(19) Republik Österreich Patentamt

(11) Nummer: AT 404 425 B

(12) # PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2260/96

(22) Anmeldetag: 27.12.1996

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 4.1998

(45) Ausgabetag: 25.11.1998

(51) Int.Cl.[6] : A61B 5/103
A61B 5/11

(56) Entgegenhaltungen:

US 5183056A

(73) Patentinhaber:

FUTSCHIK KARL DR.
A-2344 MARIA ENZERSDORF, NIEDERÖSTERREICH (AT).
PFÜTZNER HELMUT DR.
A-5640 BADGASTEIN, SALZBURG (AT).

(72) Erfinder:

PFÜTZNER HELMUT DR.
BADGASTEIN, SALZBURG (AT).
FUTSCHIK KARL DR.
MARIA ENZERSDORF, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) MAGNETISCHER LAGE-SENSOR

(57) Die Erfindung betrifft die Bestimmung der Lage eines beweglichen Systems bezüglich der durch die Gravitation bestimmten Senkrechten, beispielsweise die medizinisch oft interessierende Lage des liegenden menschlichen Körpers. Ein sehr einfacher, kompakter Sensor wird angegeben, bei dem in einer mit dem System fest verbundenen Führungskammer eine frei rollende weichmagnetische Kugel angeordnet ist, deren Position damit jeweils dem untersten Kammerpunkt entspricht. Die Kugelposition wird dadurch bestimmt, daß der Kammerraum durch ein Magnetfeld beaufschlagt wird und die der Kugelposition entsprechende Feldverzerrung mittels eines Magnetfeldsensors erfaßt wird. Zur praktischen Umsetzung sind mehrere Vorrichtungen für verschiedene Lagewinkelbereiche bei Einsatz von bis zu drei Feldsensoren angegeben. Für den Fall mehrerer Sensoren ist zur gemeinsamen Auswertung ihrer Signale ein Neurales Netz vorgesehen.

AT 404 425 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und entsprechende Vorrichtungen zur Bestimmung der Lage eines beweglichen Systems - vorzugsweise des liegenden menschlichen Körpers - bezüglich der durch die Gravitation bestimmten Senkrechten.

Die meisten Verfahren Zur Bestimmung der Lage eines beweglichen Systems gegenüber der Senkrechten beziehen sich auf die Bestimmung der Krängung von Schiffen. Lagebestimmungen sind aber in vielen Bereichen von Interesse, so auch in der medizinischen Erfassung physiologischer Größen. Eine wichtige, bei der vorliegenden Erfindung im Vordergrund stehende Anwendung ergibt sich hier bei der Überwachung des Schlafes im Sinne der Polysomnographie, die neben allgemein interessierenden Parametern - wie Atmung, EKG, EEG etc. - meist auch eine Bestimmung der Körperlage vorsieht. Einerseits ist letztere relevant bezüglich des Auftretens von Apnoen, die tendenzgemäß durch Rückenlage begünstigt werden. Das von Lagesensoren gelieferte Signal ist aber auch in seiner Dynamik von Interesse, indem die erfaßte Aktivität anzeigt, inwieweit der Schlaf durch Perioden von Wachheit unterbrochen ist.

Die Bestimmung der Lage eines beweglichen Systems wird traditionellerweise mit Hilfe von Pendeleinrichtungen oder dem Auswerten von Flüssigkeitsständen bestimmt. Die bekannteste Methode Zur Bestimmung der Krängung eines Schiffes ist der Einsatz des um eine Achse drehbaren Pendels, dessen Ausschlag in eine elektrische Größe gewandelt wird. Meist erfolgt dies mittels eines Differentialkondensators, der die Frequenz eines Oszillators verändert, die letztlich ein Maß für den Lagewinkel gegenüber der Senkrechten darstellt. Ein Problem solcher Vorrichtungen ergibt sich aus der Masse des Pendels, die im Sinne der Trägheit zu Eigenschwingungen und damit zu Artefakten führt. Eine entsprechende Behandlung erfolgt z.B. in DD 235 611 A1. Diese Patentschrift behandelt auch die schon erwähnte Alternative zum Pendel, nämlich die Auswertung des Standes einer Flüssigkeit, die bevorzugt in ein U-förmiges Rohr eingebracht wird. Eine Umwandlung des Lagewinkels in eine elektrische Größe kann auch hier nach dem Prinzip des Differentialkondensators erfolgen (vergl. z.B. DE 34 14812 A1). Um die Massenträgheit der Flüssigkeit gering zu halten, wird in der Schiffahrt vielfach das sogenannte Libellenlot eingesetzt, bei dem - in Anlehnung an eine Wasserwaage - eine Luftblase Zur Anzeige des Lagewinkels verwendet wird. Automatische Wandlungen in eine elektrische Größe lassen sich hier auf optoelektrischem Wege erzielen, was aber beträchtlichen Aufwand bedeutet.

Die oben erwähnten Vorrichtungen werden in modifizierter Form auch Zur Erfassung der Lage des menschlichen Körpers eingesetzt. Bei der schon erwähnten Überwachung des Schlafes ergibt sich aber der Nachteil, daß die - meist im Brustbereich befestigten - Sensoren relativ groß ausfallen und damit zu einer Behinderung des Patienten führen. Bei Sensoren nach dem Pendelprinzip ergibt sich auch das Problem, daß die Pendelachse bei angehobenem Oberkörper gegenüber der Waagrechten um einen Verkippungswinkel abweichen kann, der bei starker Kopfunterlegung bis zu 45 Grad betragen kann. Durch Verkantungen kann dies zu grundsätzlichen Verfälschungen des ausgewiesenen Lagewinkels führen. Andererseits ist im medizinischen Fall eine exakte Bestimmung nicht notwendig. Damit wird als einfache Alternative oft auf eine quantitative Erfassung des Lagewinkels voll verzichtet. Statt dessen erfolgt eine grobe Unterscheidung von Lagetypen wie Rückenlage, Seitenlage links und Seitenlage rechts, indem z.B. das entsprechende Schließen bzw. Öffnen von Quecksilberkontakten genutzt wird, wie sie auch im technischen Bereich für Ja/Nein-Aussagen eingesetzt werden.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren Zur Lagebestimmung anzugeben, das sich je nach gestellter Anforderung bezüglich des interessierenden Lagewinkelbereiches in optimal anpaßbaren Varianten praktisch umsetzen läßt. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß in einer mit einem Magnetfeld beaufschlagten, mit dem bewegten System verbundenen Führungskammer eine frei rollende Kugel angeordnet ist, die weichmagnetisches Verhalten aufweist und deren jeweiliger, dem interessierenden Lagewinkel (ϕ) entsprechender Aufenthaltsort aus der durch sie verursachten Feldverzerrung mittels eines Magnetfeldsensors bestimmt wird. Eine entsprechende Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß in einem, vorzugsweise auf einem menschlichen Körper anbringbaren Gehäuse, eine Magnetfeldquelle, ein Magnetfeldsensor und eine zwischen diesen beiden angeordnete Führungskammer angeordnet ist, wobei sich in dieser Führungskammer eine frei rollende Kugel mit weichmagnetischem Verhalten befindet, welche in Nullstellung vor dem Magnetfeldsensor liegt, wobei die Kugel bei Drehung des Gehäuses aus ihrer Position rollt und der Magnetfeldsensor entsprechend dem Lagewinkel der Kugel ein anderes Magnetfeld mißt.

Die angegebenen Beispiele entsprechender Vorrichtungen zeichnen sich durch Einfachheit, Kompaktheit, Vermeidung abnützungsempfindlicher Komponenten und Unempfindlichkeit gegenüber Verkippung aus. Dies wird dadurch erreicht, daß statt einem Massependel bzw. einer Flüssigkeitssäule erfindungsgemäß in einer durch ein Magnetfeld beaufschlagten, weitgehend geschlossnen Führungskammer eine frei rollende Kugel angeordnet ist, die weichmagnetisches Verhalten aufweist und deren jeweiliger, dem interessierenden Lagewinkel entsprechender Aufenthaltsort aus der durch sie verursachten Feldverzerrung mittels eines Magnetfeldsensors bestimmt wird. Eine ähnliche Vorrichtung wurde in US 5 183 056 A

beschrieben. Als induktiver Bewegungssensor ist dabei eine in einer Spule frei bewegliche Kugel vorgesehen, die allerdings - anders als beim hier beschriebenen Verfahren - selbst ein magnetisches Feld aufbaut. Dem Magnetisierungszustand der Kugel kommt damit besondere Bedeutung zu. Dem gegenüber fällt das hier beschriebene Verfahren wesentlich einfacher aus, indem eine homogene, nichtmagnetisierte Kugel eingesetzt ist und Verdrehungen der Kugel um ihren zentralen Punkt bedeutungslos sind.

Grundgedanke der Erfindung ist es, auf dem bewegten System - vorzugsweise dem menschlichen Körper - ein Gehäuse anzubringen, in dem eine Magnetfeldquelle, ein Magnetfeldsensor und eine zwischen diesen beiden angeordnete Führungskammer vorgesehen ist, wobei sich in dieser Führungskammer eine frei rollende Kugel mit weichmagnetischem Verhalten befindet welche in Nullstellung vor dem Magnetfeldsensor liegt, wobei die Kugel bei Drehung des Gehäuses aus ihrer Position rollt und der Magnetfeldsensor entsprechend dem Lagewinkel der Kugel ein anderes Magnetfeld mißt.

Im Detail ist eine vorzugsweise kreisscheibenförmige Kammer aus unmagnetisierbarem Material wie Kunststoff oder Messing vorgesehen, wobei die Scheibenebene normal zur Systemdeckfläche angeordnet ist - im Falle des am Rücken liegenden Menschen, von dem im weiteren, stellvertretend auch für technische Systeme, ausgegangen werden soll, also z.B. normal Zur Brustwand. Die Scheibenachse wird parallel Zur potentiellen Drehachse des Systems angeordnet, d.h. parallel zur Körperachse. In die Kammer ist eine Kugel aus weichmagnetischem Material wie Stahl oder Kunststoff mit darin verteilten weichmagnetischen Partikeln eingebracht. Der Umfangsbereich der Kammer kann z.B. als halbkreisförmige Nut ausgebildet, sodaß die Kugel unbehindert auch bei Verkippung des Körpers - und damit auch der Scheibenachse - frei abrollen kann und stets am tiefsten Punkt der Kammer zu liegen kommt. Dem bei Rückenlage als Bezugslage mit $\phi = 0$ angesetzten Lagewinkel wird der entsprechende Aufenthaltsort der Kugel zugeordnet. Eine Lägeänderung entsprechend einem endlichen Winkel ϕ wird erfindungsgemäß durch den sich dabei einstellenden Kugelort codiert und letzterer schließlich durch das am Sensor resultierende Feld .

Zur Bestimmung des Kugelortes wird am Ort der Kammer ein einigermaßen homogenes magnetisches (Fremd)Feld H_f aufgebaut, dem damit auch die Kugel ausgesetzt wird. Als Feldgenerator kann ein Elektromagnet eingesetzt werden. Einfachheitshalber wird aber bevorzugt ein Permanentmagnet an der Kammer befestigt, beispielsweise zentrisch auf der dem Kopf des Patienten zugewandten Deckfläche der Kammer. Die Kugel bewirkt aufgrund ihrer weichmagnetischen Eigenschaften gewissermaßen eine Fokussierung des magnetischen Flusses, womit die hinter ihr gelegene Region der - dem Kopf abgewandten - Deckfläche der Kammer durch maximale Feldstärke ausgezeichnet ist. Ebensogut kann die Funktion der Kugel damit umschrieben werden, daß letztere eine magnetische Kopplung zwischen dem Permanentmagneten und der hinter ihr gelegenen Region herstellt.

Erfindungsgemäß wird der Kugelort und damit der entsprechende Lagewinkel ϕ gegenüber der Senkrechten dadurch bestimmt, daß die durch die Kugel verursachte Feldverzerrung durch Feldsensoren (z.B. Feldplatten oder Hallsonden) erfaßt wird. In vielen Anwendungsbereichen der Lagebestimmung interessieren nur relativ geringe Abweichungen von der Senkrechten. Hier kann ein einziger Sensor hinter jener Kammerregion angebracht werden, welche die Kugel für $\phi = 0$ einnimmt. Der dabei auftretende Wert H_{max} der am Sensor wirkenden Feldstärke H - i.a. der normal Zur aktiven Zone anfallenden Feldkomponente - wird als (maximaler) Bezugswert angesetzt. Zunehmende Lageänderung entsprechend steigendem ϕ führt zu abnehmendem H, wobei der exakte Verlauf der Funktion $H(\phi)$ unwesentlich ist. Bei maximalem Abstand zwischen Kugel und Sensor wird sich H tendensgemäß der Größenordnung von H_f annähern.

Aufgrund des einfachen Aufbaus der Vorrichtung kann der praktische Aufbau in weitgehend beliebiger Größe erfolgen. Im medizinischen Fall werden geringe Abmessungen und Masse vorteilhaft sein. Geht man von einem Feldsensor aus, dessen aktive Fläche Ausdehnungen der Größenordnung eines Millimeters mißt so kann beispielsweise eine Kugel von 3 mm Durchmesser in einer Kammer von 6 mm Innendurchmesser angeordnet werden. Die Stärke des auf die Kammer einwirkenden Fremdfeldes H_f ist unkritisch. Je nach geforderter Meßgenauigkeit wird zumindest zehnfache Erdfeldstärke anzusetzen sein, um das Meßergebnis von der geographischen Ausrichtung des Körpers weitgehend unabhängig zu machen. Nach oben hin ist dem Wert von H_f dadurch eine Grenze gesetzt, daß die magnetostatische Anziehung zwischen Permanentmagnet und Kugel vernachlässigbar sein soll. In der Praxis wird es aber ohnedies sinnvoll sein, H_f klein zu halten, um die Masse des Permanentmagneten Klein zu halten und um etwaig befürchtete biologische Wirkungen des Feldes a priori auszuschließen.

Abb. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der oben beschriebenen einfachen Variante der Vorrichtung, wobei in Seitenrissen dem Fall $\phi = 0$ jener $\phi = 45°$ gegenübergestellt ist. Alle Komponenten sind in einem etwa 20 mm langen Kunststoffröhrchen (1) untergebracht, das auf ein halbhartes Basisplättchen (2) aufgeklebt wird Letzteres wird auf die Haut des Thorax (eventuell mit schwach klebender Funktion) aufgesetzt; die Gesamtheit kann durch Leukoplast fixiert werden. Die etwa in der Mitte des Röhrchens (1) untergebrachte KugelFührungskammer (3) wird nach außen durch die Wandung des Röhrchens begrenzt. Von links wird

ein Kunststoffzylinder (4) eingeführt, an dem ein scheibchenförmiger Permanent-magnet (5) montiert ist. Mit letzterem ist eine Kunststoffscheibe (6) verbunden, deren glatte Oberfläche die Funktion einer linksseitigen Begrenzung der Kammer (3) übernimmt. Nach Einbringen einer Stahlkugel (7) wird von rechts ein Kunststoffzylinder (8) eingeführt, an dessen Ende als Sensor (9) eine Feldplatte montiert wird, deren aktive Fläche dem für $\phi = 0$ auftretenden Kugelort knapp benachbart ist, womit H hier seinen Maximalwert H_{max} erreicht. Der Sensor wird durch ein Kunststoffblättchen (10) abgedeckt, welches die Funktion der rechtsseitigen Begrenzung der Kammer (3) übernimmt. Die lichte Kammerlänge, d.h. der Abstand zwischen Scheibe (6) und Blättchen (10) wird gegenüber dem Kugeldurchmesser geringfügig überhöht gewählt, um ein unbehindertes Rollen der Kugel (7) zu garantieren. Die elektrischen Anschlüsse (11) werden nach rechts abgeführt. Der elektrische Widerstand R der Feldplatte wird in bekannter Weise mit einem Meßwertbildner (12) ermittelt und von einem Rechner (13) eingelesen. Im Rahmen eines Kalibriervorganges wird die Gesamtzuordnungsfunktion $\phi(R)$ bestimmt und in einem Rechner-File abgelegt, welches bei der praktischen Anwendung der Vorrichtung on- oder off-line aufgerufen wird. Unter Umständen kann dabei auch die Temperaturabhängigkeit des Sensors näherungsweise berücksichtigt werden, wiewohl große Temperaturunterschiede im Rahmen der Schlafüberwachung kaum zu erwarten sind. Soll die Vorrichtung für andere Zwecke eingesetzt werden, so bietet sich eine automatische Kompensation nach bekannter Vorgangsweise durch Einbringen der registrierenden Feldplatte und einer unter konstanten Feldbedingungen untergebrachten Referenz-Feldplatte in eine Brückenschaltung an.

Ein Nachteil der in Abb. 1 gezeigten Ausführung der Vorrichtung besteht darin, daß nur der Betrag von ϕ erfaßt wird, da ja $R(-\phi) = R(\phi)$ gilt. Es bieten sich aber viele Varianten an, die Seiteneindeutigkeit (links/rechts) erbringen. So können gemäß Abb.2 z.B. drei um jeweils 120° versetzte Sensoren (14), (15) und (16) mit Meßwertbildnern (17), (18) und (19) eingesetzt werden. Damit kann der gesamte Lagewinkelbereich $-180° < \phi < 180°$ mit weitgehend konstanter Empfindlichkeit erfaßt werden (und damit auch die Bauchlage des Patienten), indem die Gesamtheit der drei Sensorsignale gemäß $\phi(R_1,R_2,R_3)$ ausgewertet wird. Die entsprechende eindeutige Zuordnung wird in einem Rechnerfile abgelegt. Erfindungsgemäß ist als einfache Variante der Auswertung - vor allem bei Einsatz mehrerer Sensoren - ein Neurales Netz (20) vorgesehen, an dessen Eingangsneuronen die Widerstandswerte R_1, R_2 und R_3 gelegt werden und dessen Ausgang nach bekannten Algorithmen auf ϕ trainiert wird. Wird das Training anhand der fertigen Anordnung durchgeführt, so werden damit alle Fertigungstoleranzen mit berücksichtigt.

Wird für den Fall der eher selten anfallenden Bauchlage geringere Winkelauflösung akzeptiert, so kann gemäß Abb.3 der gesamte Lagewinkelbereich $-180° < \phi < 180°$ auch damit eindeutig erfaßt werden, daß zwei Sensoren (21) und (22) z.B. nahe -45° und +45° montiert werden. Die Auswertung der von Meßwertbildnern (23) und (24) gelieferten Signale kann nach den oben beschriebenen quantitativen Verfahren geschehen. Ebensogut ist es möglich, die Aussage auf die vier Lagetypen "Links", "Rechts", "Rücken" und "Bauch" zu reduzieren. Dafür wird ein Komparator (25) eingesetzt, der die vier entsprechenden Fälle $R_1 \gg R_2$, $R_1 \ll R_2$, $R_1 \approx R_2 \gg R_f$ und $R_1 \approx R_2 \approx R_f$ unterscheidet (mit R_f als Widerstandswert unter Einwirken des Fremdfeldes; ohne Kugel). Ein anderer einfacher Lösungsweg ist das Einbringen der beiden Feldplatten in eine Gleichstrom-Brückenschaltung bei logischer Auswertung der Brückenspannung Derartige digitale Auswertungen anhand einfacher Algorithmen sind freilich auch bei allen anderen in den Abbildungen gezeigten Varianten der Vorrichtung möglich.

Es bestehen auch Möglichkeiten, mit einem einzigen Sensor volle Eindeutigkeit zu erzielen. Ein einfaches Beispiel einer für Kleine Lagewirkelbeträge (bis 90°) geeigneten Variante ist in Abb.4 slazziert. Der Sensor (26) ist hier nicht in Nähe des Kammerrandes montiert, sondern hinter dem Kammerzentrum, wobei die Kammerachse eine Erzeugende der aktiven Fläche darstellt. Als zweite Erzeugende kann die Senkrechte angesetzt werden. Ohne Kugel bzw. bei Kugelorten 0° oder 180° ergibt sich normal Zur aktiven Fläche des Sensors verschwindende Feldstärke H. Für alle anderen Wirkelwerte ergibt sich eine endliche wirksame Komponente H des Feldvektors. Eindeutigkeit der Zuordnung links/rechts wird aber nur dann erzielt, wenn auch die Richtung von H erfaßt wird (für $-90° < \phi < 0$ kehrt sich die Richtung gegenüber dem in Abb.4 skizzierten Fall um). Aufgrund des quadratischen Verhaltens kann der Sensor (26) damit nicht als Feldplatte realisiert werden. Statt dessen kann z.B. eine Hallsonde eingesetzt werden, mit dem Nachteil, daß ein Sonden-Steuerstrom anfällt.

Letztlich zeigt Abb. 5 eine auch für große Lagewinkelbeträge geeignete Variante, welche mit nur einer Feldplatte realisiert werden kann. Dabei wird ein Sensor (27) im Zentrum der rechtsseitigen Kammerbegrenzung angeordnet. Der kreisförmige Umfang der Kammer (28) wird mit einer Nut versehen, welche die Kugel (29) mit gegenüber der Kammerlänge reduziertem Durchmesser spiralförmig führt. Der gegenüber der Senkrechten unterste Kugelpunkt bewegt sich während einer vollen Umdrehung des Systems dabei entlang des strichpunktiert angedeuteten Weges. Dabei tritt pro Umlauf allerdings eine Unstetigkeitszone auf die vorzugsweise bei 180° (Rückenlage) plaziert wird Unterstützt durch in dieser Zone axsial geführten

Nutverlauf wird die Kugel hier von ihrer gegenüber dem Sensor fernsten - für 180° skizzierten - Position Zur am engsten benachbarten umgelenkt. Im gesamten Lagewinkelbereich -180° <ϕ< 180° hingegen kommt es mit ansteigendem ϕ zu einer kontinuierlichen, linear verlaufenden Annäherung der feldfokussierenden Kugel an den Sensor, womit der gesamte Bereich eindeutig erfaßt wird Die Empfindlichkeit der Messung steigt mit zunehmender Ganghöhe der Spirale an. Andererseits erbringt geringe Ganghöhe - etwa der Größenordnung des Kugelradius - unproblematische Kugelumlenkung an der Unstetigkeitszone und geringere Abhängigkeit der Empfindlichkeit von ϕ.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Lage eines beweglichen Systems - vorzugsweise des liegenden menschlichen Körpers - bezüglich der durch die Gravitation bestimmten Senkrechten, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer mit einem Magnetfeld beaufschlagten, mit dem bewegten System verbundenen Führungskammer eine frei rollende Kugel angeordnet ist, die weichmagnetisches Verhalten aufweist und deren jeweiliger, dem interessierenden Lagewinkel (ϕ) entsprechender Aufenthaltsort aus der durch sie verursachten Feldverzerrung mittels eines Magnetfeldsensors bestimmt wird.

2. Vorrichtung Zur Bestimmung der Lage eines beweglichen Systems - vorzugsweise des liegenden menschlichen Körpers - bezüglich der durch die Gravitation bestimmten Senkrechten, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem, vorzugsweise auf einem menschlichen Körper anbringbaren Gehäuse, eine Magnetfeldquelle, ein Magnetfeldsensor und eine zwischen diesen beiden angeordnete Führungskammer angeordnet ist, wobei sich in dieser Führungskammer eine frei rollende Kugel mit weichmagnetischem Verhalten befindet, welche in Nullstellung vor dem Magnetfeldsensor liegt, wobei die Kugel bei Drehung des Gehäuses aus ihrer Position rollt und der Magnetfeldsensor entsprechend dem Lagewinkel der Kugel ein anderes Magnetfeld mißt.

3. Vorrichtung Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Magnetfeldquelle ein kreisscheibenförmiger Permanentmagnet (5) koaxial zur potentiellen Drehachse des Systems angeordnet wird, der in einer ebenfalls koaxialen kreiszylindrischen Führungskammer (3) ein einigermaßen homogenes Fremdfeld aufbaut, dem die Kugel (7) ausgesetzt wird, und hinter jener Kammerregion, welche die Kugel für Ruhelage entsprechend ϕ = 0 einnimmt, eine Feldplatte (9) montiert wird, aus deren durch einen Meßwertbildner (12) bestimmten Widerstand (R) auf den Lagewinkel (ϕ) mittels einer durch Kalibrierung bestimmten Gesamtzuordnungsfunktion geschlossen wird.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur eindeutigen Erfassung des gesamten Lagewinkelbereiches - 180° <ϕ< 180° mit weitgehend konstanter Empfindlichkeit z.B. drei um jeweils 120° versetzte Sensoren (14, 15, 16) vorgesehen sind und die Gesamtheit der drei Sensorsignale ausgewertet wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß Zur eindeutigen Erfassung des Bereiches kleiner Lagewinkel zwei gegenüber ϕ = 0 z.B. um 45° versetzte Sensoren (21, 22) vorgesehen sind und die Gesamtheit der zwei Sensorsignale ausgewertet wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor allem bei Einsatz mehrerer Sensoren ein Neurales Netz vorgesehen ist, an dessen Eingangsneuronen die Sensorsignale gelegt werden und dessen Ausgang anhand der fertigen Vorrichtung auf ϕ bzw. auf grob unterscheidende Lagetypen trainiert wird

7. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Erzielung von SeitenEindeutigkeit im Bereiche kleiner Lagewinkel -90° <ϕ< 90° bei Einsatz nur eines Sensors eine Hallsonde (26) hinter dem Kammerzentrum vorgesehen ist, wobei die Kammerachse eine Erzeugende der aktiven Fläche darstellt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß Zur Erzielung von Seiten-Eindeutigkeit für den gesamten Lagewinkelbereich bei Einsatz nur eines Sensors eine Feldplatte (27) hinter dem Zentrum einer Kammer (28) vorgesehen ist, deren Umfang mit einer Nut versehen ist, welche eine gegenüber der Kammerlänge reduzierten Durchmesser aufweisende Kugel (29) spiralförmig führt und die mit ansteigendem ϕ auftretende Annäherung der Kugel an den Sensor Zur Lagebestimmung genutzt wird.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT
Ausgegeben 25.11.1998
Blatt 1

Patentschrift Nr. AT 404 425 B
Int. Cl.[6] : A61B 5/103
A61B 5/11

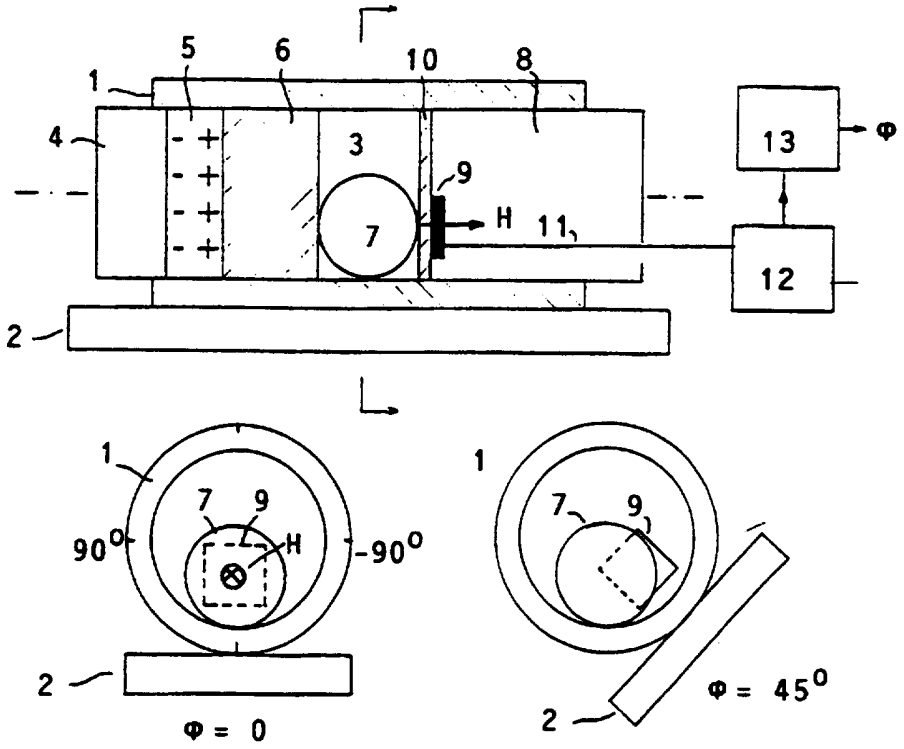

Abb.1

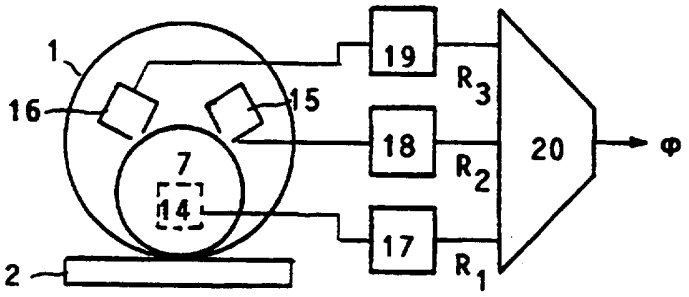

Abb.2

Patentschrift Nr. AT 404 425 B
Int. Cl.[6] : A61B 5/103
A61B 5/11

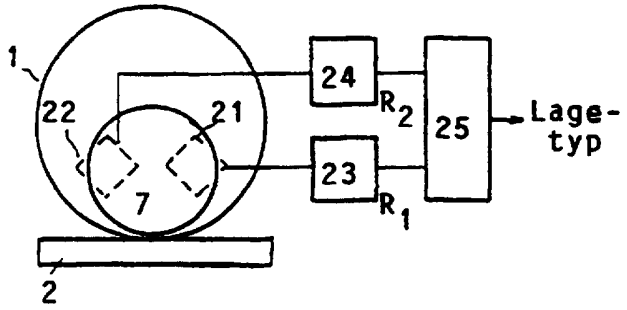

Abb.3

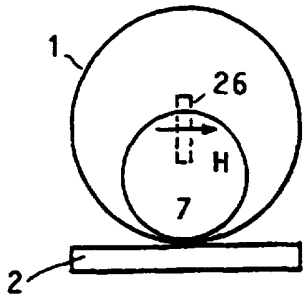

Abb.4

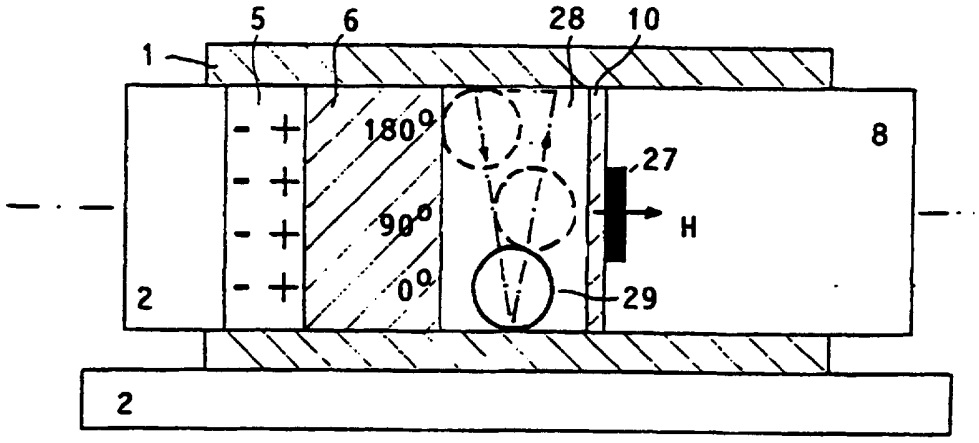

Abb.5