

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. August 2007 (16.08.2007)

PCT

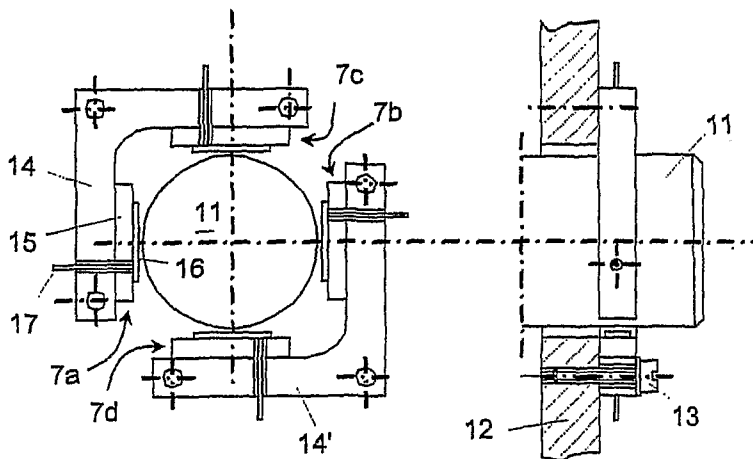
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/090309 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: *G01C 1/02* (2006.01) *G02B 23/16* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2007/000049
- (22) Internationales Anmeldedatum: 31. Januar 2007 (31.01.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 196/06 8. Februar 2006 (08.02.2006) CH
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): LEICA GEOSYSTEMS AG [CH/CH]; Heinrich-Wild-Strasse, CH-9435 Heerbrugg (CH).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MEIER, Dietrich [CH/CH]; Leimenweg 12, CH-5015 Niedererlinsbach (CH).
- (74) Anwalt: FREI PATENTANWALTSBÜRO AG; Postfach 1771, CH-8032 Zürich (CH).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ANGLE MEASURING DEVICE

(54) Bezeichnung: WINKELMESSGERÄT



(57) Abstract: An angle measuring device for optical angle measurement has a telescope body 5 which is rotatably mounted around at least one shaft (1, 2; 11), wherein the shaft (1, 2; 11) is rotatably mounted at at least two bearing points 6, and the bearing points 6 are at a distance from one another in the direction of the shaft (1, 2; 11). In this case, at least two sensor arrangements for detecting the position of the shaft (1, 2; 11) are respectively arranged at a measurement point along the shaft (1, 2; 11), wherein the measurement points are at a distance from one another in the direction of the shaft (1, 2; 11). At least one of the sensor arrangements has a group of

capacitive sensors (7a, 7b, 7c, 7d) which detect a displacement of the shaft (1, 2; 11) in directions perpendicular to the axial direction at the measurement point.

(57) Zusammenfassung: Ein Winkelmessgerät zur optischen Winkelmessung, weist einen um mindestens eine Achse (1, 2; 11) drehbar gelagerten Fernrohrkörper 5 auf, wobei die Achse (1, 2; 11) an mindestens zwei Lagerstellen 6 drehbar gelagert ist, und die Lagerstellen 6 in Richtung der Achse (1, 2; 11) voneinander beabstandet sind. Dabei sind mindestens zwei Sensoranordnungen zur Erfassung der Lage der Achse (1, 2; 11) jeweils an einer Messstelle entlang der Achse (1, 2; 11) angeordnet, wobei die Messstellen in Richtung der Achse (1, 2; 11) voneinander beabstandet sind. Mindestens eine der Sensoranordnungen weist eine Gruppe von kapazitiven Sensoren (7a, 7b, 7c, 7d) auf, welche an der Messstelle eine Verschiebung der Achse (1, 2; 11) in Richtungen senkrecht zur Achsrichtung erfasst.

WO 2007/090309 A1



NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

WINKELMESSGERÄT

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der optischen Winkelmessgeräte, insbesondere auf ein Winkelmessgerät gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

5

STAND DER TECHNIK

Winkelmessgeräte werden beispielsweise als reine Theodoliten zur Messung von Winkeln verwendet, oder sind, kombiniert mit beispielsweise elektrooptischen Distanzmessgeräten, Teil eines Koordinatenmesssystems. Typischerweise hat in einem Theodoliten die Kippachse ein V-Lager, d.h. ein Reiblager mit zwei definierten Auflagepunkten. Das V-Lager hat aber den Nachteil, dass es nur in einer Richtung belastbar ist, was eine nicht senkrechte Aufstellung verhindert und einen motorischen Antrieb wegen der wechselnden Antriebskraftrichtung erschwert.

15

Andere Lager mit wenig Radialspiel sind Luftlager und verspannte Kugellager. Geräte wie Lasertracker weisen verspannte Kugellager auf. Während Luftlager umständlich und gross sind, haben die verspannten Kugellager den Nachteil, dass die Kugeln nicht mehr ideal rollen, da sie durch die Forderung nach minimalem radialem Ablagefehler sehr stark verspannt werden müssen. Der Einfluss der Temperatur auf die Vorspannung, je nach Materialwahl, bringt weitere Komplikationen.

20

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, ein Winkelmessgerät der eingangs genannten
5 Art zu schaffen, welche die oben genannten Nachteile der Achslagerung behebt.

Diese Aufgabe löst ein Winkelmessgerät mit den Merkmalen des Patentanspruches 1.

Das Winkelmessgerät zur optischen Winkelmessung weist also einen um mindestens
10 eine Achse drehbar gelagerten Fernrohrkörper mit Winkelencoder auf. Der
Fernrohrkörper kann mit einem Zielfernrohr, einer elektronischen Kamera,
laseroptischen Entfernungsmessern etc. allgemein bekannter Art ausgestattet sein.
Dabei ist die Achse an mindestens zwei Lagerstellen drehbar gelagert, und sind diese
Lagerstellen in Richtung der Achse voneinander beabstandet. Es sind mindestens
15 zwei Sensoranordnungen zur Erfassung der genauen Lage der Achse jeweils an einer
Messstelle entlang der Achse angeordnet, wobei die Messstellen in Richtung der
Achse voneinander beabstandet sind. Mindestens eine der Sensoranordnungen weist
eine Gruppe von kapazitiven Sensoren auf, welche an der Messstelle eine
Verschiebung der Achse in Richtungen senkrecht zur Achsrichtung erfassen.

20

Damit ist es möglich, mit einer normalen, das heisst, einer nicht besonders starken
Verspannung der Kugellager zu arbeiten. So ist ein leichtes Abrollen der Kugeln an
jeweils diametral entgegengesetzten Punkten der Kugeloberfläche gewährleistet.

25 Ein Punkt auf der Achse kann sich dabei durch Lagerungenauigkeiten in einer Ebene
senkrecht zur Achsrichtung bewegen. Diese Bewegung wird durch die Sensoranord-
nungen jeweils an einer Messstelle erfasst. Da zwei Messstellen vorliegen, ist die
Lage respektive die Verschiebung von zwei Punkten der Achse und damit auch die
Lage der verschobenen Achse als Ganzes bekannt. Diese Lage wird bei der
30 Berechnung der Blickrichtung des Fernrohrkörpers respektive der darin angeord-

neten Fernrohre und/oder Distanzmesser berücksichtigt (nebst dem in üblicher Weise ermittelten Drehwinkel um ein oder zwei Achsen mittels Winkelencoder). Das heisst, dass die Blickrichtung des Fernrohrkörpers einerseits aus den Drehungen um die Achsen bestimmt wird, und andererseits eine Korrektur entsprechend der
5 erfindungsgemäss bestimmten Lage der Achse durchgeführt wird. Weitere Korrekturen der Gerätegeometrie aufgrund von beispielsweise Temperaturmessungen können in bekannter Weise durchgeführt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist jede der Sensoranordnungen ein erstes Sensorpaar und ein zweites Sensorpaar mit jeweils zwei
10 kapazitiven Sensoren auf, wobei das erste Sensorpaar eine Verschiebung der Achse in eine erste Richtung orthogonal zur Achsrichtung misst, das zweite Sensorpaar eine Verschiebung der Achse in eine zweite Richtung orthogonal zur Achsrichtung misst, und die erste und die zweite Richtung im wesentlichen orthogonal zueinander sind.
15 Durch die orthogonale Ausrichtung der Sensorpaare zueinander sind die Lagebestimmungen in die beiden Richtungen voneinander entkoppelt.

Es ist alternativ aber auch möglich, mehr oder weniger Sensoren zu verwenden: Beispielsweise kann nur ein einzelner Sensor oder ein einzelnes Sensorpaar
20 eingesetzt werden, um die Verschiebung der Achse in nur einer Richtung zu messen. Oder es werden drei Sensoren in einer Dreiecksanordnung um die Achse herum angeordnet, und die Verschiebung der Achse wird in den zwei Richtungen aus der Gesamtheit der drei Sensorkapazitäten ermittelt. Auch können fünf oder sechs Sensoren verwendet werden. Die ausführlich vorgestellte Variante mit zwei
25 orthogonalen Sensorpaaren ist aber von der Auswertung her besonders einfach.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in mindestens einer der Sensoranordnungen jeweils ein erster Sensor des ersten Sensorpaares und ein erster Sensor des zweiten Sensorpaares auf einem ersten Sensorelement-Träger
30 angeordnet sind, und ist jeweils ein zweiter Sensor des ersten Sensorpaares und ein

zweiter Sensor des zweiten Sensorpaares auf einem zweiten Sensorelement-Träger angeordnet. Dies macht es möglich, jeweils zwei Sensoren auf die Lage der Achse hin zu justieren, wobei die Justierung von zwei Sensoren eines Paares jeweils unabhängig voneinander passiert. Da die zwei Sensoren auf demselben Träger
5 orthogonal zueinander stehen, ist ihre Stellung bezüglich der Achse durch Verschieben des Trägers ebenfalls im wesentlichen unabhängig voneinander einstellbar.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung bilden die Sensoren
10 jeweils zwischen der Achse und einer Elektrode eine Kapazität nach Massgabe des Abstandes zwischen der Achse und der Elektrode. Dabei ist vorzugsweise die Achse elektrisch gesehen auf Masse gelegt. Dadurch kann die Beschaltung und Auswertung der Sensorkapazitäten besonders einfach gestaltet werden.

15 Die erfindungsgemässe Messvorrichtung kann bei mehreren Achsen eines Winkelmessgerätes, insbesondere sowohl bei einer Kippachse (oder Zenitachse) und/oder bei einer Stehachse (oder Azimutachse) eingesetzt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Winkelmessgerät
20 eine elektronische Schaltung auf, welche für mindestens eines der Sensorpaare zur Erzeugung eines ersten Signals nach Massgabe der Kapazität des ersten Sensors und eines zweiten Signals nach Massgabe der Kapazität des zweiten Sensors sowie zur Bildung eines Differenzsignals aus dem ersten und dem zweiten Signal ausgebildet ist. Damit ist das Differenzsignal ein Mass für die Verschiebung der Achse in der
25 Richtung zwischen dem ersten und dem zweiten Sensor.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen gehen aus den abhängigen Patentansprüchen hervor.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Im folgenden wird der Erfindungsgegenstand anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels, welches in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt ist, näher erläutert. Es zeigen jeweils schematisch:

- Figur 1 eine Seitenansicht eines Winkelmessgerätes mit Achslagesensoren;
Figur 2 eine Detailansicht von Achslagesensoren; und
Figur 3 eine elektronische Schaltung zur Auswertung von Kapazitätswerten der Achslagesensoren.

Die in den Zeichnungen verwendeten Bezugszeichen und deren Bedeutung sind in der Bezugszeichenliste zusammengefasst aufgelistet. Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

15

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Figur 1 zeigt eine Seitenansicht eines Winkelmessgerätes mit Achslagesensoren. Dabei ist ein Fernrohrkörper 5 um eine Kippachse 1 drehbar in einer Stütze 4 gelagert. Die Stütze 4 ist um eine Stehachse 2 drehbar in einer Basis 3 gelagert. Die Lagerung weist jeweils Kugellager 6 auf. Die beiden Achsen 1, 2 sind jeweils mit kapazitiven Sensoren 7 ausgestattet, welche paarweise oder einzeln, in Achsrichtung voneinander beabstandet angeordnet sind. Vorzugsweise sind die Sensoren 7 jeweils bei den Lagern 6 der Achsen 1, 2 angeordnet. Über die Kapazitätsänderungen der Sensoren 7 werden die lateralen Abweichungen der Achse gemessen und in eine Winkelkorrektur der Achslage umgerechnet. Die Winkelmesser oder Winkelencoder zur Messung des Drehwinkels um die entsprechenden Achsen, sowie eventuelle motorische Achsantriebe sind nicht eingezeichnet.

30

Figur 2 zeigt eine Detailansicht von Achslagesensoren. Die linke Seite der Figur zeigt eine Aufsicht in Achsrichtung, und die rechte Seite einen Querschnitt, wobei die Achsrichtung in der Papierebene liegt. Auf einem Grundträger 12 (nur im Querschnitt dargestellt), welcher Teil der Stütze 4 oder der Basis 3 ist, sind zwei Sensorelement-Träger 14, 14' mit Befestigungsmitteln wie beispielsweise Schrauben 13 befestigt. Diese Befestigung ist verstellbar, so dass die Abstände zwischen den Sensoren 7 und der Achse 11 eingestellt werden können. Dabei bildet der Luftspalt zwischen der Achse 11 und einer Elektrode 16 eines Sensors 7 eine Kapazität. Der Abstand von Elektrode 16 zur Achse 11 wird jeweils über eine Verschiebung des Trägers 14 auf beispielsweise ca. 15 Mikrometer eingestellt. Bei einem Achsendurchmesser von 28mm ergibt sich bei einer Elektrodenbreite von 3mm und einer Länge von 10mm eine Grundkapazität von ca. 3-4 pF.

Die Achse 11 kann die Kippachse 1 oder die Stehachse 2 sein. Jeder der Sensoren 7a, 7b, 7c, 7d weist eine Elektrode 16 auf, die über einen Isolator 15 isoliert am Sensorelement-Träger 14 befestigt ist und über eine Elektrodenanschlussleitung 17 elektrisch mit einer Auswerteelektronik verbunden ist. Der Isolator 15 ist aus Gründen der mechanischen Genauigkeit und Beständigkeit vorzugsweise aus einem keramischen Material. Die Achse 11 ist elektrisch mit einem Masseanschluss der Auswerteelektronik verbunden.

Bei einer Messung der Winkelstellung einer Achse mittels einer 4-fachen Kreisablesung respektive eines vierfach-Sensors kann diese Art Winkelmessung auch Informationen über die Verschiebung der Achse liefern, und dient also ebenfalls als Sensoranordnung für diesen Zweck. In diesem Fall ist nur noch eine zusätzliche, in Achsrichtung beabstandete kapazitive Sensoranordnung der obigen Art erforderlich, um die Lage der Achse vollständig zu bestimmen.

Figur 3 zeigt eine elektronische Schaltung zur Auswertung von Kapazitätswerten der Achslagesensoren. Vorzugsweise weist die elektronische Schaltung für jeweils einen

der Sensoren 7a, 7b, 7c, 7d zur Bildung eines ersten respektive eines zweiten Signals einen Spannungsteiler auf, bestehend aus einem Widerstand R1 und der variablen Kapazität Cs des Sensors. Dabei ist insbesondere der Widerstand R1 zwischen einer Spannungsquelle mit einer Spannung Uo und einem Abgriff des Spannungsteilers mit einer Spannung Us angeordnet. Die Kapazität des Sensors 7a, 7b, 7c, 7d ist zwischen dem Abgriff des Spannungsteilers und der Achse 1, 2; 11 angeordnet. Zur Gleichrichtung und Glättung des Signals Us am Abgriff des Spannungsteilers ist eine Diode D in Serie zwischen dem Abgriff des Spannungsteilers und einem Verstärkereingang, sowie ein Glättungskondensator C zwischen dem Verstärkereingang und Masse angeordnet. Vorzugsweise sind die beiden Dioden D von jeweils zwei Sensoren eines Sensorpaares gepaart, das heisst im gleichen Diodengehäuse angeordnet.

Die beiden geglätteten Signale eines Sensorpaares werden auf die beiden Eingänge eines Differentialverstärkers X, Y geführt. Das Ausgangssignal des Differentialverstärkers X, Y ist ein Mass für die Abweichung der Achse in X respektive Y-Richtung aus der Mitte des Sensors. Durch das Differentialverfahren werden Temperatureffekte klein gehalten. Die Ausgänge der beiden Differentialverstärker X, Y werden durch einen A/D-Wandler digitalisiert und digital durch einen Systemcontroller weiterverarbeitet. Natürlich kann die Schnittstelle zwischen analoger und digitaler Signalverarbeitung auch an einer anderen Stelle der Schaltungsanordnung realisiert werden, bei gleicher Gesamtfunktion. Die Schaltung zur Bestimmung einer Achsverschiebung kann auch rein analog implementiert werden.

Die Spannungsquelle weist einen Oszillator Osc und einen Treiber Drv auf. Ein sinusförmiges Signal der Frequenz f, beispielsweise ca. 1.5MHz, des Oszillators Osc wird durch den Treiber Drv verstärkt auf eine Spannung Uo von beispielsweise ca. 2Vpp. Die Widerstände R1 bilden mit der Kapazität Cs der Sensorelektrode einen Spannungsteiler. An der Diode D wird die resultierende Spannung Us am Abgriff des Spannungsteilers

$$U_s = U_0 \frac{\frac{1}{j2\pi f C_s}}{R_1 + \frac{1}{j2\pi f C_s}}$$

gleichgerichtet und in C geglättet.

- Bei einer Sensorempfindlichkeit von ca. 100mV/mikrometern, und einem Rauschen von ca. 1mV ergibt sich eine Auflösung von 10-20nm. Bei Sensorabständen entsprechend einem Lagerabstand von 150mm ergibt dies eine Winkelempfindlichkeit bezüglich der Verdrehung der Achse 11 (um eine Achse senkrecht zur Achse 11) von ca. 0.1 Mikrorad.
- 10 Vorzugsweise weist die elektronische Schaltung eine Kompensationsschaltung zur Elimination von Temperatureinflüssen auf, insbesondere einen Spannungsteiler R1-R2 und eine Schaltung zur Gleichrichtung und Glättung, die analog zu den Schaltungen der jeweils einzelnen Sensoren 7a, 7b, 7c, 7d aufgebaut ist. Damit wird eine Referenzspannung erzeugt, die auch über den A/D-Wandler digitalisiert wird.
- 15 Der Einfluss einer variierenden Signalamplitude U_0 wird so ausgeschaltet, indem die Messsignale der Sensorpaare auf die Referenzspannung bezogen werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Kippachse	11	Achse
2	Stehachse	12	Grundträger
3	Basis	13	Befestigung, Schraube
4	Stütze	14	Sensorelement-Träger
5	Fernrohrkörper	15	Isolator
6	Kugellager	16	Elektrode
7, 7a ...7d	Sensoren	17	Elektrodenanschlussleitung

PATENTANSPRÜCHE

1. Winkelmessgerät zur optischen Winkelmessung, aufweisend einen um
mindestens eine Achse (1, 2; 11) drehbar gelagerten Fernrohrkörper 5 wobei die
Achse (1, 2; 11) an mindestens zwei Lagerstellen 6 drehbar gelagert ist, und die
5 Lagerstellen 6 in Richtung der Achse (1, 2; 11) voneinander beabstandet sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens zwei Sensoranordnungen zur Erfassung der Lage der Achse (1,
2; 11) jeweils an einer Messstelle entlang der Achse (1, 2; 11) angeordnet sind,
wobei die Messstellen in Richtung der Achse (1, 2; 11) voneinander beabstandet
10 sind, mindestens eine der Sensoranordnungen eine Gruppe von kapazitiven
Sensoren (7a, 7b, 7c, 7d) aufweist, welche an der Messstelle eine Verschiebung
der Achse (1, 2; 11) in Richtungen senkrecht zur Achsrichtung erfasst.

2. Winkelmessgerät gemäss Anspruch 1, in welchem jede der mindestens einen
15 Sensoranordnungen ein erstes Sensorpaar (7a, 7b) und ein zweites Sensorpaar
(7c, 7d) mit jeweils zwei kapazitiven Sensoren aufweist, wobei das erste
Sensorpaar (7a, 7b) eine Verschiebung der Achse (1, 2; 11) in eine erste
Richtung orthogonal zur Achsrichtung misst, das zweite Sensorpaar (7c, 7d) eine
Verschiebung der Achse (1, 2; 11) in eine zweite Richtung orthogonal zur
20 Achsrichtung misst, und die erste und die zweite Richtung im wesentlichen
orthogonal zueinander sind.

3. Winkelmessgerät gemäss Anspruch 2, in welchem in mindestens einer der
Sensoranordnungen jeweils ein erster Sensor (7a) des ersten Sensorpaares (7a,
25 7b) und ein erster Sensor (7c) des zweiten Sensorpaares auf einem ersten
Sensorelement-Träger (14) angeordnet sind, und jeweils ein zweiter Sensor (7b)
des ersten Sensorpaares und ein zweiter Sensor (7d) des zweiten Sensorpaares
auf einem zweiten Sensorelement-Träger (14') angeordnet sind.

4. Winkelmessgerät gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, in welchem die Sensoren jeweils zwischen der Achse (1, 2; 11) und einer Elektrode (16) eine Kapazität nach Massgabe des Abstandes zwischen der Achse (1, 2; 11) und der Elektrode (16) bilden.
- 5
5. Winkelmessgerät gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, in welchem die Achse (1, 2; 11) eine Kippachse (1) und/oder eine Stehachse (2) ist.
6. Winkelmessgerät gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, aufweisend eine elektronische Schaltung, welche für mindestes eines der Sensorpaare (7a, 7b; 7c, 7d) zur Erzeugung eines ersten Signals nach Massgabe der Kapazität des ersten Sensors (7a, 7c) und eines zweiten Signals nach Massgabe der Kapazität des zweiten Sensors (7b, 7d), sowie zur Bildung eines Differenzsignals aus dem ersten und dem zweiten Signal ausgebildet ist.
- 10
7. Winkelmessgerät gemäss Anspruch 6, in welchem die elektronische Schaltung für jeweils einen der Sensoren (7a, 7b, 7c, 7d) zur Bildung des ersten respektive des zweiten Signals einen Spannungsteiler (R1, Cs) aufweist, bestehend aus einem Widerstand (R1) und der Kapazität (Cs) des Sensors, wobei insbesondere der Widerstand (R1) zwischen einer Spannungsquelle (Osc, Drv) und einem Abgriff des Spannungsteilers angeordnet ist, und die Kapazität (Cs) des Sensors (7a, 7b, 7c, 7d) zwischen dem Abgriff und der Achse (1, 2; 11) angeordnet ist.
- 15
- 20
8. Winkelmessgerät gemäss Anspruch 7, in welchem die elektronische Schaltung aufweist eine Schaltung zur Gleichrichtung und Glättung des Signals am Abgriff des Spannungsteilers, insbesondere eine Diode (D) in Serie mit dem Signal und einen Glättungskondensator (C) gegen Masse.
- 25

9. Winkelmessgerät gemäss Anspruch 8, in welchem die beiden Dioden (D) von jeweils zwei Sensoren eines Sensorpaares (7a, 7b; 7c, 7d) im gleichen Diodengehäuse angeordnet sind.
- 5 10. Winkelmessgerät gemäss einem der Ansprüche 6 bis 9, in welchem die elektronische Schaltung eine Kompensationsschaltung zur Elimination von Temperatureinflüssen aufweist, insbesondere einen Spannungsteiler und eine Schaltung zur Gleichrichtung und Glättung, die analog zu den Schaltungen der jeweils einzelnen Sensoren (7a, 7b, 7c, 7d) aufgebaut ist.

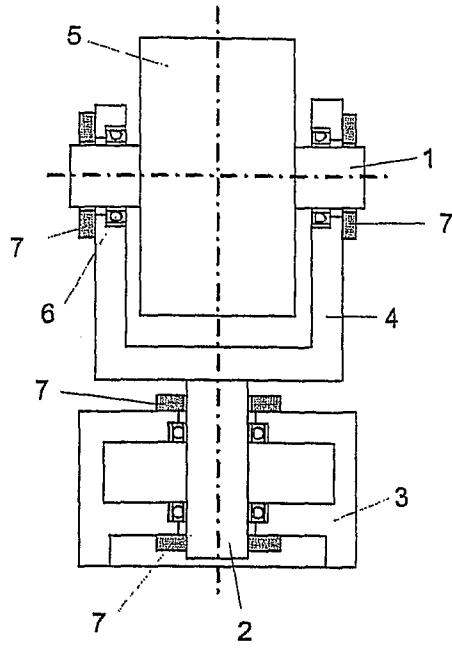


Fig. 1

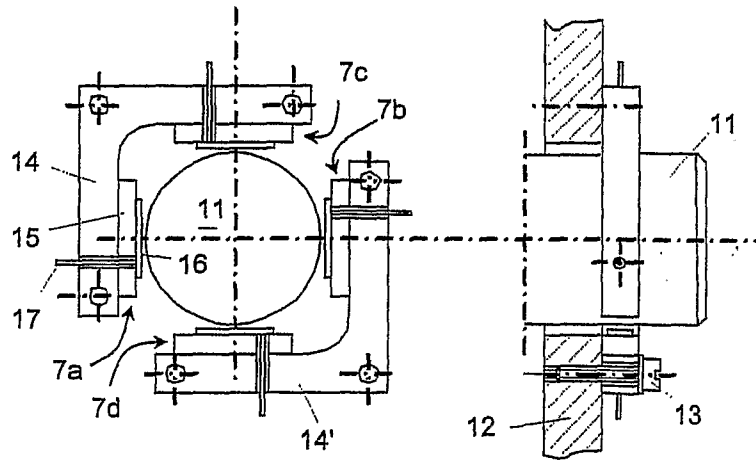


Fig. 2

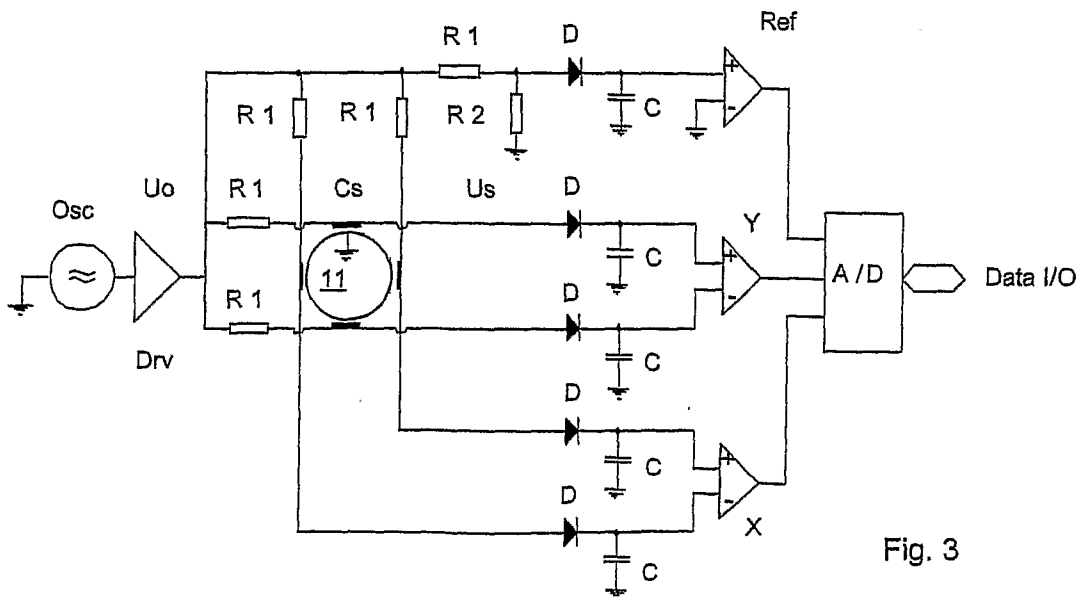


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/CH2007/000049

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01C1/02 G02B23/16

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)
G01C G02B

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 practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 369 416 A (KERN & CO. AG) 23 May 1990 (1990-05-23) abstract	1
A	US 4 455 758 A (IWAFUNE ET AL) 26 June 1984 (1984-06-26) abstract	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
27 March 2007

Date of mailing of the international search report
03/04/2007

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer
Hoekstra, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/CH2007/000049

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0369416	A	23-05-1990	JP 2159413 A	19-06-1990
			US 5000585 A	19-03-1991

US 4455758	A	26-06-1984	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2007/000049

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01C1/02 G02B23/16				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC				
B. RECHERCHIERTE GEBIETE				
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01C G02B				
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen				
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ				
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN				
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.		
A	EP 0 369 416 A (KERN & CO. AG) 23. Mai 1990 (1990-05-23) Zusammenfassung -----	1		
A	US 4 455 758 A (IWAFUNE ET AL) 26. Juni 1984 (1984-06-26) Zusammenfassung -----	1		
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *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 ausgeführt) *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 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> *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 allein aufgrund dieser Veröffentlichung 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 mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist * & * Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist </td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *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 ausgeführt) *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 	<ul style="list-style-type: none"> *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 allein aufgrund dieser Veröffentlichung 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 mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist * & * Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
<ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *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 ausgeführt) *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 	<ul style="list-style-type: none"> *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 allein aufgrund dieser Veröffentlichung 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 mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist * & * Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist 			
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts		
27. März 2007		03/04/2007		
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Hoekstra, Frank		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2007/000049

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0369416 A	23-05-1990	JP 2159413 A US 5000585 A	19-06-1990 19-03-1991
US 4455758 A	26-06-1984	KEINE	