(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
14. Oktober 2004 (14.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/088237 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: F41G 7/22

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/002956

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. März 2004 (20.03.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 13 136.1 29. März 2003 (29.03.2003) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **BODENSEEWERK GERÄTETECHNIK GMBH** [DE/DE]; Alte Nussdorfer Strasse 13, 88662 Überlingen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **KEMPAS, Hagen** [DE/DE]; Theodor-Lackmann-Strasse 47, 88662 Überlingen (DE).

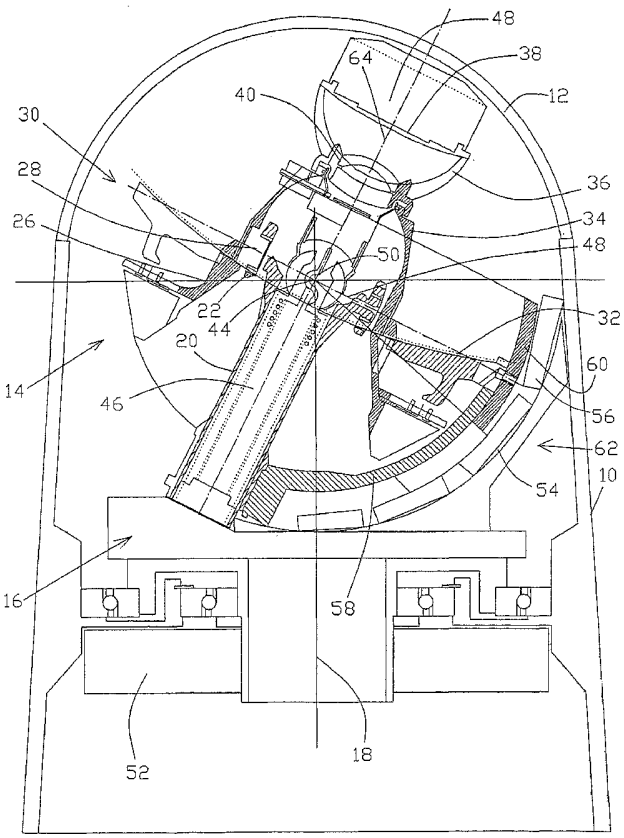
(74) Anwalt: **DIEHL STIFTUNG & CO.**; Diehl Patentabteilung, Stephanstrasse 49, 90478 Nürnberg (DE).

(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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEEKER HEAD COMPRISING A PITCHING/YAWING INTERNAL CARDANIC SYSTEM

(54) Bezeichnung: SUCHKOPF MIT NICK-GIER-INNENKARDANSYSTEM



system für einen Suchkopf

(57) Abstract: The invention relates to a seeker head (14, 15) comprising a rolling axis (18) and a pitching/yawing internal cardanic system containing an inner gimbal (22), which is mounted on a bearing structure (20) to pivot about a first cardanic axis (24) and an external gimbal (26) that supports a seeking system (30) of the seeker head and is mounted on the internal gimbal (22) to pivot about a second cardanic axis (28) running perpendicular to the first. The aim of the invention is to provide a cardanic system for a seeker head (14, 15), in which the tracking function of the platform and the seeking system does not exhibit eccentric behaviour and which permits a large squint angle and the sensing of targets over a large field of vision. To achieve this, the first cardanic axis (24) together with the rolling axis (18) form an acute angle (α) and the bearing structure (20) is mounted to rotate about the rolling axis (18). The dihedral angle, by which the optical axis (64) of the seeker system (30) can be deflected by pivoting displacements about the first and second cardanic axes (24, 28), contains the rolling axis (18).

(57) Zusammenfassung: Suchkopf (14, 15) mit einer Rollachse (18) und einem Nick-Gier-Innenkardansystem, enthaltend einen inneren Kardanrahmen (22), der um eine erste Kardanachse (24) schwenkbar an einer Lagerstruktur (20) gelagert ist, und einen äusseren, ein Suchersystem (30) des Suchkopfs tragenden Kardanrahmen (26), der um eine zweite, zu der ersten senkrechten Kardanachse (28) auf dem inneren Kardanrahmen (22) schwenkbar gelagert ist. Es soll ein Kardan-

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/088237 A1

CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, 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, IT, LU, MC, 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.

(14, 15) geschaffen werden, bei welchem die Nachführung der Plattform und des Suchersystems (30) ohne Singularitäten erfolgt, welches aber grosse Schielwinkel und die Erfassung von Zielen in einem grossen Gesichtsfeld gestattet. Zu diesem Zweck bildet die erste Kardanachse (24) mit der Rollachse (18) einen spitzen Winkel (α). Die Lagerstruktur (20) ist ihrerseits um die Rollachse (18) drehbar gelagert. Der Raumwinkel, in welchem die optische Achse (64) des Suchersystems (30) durch Schwenkbewegungen um die erste und die zweite Kardanachse (24, 28) auslenkbar ist, enthält die Rollachse (18).

Bodenseewerk Gerätetechnik GmbH, 88662 Überlingen

Suchkopf mit Nick-Gier-Innenkardansystem

Die Erfindung betrifft einen Suchkopf mit einer Rollachse und einem Nick-Gier-Innenkardansystem, enthaltend einen inneren Kardanrahmen, der um eine erste Kardanachse schwenkbar an einer Lagerstruktur gelagert ist, und einen äußeren, ein Suchersystem des Suchkopfs tragenden, Kardanrahmen, der um eine zweite, zu der ersten senkrechte Kardanachse auf dem inneren Kardanrahmen schwenkbar gelagert ist.

Solche Suchköpfe werden insbesondere in zielverfolgenden Flugkörpern angewandt. Ein optisches System als Suchersystem erzeugt ein Bild einer das Ziel enthaltenden Objektszene auf einem Detektor. Aus den Signalen des Detektors werden einmal Signale gewonnen, welche die optische Achse des optischen Systems auf das Ziel ausgerichtet halten. Außerdem werden aus den Signalen des Detektors Lenksignale gewonnen, durch welche der Flugkörper zu dem Ziel geführt wird. Üblicherweise wird dabei eine das optische System tragende Plattform und damit die Richtung der optischen Achse des optischen Systems durch ein Trägheitsmesssystem von den Bewegungen des Flugkörpers entkoppelt. Wenn durch einen Regelkreis die optische Achse ständig auf das Ziel ausgerichtet gehalten wird, entspricht die optische Achse der Sichtlinie vom Flugkörper zum Ziel. Aus der Bewegung der optischen Achse relativ zu der stabilisierten Plattform kann dann die Drehrate der Sichtlinie im inertialen Raum bestimmt werden. Bei üblicher Proportionalnavigation wird der Flugkörper so geführt, dass diese Sichtlinie raumfest bleibt. Die Lenksignale werden dazu proportional zu der Drehrate der Sichtlinie gemacht. Die Plattform muss dabei kardanisch gelagert werden, so dass die optische Achse des optischen Systems jede beliebige Position innerhalb eines bestimmten Raumwinkels einzuvernehmen vermag.

Die kardanische Lagerung kann dabei eine Nick-Gier-Lagerung sein. Dabei ist ein erster Kardanring um eine erste im wesentlichen quer zur Flugkörper-Längsachse verlaufende Achse, z. B. die Nickachse, gegenüber der Flugkörperstruktur schwenkbar gelagert. An dem ersten Kardanring ist ein zweiter Kardanring um eine zweite Achse, z. B. die Gierachse, schwenkbar gelagert, die senkrecht zu der ersten Achse verläuft. Dieser zweite Kardanring trägt oder bildet die Plattform, auf welcher das optische System sitzt. Dabei kann der an der Flugkörperstruktur gelagert eerste Kardanring der äußere Kardanring sein, während der zweite Kardanring den inneren Kardanring bildet. Man spricht dann von einem „Außenkardansystem". Der an der Flugkörperstruktur gelagerte erste Kardanring kann ab er auch der innere Kardanring sein, wobei der zweite, die Plattform tragende oder bildende Kardanring der äußere Kardanring ist. In diesem Fall spricht man von einem „Innenkardansystem". Das Kardansystem sitzt dann innerhalb der Plattform. Diese letztere Anordnung wird aus räumlichen Gründen bevorzugt.

Bei einem solchen Nick-Gier-Kardansystem sind die Schwenkwinkel der Plattform und damit die Schielwinkel, welche die optische Achse mit der Flugkörper-Längsachse bilden, aus konstruktiven Gründen beschränkt. Der Sucher kann ein Ziel nur in nur einem begrenzten Gesichtsfeld erfassen.

Ein Suchkopf mit Nick-Gier-Innenkardansystem ist beispielsweise beschrieben in der DE 195 35 886 A1 oder der EP 0 766 065 B1.

Größere Schielwinkel lassen sich erreichen mit einem Roll-Nick-Kardansystem. Hier ist ein erster, wellenartiger Kardanrahmen um eine mit der Flugkörper-Längsachse zusammenfallende Rollachse in der Flugkörperstruktur drehbar gelagert. Dieser erste Kardanrahmen kann gegenüber der Flugkörperstruktur um die Rollachse in einem Winkelbereich von 360° verdreht werden. An dem ersten Kardanrahmen ist ein zweiter Kardanrahmen um eine senkrecht zur Rollachse verlaufende Nickachse schwenkbar gelagert. Dieser zweite Kardanrahmen trägt das optische System des Suchkopfes. Der zweite Kardanrahmen kann so gelagert werden, dass die optische Achse des optischen Systems um einen Winkel von ungefähr 90° gegenüber der Längsachse des Flugkörpers verschwenkt werden kann. Es sind also Schielwinkel bis 90° möglich, und zwar in jeder Richtung um die Roll-

achse herum. Ein so aufgebauter Suchkopf kann somit innerhalb eines Halbraumes auf ein Ziel ausgerichtet werden.

Suchköpfe mit Roll-Nick-Kardansystemen sind bekannt durch die DE 33 17 232 A1 und die DE 198 24 899 C1.

Nachteilig ist bei solchen Roll-Nick-Kardansystemen, dass sie im Bereich der Rollachse eine Singularität zeigen: Wenn die Sichtlinie zum Ziel, der die optische Achse des optischen Systems durch Verdrehung der Kardanrahmen nachgeführt werden soll, mit der Rollachse zusammenfällt oder in deren Nähe verläuft, dann erfordern schon kleine Bewegungen der optischen Achse große Winkelbewegungen des Rollrahmens. Wenn sich z. B. die Sichtlinie zum Ziel durch die Rollachse hindurchbewegt, dann müsste der Rollrahmen, um die optische Achse dieser Sichtlinie nachzuführen, praktisch in unendlich kurzer Zeit eine Drehung um 180° ausführen. Das übersteigt die Möglichkeiten üblicher Stellmotoren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kardansystem für einen Suchkopf zu schaffen, bei welchem die Nachführung der Plattform und des Suchersystems ohne Singularitäten erfolgt, welches aber große Schielwinkel und die Erfassung von Zielen in einem großen Gesichtsfeld gestattet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die erste Kardanachse mit der Rollachse einen spitzen Winkel bildet und die Lagerstruktur ihrerseits um die Rollachse drehbar gelagert ist.

Dadurch, dass die erste Kardanachse mit der Rollachse einen spitzen Winkel bildet, sitzt das Kardansystem schräg zu der Rollachse. Der Schwenkbereich des äußeren Kardanrahmens mit dem Suchersystem ist dadurch unsymmetrisch zu der Rollachse. Betrachtet man die Mittellage des um die erste Kardanachse schwenkbaren Innenrahmens, dann ergibt sich folgendes: Bezeichnet man mit α den spitzen Winkel und mit 2β den Schwenkbereich des Außenrahmens um die zweite Kardanachse, dann ist der maximal erreichbare Schielwinkel zwischen der Rollachse und der Achse des Suchersystems $90°-\alpha+\beta$. Es kann also ein größerer Schielwinkel erreicht werden. Wenn das Ziel im Azimut aus dem durch den

Schwenkbereich des Kardansystems bestimmten Raumwinkel auswandert, kann dies durch eine Drehung des Kardansystems um die Rollachse ausgeglichen werden. Der durch den Schwenkbereich des Kardansystems bestimmte Raumwinkel wird dem Ziel nachgeführt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die um die Rollachse drehbar gelagerte Lagerstruktur zusätzlich um ihre eigene Längsachse drehbar gelagert. Durch die damit verbundene Einführung eines weiteren Drehfreiheitsgrades sind Drehbewegungen des Rollrahmens durch Drehbewegungen der Lagerstruktur um ihre Längsachse mit entgegen gesetztem Drehsinn kompensierbar. Rollwinkel von über 360 °, die zu übermäßiger Belastung von elektrischen Verbindungsleitungen und Hochdruckkupplungen für Gaszuführungen führen, treten nicht mehr auf. Die Zuverlässigkeit bzw. Lebensdauer des Suchkopfs wird somit erhöht. Zudem kann bei dieser Ausgestaltung auch auf den Einsatz von kostenintensiven und hohen Platzbedarf benötigenden Hochdruckdrehkupplungen und Schleifringen für elektrische Abgriffe verzichtet werden. Durch die Entkopplung des Nick-Gier-Kardansystems von Rollbewegungen des Rollrahmens durch die um ihre Längsachse drehbare Lagerstruktur kann die zu drehende Masse reduziert werden. Für Bewegungen um die Rollachse sind somit geringere Antriebsleistungen erforderlich und das Bauvolumen des Rollrahmens kann reduziert werden.

Zweckmäßigerweise ist eine Fixierung des Nick-Gier-Kardansystems bezüglich seiner Rolllage zur Flugkörperstruktur mittels Fixierungsmitteln vorgesehen. Bei den Fixierungsmitteln kann es sich um Verzahnungselemente in Form von Zahnrädern handeln, wobei ein Zahnrad in der Flugkörperstruktur und ein Zahnrad zwischen dem Nick-Gier-Rahmensystem und dem neuen Drehfreiheitsgrad integriert ist. Mit anderen Worten rollt das Nick-Gier-Rahmensystem bei einer Drehung um die Rollachse mit gegenläufigem Drehsinn um die Längsachse der Lagerstruktur. Geschickterweise handelt es sich bei den Zahnrädern um Formteile aus Kunststoff mit geringem Gewicht. Kunststoff kann deswegen eingesetzt werden, weil nur geringe Momente zu übertragen sind. Sinnvollerweise besitzen die

Zahnräder die gleiche Anzahl von Zähnen, um ein Übersetzungsverhältnis von eins zu erreichen.

Durch ein Drehen der Rollachse und gleichzeitiges Entdrehen durch eine Drehbewegung der Lagerstruktur um ihre Längsachse, im folgenden auch Taumelachse genannt, und Fixierung mittels der Fixierungsmittel ist das Nick-Gier-Kardansystem in der Lage, um die Flugkörperlängsachse, d. h. die Rollachse, mit einem festen Winkel von (90° – α) zu taumeln ohne dabei Drehkomponenten in der Rollachse zu erzeugen. Der Taumelwinkel liegt üblicherweise in einem Bereich von 15 -30 °. Eine Bilddrehung gegenüber dem Flugkörperkoordinatensystem findet nicht statt. Durch die mechanische Fixierung kann auf Antriebs- und Abgriffselemente für die Erzeugung einer Drehbewegung der Lagerstruktur um ihre Längsachse, wie beispielsweise in Form von einem Elektromotor und elektrischen Verbindungsleitungen, verzichtet werden. Dadurch wird eine weitere Massen- und Bauvolumenersparnis erreicht.

Vorteilhafterweise enthält der Raumwinkel, in welchem die optische Achse des optischen Systems durch Schwenkbewegungen um die erste und die zweite Kardanachse auslenkbar ist, die Rollachse.

Zur Stabilisierung des optischen Systems im Raum kann eine Trägheitsmesseinheit vorgesehen sein, durch welche Stellmotoren um die erste und die zweite Kardanachse ansteuerbar sind, wobei ein um die Rollachse wirkender Stellmotor vorgesehen ist, der dann, wenn sich der innere Kardanrahmen seiner Anschlagstellung nähert, im Sinne einer Nachführung dieses inneren Kardanrahmens weg von der Anschlagstellung ansteuerbar ist.

Die Achse des Suchersystems kann so auf jeden Punkt innerhalb eines großen, sich um die Rollachse herum erstreckenden Raumwinkels gerichtet werden. Die Stabilisierung erfolgt dabei mittels des Nick-Gier-Kardansystems. Dieses Nick-Gier-Kardansystem hat auch im Bereich der Rollachse keine Singularität. Bei einem Durchgang der Sichtlinie durch die Rollachse führt das Nick-Gier-

Kardansystem nur normale Stellbewegungen aus. Es ist kein 180°-Umschlag erforderlich wie bei einem Roll-Nick-Kardansystem.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen Suchkopf mit schräg liegendem Nick-Gier-Kardansystem und einer zusätzlichen Nachführbewegung um die Rollachse.

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm und veranschaulicht die Nachführung des Suchersystems nach einer Sichtlinie zu einem Ziel.

Fig. 3 ist ein Diagramm zur Veranschaulichung der Vergrößerung des Bereichs der zulässigen Schielwinkel des Suchkopfes von Fig. 1.

Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt durch einen Suchkopf mit schräg liegendem Nick-Gier-Kardansystem und mit einer um eine Rollachse und ihre eigene Längsachse drehbar gelagerten Lagerstruktur.

Fig. 5 zeigt einen Längsschnitt durch einen Suchkopf gemäß Fig. 4 mit Fixierungsmitteln für das Nick-Gier-Kardansystem bezüglich einer Rolllage der Flugkörperstruktur.

Gleiche Teile werden dabei mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

In Fig. 1 ist mit 10 die Spitze der Flugkörperstruktur eines zielverfolgenden Flugkörpers bezeichnet. Die Spitze 10 ist durch ein sphärisches Fenster (Dom) 12 abgeschlossen. Hinter dem Dom 12 sitzt ein Suchkopf, der mit 14 bezeichnet ist.

Der Suchkopf 14 enthält einen Tisch 16, der um eine mit der Längsachse des Flugkörpers zusammenfallende Rollachse 18 drehbar in der Spitze 10 der Flug-

körperstruktur gelagert ist. Auf dem Tisch sitzt ein hülsenförmiger Lagerkörper 20. Der Lagerkörper 20, auch Lagerstruktur genannt, ist geneigt zur Rollachse 18 angeordnet. An dem vorderen oder domseitigen Ende des Lagerköpers 20 ist ein Innenrahmen 22 um eine erste, zur Längsachse der Lagerkörpers 20 senkrechte Kardanachse 24 schwenkbar gelagert. Das ist in Fig. 1 rechts von der Längsachse des Lagerköpers 20 dargestellt. Durch die geneigte Anordnung des Lagerkörpers 20 bildet die erste Kardanachse 24 mit der Rollachse einen spitzen Winkel α (Fig. 3). Links von der Längsachse des Lagerkörpers 20 ist ein Schnitt senkrecht zu dem Schnitt auf der rechten Seite dargestellt. Man erkennt dort, dass auf dem Innenrahmen 22 ein Außenrahmen schwenkbar gelagert ist, der generell mit 26 bezeichnet ist. Der Außenrahmen 26 ist um eine zweite Kardanachse 28 schwenkbar gelagert, die senkrecht zu der ersten Kardanachse 24 verläuft. Wenn die erste Kardanachse 24 im rechten Teil von Fig. 1 in der Papierebene von Fig. 1 verläuft, dann verläuft bezogen hierauf die zweite Kardanachse 28 senkrecht zu der Papierebene der rechten Seite von Fig. 1.

Auf dem Außenrahmen 26 sitzt ein Suchersystem 30 in Form eines abbildenden optischen Systems. Dieses Suchersystem 30 enthält einen ringförmigen Hohlspiegel 32, der mit seinem zentralen Durchbruch auf dem Außenrahmen 26 montiert ist. Der Außenrahmen 26 weist einen Kuppelteil 34 auf. Der Kuppelteil 34 trägt Stege 36, welche einen dem Hohlspiegel 32 zugewandten, schwach konvexen Sekundärspiegel 38 tragen. Der Kuppelteil 34 bildet eine Fassung 40 für eine Linsenoptik 42. Parallel einfallendes Licht von einer im Unendlichen liegenden Objektszene wird von dem Hohlspiegel 32 auf den Sekundärspiegel 38 reflektiert und von diesem auf die Linsenoptik 42 gelenkt. Das optische System erzeugt ein Bild der Objektszene auf einem Detektor 44. Der Detektor 44 wird in üblicher Weise von einem Joule-Thomson-Kühler 46 gekühlt der innerhalb des hülsenförmigen Lagerkörpers 20 angeordnet ist. Auf der Rückseite des Sekundärspiegels 38 ist ähnlich wie bei der DE 195 38 886 A1 eine Trägheitssensoreneinheit 48 angeordnet.

Die Kardanachse 24 und 28 und die Rollachse 18 schneiden sich in einem gemeinsamen Schnittpunkt 50. Im Bereich dieses gemeinsamen Schnittpunktes 50 ist der strukturfeste Detektor 44 angeordnet. Der Dom 12 ist um den Schnittpunkt

50 gekrümmt. Um diesen Schnittpunkt 50 ist der äußere Kardanrahmen 26 nach allen Seiten verschenkbar gelagert. Bei dieser Anordnung sind die Kardanrahmen 22 und 26 innerhalb des Suchersystems 30 angeordnet. Das Suchersystem 30 sitzt auf dem äußeren Kardanrahmen 26. Man spricht daher von einem „Innenkardansystem".

Der Tisch 16 ist durch einen Stellmotor 52 um die Rollachse verdrehbar. An dem Tisch 16 sitzen auf einer sphärischen Fläche 54 Magnete 56 mit einem kugelschalenförmigen magnetischen Rückschluss 58. Die Magnete 56 erzeugen ein radiales Magnetfeld. In diesem radialen Magnetfeld sitzen Flachspulen 60, die mit dem äußeren Kardanrahmen 26 verbunden sind. Diese Magnete 56 und Flachspulen 60 bilden Drehmomenterzeuger 62, welche unmittelbar an dem äußeren Kardanrahmen 26 angreifen. Diese Anordnung entspricht im Prinzip der Drehmomenterzeuger-Anordnung nach der EP 0 766 065 B1 und der US-Patentschrift 5,892,310, auf deren Offenbarung Bezug genommen wird.

Das Suchersystem 30 definiert eine optische Achse 64. Durch die Trägheitssensoreneinheit 48 werden die Drehmomenterzeuger 62 so angesteuert, dass sie das Suchersystem 30 im Raum stabilisieren und von der Bewegung des Flugkörpers entkoppeln. Der Detektor 44 des Suchersystems 30 liefert nach geeigneter Signalverarbeitung Ablagesignale, welche die Ablage eines von dem Suchersystem erfassten Zieles von der optischen Achse 64 wiedergeben. Mit diesen Ablagesignalen sind die Trägheitssensoren der Trägheitssensoreneinheit 48 beaufschlagt, so dass diese nach Maßgabe der Ablagesignale präzediert werden. Die stabilisierte Lage der optischen Achse wird so dem Ziel nachgeführt.

Fig. 2 zeigt schematisch die Stabilisierung des Suchersystems 30 im Raum die Ausrichtung der optischen Achse 68 auf das Ziel.

Die Stabilisierung des Suchersystems 30 im Raum erfolgt durch die Trägheitssensoreneinheit 48. Die Trägheitssensoreinheit 48 steuert in üblicher Weise die Drehmomenterzeuger 62 an. Wenn eine Ablage der Sichtlinie zu einem von dem Suchersystem 30 erfassten Ziele von der optischen Achse 68 vorliegt, dann sind die dem Suchersystem 30 gelieferten Ablagesignale auf die Trägheitssensoren der

Trägheitssensoreinheit 48 aufgeschaltet und präzedieren diese so, dass die stabilisierte optische Achse 68 dem Ziel nachgeführt wird.

Wie in Fig. 2 weiter dargestellt ist, werden durch Winkelgeber 70 die Rahmenwinkel des Kardansystems bestimmt. Wenn diese Rahmenwinkel sich der Anschlagstellung des Innenrahmens nähern, dann wird der Roll-Stellmotor 52 durch die Steuereinrichtung 72 in der einen oder der anderen Drehrichtung angesteuert. Der Roll-Stellmotor 52 verdreht dann den Tisch 16 mit dem gesamten Kardansystem und dem Suchersystem 30 um die Rollachse derart, dass die Sichtlinie wieder im Stellbereich des Kardansystems liegt.

Fig. 3 veranschaulicht die Wirkung der Schrägstellung der ersten Kardanachse 24 zu der Rollachse 18. Die erste Kardanachse 24 bildet mit der Rollachse 18 einen Winkel α. In Fig. 3 ist angenommen, dass sich der innere Kardanrahmen 22 sich in seiner Mittelstellung befindet. Die Ebene des inneren Kardanrahmens 22 liegt dann senkrecht zur Papierebene in Fig. 3. Der äußere Kardanrahmen 26 ist dann um die zu der Papierebene senkrechte zweite Kardanachse 28 zwischen zwei Anschlagstellungen verstellbar, die den Positionen 64 A und 64 B symmetrisch zu einer Mittelposition 64 M der optischen Achse 64 entsprechen. Der Winkel zwischen der Anschlagposition 64 B und der Rollachse 18 ist $\beta+90°-\alpha$. Bei einem spitzen Winkel von 60° zwischen der ersten Kardanachse 24 und der Rollachse 18 ist bei der dargestellten Ausführung der maximale Kippwinkel des Suchersystems 30 relativ zu der Rollachse 18 etwa 70°. Das Suchersystem 30 kann somit in der dargestellten Position des Tisches 16 einen zu der Rollachse 18 unsymmetrischen Raumwinkel bis z. B. 70° in der Papierebene auf der rechten Seite von Fig. 1 erfassen. In der Azimutrichtung ist der Raumwinkel begrenzt durch die Anschlagstellung des äußeren Kardanrahmens 26. Nicht erfasst werden wegen der Unsymmetrie auch Bereiche links in Fig. 1.

Wenn der Innenrahmen 22 sich einer Anschlagposition nähert, dann wird, wie beschrieben, eine Drehung um die Rollachse 18 eingeleitet und der so durch die Anschlagpositionen begrenzte Raumwinkel der Sichtlinie zum Ziel nachgeführt, derart dass die Sichtlinie sich immer in dem Bereich des Raumwinkels befindet,

in welchem die optische Achse 64 des Suchersystems 30 durch das Kardansystem auf das Ziel ausgerichtet werden kann.

Die optische Achse 64 des Suchersystems 30 kann somit innerhalb eines Raumwinkels von 70° um die Rollachse 18 herum auf ein Ziel ausgerichtet werden.

Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt durch einen Suchkopf 15. Wie in Fig. 1 ist eine Lagerstruktur 20 um einen Taumelwinkel von (90° - α) zur Rollachse 18 geneigt angeordnet. Die Lagerstruktur 20 ist um ihre Längsachse bzw. Taumelachse 21 und die Rollachse 18 durch die Lager 23 bzw. 25 drehbar gelagert.

Fig. 5 zeigt einen Längsschnitt durch den Suchkopf 15 gemäß Fig. 4. Zur Verdeutlichung der Konfiguration der Taumelachse 21 und der Fixierung von Innenrahmen 22 und Außenrahmen 26 (beide in der Figur nicht sichtbar) mittels der Fixierungsmittel 27, 29 bezüglich ihrer Lage gegenüber der Rollachse 18 sind Komponenten des Nick-Gier-Bereichs nicht dargestellt. Bei dem Fixierungsmittel 27 handelt es sich um ein koaxial zur Flugkörperlängsachse bzw. Rollachse 18 in die Flugkörperstruktur 10 integriertes Zahnrad. Das Fixierungsmittel 29, ebenfalls ein Zahnrad, ist unter dem Taumelwinkel von (90°- α), dieser entspricht in der Zeichnung 20 °, an dem Nick-Gier-Kardansystem aus Innenrahmen 22 und Außenrahmen 26 mit dem Drehfreiheitsgrad der Taumelachse 21 angeordnet. Die beiden Zahnräder 27, 29 besitzen unterschiedliche Radien und eine darauf abgestimmte Profilverschiebung.

Patentansprüche

1. Suchkopf (14, 15), enthaltend ein Suchersystem (30), eine Rollachse (18), einen inneren Kardanrahmen (22), der um eine erste Kardanachse (24) schwenkbar an einer Lagerstruktur (20) gelagert ist, und einen äußeren, das Suchersystem (30) tragenden, Kardanrahmen (26), der um eine zweite, zu der ersten senkrechte Kardanachse (28) auf dem inneren Kardanrahmen (22) schwenkbar gelagert ist,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   (a) die erste Kardanachse (24) mit einer Rollachse (18) einen spitzen Winkel (α) bildet und
   (b) die Lagerstruktur (20) ihrerseits um die Rollachse (18) drehbar gelagert ist.

2. Suchkopf (14, 15) nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   die Lagerstruktur (20) um ihre Längsachse (21) drehbar gelagert ist.

3. Suchkopf (14, 15) nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   Fixierungsmittel zur Fixierung der Kardanrahmen (22, 26) bezüglich ihrer Lage gegenüber der Rollachse (18) vorgesehen sind.

4. Suchkopf (14, 15) nach Anspruch 3,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   als Fixierungsmittel (27, 29) ein erstes Zahnrad derart angeordnet ist, dass es in ein koaxial zur Rollachse (18) angeordnetes zweites Zahnrad eingreift.

5. Suchkopf (14, 15) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Raumwinkel, in welchem die optische Achse (64) des Suchersystems (30) durch Schwenkbewegungen um die erste und die zweite Kardanachse (24, 28) auslenkbar ist, die Rollachse (18) enthält.

6. Suchkopf (14, 15) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
(a) zur Stabilisierung des Suchersystems (30) im Raum eine Trägheitsmesseinheit (48) vorgesehen ist, durch welche Stellmotoren (62) um die erste und die zweiten Kardanachse (24, 28) ansteuerbar sind und
(b) ein um die Rollachse (18) wirkender Stellmotor (52) vorgesehen, der dann, wenn sich der innere Kardanrahmen (22) seiner Anschlagstellung nähert, im Sinne einer Nachführung dieses inneren Kardanrahmens (22) weg von der Anschlagstellung ansteuerbar ist.

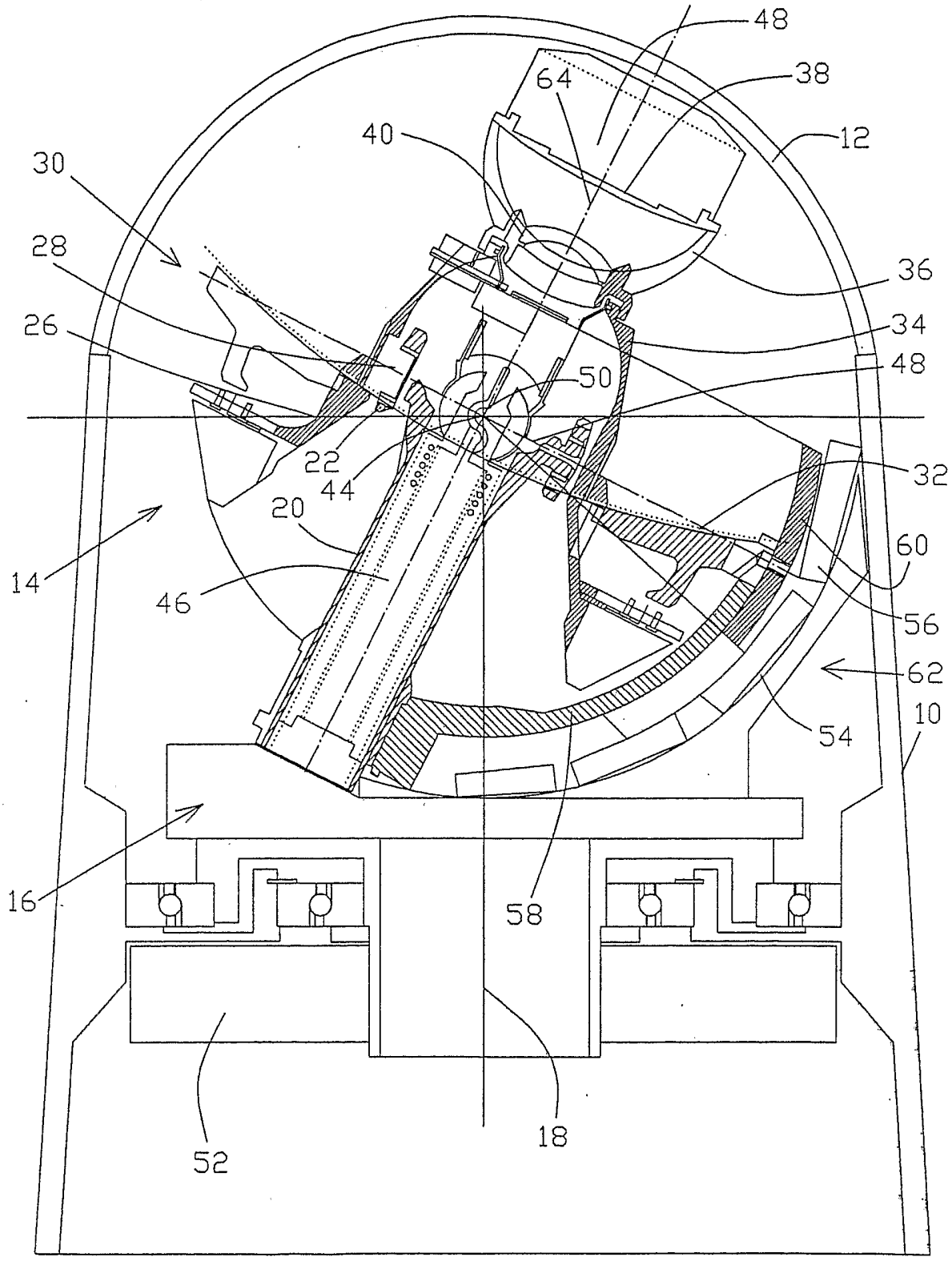

48
38
64
40
12
30
28
36
26
34
48
50
22
44
32
20
60
14
46
56
62
10
54
16
58
52
18

Fig.1

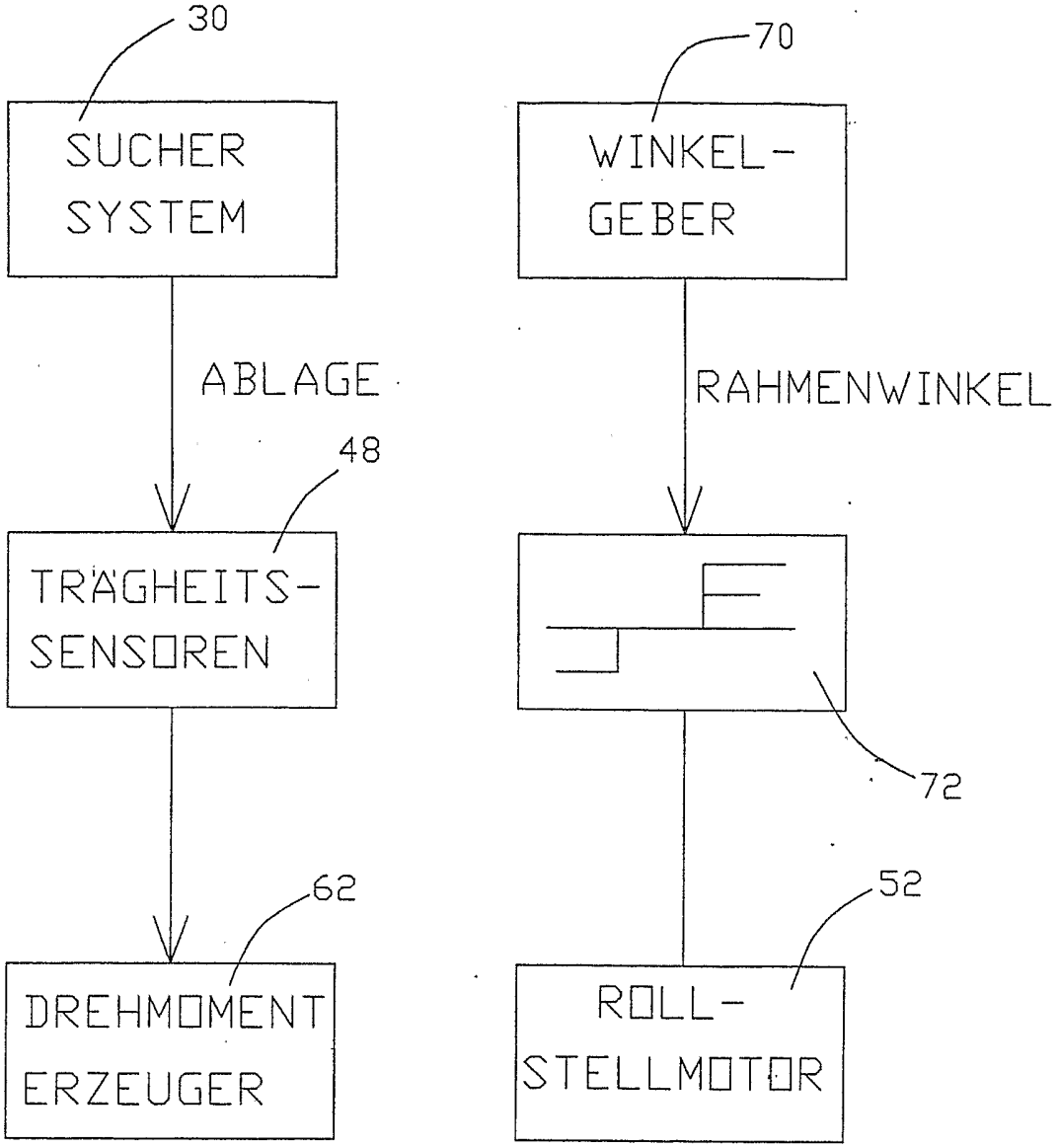

30
SUCHER SYSTEM
ABLAGE
48
TRÄGHEITS-SENSOREN
62
DREHMOMENT ERZEUGER
70
WINKEL-GEBER
RAHMENWINKEL
72
52
ROLL-STELLMOTOR

Fig.2

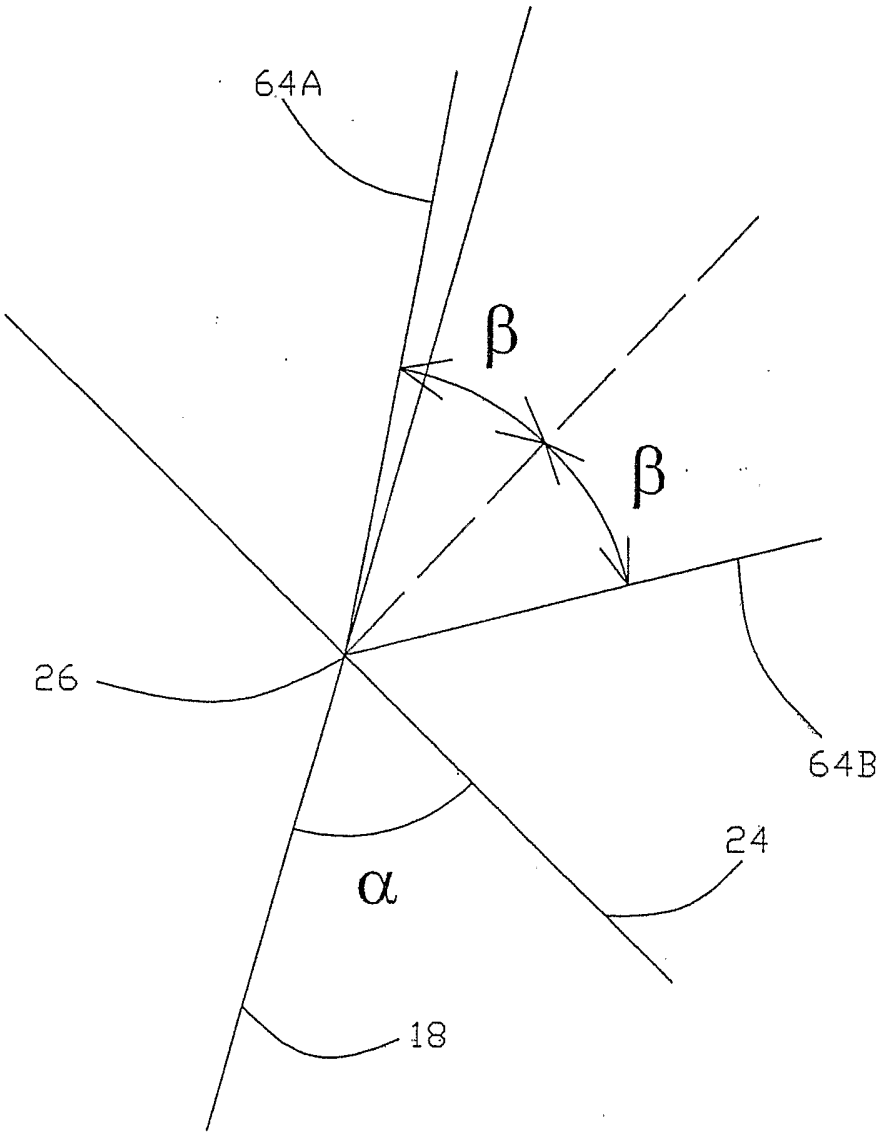


Fig.3

Fig. 4

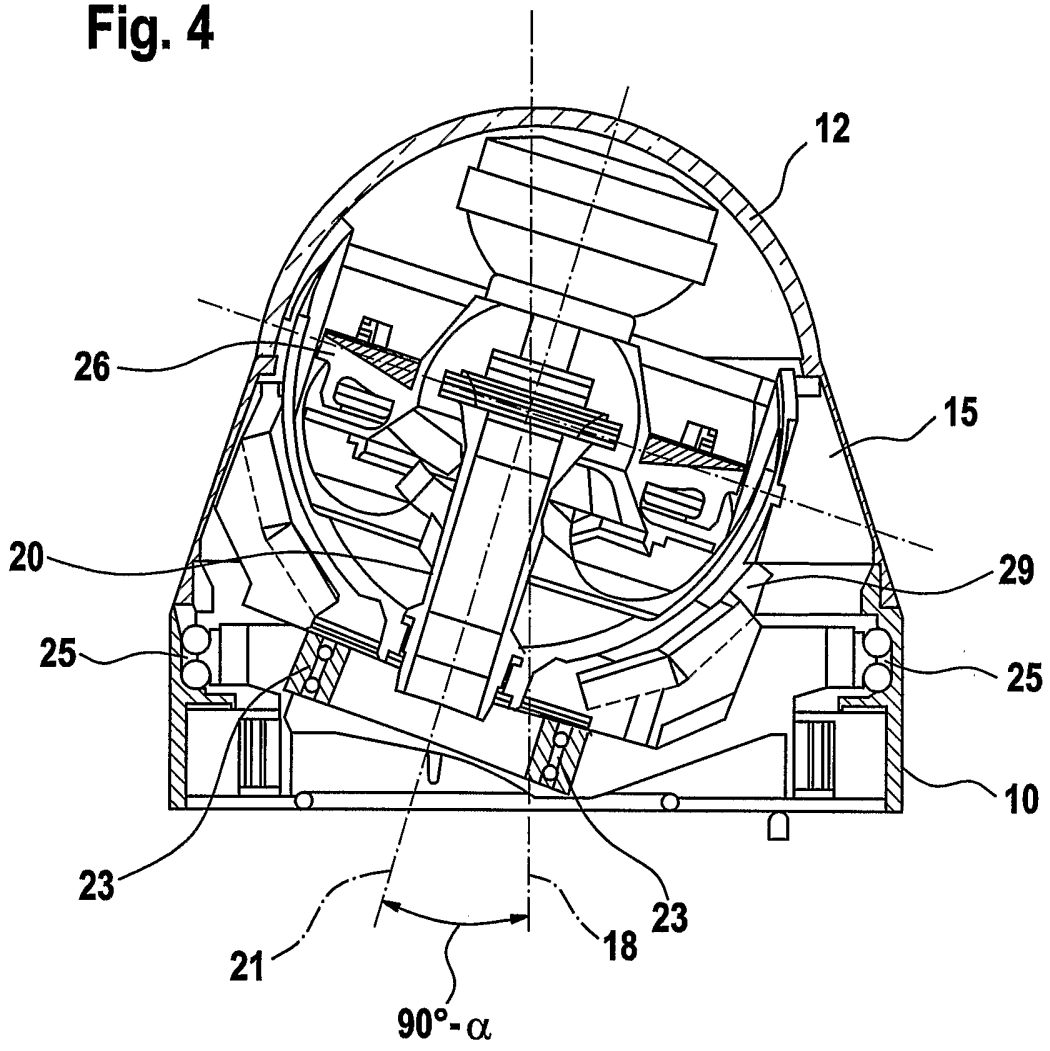
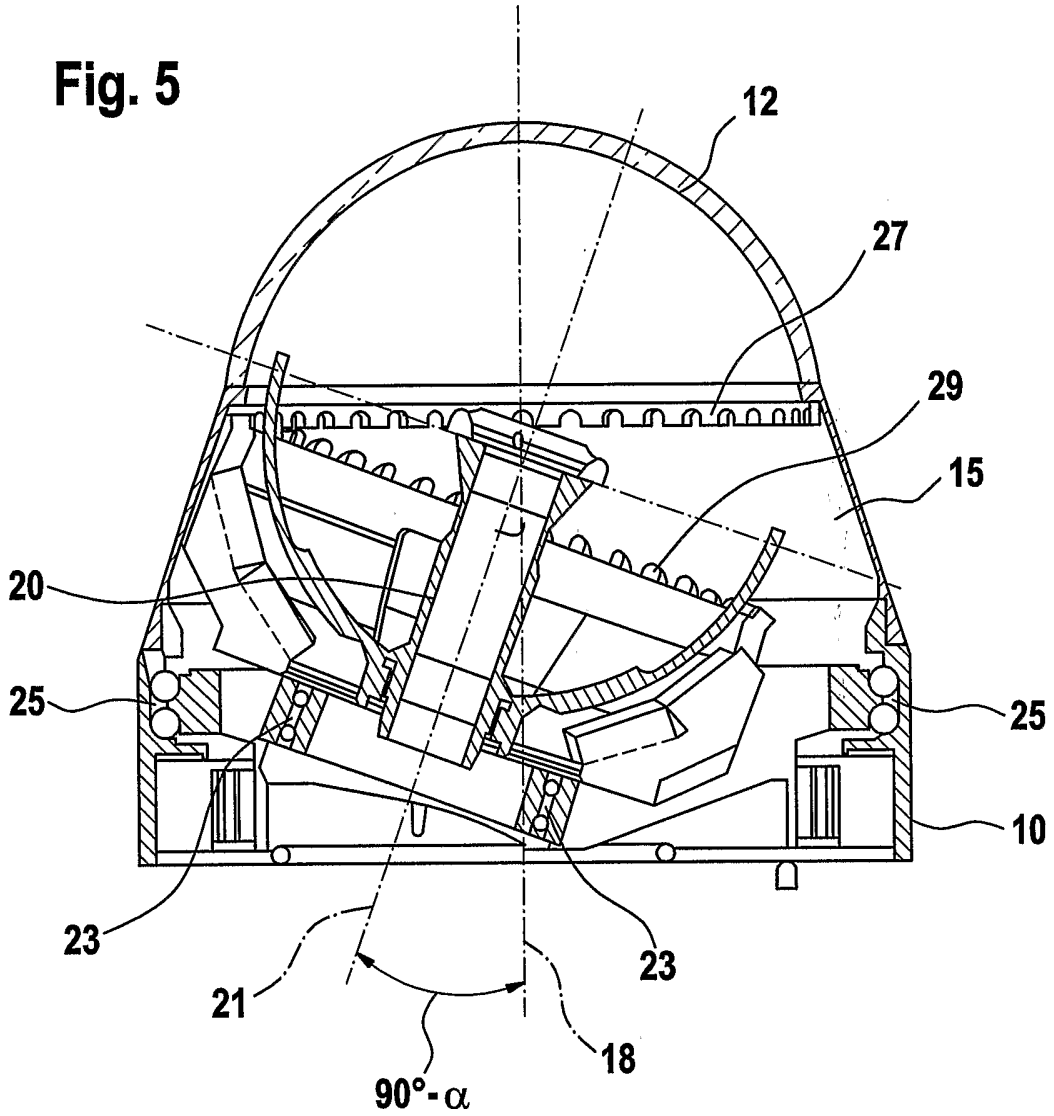


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/002956

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F41G7/22

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 F41G

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, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	EP 1 340 957 A (RAFAEL ARMAMENT DEV AUTHORITY) 3 September 2003 (2003-09-03) abstract page 3, column 3, line 52, paragraph 15 - page 5, column 8, line 17, paragraph 39; figures 1-7	1
X	US 4 717 822 A (BYREN ROBERT W) 5 January 1988 (1988-01-05)	1
A	abstract column 2, line 64 - column 4, line 27; figures 1-4	2,3,5,6
A	US 6 193 188 B1 (AHMAD ANEES ET AL) 27 February 2001 (2001-02-27) abstract column 3, line 36 - column 6, line 9; figures 1-5	1-3,5,6

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
7 July 2004	15/07/2004

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
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	Blondel, F

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 036 140 A (KRUEGER REINHARDT ET AL) 14 March 2000 (2000-03-14) abstract column 4, line 53 - column 5, line 51; figures 1-8	1-3,5,6
A	DE 34 38 544 A (BODENSEEWERK GERAETETECH) 24 April 1986 (1986-04-24) abstract page 17, line 13 - page 24, line 11; figures 1-4	1-3,5,6
A	DE 195 35 886 A (BODENSEEWERK GERAETETECH) 14 May 1998 (1998-05-14) cited in the application	
A	EP 0 766 065 A (BODENSEEWERK GERAETETECH) 2 April 1997 (1997-04-02) cited in the application	
A	DE 33 17 232 A (BODENSEEWERK GERAETETECH) 15 November 1984 (1984-11-15) cited in the application	
A	DE 198 24 899 C (LFK GMBH) 26 August 1999 (1999-08-26) cited in the application	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2004/002956

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1340957 A	03-09-2003	EP 1340957 A2	03-09-2003
US 4717822 A	05-01-1988	DE 3771054 D1	01-08-1991
		EP 0275266 A1	27-07-1988
		JP 1500370 T	09-02-1989
		WO 8801041 A1	11-02-1988
US 6193188 B1	27-02-2001	AT 262673 T	15-04-2004
		DE 69915870 D1	29-04-2004
		EP 1135662 A2	26-09-2001
		TW 445367 B	11-07-2001
		WO 0033012 A2	08-06-2000
US 6036140 A	14-03-2000	DE 19706958 A1	27-08-1998
		FR 2760102 A1	28-08-1998
		GB 2322437 A ,B	26-08-1998
		JP 10239431 A	11-09-1998
DE 3438544 A	24-04-1986	DE 3438544 A1	24-04-1986
DE 19535886 A	14-05-1998	DE 19535886 A1	14-05-1998
		FR 2758182 A1	10-07-1998
		GB 2318172 A ,B	15-04-1998
		US 6116537 A	12-09-2000
EP 0766065 A	02-04-1997	DE 19535905 A1	03-04-1997
		DE 59609120 D1	29-05-2002
		EP 0766065 A2	02-04-1997
		US 5892310 A	06-04-1999
DE 3317232 A	15-11-1984	DE 3317232 A1	15-11-1984
		DE 3476259 D1	23-02-1989
		EP 0141010 A1	15-05-1985
		US 4576346 A	18-03-1986
DE 19824899 C	26-08-1999	DE 19824899 C1	26-08-1999
		DE 29824923 U1	21-08-2003
		EP 0962740 A1	08-12-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/002956

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F41G7/22

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F41G

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, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	EP 1 340 957 A (RAFAEL ARMAMENT DEV AUTHORITY) 3. September 2003 (2003-09-03) Zusammenfassung Seite 3, Spalte 3, Zeile 52, Absatz 15 - Seite 5, Spalte 8, Zeile 17, Absatz 39; Abbildungen 1-7	1
X	US 4 717 822 A (BYREN ROBERT W) 5. Januar 1988 (1988-01-05)	1
A	Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 4, Zeile 27; Abbildungen 1-4	2,3,5,6
A	US 6 193 188 B1 (AHMAD ANEES ET AL) 27. Februar 2001 (2001-02-27) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 36 - Spalte 6, Zeile 9; Abbildungen 1-5	1-3,5,6

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] 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
'&' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. Juli 2004	15/07/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
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	Blondel, F

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 036 140 A (KRUEGER REINHARDT ET AL) 14. März 2000 (2000-03-14) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 53 - Spalte 5, Zeile 51; Abbildungen 1-8	1-3,5,6
A	DE 34 38 544 A (BODENSEEWERK GERAETETECH) 24. April 1986 (1986-04-24) Zusammenfassung Seite 17, Zeile 13 - Seite 24, Zeile 11; Abbildungen 1-4	1-3,5,6
A	DE 195 35 886 A (BODENSEEWERK GERAETETECH) 14. Mai 1998 (1998-05-14) in der Anmeldung erwähnt	
A	EP 0 766 065 A (BODENSEEWERK GERAETETECH) 2. April 1997 (1997-04-02) in der Anmeldung erwähnt	
A	DE 33 17 232 A (BODENSEEWERK GERAETETECH) 15. November 1984 (1984-11-15) in der Anmeldung erwähnt	
A	DE 198 24 899 C (LFK GMBH) 26. August 1999 (1999-08-26) in der Anmeldung erwähnt	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/002956

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1340957	A	03-09-2003	EP	1340957 A2	03-09-2003
US 4717822	A	05-01-1988	DE	3771054 D1	01-08-1991
			EP	0275266 A1	27-07-1988
			JP	1500370 T	09-02-1989
			WO	8801041 A1	11-02-1988
US 6193188	B1	27-02-2001	AT	262673 T	15-04-2004
			DE	69915870 D1	29-04-2004
			EP	1135662 A2	26-09-2001
			TW	445367 B	11-07-2001
			WO	0033012 A2	08-06-2000
US 6036140	A	14-03-2000	DE	19706958 A1	27-08-1998
			FR	2760102 A1	28-08-1998
			GB	2322437 A ,B	26-08-1998
			JP	10239431 A	11-09-1998
DE 3438544	A	24-04-1986	DE	3438544 A1	24-04-1986
DE 19535886	A	14-05-1998	DE	19535886 A1	14-05-1998
			FR	2758182 A1	10-07-1998
			GB	2318172 A ,B	15-04-1998
			US	6116537 A	12-09-2000
EP 0766065	A	02-04-1997	DE	19535905 A1	03-04-1997
			DE	59609120 D1	29-05-2002
			EP	0766065 A2	02-04-1997
			US	5892310 A	06-04-1999
DE 3317232	A	15-11-1984	DE	3317232 A1	15-11-1984
			DE	3476259 D1	23-02-1989
			EP	0141010 A1	15-05-1985
			US	4576346 A	18-03-1986
DE 19824899	C	26-08-1999	DE	19824899 C1	26-08-1999
			DE	29824923 U1	21-08-2003
			EP	0962740 A1	08-12-1999