktgenerator 12 wird ein CLOCK-Signal abgeleitet, welches mittels des in Photodiodenarray 5 eingebauten Schieberegisters den Ladestand des jeder Photodiode zugeordneten Kondensators nacheinander abfrägt. Das Resultat dieser Abtastung wird synchron zum CLOCK-Signal am VIDEO-Ausgang abgenommen. Ist z.B. Diode No. 10 beleuchtet, dann wird beim 10-ten CLOCK-Impuls ein Signalimpuls am VIDEO-Ausgang erscheinen. Dieser Impuls wird in Komparator 13 detektiert und zum STOP von Zähler 14 verwendet, wo die Anzahl der bis dann abgegebenen CLOCK-Impulse aufgezählt worden ist. Der Stand d_2' von Zähler 14 ist also ein Mass für die örtliche Lage d_2 des Aufprallstellenbildes innerhalb des Arrays. Es gilt also

$$d_2 = k_1 d_2' \quad 11)$$

wo k_1 der Abstand (z.B. mm) zwischen den einzelnen Photodioden darstellt. Wert d_2' wird von Rechner 8 übernommen, wo zunächst d_2 (nach Formel 11) berechnet wird. Anschliessend wird die absolute Lage D_2 durch die Operation

$$D_2 = D_2 \text{ min} + d_2 \quad 12)$$

ermittelt, wo $D_2 \text{ min}$ (für die jeweils geltenden Werte der optischen Anordnung) aus $D_1 \text{ max}$ mittels Formel 6 berechnet wird. Schliesslich wird die Zielentfernung D_1 mittels Formel 5 berechnet. In der Zwischenzeit ist der Abfragevorgang an Array 5 weitergegangen. Nachdem die letzte Photodiode im Array abgefragt wurde, wird ein RESET-Impuls abgegeben, welcher Zähler 14 auf Null stellt. Automatisch, oder auf Befehl, wird dann ein neuer Messzyklus eingeleitet.

Die numerischen Werte des aufgeführten Beispiels lauten:

$$f = 180 \text{ mm}; \quad \alpha = 80^\circ; \quad a = 1000 \text{ mm}; \quad D_1 \text{ max} = 6000 \text{ mm}$$

$$D_1 \text{ min} = 3500 \text{ mm}; \text{ woraus sich ableiten lässt}$$

$$b_1 = 182,8 \text{ mm (Formel 7)}; \quad b_2 = 984,9 \text{ mm (Formel 8)};$$

$$D_2 \text{ min} = 1015,8 \text{ mm (Formel 6)}; \quad D_2 \text{ max} = 1039,1 \text{ mm (Formel 6)}.$$

Das Bild 4 der Messstrecke weist eine Länge von $D_2 \text{ max} - D_2 \text{ min} = 23,3 \text{ mm}$ auf und wird mit einem Photodiodenarray, bestehend aus 1728 Dioden im Abstand von $13 \mu\text{m}$ abgetastet. Danach gilt also $k_1 = 0,013$. Die mit der Vorrichtung erzielte Messgenauigkeit beträgt im Mittel $(6000 - 3500)/1728 = 1,5 \text{ mm}$.

Zur photoelektrischen Detektion können eingesetzt werden: Objektiv: Rodagon 180 mm/1:5,6 (Rodenstock Werke, München, Deutschland). Photodetektor: Fairchild CCD 121H (Fairchild Inc. Mountain View, Calif. USA). LASER: Siemens LGR 7622 (Siemens AG, München, Deutschland).

In der vorliegenden Beschreibung wurde durchwegs von Lichtquelle, Lichtbündel u.s.w. gesprochen. Es ist selbstverständlich, dass jede andere Strahlungsart (z.B. Infrarot, Ultraviolett) sinngemäss eingesetzt werden kann. Ihre Wahl wird hauptsächlich durch die Anpassung an die spektralen Remissionseigenschaften des Zieles bestimmt werden.

Patentanspruch I

Verfahren zur Entfernungsmessung mittels eines, das Ziel anstrahlenden Lichtbündels, dadurch gekennzeichnet, dass

- ein optisches Bild der Strahlaufprallstelle auf das Ziel unter einem, bezogen auf die Anstrahlrichtung, zwischen 0° und 90° liegenden Winkel erstellt wird, dass
- durch photoelektronische Abtastung die örtliche Lage des Aufprallstellenbildes bestimmt wird und dass
- aus dieser Lage die Entfernung des Zieles berechnet wird.

Unteransprüche

1. Verfahren zur Messung von Lochprofilen nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei erfindungsgemässe Systeme simultan eingesetzt werden, wobei die die Ziele anstrahlenden Lichtbündel sich in der gleichen Ebene befinden.
2. Verfahren zur Messung von Lochprofilen nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, dass ein erfindungsgemässes System um eine Achse rotiert wird, welche senkrecht zum anstrahlenden Lichtbündel steht.
3. Verfahren zur Messung von Bohrlochprofilen nach Unteranspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Zentrum des erfindungsgemässen Systems parallel zur Lochachse fortbewegt wird.
4. Verfahren zur Messung von Hohlräumen nach Unteransprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die Messsysteme, resp. durch die Messsystemrotation definierte Ebene stufenweise bis zu 180° rotiert wird und zwar um eine in dieser Ebene liegende und durch das Systemzentrum gehende Achse.



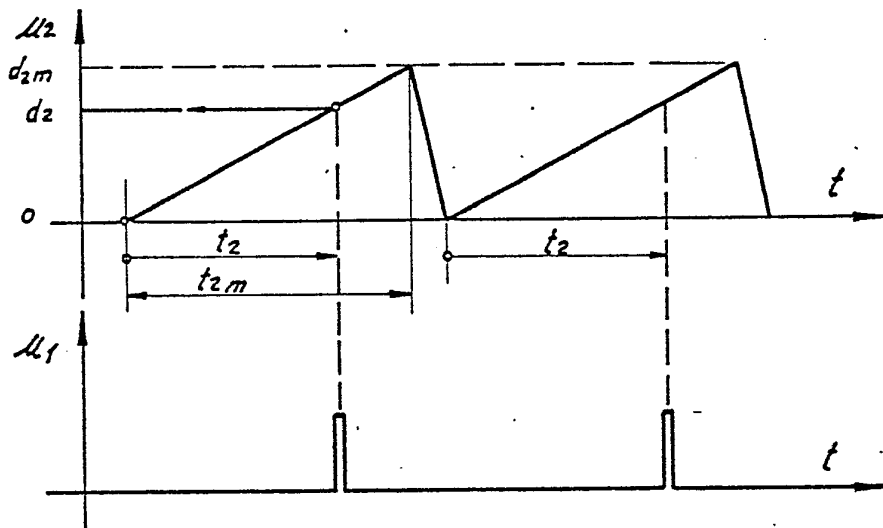
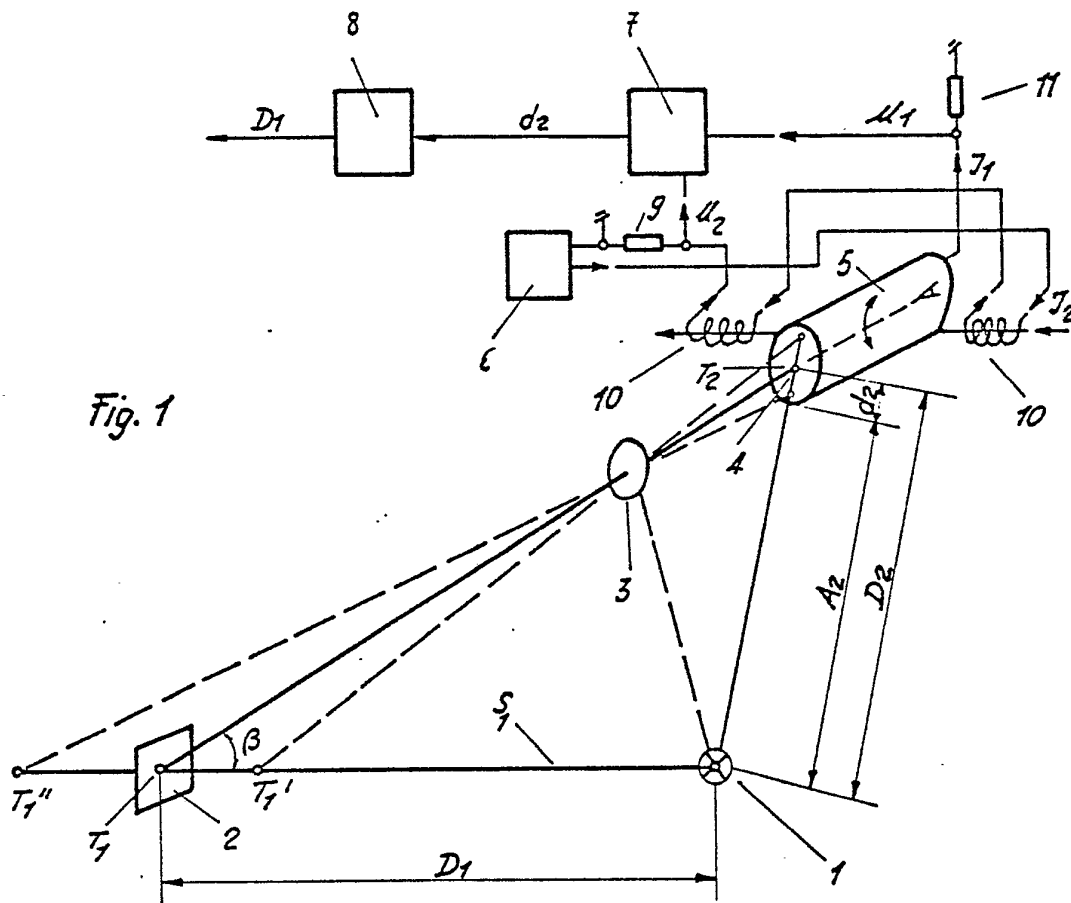
Patentanspruch II

Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch I, gekennzeichnet durch

- eine Lichtquelle (1), aus welcher ein Lichtbündel S_1 abgeleitet wird, welches das Ziel (2) anstrahlt,
- ein Objektiv (3), welches ein Bild (4) aller möglichen Strahlabtaststellen innerhalb des vorgesehenen Entfernungsmessbereiches erstellt,
- einen linearen Photodetektor (5), welcher das Bild (4) der Aufprallstellen abtastet,
- einen ersten Rechner (7), welcher aus den Abtastwerten die relative Lage des jeweiligen Aufprallstellenbildes ermittelt,
- einen zweiten Rechner (8), welcher aus der relativen Lage des Aufprallstellenbildes die jeweilige Entfernung des Zieles (2) errechnet.

Unteransprüche

5. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, dass das Ziel anstrahlende Lichtbündel ein LASER-Strahl ist.
6. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, dass die photoelektronische Abtastung des Aufprallstellenbildes mittels eines linearen Photodiodenarray erfolgt.



$$d_2 = d_{2m} \cdot \frac{t_2}{t_{2m}}$$

Fig. 2

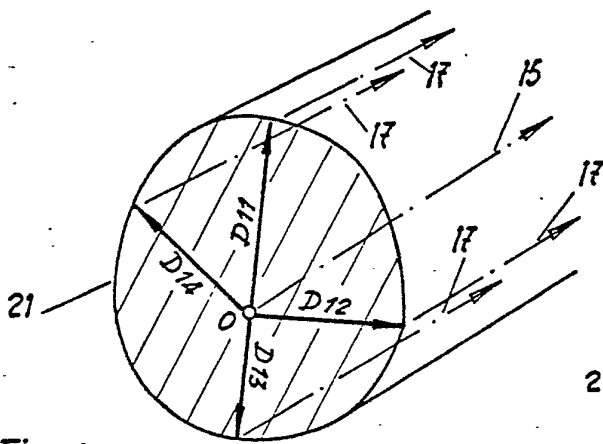
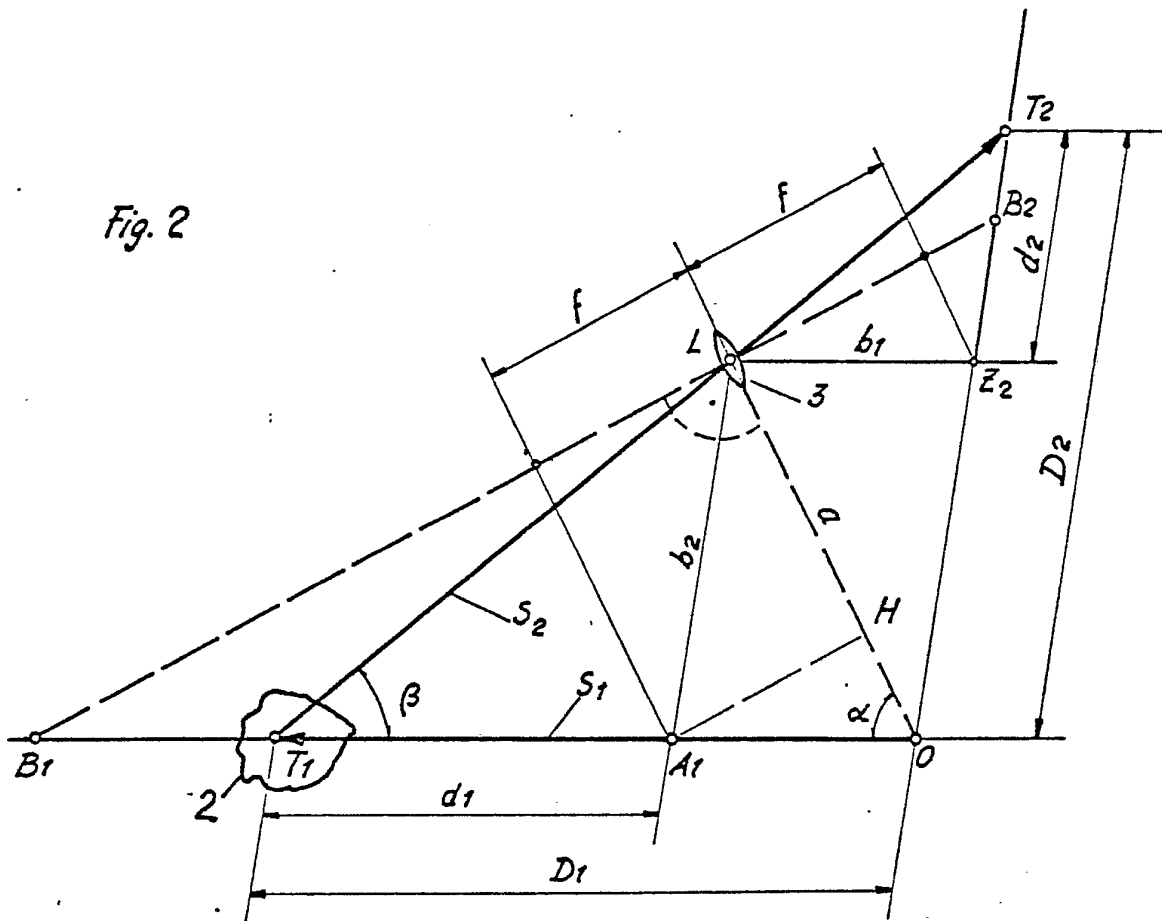


Fig. 4

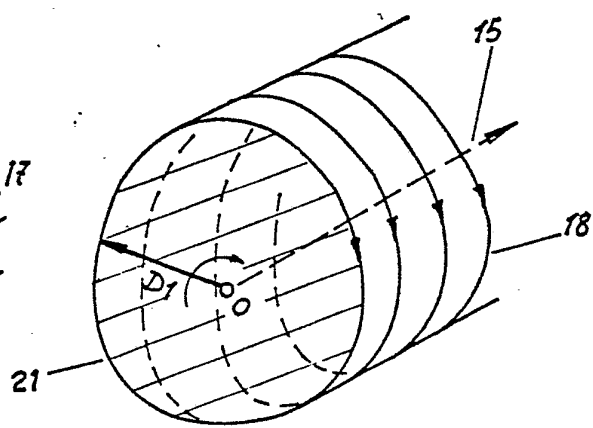


Fig. 5

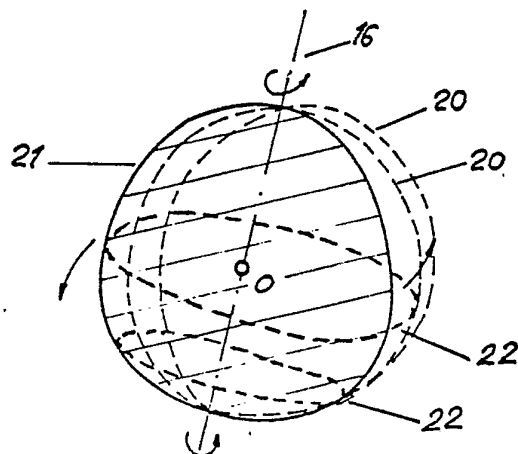


Fig. 6

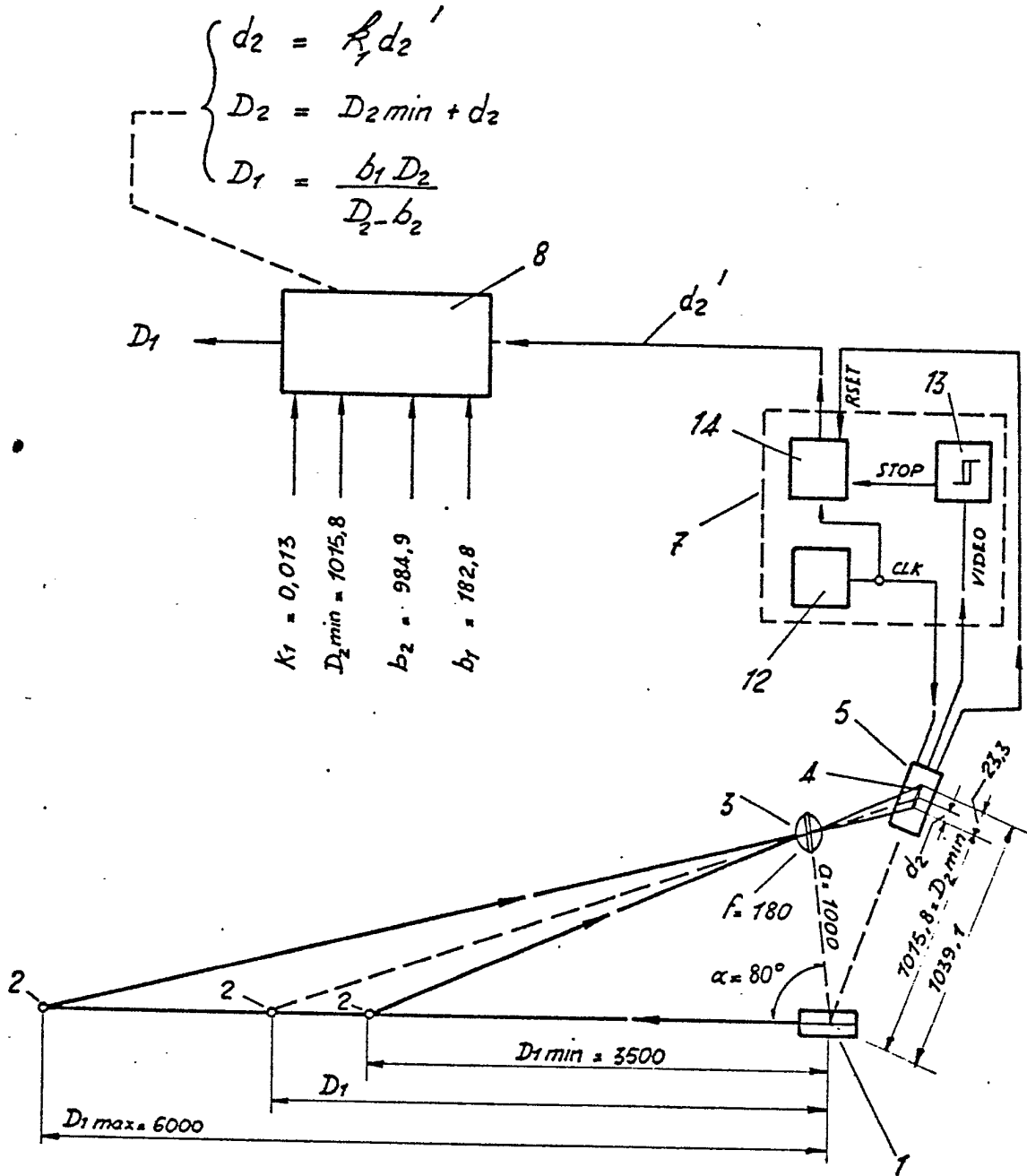
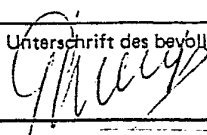


Fig. 7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/CH 78/03026

I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ³		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC G 01 C 3/10, G 01 C 3/08		
II. RECHERCHIERTER SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff⁴		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl. ²	G 01 C 3/10, G 01 C 3/06, G 01 C 3/08, G 01 S 9/62	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁵		
III. ALS BEDEUTSAM ANZUSEHENDE VERÖFFENTLICHUNGEN¹⁴		
Art +	Kennzeichnung der Veröffentlichung,¹⁶ mit Angabe, soweit erforderlich, der in Betracht kommenden Teile¹⁷	Betr. Anspruch Nr.¹⁸
X	LU, A, 49115, publiziert den 19. Januar 1967, siehe Seite 5 und 6, Centre National de Recherches Metallurgiques -- NL, A, 7202622, publiziert den 21. September 1972, siehe Seite 4, Zeile 3-33, Siemens (Übereinstimmend mit FR, A, 2129747) -- FR, A, 1389111, publiziert den 4. Januar 1965, siehe Résumé I,1 und I,6, Marconi -- US, A, 3610754, publiziert den 5. Oktober 1971, siehe Spalte 2, Zeile 1-58, R.A. Pirlet -- FR, A, 2242663, publiziert den 28. März 1975, siehe Seite 4, Zeile 11 - Seite 5, Zeile 10, Alcyon -- GB, A, 1450577, publiziert den 22. September 1976, siehe Seite 1, Zeile 97 - Seite 2, Zeile 59, British Gas -----	I,II,2,3 I,II,5,6 I,II,6 I,II,5 1,3 2,3
+ Besondere Arten von angegebenen Veröffentlichungen: ¹⁵ "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert "E" frühere Veröffentlichung, die erst am oder nach dem Anmeldedatum erschienen ist "L" Veröffentlichung, die aus anderen als den bei den übrigen Arten genannten Gründen angegeben ist "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber am oder nach dem beanspruchten Prioritätsdatum erschienen ist "T" Spätere Veröffentlichung die am oder nach dem Anmeldedatum erschienen ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben wurde "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des tatsächlichen Abschlusses der Internationalen Recherche ² den 22. Januar 1979		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts ² den 30. Januar 1979
Internationale Recherchenbehörde ¹ EUROPÄISCHES PATENTAMT		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten ²⁰ 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/CH78/00026

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

G 01 C 3/10, G 01 C 3/08

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ⁴

Classification System ²

Classification Symbols

Int.Cl

G 01 C 3/10, G 01 C 3/06, G 01 C 3/08, G 01 S 9/62

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴

Category [*]	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
-----------------------	--	-------------------------------------

X

LU, A, 49115, published on 19 January 1967, see page 5 and 6, Centre National de Recherches Metallurgiques

I,II,2,3

--

NL, A, 7202622, published on 21 September 1972, see page 4, line 3-33, Siemens (in accordance with FR, A, 2129747)

I,II,5,6

--

FR, A, 1389111, published on 4 January 1965, see Résumé I,1 and I,6 Marconi

I,II,6

--

US, A, 3610754, published on 5 October 1971, see column 2, line 1-58, R.A. Pirlet

I,II,5

--

FR, A, 2242663, published on 28 March 1975, see page 4, line 11 - page 5, line 10, Alcyon

1,3

--

GB, A, 1450577, published on 22 September 1976, see page 1, line 97 - page 2, line 59, British Gas

2,3

^{*} Special categories of cited documents: ¹⁵

"A" document defining the general state of the art
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed

"T" later document published on or 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

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search ²

22 January 1979 (22.01.79)

Date of Mailing of this International Search Report ²

30 January 1979 (30.01.79)

International Searching Authority ¹

European Patent Office

Signature of Authorized Officer ²⁰