

(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
4. April 2002 (04.04.2002)

PCT

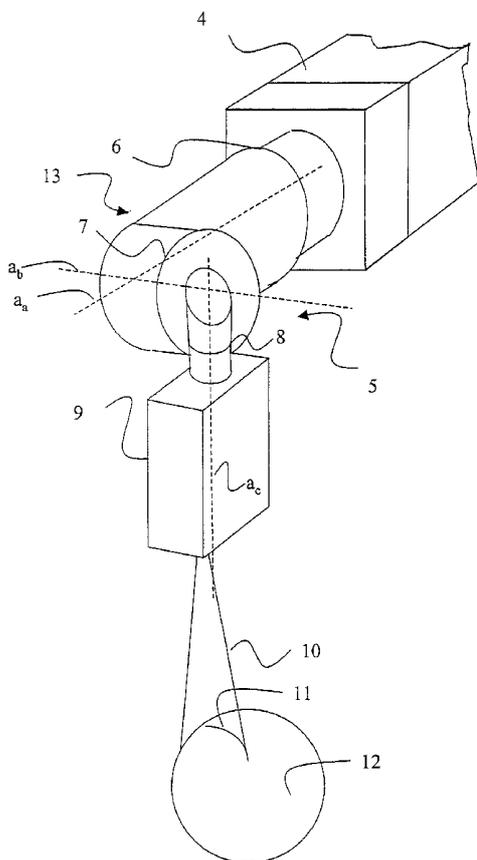
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/27270 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01B 21/04**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/10470
- (22) Internationales Anmeldedatum:
11. September 2001 (11.09.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
100 48 096.9 28. September 2000 (28.09.2000) DE
100 48 095.0 28. September 2000 (28.09.2000) DE
101 31 038.2 29. Juni 2001 (29.06.2001) DE
- (71) Anmelder (nur für AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR): **CARL ZEISS** [DE/DE]; 89518 Heidenheim (DE).
- (71) Anmelder (nur für GB, JP): **CARL-ZEISS-STIFTUNG trading as CARL ZEISS** [DE/DE]; 89518 Heidenheim (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KERN, Rudolf** [DE/DE]; Ludwigstrasse 38/1, 74340 Aalen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CO-ORDINATE MEASURING DEVICE

(54) Bezeichnung: KOORDINATENMESSGERÄT



(57) Abstract: The invention relates to a co-ordinate measuring device with a mounting (28a) for the automatically exchangeable fitting of a sensor device (5). The mounted sensor (5) comprises, in addition to a probe head (9), at least one motor driven rotating joint (8), or a motor driven linear drive, whereby the probe head can be rotated about an axis or moved in a direction.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Koordinatenmessgerät mit einer Aufnahme (28a) zur automatisch auswechselbaren Befestigung einer Sensorik (5). Die befestigte Sensorik (5) weist neben einem Tastkopf (9) zusätzlich wenigstens ein motorisch betriebenes Drehgelenk (8) oder eine motorisch betriebene Linearverstellung auf, worüber der Tastkopf um eine Achse rotiert oder in einer Richtung verstellt werden kann.



WO 02/27270 A1



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.

Koordinatenmessgerät

Die Erfindung betrifft ein Koordinatenmessgerät mit einer Aufnahme zur automatisch auswechselbaren Befestigung einer Sensorik.

Ein derartiges Koordinatenmessgerät ist beispielsweise aus unserem US-Patent 4,888,877 und dem korrespondierenden Europäischen Patent 0 317 967 B1 bekannt. Am Messarm des hierin gezeigten Koordinatenmessgerätes ist eine sogenannte Dreh-Schwenkeinrichtung befestigt, an der wiederum ein Tastkopf befestigt ist. Die Dreh-Schwenkeinrichtung weist hierbei zwei nacheinander angeordnete, motorisch betriebene Drehgelenke mit zueinander senkrecht stehenden Drehachsen auf, über die der Tastkopf in unterschiedliche Drehstellungen bewegt werden kann. Der Tastkopf ist hierbei über eine entsprechende Aufnahme auswechselbar an der Dreh-Schwenkeinrichtung befestigt und kann deshalb während eines Meßablaufes automatisiert in einem dafür vorgesehenen Magazin abgelegt werden und gegen einen neuen Tastkopf getauscht werden.

Eine derartige Dreh-Schwenkeinrichtung hat in der Vergangenheit hervorragende Dienste geleistet und insbesondere das schnelle und unkomplizierte Vermessen von komplexen Geometrien, wie beispielsweise raumschrägen Bohrungen ermöglicht. Es gibt jedoch Meßaufgaben, die sich trotz der erhöhten Flexibilität nicht lösen lassen. Beispielsweise sind seit längerer Zeit optische Lasertriangulationstaster bekannt, die entlang einer Linie den Abstand zur Werkstückoberfläche messen können. Dazu wird ein Laserstrahl vorhangartig aufgefächert und unter einem Winkel durch eine Videokamera beobachtet. Trifft der vorhangartig aufgefächerte Laserstrahl auf einer Werkstückoberfläche auf, so wird hierdurch ein linienartiges Muster erzeugt, wobei aus der Lage des linienartigen Musters im Videobild der Abstand zur Werkstückoberfläche bestimmt werden kann. Um mit einem solchen Taster Kanten zu vermessen, sollte die Ebene des Laservorhanges senkrecht zur der Kante stehen. Dies ist jedoch nur möglich, wenn die Dreh-Schwenkeinrichtung um ein zusätzliches Drehgelenk erweitert wird. Dies würde jedoch bedeuten, daß speziell für diesen Tastkopf eine neue Dreh-Schwenkeinrichtung mit drei Drehgelenken vorgesehen werden muss, was erheblichen zusätzlichen Aufwand verursacht.

Hiervon ausgehend liegt unserer Erfindung die Aufgabe zugrunde ein Koordinatenmessgerät oben genannter Art anzugeben, mit dem unterschiedliche Meßaufgaben einfach bewältigt werden können.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Anspruches 1 gelöst, indem die Sensorik neben einem Tastkopf zusätzlich wenigstens ein motorisch betriebenes Drehgelenk oder eine motorisch betriebene Linearverstellung umfaßt, worüber der Tastkopf um eine Achse rotiert oder in einer Richtung verstellt werden kann.

Der unabhängige Anspruch 10 zeigt ferner ein besonders angepaßtes Verfahren, mit dem der automatische Wechsel eines motorisch betriebenen Drehgelenkes oder der motorisch betriebenen Linearverstellung besonders vorteilhaft betrieben werden kann, wie wir dies weiter unten noch detailliert erläutern werden.

Der Grundgedanke unserer Erfindung ist hierbei darin zusehen, dass das motorisch betriebene Drehgelenk oder die motorisch betriebene Linearverstellung, über das der Tastkopf um eine Achse rotiert oder in einer Richtung verstellt werden kann automatisch auswechselbar am Koordinatenmessgerät befestigt werden kann.

Die Aufnahme zur auswechselbaren Befestigung der Sensorik kann, wie oben beschrieben, an einer Dreh-Schwenkeinrichtung vorgesehen sein. Natürlich kann die Aufnahme genauso gut unmittelbar am Messarm angeordnet sein, der sich in den drei Koordinatenrichtungen relativ zum zu vermessenden Werkstück bewegen läßt.

Besonders vorteilhaft weist das Drehgelenk oder die Linearverstellung selber auch eine entsprechende Aufnahme zur Befestigung einer Sensorik auf. In diesem Fall können unterschiedliche Elemente der Sensorik nach dem Baukastenprinzip zusammengesetzt werden. Beispielsweise kann ein Drehgelenk an einer Aufnahme des Messarms befestigt werden. Am Drehgelenk wiederum kann über die hierin enthaltene Aufnahme eine Linearverstellung befestigt werden, wobei wiederum an der Aufnahme der Linearverstellung ein Tastkopf befestigt werden kann.

Da der Wechsel der Elemente automatisiert erfolgen kann, können derartige Elemente im Wechselmagazin vorgesehen werden und während eines Meßablaufes automatisiert zu einer geeigneten Sensorik zusammengesetzt werden.

Damit die einzelnen Elemente, also das Drehgelenk und/oder die Linearverstellung besonders vorteilhaft in den Meßablauf eingebunden werden können, sollte hierin eine Antriebsbaugruppe vorgesehen sein, die einen Antrieb, einen Winkelencoder bzw. Linearencoder und einen Positionsregelkreis aufweist, sodass das Drehgelenk und/oder die Linearverstellung selbsttätig in eine gewünschte Position verfahren kann. Damit ist lediglich ein Datenaustausch zwischen der Steuer- und Auswerteeinheit des Koordinatenmessgerätes und dem Positionsregelkreis erforderlich, der vorzugsweise über einen digital arbeitenden Bus erfolgen sollte.

Der Positionsregelkreis der Antriebsbaugruppe sollte in die jeweilige Steuer- und Auswerteeinheit des Koordinatenmessgerätes eingebunden sein. Hierdurch wird es möglich das betreffende Drehgelenk und/oder die Linearverstellung als eigene Achsen zum Verfahren des Tastkopfes mitzubeneutzen.

Vorteilhaft weist der Winkelencoder oder der Linearencoder der Antriebsbaugruppe sowohl einen Relativencoder, wie auch einen Absolutencoder auf. Hierdurch kann jederzeit der absolute Drehwinkel des Drehgelenkes bzw. die Stellung der Linearverstellung festgestellt werden. Insbesondere wird die Antriebsbaugruppe hierdurch so betreibbar, daß nach dem Einwechseln von zumindest Teilen der Sensorik in die Aufnahme automatisch eine Referenzstellung des Drehgelenkes und/oder der Linearverstellung ermittelt wird, die üblicherweise durch eine Referenzmarke eines Relativencoders festgelegt ist. Um diese Referenzstellung des Relativencoders automatisch zu ermitteln, kann das Drehgelenk bzw. die Linearverstellung unter Verwendung der Signale des Absolutencoders in der Nähe der Referenzstellung des Relativencoders positioniert werden. Hierdurch wird es möglich, daß völlig automatisiert nach dem Einwechseln des Drehgelenkes oder der Linearverstellung an der Aufnahme das Drehgelenk oder die Linearverstellung die Stellung überfährt, in der sich die Referenzmarke befindet, um hierdurch die Referenzposition automatisiert zu ermitteln.

Für den Fall, dass es sich bei dem an der Aufnahme befestigten Element um ein Drehgelenk handelt, kann der Antrieb für das Drehgelenk besonders vorteilhaft ein Schneckengetriebe umfassen. Hierdurch wird ein weitgehend schwingungsfreies Verdrehen des Drehgelenkes ermöglicht.

Das rotierbare Teil des Drehgelenkes sollte besonders vorteilhaft über zwei voneinander beabstandete Drehlager drehbar gelagert sein. Hierdurch ergibt sich eine besonders hohe Steifigkeit des Drehgelenkes auch quer zur Drehachse, was insbesondere dann sehr wichtig ist, wenn die Sensorik mehrere nacheinander angeordnete Elemente umfasst.

Weitere Vorteile und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgend anhand der Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen. Hierin zeigen:

- Figur 1: ein Koordinatenmeßgerät mit einer erfindungsgemäßen Sensorik (5), die an einer Aufnahme einer Dreh-Schwenkeinheit (13) am Meßarm (4) des Koordinatenmeßgerätes befestigt ist
- Figur 2: Sensorik (5) gemäß Figur 1 beim Abtasten einer Kalibrierkugel (12)
- Figur 3a: eine Aufnahme (28a) zur auswechselbaren Befestigung eines Tastkopfes, eines Drehgelenkes oder einer Linearverstellung
- Figur 3b: ein mit der Aufnahme (28a) zusammenwirkender Wechselteller (28b)
- Figur 4: ein rein schematischer Aufbau eines zweiten Ausführungsbeispiels gemäß der Erfindung
- Figur 5: schematische Darstellung der mechanischen Komponenten eines motorisch betriebenen Drehgelenkes
- Figur 6: schematische Darstellung der mechanischen Komponenten einer motorisch betriebenen Linearverstellung
- Figur 7: schematische Darstellung der elektronischen Komponenten der Antriebsbaugruppe eines Drehgelenkes gemäß Figur 5

Figur 1 zeigt ein Koordinatenmeßgerät in sogenannter Ständerbauweise in einer perspektivischen Ansicht mit einer erfindungsgemäßen Sensorik (5), die einen optischen,

zweidimensional messenden Tastkopf (9) und ein Drehgelenk (8) umfaßt, das an einer Aufnahme einer Dreh-Schwenkeinheit (13) mit zwei Drehgelenken (6,7) befestigt ist, wie dies noch weiter unten im Zusammenhang mit Figuren 2 erläutert werden wird.

Das Koordinatenmeßgerät umfaßt hierbei eine Mechanik (24) über die die Sensorik (5) in den Koordinatenrichtungen (X,Y,Z) verstellt werden kann. Diese Mechanik (24) umfaßt einen Ständer (2), der über Führungen in der mit dem Pfeil (y) bezeichneten Richtung auf dem Meßtisch (1) verfahren werden kann. An dem Ständer (2) ist in der mit dem Pfeil (z) bezeichneten Richtung ein Kreuzschieber (3) verschieblich gelagert, an dem wiederum in der mit dem Pfeil (x) beschriebenen Richtung der Meßarm (4) verschieblich gelagert ist.

Den einzelnen Führungen sind hierbei Maßstäbe mit entsprechenden Ableseköpfen zugeordnet, so daß in allen drei Koordinatenrichtungen (x,y,z) die jeweilige Position der Sensorik (5) bestimmt werden kann. Außerdem sind hier nicht näher zu sehende Antriebe vorgesehen, über die der Ständer (2), der Kreuzschieber (3) und der Meßarm (4) in den Koordinatenrichtungen (X,Y,Z) verfahren werden können. Als Steuer- und Auswerteeinheit (23) weist das Koordinatenmeßgerät hier beispielhaft einen Auswerterechner (21) auf, der der Erstellung von Meßabläufen und zur Auswertung der Meßdaten dient, sowie eine Steuerung (22) auf, die der Ansteuerung der Antriebe und der Aufnahme der Meßdaten dient. Auswerterechner (21) und Steuerung (22) der Steuer- und Auswerteeinheit (23) sind über einen Bus miteinander verbunden.

Des weiteren ist am Rande des Meßbereiches ein Magazin (73) mit unterschiedlichen Magazinplätzen vorgesehen, in dem unterschiedliche Sensoriken oder Einzelelemente zum Zusammenstellen einer Sensorik, wie Tastköpfe, Drehgelenke und/oder Linearverstellungen abliegen. Über die besagte noch weiter unten beschriebene Aufnahme an der Dreh-Schwenkeinheit (13) kann die Sensorik (5) in einem leeren Magazinplatz abgelegt werden und eine neue Sensorik aus einem anderen Magazinplatz aufgenommen werden. Alternativ kann auch aus einem neuen Magazinplatz nur ein Teilelement der neuen Sensorik, wie beispielsweise ein Drehgelenk oder eine Linearverstellung befestigt werden, wobei dieses Teilelement selber ebenfalls eine Aufnahme besitzt, über die ein weiteres Teilelement, wie beispielsweise ein Tastkopf befestigt wird.

Mit der Sensorik (5) können hierbei Meßpunkte auf einem in Figur 1 nicht näher gezeigten Werkstück aufgenommen werden, wie dies im Zusammenhang mit Figur 2 näher erläutert werden soll, die die Sensorik (5) ebenfalls in einer perspektivischen Darstellung zeigt.

Wie aus Figur 2 zu sehen ist, weist die Sensorik (5) neben dem optischen Tastkopf (9) zusätzlich ein Drehgelenk (8) auf, das in der Aufnahme einer Dreh-Schwenkeinheit (13) am Meßarm (4) des Koordinatenmeßgerätes befestigt ist und eine Drehachse (a_c) definiert. Der optische Tastkopf (9) ist hierbei ein zweidimensional messender Lasertriangulationstaster, bei dem ein Laserstrahl vorhangartig zu einer Ebene (10) aufgefächert wird. Hierdurch ergibt sich auf dem Werkstück ein linienförmiges Muster (11), welches unter einem Winkel durch eine ebenfalls im optischen Tastkopf befindliche Videokamera beobachtet wird. Aus der Lage des linienförmigen Musters (11) im Videobild kann der Abstand zum Werkstück, hier einer Kalibrierkugel (12) bestimmt werden.

Die Dreh-Schwenkeinheit (13) weist hierbei zwei Drehgelenke (6,7) auf, die jeweils zwei weitere Drehachsen (a_a, a_b) definieren, wobei die Drehachse (a_b) des Drehgelenkes (7) senkrecht auf die Drehachse (a_a) des Drehgelenkes (6) steht und die Drehachse (a_c) des Drehgelenkes (8) der Sensorik (5) wiederum senkrecht auf die Drehachse (a_b) des Drehgelenkes (7) der Dreh-Schwenkeinheit steht. Somit kann der Tastkopf (9) über die Drehgelenke (6 und 7) der Dreh-Schwenkeinheit (13) beliebig im Raum verstellt werden. Außerdem kann über das Drehgelenk (8) der Sensorik (5) zusätzlich der Tastkopf (9) und mithin die Ebene (10) des aufgefächerten Laserstrahls verdreht werden, sodass die Ebene (10) immer senkrecht zu einer ggf. abzutastenden Kante eingestellt werden kann.

Die in diesem Ausführungsbeispiel verwendete Dreh-Schwenkeinheit (13) ist eine Dreh-Schwenkeinheit, wie sie beispielsweise in dem US-Patent 4,888,877 und dem korrespondierenden Europäischen Patent 0 317 967 gezeigt ist. Über die hieran befindliche Aufnahme ist die Sensorik (5) mit dem dritten Drehgelenk (8) und dem optischen Tastkopf (9) aufgenommen.

Eine solche Aufnahme (28a) soll im folgenden anhand der Figuren 3a und 3b erläutert werden. In Figur 3a ist die eigentliche Aufnahme (28a) zu sehen, wie sie in der Dreh-Schwenkeinrichtung (13) vorgesehen ist. Wie hieraus zu sehen, weist die Aufnahme drei Paare von Kugeln (29a,29b ; 30a,30b; 31a,31b) auf. Zwischen den Paaren von Kugeln befinden sich Kontaktflächen von denen rein beispielhaft zwei mit den Bezugszeichen (32a,32b) bezeichnet sind. Zentral in der Mitte befindet sich außerdem eine elektromagnetisch betriebene Spanneneinrichtung (65), mit der unterschiedliche Magnetfelder erzeugt werden können. Mit der Aufnahme (28a) wirkt ein am Drehgelenk (8) befestigter Teller (28b) zusammen, der drei Zylinder (33,34,35) aufweist. Neben den Zylindern (33,34,35) sind außerdem eine Vielzahl von federnden Kontaktstiften vorgesehen, von denen rein beispielhaft zwei Kontaktstifte mit den Bezugszeichen (36a,36b) bezeichnet wurden. Im Zentrum des Tellers (28b) befindet sich ein ferromagnetisches Bauteil (66). Zum Spannen des Tellers (28b), der sich beispielsweise an dem Drehgelenk (8) befindet, in die Aufnahme (28a) wird nun die Aufnahme (28a) in die Nähe des Tellers (28b) bewegt, also zum Magazin (27), in dem sich das Drehgelenk (8) mit dem Teller (28b) befindet, und über die elektromagnetisch betriebene Spanneneinrichtung (65) ein so großes magnetisches Feld erzeugt, sodass das ferromagnetische Bauteil (66) des Tellers (28b) angezogen wird und die Zylinder (33,34,35) auf dem jeweils zugeordneten Paar von Kugeln (29a,29b ; 30a,30b; 31a,31b) zum Liegen kommt, sowie die Kontaktstifte (36a,36b) auf den zugehörigen Kontaktflächen (32a,32b) zum Liegen kommen.

Wie bereits eingangs ausgeführt, ist die Erfindung aber keineswegs auf das im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Figur 4 zeigt ein vollkommen anderes Ausführungsbeispiel. Wie hierin zu sehen, umfasst die Sensorik hierin zwei Linearverstellungen (15,19), ein Drehgelenk (17) und einen Tastkopf (25) mit einem Taststift (26) und einer Tastkugel (27). Die Linearverstellung (15) ist über eine entsprechende Aufnahme (14) am Messarm (4) des Koordinatenmeßgerätes befestigt. Über die Linearverstellung (15) kann eine Aufnahme (16) in der mit dem Pfeil (r) bezeichneten Richtung verstellt werden. An der Aufnahme (16) wiederum ist ein Drehgelenk (17) auswechselbar befestigt, welches die Rotation einer Aufnahme (18) um die mit (w) bezeichnete Drehachse erlaubt. An der Aufnahme (18) wiederum ist eine Linearverstellung (19) befestigt, die wiederum eine Verstellung einer weiteren Aufnahme (20) in der mit dem

Pfeil (s) bezeichneten Richtung erlaubt. An der Aufnahme (20) wiederum ist ein sogenannter schaltender Tastkopf (25) mit einem Taststift (26) und einer hieran befestigten Tastkugel (27) befestigt. Ein derartiger schaltender Tastkopf (25) arbeitet derart, dass bei Berührung der Tastkugel (27) mit dem Werkstück ein Signal erzeugt wird, aufgrund dessen alle Maßstabswerte ausgelesen werden und hieraus ein Meßpunkt berechnet wird.

Ein vorteilhafter Aufbau eines Drehgelenkes (8) gemäß Figur 1 und 2 soll nunmehr anhand von Figur 5 erläutert werden. Figur 5 zeigt hierbei rein schematisch ein Drehgelenk, bei dem die Abdeckung entfernt wurde, sodass die im Inneren befindlichen Bauteile gesehen werden können. Das zentrale Bauteil ist eine Welle (37), die hier über zwei voneinander beabstandete Drehlager (38a,38b) drehbar gelagert wird. Durch die Lagerung der Welle auf zwei voneinander beabstandeten Drehlagern (38a,38b) ergibt sich ein relativ steifer Aufbau des gesamten Drehgelenkes was zur Verringerung von Durchbiegungen führt und somit die Messgenauigkeit erhöht.

Um die Welle (37) rotieren zu können, ist ferner ein Antrieb (70) vorgesehen. Der Antrieb (70) umfasst einen Elektromotor (42), der über einen Riemen (41) ein Schneckengetriebe (71) antreibt, das ein Schneckenrad (40) und ein hiermit zusammenwirkendes Zahnrad (39) umfasst. Das Schneckengetriebe des besagten Antriebes (70) weist gegenüber bisher verwendeten Antrieben den Vorteil auf, dass Drehbewegungen weitgehend schwingungsfrei erzeugt werden können.

Die Welle (37) wiederum ist über einen Verbinder (43) mit einer Baugruppe (44) drehbar verbunden, in der sich ein erster und ein zweiter Winkelencoder befinden. Der erste Winkelencoder ist ein Relativencoder, der beispielsweise eine Inkrementalteilung aufweist, die von einem optischen Abtastkopf abgetastet wird, wobei aus der Anzahl der gezählten Inkremente ausgehend von einer Referenzposition, die durch eine Referenzmarke definiert ist, die genaue Position bestimmt wird. Der zweite Winkelencoder hingegen ist ein Absolutencoder, mit dem absolute Winkel gemessen werden können. Zur Feststellung der absoluten Winkel können beispielsweise digital codierte Informationen vorgesehen sein, die von einem entsprechenden Kopf abgetastet werden können und aus denen sich die absolute Winkellage feststellen läßt.

Wie bereits mehrfach beschrieben, umfasst der Relativencoder mit der Inkrementalteilung eine Referenzmarke, die nach dem Einwechseln des Drehgelenkes an einer entsprechenden Aufnahme überfahren werden muss, um die vordefinierte Referenzposition festzustellen. Da Drehgelenke üblicherweise nicht unendlich verdreht werden können, sondern für jede Drehrichtung einen Anschlag haben, musste bislang bei Drehgelenken, wie sie beispielsweise in der Dreh-Schwenkeinheit (13) vorgesehen sind, das Drehgelenk vom Bediener manuell so verfahren werden, daß hierbei die Referenzmarke überschritten wird und hierbei die Referenzposition festgestellt werden kann. Durch den Absolutencoder ist es nunmehr möglich vollkommen automatisiert das Drehgelenk so zu positionieren, dass sich der Relativencoder in der Nähe der Referenzmarke befindet. Von hier aus kann dann ein automatischer Suchlauf gestartet werden, bei dem die Referenzmarke überstrichen wird und hierdurch automatisiert die Referenzposition ermittelt wird.

Neben dem besagten Relativencoder und dem Absolutencoder befindet sich in der Baugruppe (44) außerdem ein Positionsregler, der mit den Winkelencodern und dem Antrieb in Verbindung steht und hierdurch definierte Drehwinkelstellungen des Drehgelenkes einstellen kann, wie wir dies weiter unten anhand von Figur 7 erläutert werden.

Figur 6 zeigt rein schematisch den Aufbau einer Linearverstellung (15 oder 19) gemäß Figur 4. Auch die hier gezeigte Linearverstellung ist ohne Gehäuse gezeigt, sodass die hierin befindlichen Bauteile zu sehen sind. Die Linearverstellung weist einen Schlitten (46) auf, der über eine Luftlagerung entlang einer Führung (49) beweglich gelagert ist. An dem Schlitten (46) ist ein Ausleger (45) befestigt, an dem wiederum eine Aufnahme (69) zur Befestigung eines Tastkopfes oder eines Drehgelenkes oder einer weiteren Linearverstellung befestigt ist. Der Schlitten (46) kann über einen Antrieb (72) entlang der Führung (49) verfahren werden. Der Antrieb umfasst einen Elektromotor (52) von dem zwei untereinander liegende Räder (nur das Rad 51 ist zu sehen) angetrieben werden können. Die Räder treiben hierbei einen Riemen (53) an, der über Umlenkrollen (50a, 50b) geführt ist und mit dem Schlitten (46) verbunden ist. Ein Ende des Riemens (53) ist hierbei am ersten Rad (51) befestigt, während das andere Ende des Riemens (53) an dem darunter liegenden Rad befestigt ist. Zusätzlich ist in Analogie zum Drehgelenk gemäß Figur 5, ein Linearencoder (47) vorgesehen, der als

Relativencoder arbeitet und dazu beispielsweise einen Maßstab mit einer Inkrementalteilung und Referenzmarke (67), sowie einen Abtastkopf zum Abtasten der Inkrementalteilung und der Referenzmarke umfaßt. Des weiteren ist ein zweiter Linearencoder (48) vorgesehen, der als Absolutencoder ausgebildet ist und über den sich, wenn auch nur grob, absolut die Entfernung des Schlittens (46) von einer Referenzposition bestimmen läßt. Dazu weist der Linearencoder einen Maßstab auf, auf dem sich digital codiert Entfernungsinformationen befinden und einen Abtastkopf, über den die Entfernungsinformationen ausgelesen werden können. Des weiteren umfasst die Linearverstellung ebenfalls in Analogie zum Drehgelenk gemäß Figur 5 einen Positionsregler, der sowohl mit dem Elektromotor (52) wie auch mit den Linearencodern (47 und 48) in Verbindung steht und mithin eine definierte Positionen des Schlittens (46) einstellen kann.

Die Ermittlung der Referenzposition erfolgt hierbei ebenfalls vollkommen analog zum Drehgelenk gemäß Figur 5, indem der Positionsregler den Schlitten (46) zunächst gemäß den Messwerten des Absolutencoders (48) in der Nähe der Referenzmarke (67) positioniert und danach den Schlitten automatisiert über die Referenzmarke (67) hinweg führt um hierdurch die Referenzposition bestimmen zu können.

Zur Verdeutlichung des elektronischen Aufbaus soll außerdem anhand von Figur 7 für das Drehgelenk gemäß Figur 5 die wesentlichen Komponenten erläutert werden. Mit dem Bezugszeichen (54) sollen hierbei rein schematisch die Kontaktstifte (36a, 36b etc.) eines Wechseltellers (28b) gemäß Figur 3b dargestellt werden. Wie hierin zu sehen, sind zwei der Kontaktstifte für die Stromversorgung (57) vorgesehen, während zwei weitere Kontaktstifte zur digitalen Kommunikation über beispielsweise einen CAN-Bus (58) mit der Steuer- und Auswerteeinheit (23) des Koordinatenmessgerätes vorgesehen sind. Natürlich kann die Kommunikation alternativ auch über die beiden Leitungen der Stromversorgung erfolgen, wenn dies gewünscht ist. Alle anderen Kontaktstifte, die hier zusammengefasst mit dem Bezugszeichen (64) bezeichnet sind, stehen zur Verbindung des Tastkopfes mit der Steuer- und Auswerteeinheit des Koordinatenmessgerätes zur Verfügung.

Als zentrales Bauteil weist die Antriebsbaugruppe hierbei einen Mikroprozessor (56) auf, der in diesem Ausführungsbeispiel u. a. als Positionsregler fungiert und zusätzlich die

Kommunikation mit der Steuer- und Auswerteeinheit (23) des Koordinatenmessgerätes steuert. Zur Regelung der Position des Drehgelenkes ist, wie bereits oben beschrieben, ein Motor (42) vorgesehen, der über eine Ansteuerung (59) angesteuert wird, die wiederum mit dem Mikroprozessor (56) in Verbindung steht. Aufgrund des durch den Motor (61) eingestellten Drehwinkels liefert der Winkelencoder (62) Signale an eine Einheit "Positionierung" (60), die hieraus den aktuellen Drehwinkel ermittelt und diesen an den Mikroprozessor (56) zurückgemeldet. Über die beschriebene Schaltung ist es nunmehr möglich, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (23) des Koordinatenmessgerätes über den CAN-Bus (58) Digital eine anzusteuern Drehstellung an den Mikroprozessor (56) übermittelt, wobei der Mikroprozessor (56) dann auf Basis des Signals der Einheit "Positionierung" (60) die Motoransteuerung (59) und den hiermit verbundenen Motor (61) derart ansteuert, dass der vorgegebene Drehwinkel eingestellt wird.

Des Weiteren ist, wie, bereits oben ausgeführt, ein zweiter Winkelencoder (63) vorgesehen, der als Absolutencoder ausgeführt ist und, wenn auch nur ungenau, den absoluten Drehwinkel des Drehgelenkes mißt, wobei die Baugruppe "Positionierung" (60) hieraus den Drehwinkel bestimmt und diesen ebenfalls an den Mikroprozessor (56) meldet. Über dieses Signal kann, wie bereits oben detailliert ausgeführt, automatisiert nach dem Einwechseln des Drehgelenkes an der Aufnahme des Koordinatenmessgerätes die Referenzstellung des Winkelencoders (62) ermittelt werden, indem der Mikroprozessor (56) auf Basis der gemessenen Winkelstellung des Absolutencoders (63) den Motor (42) derart ansteuert, daß der Winkelencoder (62) in die Nähe der Referenzmarke verfahren wird und danach die Referenzmarke überfahren wird, um die Referenzposition zu ermitteln.

Selbstverständlich ist die Erfindung in keiner Weise auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt. Beispielsweise kann an Stelle des gezeigten Ständermessgerätes auch jedes beliebige andere Koordinatenmessgerät verwendet werden. Es können beispielsweise Portalmessgeräte, Brückenmessgeräte, Roboterarme mit Drehgelenken oder Koordinatenmessgeräte verwendet werden, bei denen der Meßtisch in einer oder mehreren Koordinaten verschoben werden kann. Auch bei dem bezeichneten Tastkopf kann es sich um unterschiedlichste Varianten handeln. Es kann sich beispielsweise um optische Tastköpfe, wie beispielsweise Lasertriangulationstaster oder Videotastköpfe oder auch um berührende

Tastköpfe, wie beispielsweise schaltende Tastköpfe oder messende Tastköpfe handeln. Auch die Aufnahme zur auswechselbaren Befestigung kann selbstverständlich völlig unterschiedlich ausgestaltet sein. Beispielsweise kann an Stelle der elektromagnetischen Spanneinrichtung auch ein mechanischer Greifer oder ein Vakuumsaugnapf verwendet werden. Auch an Stelle des hier gezeigten Dreipunktlagers könnte beispielsweise ein anders ausgestaltetes Lager verwendet werden. Beispielsweise könnten an Stelle der drei paarweise angeordneten Kugeln auch ein erstes Element mit einer kegelförmigen Aussparung, ein zweites Element mit einer Dreieckförmigen Aussparung und ein drittes Element mit einer Ebene vorgesehen werden. Werden anstelle der drei Zylinder des zugehörigen Tellers drei Kugeln vorgesehen, so sind diese hierdurch ebenfalls statisch eindeutig bestimmt. An Stelle der Kontakte könnten beispielsweise kontaktlose Verbindungen verwendet werden. Die Steuer- und Auswerteeinheit könnte beispielsweise in einem Rechner zusammengefaßt sein. Auch die Antriebsbaugruppe im Drehgelenk oder im Linearantrieb könnte unterschiedlich sein. Beispielsweise könnte anstelle des Mikroprozessors ein analoger Positionsregler verwendet werden. Anstelle der gezeigten Winkelencoder bzw. Linearencoder, bei denen optisch die Informationen abgetastet werden könnten auch Encoder mit Magnetischen Informationen verwendet werden.

Patentansprüche:

1. Koordinatenmessgerät mit einer Aufnahme (28a) zur automatisch auswechselbaren Befestigung einer Sensorik (5), dadurch gekennzeichnet daß, die Sensorik neben einem Tastkopf (9) zusätzlich wenigstens ein motorisch betriebenes Drehgelenk (8,17) und/oder eine motorisch betriebene Linearverstellung (15,19) umfaßt, worüber der Tastkopf um eine Achse (a_o,w) rotiert oder in einer Richtung (r,s) verstellt werden kann.
2. Koordinatenmessgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Drehgelenk (8) oder die Linearverstellung (15) eine Antriebsbaugruppe mit einem Antrieb (70,72), einem Winkelencoder (62,63) oder einem Linearencoder (47,48) und einem Positionsregler (56) aufweist und daß der Datenaustausch zwischen der Steuer- und Auswerteeinheit (23) des Koordinatenmessgerätes und dem Positionsregler (56) über einen digital arbeitenden Bus (58) erfolgt.
3. Koordinatenmessgerät nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Positionsregler (56) der Antriebsbaugruppe in die jeweilige Steuer- und Auswerteeinheit (23) des Koordinatenmessgerätes eingebunden ist.
4. Koordinatenmessgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß daß der Winkelencoder oder der Linearencoder der Antriebsbaugruppe sowohl einen Relativencoder (62,47), wie auch einen Absolutencoder (63,48) aufweist.
5. Koordinatenmessgerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsbaugruppe so betreibbar ist, daß nach dem Einwechseln von zumindest Teilen der Sensorik (5) in die Aufnahme automatisch eine Referenzstellung des Drehgelenkes und/oder der Linearverstellung ermittelt wird.
6. Koordinatenmessgerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß daß die Antriebsbaugruppe so betreibbar ist, daß zum Auffinden der Referenzstellung (67) das Drehgelenk und/oder die Linearverstellung automatisch unter Verwendung der Signale

des Absolutencoders (63,28) in der Nähe einer Referenzmarke des Relativencoders positioniert wird.

7. Koordinatenmessgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsbaugruppe ferner so betreibbar ist, daß zum Ermitteln der Referenzstellung nach dem Positionieren in der Nähe der Referenzmarke in einem Suchlauf automatisch die Referenzmarke überfahren wird.
8. Koordinatenmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die Sensorik (5) ein Drehgelenk umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (70) für das Drehgelenk ein Schneckengetriebe (71) umfaßt.
9. Koordinatenmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Sensorik (5) ein Drehgelenk umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß der rotierbare Teil (37,68) des Drehgelenkes über zwei voneinander beabstandete Drehlager (38a,38b) drehbar gelagert ist.
10. Verfahren zur Ermittlung der durch eine Referenzmarke eines Relativencoders festgelegten Referenzstellung eines Drehgelenkes oder einer Linearverstellung mit folgenden Verfahrensschritten:
 - bewegen des Drehgelenkes oder der Linearverstellung in eine erste vordefinierte Position entsprechend den Signalen eines Absolutencoders in der Nähe der Referenzmarke des Relativencoders
 - bewegen des Drehgelenkes oder der Linearverstellung von dieser Position aus in Richtung der Referenzmarke und überstreichen der Referenzmarke
 - ermitteln der Referenzstellung beim überstreichen der Referenzmarke.

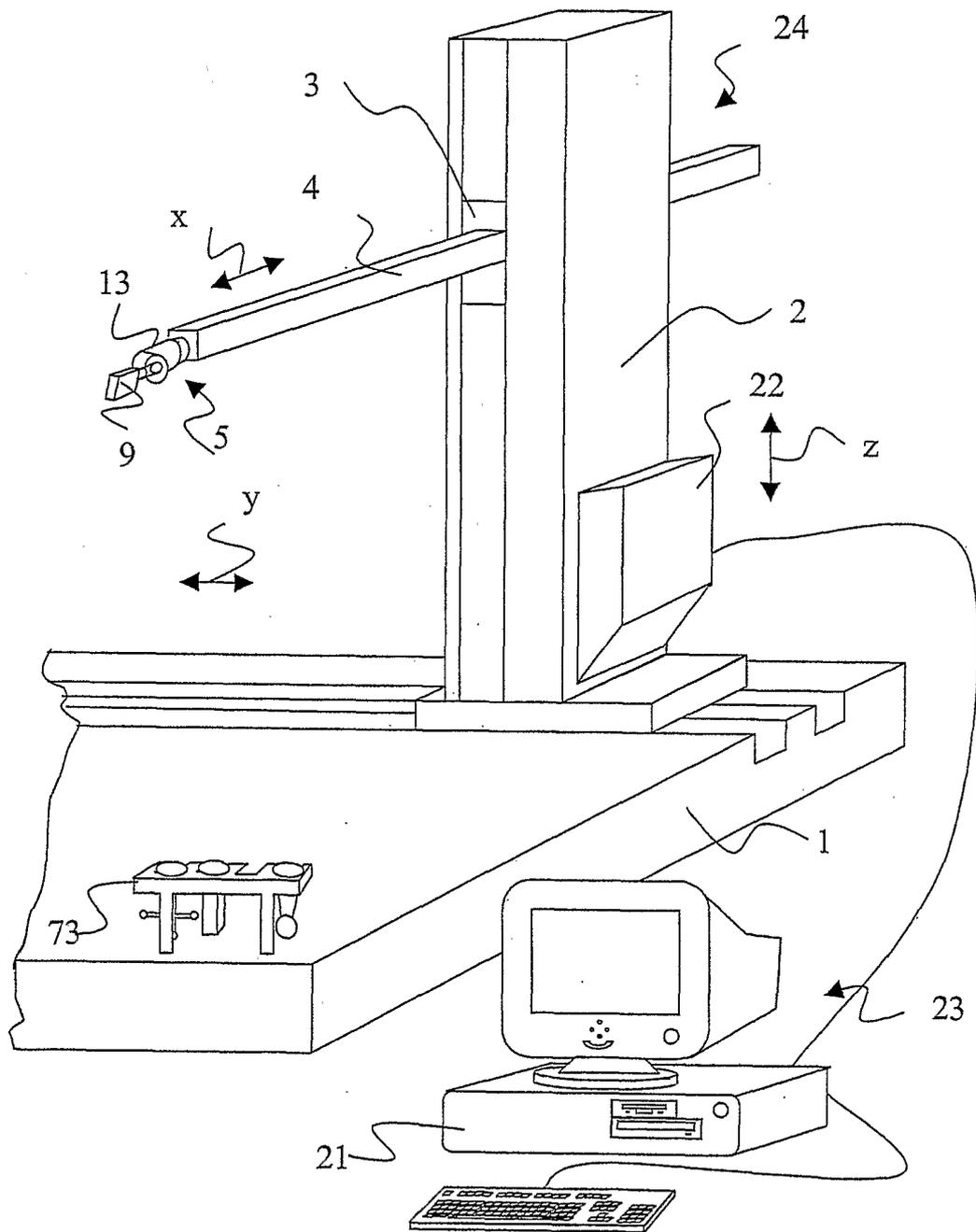


FIG. 1

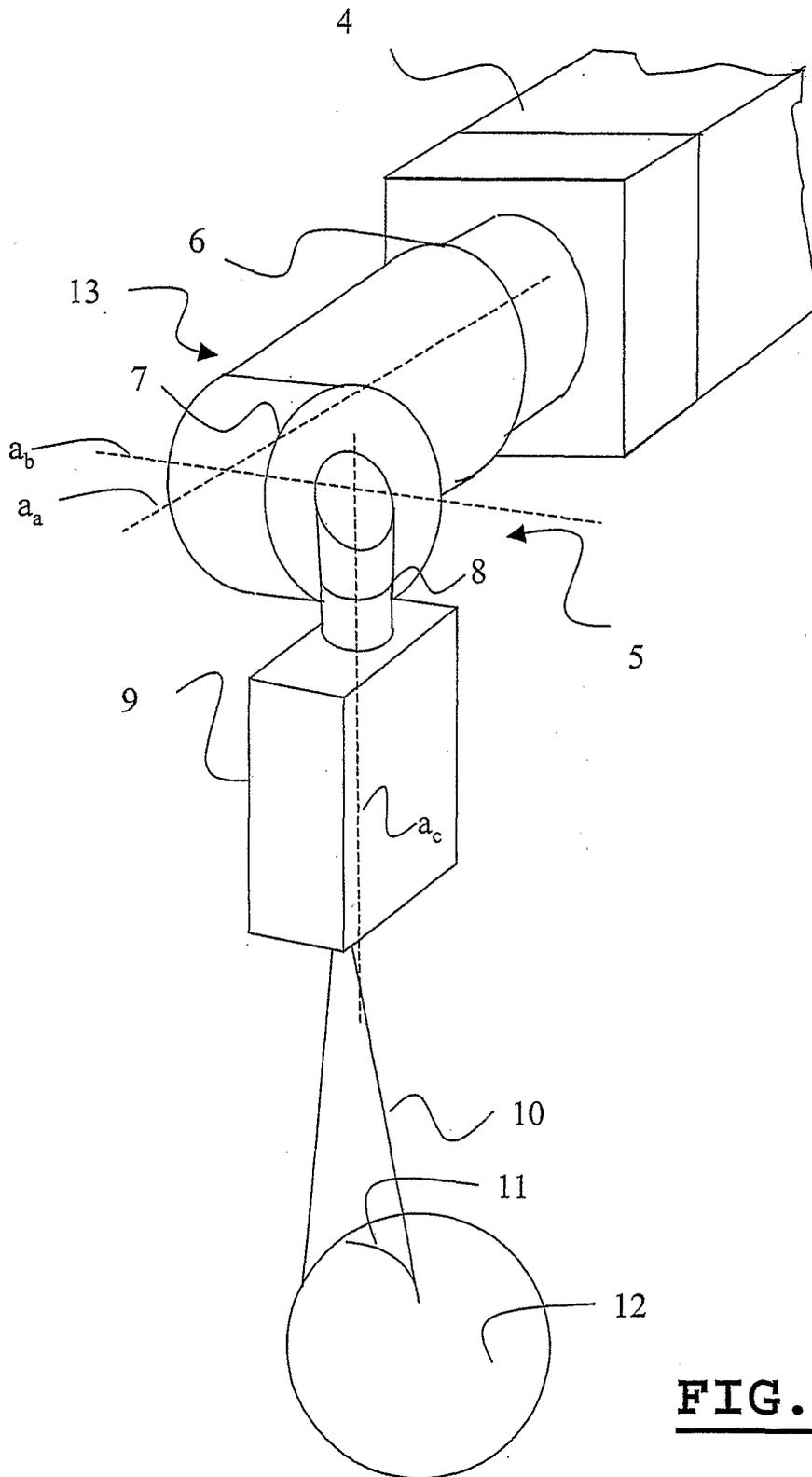


FIG. 2

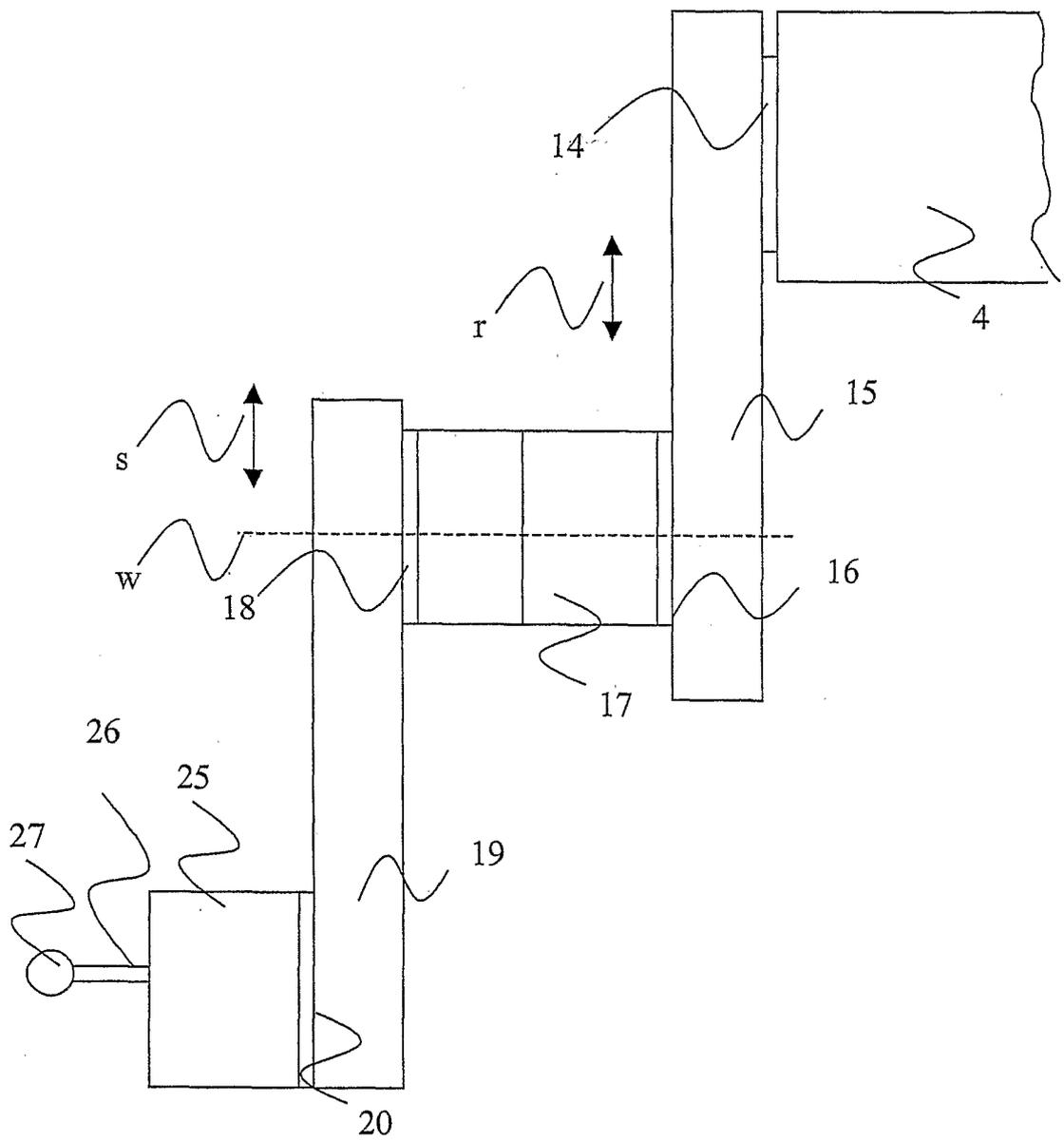


Fig. 4

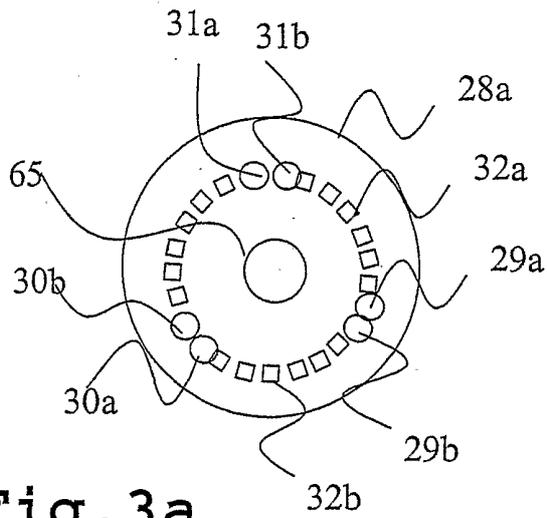


Fig. 3a

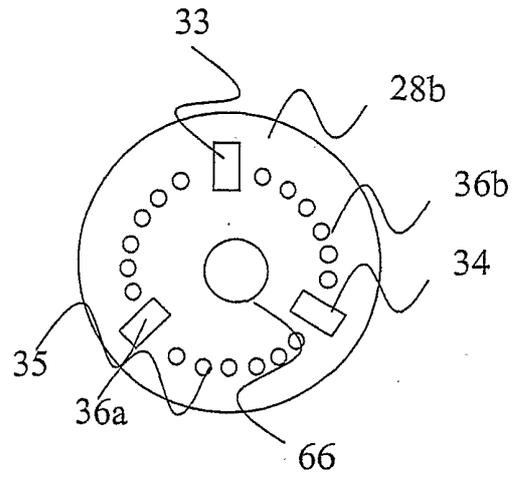


Fig. 3b

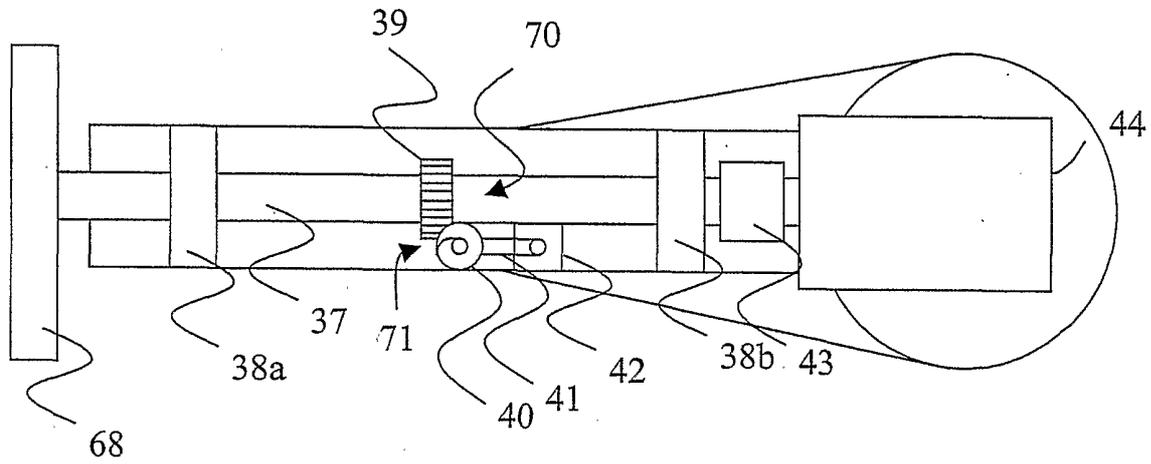


Fig. 5

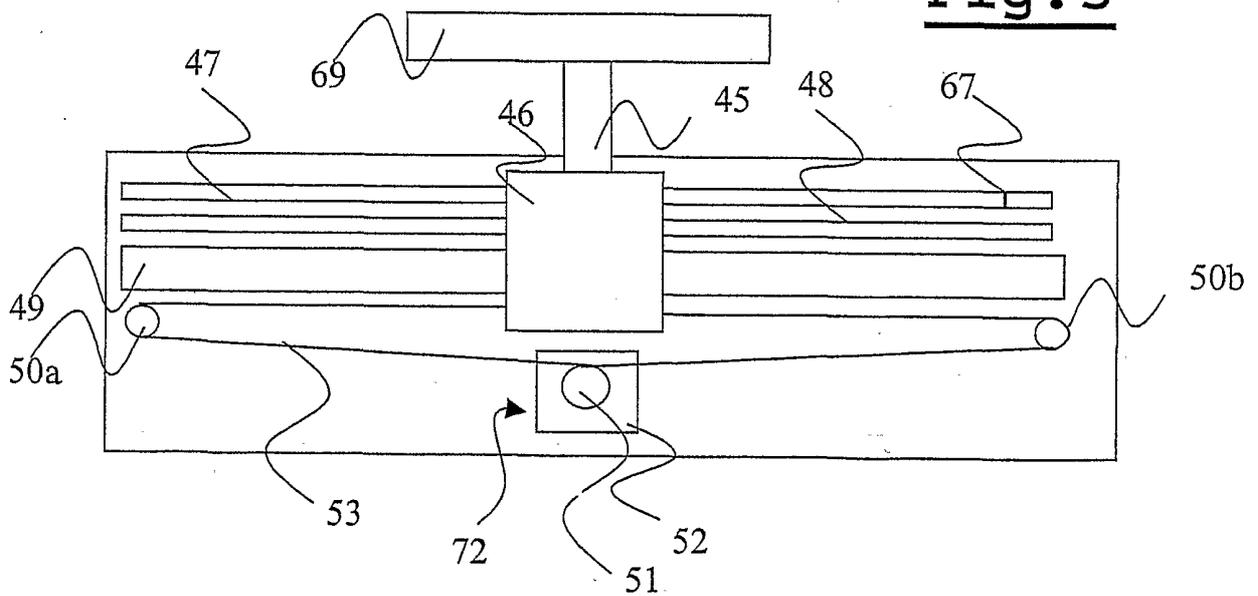


Fig. 6

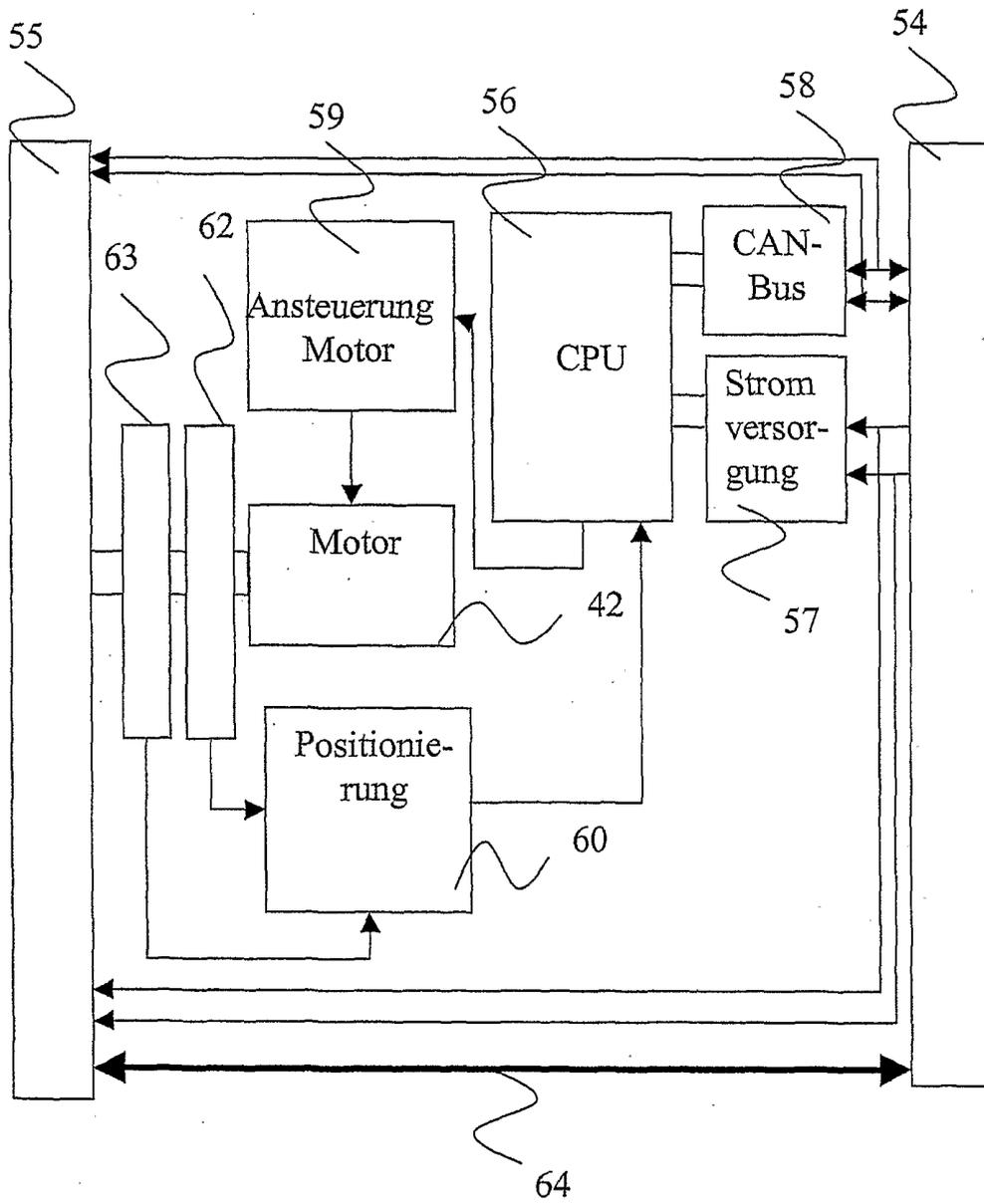


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 01/10470

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01B21/04

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)
IPC 7 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 practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 196 39 780 A (LEITZ BROWN & SHARPE MESTECHNI) 2 April 1998 (1998-04-02) column 6, line 10 - line 12; figure 2 ---	1-9
Y	WO 97 18436 A (LAU KAM C) 22 May 1997 (1997-05-22) page 1, line 4 - line 6 page 4, line 15 -page 5, line 21; figures 2,3 ---	1-9
X	US 4 888 877 A (ENDERLE ECKHARD ET AL) 26 December 1989 (1989-12-26) cited in the application column 6, line 48 -column 9, line 19 ---	10
A	US 5 501 096 A (STETTNER RUDOLF ET AL) 26 March 1996 (1996-03-26) column 2, line 59 -column 4, line 6 -----	10

Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in 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 29 November 2001	Date of mailing of the international search report 06/12/2001
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 Götsch, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/10470

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19639780	A	02-04-1998	DE 19639780 A1	02-04-1998
WO 9718436	A	22-05-1997	AU 7722596 A EP 0896656 A1 JP 2000500400 T WO 9718436 A1	05-06-1997 17-02-1999 18-01-2000 22-05-1997
US 4888877	A	26-12-1989	DE 3740070 A1 DE 3850355 D1 EP 0317967 A2 JP 1156616 A JP 2788247 B2	08-06-1989 28-07-1994 31-05-1989 20-06-1989 20-08-1998
US 5501096	A	26-03-1996	DE 4326551 A1 DE 59406719 D1 EP 0638781 A1 JP 2911753 B2 JP 7151538 A	16-02-1995 24-09-1998 15-02-1995 23-06-1999 16-06-1995

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/10470

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G01B21/04		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G01B		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 196 39 780 A (LEITZ BROWN & SHARPE MESTECHNI) 2. April 1998 (1998-04-02) Spalte 6, Zeile 10 - Zeile 12; Abbildung 2 ---	1-9
Y	WO 97 18436 A (LAU KAM C) 22. Mai 1997 (1997-05-22) Seite 1, Zeile 4 - Zeile 6 Seite 4, Zeile 15 -Seite 5, Zeile 21; Abbildungen 2,3 ---	1-9
X	US 4 888 877 A (ENDERLE ECKHARD ET AL) 26. Dezember 1989 (1989-12-26) in der Anmeldung erwähnt Spalte 6, Zeile 48 -Spalte 9, Zeile 19 ---	10
A	US 5 501 096 A (STETTNER RUDOLF ET AL) 26. März 1996 (1996-03-26) Spalte 2, Zeile 59 -Spalte 4, Zeile 6 -----	10
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
° 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 *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 *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 29. November 2001		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 06/12/2001
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 Götsch, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/10470

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19639780	A	02-04-1998	DE 19639780 A1	02-04-1998
WO 9718436	A	22-05-1997	AU 7722596 A	05-06-1997
			EP 0896656 A1	17-02-1999
			JP 2000500400 T	18-01-2000
			WO 9718436 A1	22-05-1997
US 4888877	A	26-12-1989	DE 3740070 A1	08-06-1989
			DE 3850355 D1	28-07-1994
			EP 0317967 A2	31-05-1989
			JP 1156616 A	20-06-1989
			JP 2788247 B2	20-08-1998
US 5501096	A	26-03-1996	DE 4326551 A1	16-02-1995
			DE 59406719 D1	24-09-1998
			EP 0638781 A1	15-02-1995
			JP 2911753 B2	23-06-1999
			JP 7151538 A	16-06-1995