

(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
9. Juli 2009 (09.07.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/083409 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

A61B 5/06 (2006.01) A61B 5/07 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01) A61B 19/00 (2006.01)
A61B 1/273 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/066988

(22) Internationales Anmeldedatum:

8. Dezember 2008 (08.12.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2008 003 005.8 2. Januar 2008 (02.01.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESellschaft [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DIEHL, Dirk
[DE/DE]; Berliner Platz 3, 91052 Erlangen (DE). OP-
PELT, Ralph [DE/DE]; Föhrenweg 14, 91080 Uttenreuth

(DE). REINSCHKE, Johannes [DE/DE]; Roritzer Str. 8,
90419 Nürnberg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

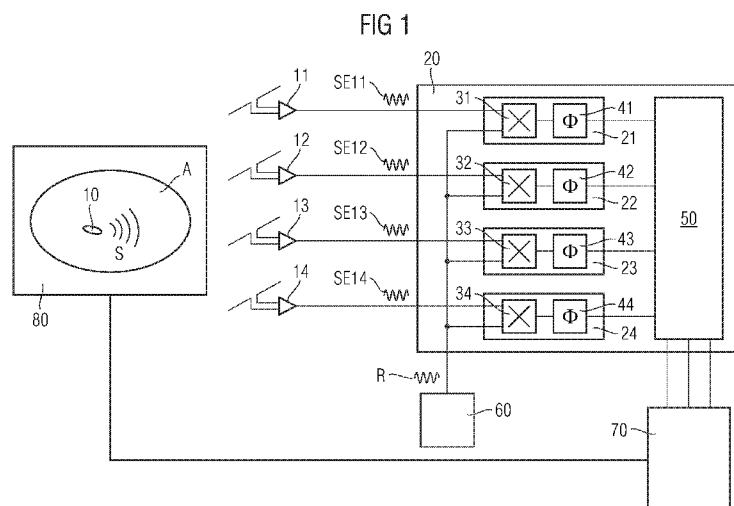
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POSITION CONTROL OF MEDICAL APPLIANCES IN THE HUMAN BODY BY MEANS OF PHASE DIFFER-
ENCE MEASUREMENT

(54) Bezeichnung: POSITIONSKONTROLLE MEDIZINISCHER GERÄTE IM MENSCHLICHEN KÖRPER MITTELS PHA-
SENDIFFERENZMESSUNG



(57) Abstract: The invention relates to a system for measuring a change in position of a medical appliance, such as an endoscopy capsule, and to a device which utilizes this measurement in order to influence the position of the medical appliance. The medical appliance sends a signal that is received by a multiplicity of spatially separate receiving devices. The time profile of the phase differences between the received signals and a reference signal provides an indication of whether the medical appliance has moved. In the event of a movement being detected, a manoeuvring device can be regulated by a regulating means in such a way that the manoeuvring device generates forces and/or torques and applies them to the medical appliance to counteract the detected movement.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/083409 A1



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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, 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

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein System zur Messung einer Positionsänderung eines medizinischen Gerätes wie etwa einer Endo- skopiekapsel, und eine diese Messung nutzende Vorrichtung zur Beeinflussung der Position des medizinischen Gerätes. Das medizinische Gerät sendet ein Signal, das von einer Vielzahl von räumlich verteilten Empfangseinrichtungen empfangen wird. Das zeitliche Verhalten der Phasendifferenzen zwischen empfangenen Signalen und einem Referenzsignal geben Aufschluss darüber, ob sich das medizinische Gerät bewegt hat. Für den Fall, dass eine Bewegung detektiert wird, kann über eine Regeleinrichtung eine Manövrier Vorrichtung derart geregelt werden, dass die Manövrier Vorrichtung Kräfte und/oder Drehmomente auf das medizinische Gerät erzeugt, die der detektierten Bewegung entgegenwirken.

Beschreibung

Positionskontrolle medizinischer Geräte im menschlichen Körper mittels Phasendifferenzmessung

5

Die Erfindung betrifft ein System zur Messung einer Positionsänderung eines medizinischen Gerätes wie etwa einer Endoskopiekapsel, und eine diese Messung nutzende Vorrichtung zur Beeinflussung der Position des medizinischen Gerätes.

10

Die Verwendung von Endoskopiekapseln findet in der Medizin zur Diagnose oder zur Behandlung des Inneren eines Patienten immer breitere Anwendung. Eine Endoskopiekapsel kann u.a. medizinische Instrumente bspw. zur Biopsie oder zum Einbringen von Medikamenten in den Körper und/oder bildgebende Systeme wie Kameras beinhalten. Darüber hinaus kann in der Kapsel ein Permanentmagnet integriert sein, der der Kapsel ein magnetisches Dipolmoment verleiht, so dass sie wie bspw. in der DE 103 40 925 B3 beschrieben mit Hilfe einer Magnetspulenordnung beliebig manövrierbar ist.

20

Generell wird bei Untersuchungen des Körperinneren mit einem medizinischen Gerät wie einer Endoskopiekapsel die Position des Geräts überwacht und ggf. beeinflusst. Bspw. bei einer Untersuchung des Magens ist dieser halb mit Wasser gefüllt und die Endoskopiekapsel schwimmt an der Wasseroberfläche. Bei der Aufnahme von Bildern der Mageninnenwand tritt das Problem auf, dass die Kapsel und mit ihr die Kamera aufgrund der nicht zu vermeidenden Wasserbewegung in Bewegung versetzt wird, so dass lediglich unscharfe, verwackelte Bilder aufgenommen werden können. Auch für den Fall, dass eine Serie von Bildern eines bestimmten Bereichs aufgenommen werden soll, ist es notwendig, dass die Kapsel still steht.

25

30

35

Zur Positionsbestimmung nutzen elektromagnetische Messverfahren meist niederfrequente magnetische Wechselfelder, die den menschlichen Körper nahezu unbeeinflusst durchdringen, womit eine absolute Positionsbestimmung möglich wird. Ein derarti-

ges System ist in WO 2005 / 120345 A2 beschrieben. Bekannte Systeme haben jedoch zum Einen den Nachteil einer begrenzten Messgenauigkeit. Zum Anderen ist bedingt durch ein schlechtes Signal-zu-Rausch-Verhältnis und der damit verbundenen notwendigen großen Integrationszeit die zeitliche Auflösung relativ gering und die Messwertverzögerung vergleichsweise groß. Alternativ wurden zur absoluten Positionsmessung medizinischer Geräte im Körperinneren Phasendifferenzmessungen an hochfrequenten elektromagnetischen Wellen vorgeschlagen. Dabei wurde nicht berücksichtigt, dass die Wellenausbreitung durch Körpergewebe mit unterschiedlicher Dielektrizitätszahl und Leitfähigkeit zu einer erheblichen Deformation der im Freiraum kugelförmigen Wellenfronten führen. Um trotzdem eine absolute Positionsbestimmung zu ermöglichen, sind aufwändige Korrekturverfahren notwendig.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, mit dem eine Positionsänderung eines medizinischen Gerätes detektiert und einer derartigen Änderung entgegengewirkt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Erfindungen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die vorliegende Erfindung geht davon aus, dass zur Kontrolle der Position eines medizinischen Gerätes im Körperinneren und für eine eventuelle Positionskorrektur nicht die absolute Position des Gerätes benötigt wird, sondern lediglich Positionsänderungen nach ihrer Richtung und zumindest grob nach ihrem Betrag detektiert werden müssen. Beim Feststellen einer Abweichung des medizinischen Gerätes von einer Sollposition oder allgemeiner wenn das medizinische Gerät eine ungewollte Bewegung durchführt, kann eine Regelung eingesetzt werden, die der Abweichung bzw. der Bewegung entgegenwirkt. Es reicht demnach aus, lediglich eine relative Positionsbestimmung durchzuführen.

Hierzu sendet das medizinische Gerät kontinuierlich oder in Intervallen hochfrequente elektromagnetische Signale aus, die von mehreren räumlich verteilten Empfangseinrichtungen empfangen werden. Zur Detektion einer Bewegung des medizinischen

5 Gerätes wird das zeitliche Verhalten der Phasendifferenzen zwischen den an den Empfangseinrichtungen empfangenen Signalen und einem Referenzsignal überwacht. Das Referenzsignal kann dabei von einer separaten Referenzsignalquelle oder von einer der Empfangseinrichtungen stammen. Für den Fall, dass

10 eine oder mehrere der Phasendifferenzen der Empfangseinrichtungen sich verändern, ist davon auszugehen, dass sich das medizinische Gerät bewegt hat, so dass ggf. entsprechende Gegenmaßnahmen getroffen werden können, um der Bewegung entgegenzuwirken.

15 Die Gegenmaßnahmen werden von einer Regeleinrichtung in Abhängigkeit von den detektierten Phasendifferenzen ausgelöst. Die Regeleinrichtung regelt eine Manövriervorrichtung zur Beeinflussung der Position des medizinischen Gerätes, wobei die

20 Manövriervorrichtung eine Magnetspulenordnung sein kann, wie sie in DE 103 40 925 B3 beschrieben wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren bringt dadurch, dass lediglich eine relative Positionsmessung durchgeführt wird, den Vorteil

25 mit sich, dass wegen des hohen Signal-zu-Rausch-Verhältnisses eine schnelle Messung und damit eine kurze Reaktionszeit gegeben ist. Abweichungen des medizinischen Gerätes von einer Sollposition werden daher schnell detektiert und können entsprechend kurzfristig korrigiert werden, bevor der Betrag der

30 Positionsänderung zu groß wird. Darüber hinaus werden im Unterschied zu absoluten Positionsmessungen vorteilhafterweise keine Kenntnisse über das zwischen dem medizinischen Gerät bzw. der Sendeeinrichtung und den Empfangseinrichtungen befindliche Körpergewebe (bspw. Dielektrizitätszahl, Leitfähigkeit)

35 keit) benötigt.

Um eine genauere und schnellere absolute Positionsmessung zu ermöglichen, ist es denkbar, das erfindungsgemäße Verfahren

bzw. die Vorrichtung mit anderen, z.B. niederfrequenten Messverfahren zur absoluten Positionsmessung zu kombinieren.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnungen.

Dabei zeigt:

- 10 Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Figur 3 eine Anordnung einer Vielzahl von Empfangseinrichtungen und eines medizinischen Gerätes an einem Patienten,
- 15 Figur 4 eine Übersicht über die sich bei einer Bewegung eines medizinischen Gerätes gemäß Figur 3 ergebenden Änderungen der Phasendifferenzen und
- 20 Figur 5 eine Manövriervorrichtung.

Erstes Ausführungsbeispiel

Die Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Kontrolle einer Position x, y, z eines medizinischen Gerätes 10 in einem Arbeitsraum A in einer ersten Ausführungsform. Der Arbeitsraum A kann dabei ein Hohlraum im Inneren eines Patienten wie bspw. der Magen sein, während das medizinische Gerät 10 vorzugsweise eine Endoskopiekapsel ist. Die Endoskopiekapsel 10 ist mit einem Permanentmagneten ausgestattet und weist daher ein magnetisches Dipolmoment auf, so dass sie mit Hilfe einer Manövriervorrichtung 80 bzw. Magnetspulenordnung wie bspw. in der DE 103 40 925 B3 beschrieben und entsprechend in der Figur 5 exemplarisch dargestellt magnetisch und berührungslos manövrierbar ist.

35

Darüber hinaus enthält die Endoskopiekapsel 10 eine Sendeeinrichtung. Diese sendet fortwährend oder in Intervallen ein

moduliertes oder unmoduliertes Signal S, bspw. ein Hochfrequenzsignal S mit einer Frequenz von 435MHz.

Das Signal S wird von einer oder mehreren, im ersten Ausführungsbeispiel von vier Empfangseinrichtungen 11-14 empfangen. Hierzu sind die Empfangseinrichtungen 11-14 mit einer Antenne zum Empfangen eines elektrischen und/oder eines magnetischen Feldes ausgestattet. Darüber hinaus enthalten die Empfangseinrichtungen 11-14 jeweils einen Vorverstärker zum Verstärken des empfangenen Signals. Die mit den Empfangseinrichtungen 11-14 empfangenen und verstärkten Signale SE11-SE14 werden an eine Signalverarbeitungseinrichtungen 20 übertragen. Die Signalverarbeitungseinrichtung 20 enthält mehrere Einrichtungen 21-24, wobei jeder Empfangseinrichtung 11-14 eine Einrichtung 21-24 zugeordnet ist. Die Einrichtungen 21-24 verfügen jeweils über einen ersten und einen zweiten Signaleingang sowie über einen Signalausgang, wobei die empfangenen Signale SE11-SE14 jeweils am zweiten Signaleingang anliegen.

Darüber hinaus ist eine Referenzsignalquelle 60 vorgesehen, die ein Referenzsignal R erzeugt. Die Referenzsignalquelle 60 kann ein Referenzoszillator sein, dessen Frequenz vorzugsweise nur geringfügig von der Frequenz des Signals S abweicht. Das Referenzsignal R liegt an jedem ersten Signaleingang der Einrichtungen 21-24 an.

Die Einrichtungen 21-24 enthalten vorzugsweise jeweils einen Mischer 31-34 und einen Phasenmesser 41-44, wobei jeder Mischer 31-34 jeweils einen ersten und einen zweiten Signaleingang aufweist. Die ersten bzw. zweiten Signaleingänge der Einrichtungen 21-24 entsprechen den ersten bzw. zweiten Eingängen der Mischer 31-34. Die Signalausgänge der Phasenmesser 41-44 entsprechen den Signalausgängen der Einrichtungen 21-24.

Die an den Signaleingängen eines Mixers 31-34 anliegenden Signale werden in an sich bekannter Weise miteinander heruntergemischt. Die Ausgangssignale der Mischer 31-34 werden je-

weils an einen Signaleingang der Phasenmesser 41-44 weitergeleitet. Der Phasenmesser 41-44 bestimmt die Phasenlage des an seinem Eingang anliegenden Signals, wobei bspw. das Signal zunächst derart verstärkt wird, dass näherungsweise ein

5 Rechtecksignal entsteht, und anschließend der Nulldurchgang des Rechtecksignals bestimmt wird. Die Ausgangssignale der Phasenmesser 41-44 entsprechen dann jeweils den Phasenabweichungen $d\phi_{11}$, $d\phi_{12}$, $d\phi_{13}$, $d\phi_{14}$ zwischen den Phasen der Signale, die an den ersten und zweiten Signaleingängen der Einrichtungen

10 21-24 bzw. der Mischer 31-34 anliegen: Bspw. liegt am ersten Signaleingang der Einrichtung 21 das Signal R an, während am zweiten Signaleingang der Einrichtung 21 das an der Empfangseinrichtung 11 empfangene Signal SE11 anliegt. Das Ausgangssignal der Einrichtung 21 entspricht dann der Abweichung $d\phi_{11} = \phi(\text{SE11}) - \phi(R)$ zwischen der Phase $\phi(\text{SE11})$ des Signals SE11 und der Phase $\phi(R)$ des Referenzsignals R. Entsprechendes gilt für die Eingangs- und Ausgangssignale der Einrichtungen 22-24, d.h. die Ausgangssignale der Einrichtungen 21-24 entsprechen den Phasenabweichungen $d\phi_{11}$, $d\phi_{12}$, $d\phi_{13}$, $d\phi_{14}$

15 zwischen den Phasen $\phi(\text{SE11})$, $\phi(\text{SE12})$, $\phi(\text{SE13})$, $\phi(\text{SE14})$ der an den Empfangseinrichtungen 11-14 empfangenen Signalen SE11-SE14 und der Phase $\phi(R)$ des von der Referenzsignalquelle 60 erzeugten Referenzsignals R.

25 Da die Frequenzen der Referenzsignalquelle 60 und der Sendereinrichtung der Endoskopiekapsel 10 in der Regel nicht exakt übereinstimmen, sind die Phasenabweichungen $d\phi_{11}$, $d\phi_{12}$, $d\phi_{13}$, $d\phi_{14}$ nicht zeitlich konstant sondern wachsen linear mit der Zeit. Unter der Voraussetzung, dass die Endoskopiekapsel 10 nicht

30 bewegt wird, muss jedoch die Differenz zwischen den Abweichungen zeitlich konstant sein. In der Signalverarbeitungseinrichtung 20 ist daher eine Differenzbildungsvorrichtung 50 vorgesehen, in die die Abweichungen $d\phi_{11}$, $d\phi_{12}$, $d\phi_{13}$, $d\phi_{14}$ eingespeist werden.

35 In der Differenzbildungsvorrichtung 50 werden Phasendifferenzen $\Delta\phi_1$, $\Delta\phi_2$, $\Delta\phi_3$ ermittelt. Dabei wird eine beliebige der Phasenabweichungen $d\phi_{11}$, $d\phi_{12}$, $d\phi_{13}$, $d\phi_{14}$ als Referenzwert $d\phi_{\text{ref}}$ fest-

gelegt, bspw. $d\varphi_{\text{ref}} = d\varphi_{11}$, und die Differenz zwischen den übrigen Phasenabweichungen $d\varphi_{12}, d\varphi_{13}, d\varphi_{14}$ und dem Referenzwert $d\varphi_{\text{ref}}$ gebildet, d.h. $\Delta\varphi_1 = d\varphi_{12} - d\varphi_{11}$, $\Delta\varphi_2 = d\varphi_{13} - d\varphi_{11}$ und $\Delta\varphi_3 = d\varphi_{14} - d\varphi_{11}$. Die Auswahl einer der Abweichungen als Referenzwert $d\varphi_{\text{ref}}$ kann willkürlich erfolgen oder bspw. in Abhängigkeit vom Betrag der Abweichungen $d\varphi_{11}, d\varphi_{12}, d\varphi_{13}, d\varphi_{14}$.

Die Phasendifferenzen $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3$ werden zeitlich fortlaufend oder in Intervallen bestimmt.

10

Die Phasendifferenzen $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3$ werden einer Regeleinrichtung 70 zugeführt. Die Regeleinrichtung 70 ist mit einer Manövrier Vorrichtung 80 zur Beeinflussung der Position x, y, z der Endoskopiekapsel 10 verbunden und verwendet die Phasendifferenzen $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3$ zur Regelung der Manövrier Vorrichtung 80. Dabei definiert x, y, z die Position des Schwerpunktes der Endoskopiekapsel 10 in einem kartesischen Koordinatensystem, welches bspw. durch die Geometrie der Manövrier Vorrichtung 80 vorgegeben sein kann.

20

Zweites Ausführungsbeispiel

In einem zweiten, bevorzugten Ausführungsbeispiel, das in der Figur 2 dargestellt ist, sendet das medizinische Gerät 10 wie im ersten Ausführungsbeispiel mit Hilfe einer Sendeeinrichtung fortwährend oder in Intervallen ein moduliertes oder unmoduliertes Signal S. Das Signal S wird von Empfangseinrichtungen 11-14 empfangen, wobei im Folgenden eine der Empfangseinrichtungen 11-14 als erste Empfangseinrichtung 14 und die übrigen Empfangseinrichtungen als zweite Empfangseinrichtungen 11-13 bezeichnet werden. Die Empfangseinrichtungen 11-14 umfassen jeweils eine Antenne zum Empfangen eines elektrischen und/oder eines magnetischen Feldes sowie einen Vorverstärker zum Verstärken des empfangenen Signals.

35

Die mit den Empfangseinrichtungen 11-14 empfangenen und verstärkten Signale SE11-SE14 werden an eine Signalverarbeitungseinrichtung 20 übertragen. In der Signalverarbeitungseinrichtung 20 werden Phasendifferenzen $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3$ zwischen

den an den zweiten Empfangseinrichtungen 11-13 empfangenen Signalen SE11-SE13 und dem an der ersten Empfangseinrichtung 14 empfangenen Signal SE14 ermittelt, d.h.

$$\Delta\varphi_1 = \varphi(\text{SE11}) - \varphi(\text{SE14}), \quad \Delta\varphi_2 = \varphi(\text{SE12}) - \varphi(\text{SE14}),$$

- 5 $\Delta\varphi_3 = \varphi(\text{SE13}) - \varphi(\text{SE14})$, wobei $\varphi(X)$ die Phase eines Signals X symbolisiert. Das empfangene Signal SE14 der ersten Empfangseinrichtung 14 dient demnach im Wortsinn des ersten Ausführungsbeispiels als Referenzsignal R.

- 10 Zur Ermittlung der Phasendifferenzen $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3$ sind Einrichtungen 21-23, bspw. Phasendetektoren 21-23 vorgesehen, wobei die Anzahl der Phasendetektoren 21-23 mindestens der Anzahl der zweiten Empfangseinrichtungen 11-13 entspricht.

- 15 Jeder Phasendetektor 21-23 weist einen ersten und einen zweiten Signaleingang sowie einen Signalausgang auf. Dabei ist die erste Empfangseinrichtung 14 zum Übertragen des empfangenen Signals SE14 mit dem ersten Signaleingang jedes Phasendetektors 21-23 verbunden. Die zweiten Empfangseinrichtungen
20 11-13 sind jeweils mit dem zweiten Signaleingang der Phasendetektoren 21-23 verbunden, während die Signalausgänge zum Übertragen der ermittelten Phasendifferenzen $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3$ mit einer Regeleinrichtung 70 verbunden sind.

- 25 Da die Frequenzen der empfangenen Signale SE11-SE14 identisch sind, können im zweiten Ausführungsbeispiel die Phasendifferenzen im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel direkt bestimmt werden.

- 30 Die Phasendifferenzen $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3$ werden wie im ersten Ausführungsbeispiel der Regeleinrichtung 70 zugeführt. Die Regeleinrichtung 70 ist wie im ersten Ausführungsbeispiel mit einer Manövrier Vorrichtung 80 zur Beeinflussung der Position x, y, z der Endoskopiekapsel 10 verbunden und verwendet die
35 Phasendifferenzen $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3$ zur Regelung der Manövrier Vorrichtung 80.

Die Signalverarbeitungseinrichtung 20 ist derart eingerichtet, dass anstelle des empfangenen Signals SE14 der ersten Empfangseinrichtung 14 ein an einer beliebigen der anderen Empfangseinrichtungen 11-13 empfangenes Signal SE11-SE13 als Referenzsignal R verwendet werden kann, d.h. bspw. das Signal SE12 der Empfangseinrichtung 12. Dementsprechend würden die Phasendifferenzen $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3$ berechnet gemäß

$$\Delta\varphi_1 = \varphi(\text{SE11}) - \varphi(\text{SE12}), \quad \Delta\varphi_2 = \varphi(\text{SE13}) - \varphi(\text{SE12}),$$

$$\Delta\varphi_3 = \varphi(\text{SE14}) - \varphi(\text{SE12}).$$
 Die Empfangseinrichtung 12 übernimmt

dann die Rolle der ersten Empfangseinrichtung, während die Empfangseinrichtungen 11, 13, 14 die Gruppe der zweiten Empfangseinrichtungen bilden. Denkbar wäre eine Realisierung mit Hilfe eines ersten und eines zweiten Multiplexers, wobei der erste Multiplexer aus den Signalen SE11-SE14 eines, z.B.

SE14, auswählt und dieses an die ersten Signaleingänge der Phasendetektoren 21-23 ausgibt, während der zweite Multiplexer aus den Signalen SE11-SE14 die übrigen drei Signale, im Beispiel SE11, SE12 und SE13, auswählt und diese jeweils an die zweiten Signaleingänge weiterleitet. Alternativ sind jedoch auch andere Möglichkeiten denkbar, eine beliebige der Empfangseinrichtungen 11-14 schaltungstechnisch als erste Empfangseinrichtung festzulegen und die Signale SE11-SE14 entsprechend an die ersten und zweiten Signaleingänge der Phasendetektoren zu leiten.

Vorteilhafterweise werden zur Erhöhung der Messgenauigkeit mehr als vier Empfangseinrichtungen verwendet. Die Figur 3 zeigt ein System bestehend aus einer Endoskopiekapsel 10 und acht Empfangseinrichtungen 11-18, die im Bereich eines Arbeitsraums A angebracht sind. In einer konkreten Anwendung kann der Arbeitsraum A das Innere eines Patienten sein, wobei sich die Endoskopiekapsel bspw. im Magen des Patienten befinden kann. Zusätzlich zu den in der Figur 3 dargestellten Empfangseinrichtungen 11-18 können weitere Empfangseinrichtungen in Ebenen vor und hinter der dargestellten Bildebene vorgesehen sein. Vorteilhafterweise sind die Empfangseinrichtungen derart angeordnet, dass der gesamte mit der Endoskopiekapsel

10 zu untersuchende Bereich von einem Netz von Empfangseinrichtungen umgeben ist.

Funktionsweise

5 Das erste und das zweite Ausführungsbeispiel unterscheiden sich in der Bereitstellung des Referenzsignals R. Während im ersten Ausführungsbeispiel eine separate Referenzsignalquelle 60 das Referenzsignal R bereitstellt, dient im zweiten Ausführungsbeispiel eine beliebige der Empfangseinrichtungen 11-14 als Quelle des Referenzsignals R. Die grundsätzlichen Verfahrensschritte des in der Regeleinrichtung 70 ablaufenden Verfahrens zur Kontrolle der Position x, y, z der Endoskopiekapsel 10 basierend auf den ermittelten Phasendifferenzen $\Delta\phi_1, \Delta\phi_2, \Delta\phi_3$ sind für beide Ausführungsbeispiele identisch.

15

Mit dem in der Figur 3 dargestellten System werden sieben Phasendifferenzen $\Delta\phi_1$ bis $\Delta\phi_7$ ermittelt und der Regeleinrichtung 70 zugeführt. Für den Fall, dass die Endoskopiekapsel 10 nicht bewegt wird, d.h. relativ zu den Empfangseinrichtungen 11-18 still steht, sind die Phasendifferenzen $\Delta\phi_1$ bis $\Delta\phi_7$ zeitlich konstant.

20

Wenn die Kapsel 10 bewegt wird, ändern sich zumindest einige der Phasendifferenzen $\Delta\phi_1$ bis $\Delta\phi_7$ während der Bewegung. Dabei kann generell angenommen werden, dass eine große Änderung einer Phasendifferenz einhergeht mit einer großen Bewegung der Kapsel 10 in Richtung der Verbindungslinie zwischen der Kapsel 10 und der die entsprechenden Empfangseinrichtung.

25

30 Die Regeleinrichtung 70 wertet die ermittelten Phasendifferenzen $\Delta\phi_1$ bis $\Delta\phi_7$ aus, indem das zeitliche Verhalten $\Delta\phi_1(t)$ bis $\Delta\phi_7(t)$ der ihr zugeführten Phasendifferenzen $\Delta\phi_1$ bis $\Delta\phi_7$ überwacht wird. Dabei werden fortlaufend die momentanen, d.h. zu einem Zeitpunkt t_2 ermittelten Phasendifferenzen $\Delta\phi_1(t_2)$ bis $\Delta\phi_7(t_2)$ mit den unmittelbar zuvor, zu einem Zeitpunkt t_1 ermittelten Phasendifferenzen $\Delta\phi_1(t_1)$ bis $\Delta\phi_7(t_1)$ verglichen ($t_1 < t_2$).

35

Alternativ können zu einem ersten, beliebigen Zeitpunkt t_1 die momentan anliegenden Phasendifferenzen $\Delta\phi_1(t_1)$ bis $\Delta\phi_7(t_1)$ als Referenzwerte gespeichert werden. Bspw. wenn ein Bediener des Systems die Endoskopiekapsel 10 in eine Sollposition $x(t_1), y(t_1), z(t_1)$ gebracht hat, in der eine Serie von Bildern eines bestimmten Bereichs der Mageninnenwand aufgenommen werden soll, ist es notwendig, dass die Kapsel 10 still steht. Zu diesem Zeitpunkt t_1 werden bspw. auf Knopfdruck durch den Bediener die momentan ermittelten Phasendifferenzen $\Delta\phi_1(t_1)$ bis $\Delta\phi_7(t_1)$ gespeichert. Die späteren, zweiten Zeitpunkten t ermittelten Phasendifferenzen $\Delta\phi_1(t)$ bis $\Delta\phi_7(t)$ werden in der Regeleinrichtung 70 mit den gespeicherten Referenzwerten $\Delta\phi_1(t_1)$ bis $\Delta\phi_7(t_1)$ fortlaufend verglichen.

Bei einer Veränderung einer oder mehrerer der Phasendifferenzen $\Delta\phi_1$ bis $\Delta\phi_7$ wird eine Regelung der Manövriervorrichtung 80 durch die Regeleinrichtung 70 initiiert. Die Manövriervorrichtung 80 ist in den beiden Ausführungsbeispielen vorzugsweise eine Anordnung mehrerer Einzelspulen zur berührungslosen Führung der Endoskopiekapsel 10, wie sie bspw. als „Magnetspulenanordnung“ in der DE 103 40 925 B3 beschrieben wird. Die Manövriervorrichtung 80 erzeugt durch entsprechende gezielte Bestromung der Einzelspulen eine oder mehrere Magnetfeldkomponenten B_x, B_y, B_z und/oder eines oder mehrere Gradientenfelder $G_{ij} = \partial B_i / \partial j$ mit $i, j = x, y, z$, womit durch das Zusammenwirken mit dem magnetischen Dipolmoment des Permanentmagneten der Kapsel 10 Drehmomente und/oder Kräfte auf die Kapsel 10 ausgeübt werden können. Die gezielte Bestromung der Einzelspulen und in der Folge davon die Gradientenfelder G_{ij} und/oder die Magnetfeldkomponenten B_x, B_y, B_z werden in Abhängigkeit von der durch die Regeleinrichtung 70 vorgegebenen Regelung aufgebaut.

Die Regelung erfolgt dabei in der Weise, dass bei einer Änderung der Position x, y, z der Endoskopiekapsel 10, die wie oben beschrieben mit einer Änderung einer oder mehrerer Phasendifferenzen verbunden ist, die Gradientenfelder G_{ij} und/oder die Magnetfeldkomponenten B_x, B_y, B_z so eingestellt werden, dass

die erzeugten Kräfte und Drehmomente der detektierten Bewegung der Kapsel entgegenwirken.

Da die Zusammenhänge zwischen der Bestromung einer oder mehrerer der Einzelspulen und den so erzeugbaren Drehmomenten und Kräften hinsichtlich Betrag und Richtung bekannt sind, kann der über die Überwachung der Phasendifferenzen detektierten Bewegung der Endoskopiekapsel gezielt entgegengewirkt werden, indem je nach detektierter Bewegungsrichtung und ggf. -amplitude die entsprechenden Einzelspulen bestromt werden. Zur grundsätzlichen Wirkungsweise der Manövriervorrichtung 80 wird auf DE 103 40 925 B3 verwiesen. Die Manövriervorrichtung 80 der erfindungsgemäßen Vorrichtung arbeitet in vergleichbarer Weise, ist jedoch nicht auf das Design der „Magnetspulen-anordnung“ der DE 103 40 925 B3 festgelegt sondern kann auch mehr oder weniger Einzelspulen umfassen und ggf. ausgebildet sein, um eine andere Anzahl magnetischer Freiheitsgrade zu erzeugen als die Manövriervorrichtung bzw. „Magnetspulen-anordnung“ der DE 103 40 925 B3.

Die Folge der Regelung der Manövriervorrichtung 80 durch die Regeleinrichtung 70 ist demnach, dass die Phasendifferenzen $\Delta\phi_1(t)$ bis $\Delta\phi_7(t)$ zeitlich konstant bleiben oder dass die momentan ermittelten Phasendifferenzen $\Delta\phi_1(t)$ bis $\Delta\phi_7(t)$ mit den gespeicherten Referenzwerten $\Delta\phi_1(t_1)$ bis $\Delta\phi_7(t_1)$ übereinstimmen. Ungewollten Bewegungen der Endoskopiekapsel oder Abweichungen der Position x, y, z der Kapsel 10 von einer Sollposition $x(t_1), y(t_1), z(t_1)$ kann so entgegengewirkt werden.

Weitere Ausführungen

Die in der Figur 3 durch den Pfeil angedeutete Bewegung der Kapsel 10 in x-Richtung schlägt sich in einer vergleichsweise großen Änderung der bzgl. der Empfangseinrichtungen 12, 16 ermittelten Phasendifferenzen $\Delta\phi_2, \Delta\phi_6$ nieder. Die hinsichtlich der Empfangseinrichtungen 14, 18 ermittelten Phasendifferenzen $\Delta\phi_4, \Delta\phi_8$ werden sich dagegen gar nicht oder nur minimal verändern. Die Figur 4 zeigt ein Diagramm, in dem für die Empfangseinrichtungen 11-18 die Änderungen der Phasendiffe-

renzen $\Delta\varphi_1$ bis $\Delta\varphi_7$ in beliebigen Einheiten aufgetragen sind, die sich bei einer Bewegung der Kapsel 10 in x-Richtung gemäß Figur 3 ergeben können.

5 Vorzugsweise wird bei der Auswertung der Phasendifferenzen in der Regeleinrichtung 70 nur eine begrenzte Anzahl von Phasendifferenzen, insbesondere nur die betragsmäßig größten Phasendifferenzen $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \Delta\varphi_5, \Delta\varphi_6, \Delta\varphi_7$, berücksichtigt, während die übrigen $\Delta\varphi_4$ vernachlässigt wird. Alternativ kann
10 eine Gewichtung entsprechend der Beträge der Phasendifferenzen erfolgen.

Für den Fall, dass die Endoskopiekapsel mit einem bildgebenden System wie einer Kamera ausgestattet ist und ein Videosignal übermittelt, kann der in der Kapsel zu diesem Zweck
15 vorhandene Sender auch zur Übermittlung des Signals S verwendet werden, wobei typischerweise eine Trägerfrequenz von 433MHz eingesetzt wird. Auf eine separate Sendeeinrichtung oder andere zusätzliche Einbauten in der Kapsel zur Übertragung des Signals S zur Positionskontrolle kann dann verzichtet
20 werden. Evtl. muss dafür das Sendeprogramm der Kapsel dahingehend verändert werden, dass die Bildübertragung in vorgegebenen Intervallen unterbrochen und für wenige microsec ein unmoduliertes Signal für die Positionsmessung gesendet
25 wird.

Die Empfangseinrichtungen können direkt am Patienten, bspw. durch Aufkleben auf die Haut, oder aber an der Manövriervorrichtung 80 befestigt sein. Aus praktischen Gründen werden
30 bspw. bei einer Manövriervorrichtung 80 bzw. einer Magnetspulenordnung wie sie in DE 103 40 925 B3 beschrieben wird die Empfangseinrichtungen im Innenraum der zylinderförmigen Manövriervorrichtung 80 an der Zylinderinnenwand angebracht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kontrolle einer Position (x, y, z) eines medizinischen Gerätes (10) in einem Arbeitsraum (A), wobei das
5 medizinische Gerät (10) eine Sendeeinrichtung umfasst, die ein Signal (S) aussendet, das von einer oder mehreren Empfangseinrichtungen (11-14) empfangen wird, bei dem
- in einer Signalverarbeitungseinrichtung (20) basierend auf
10 einem Referenzsignal (R) und den an den Empfangseinrichtungen (11-14) empfangenen Signalen (SE11-SE14) Phasendifferenzen $(\Delta\phi_1, \Delta\phi_2, \Delta\phi_3, \dots)$ ermittelt werden,
 - die ermittelten Phasendifferenzen $(\Delta\phi_1, \Delta\phi_2, \Delta\phi_3, \dots)$ einer Regeleinrichtung (70) zugeführt werden und
 - 15 – die Regeleinrichtung (70) in Abhängigkeit von den Phasendifferenzen $(\Delta\phi_1, \Delta\phi_2, \Delta\phi_3, \dots)$ eine Manövriervorrichtung (80) zur Beeinflussung der Position (x, y, z) des medizinischen Gerätes (10) regelt.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Referenzsignal (R) von einer Referenzsignalquelle (60) erzeugt wird,
 - in der Signalverarbeitungseinrichtung (20) Phasenabweichungen $(d\phi_{11}, d\phi_{12}, d\phi_{13}, d\phi_{14}, \dots)$ zwischen dem Referenzsignal (R)
25 und den an den Empfangseinrichtungen (11-14) empfangenen Signalen (SE11-SE14) bestimmt werden und
 - aus den Phasenabweichungen $(d\phi_{11}, d\phi_{12}, d\phi_{13}, d\phi_{14}, \dots)$ die Phasendifferenzen $(\Delta\phi_1, \Delta\phi_2, \Delta\phi_3, \dots)$ ermittelt werden.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung der Phasendifferenzen $(\Delta\phi_1, \Delta\phi_2, \Delta\phi_3, \dots)$
- eine $(d\phi_{11})$ der Phasenabweichungen $(d\phi_{11}, d\phi_{12}, d\phi_{13}, d\phi_{14}, \dots)$ als Referenz festgelegt und
 - zwischen den übrigen Phasenabweichungen $(d\phi_{12}, d\phi_{13}, d\phi_{14}, \dots)$
35 und der Referenz $(d\phi_{11})$ jeweils eine Differenz $(\Delta\phi_1, \Delta\phi_2, \Delta\phi_3, \dots)$ gebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
– das an einer beliebigen (14) der Empfangseinrichtungen (11-14) empfangene Signal (SE14) als Referenzsignal (R) verwendet wird und
- 5 – in der Signalverarbeitungseinrichtung (20) Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \dots$) zwischen dem Referenzsignal (SE14, R) und den an den übrigen Empfangseinrichtungen (11-13) empfangenen Signalen (SE11-SE13) ermittelt werden.
- 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (70) die Manövriervorrichtung (80) derart regelt, dass die Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \dots$) zeitlich konstant bleiben.
- 15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zu einem Zeitpunkt (t1) ermittelten Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_1(t1), \Delta\varphi_2(t1), \Delta\varphi_3(t1), \dots$) gespeichert werden.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (70) die Manövriervorrichtung (80) derart regelt, dass die Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \dots$) den gespeicherten Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_1(t1), \Delta\varphi_2(t1), \Delta\varphi_3(t1), \dots$) entsprechen.
- 25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Manövriervorrichtung (80) eines oder mehrere Gradientenfelder (G_{ij}) und/oder eine oder mehrere Magnetfeldkomponenten (B_x, B_y, B_z) in Abhängigkeit von der durch die Regeleinrichtung (70) vorgegebenen Regelung erzeugt.
- 30 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Manövriervorrichtung (80) derart geregelt wird, dass sie Kräfte auf das medizinische Gerät (10) erzeugt, die einer Bewegung des medizinischen Gerätes (10) oder einer Abweichung der Position (x,y,z) des medizinischen

Gerätes (10) von einer Sollposition ($x(t1), y(t1), z(t1)$) entgegenwirken.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Regeleinrichtung (70) zur Regelung der Manövriervorrichtung (80) nur eine begrenzte Anzahl von Phasendifferenzen aus den zugeführten Phasendifferenzen, insbesondere nur die betragsmäßig größten Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \Delta\varphi_5, \Delta\varphi_6, \Delta\varphi_7$), berücksichtigt wird und die übrigen Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_4$) vernachlässigt werden.

11. Vorrichtung zur Kontrolle einer Position (x, y, z) eines medizinischen Gerätes (10) in einem Arbeitsraum (A), wobei das medizinische Gerät (10) eine Sendeeinrichtung zum Senden eines Signals (S) umfasst, mit

- einer oder mehreren Empfangseinrichtungen (11-14) zum Empfangen des Signals (S),
- einer Referenzsignalquelle (60) zum Erzeugen eines Referenzsignals (R) und
- einer Signalverarbeitungseinrichtung (20) zum Ermitteln von Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \dots$) basierend auf den an den Empfangseinrichtungen (11-14) empfangenen Signalen (SE11-SE14) und dem Referenzsignal (R),

wobei

- die Empfangseinrichtungen (11-14) und die Referenzsignalquelle (60) zum Übertragen der empfangenen Signale (SE11-SE14) und des Referenzsignals (R) mit der Signalverarbeitungseinrichtung (20) verbunden sind und
- die Signalverarbeitungseinrichtung (20) zum Übertragen der Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \dots$) mit einer Regeleinrichtung (70) verbunden ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungseinrichtung (20) eine oder mehrere Einrichtungen (21-24) zum Bestimmen von Phasenabweichungen ($d\varphi_{11}, d\varphi_{12}, d\varphi_{13}, d\varphi_{14}, \dots$) zwischen dem Referenzsignal (R) und den empfangenen Signalen (SE11-SE14) sowie eine Differenzbildungsvorrichtung (50) zum Ermitteln der Phasendifferenzen

$(\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \dots)$ aus den Phasenabweichungen
 $(d\varphi_{11}, d\varphi_{12}, d\varphi_{13}, d\varphi_{14}, \dots)$ umfasst.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,
5 dass jede Einrichtung (21-24) einen ersten und einen zweiten
Signaleingang und einen Signalausgang aufweist, wobei
– die Referenzsignalquelle (60) mit dem ersten Signaleingang
jeder Einrichtung (21-24) verbunden ist,
– die Empfangseinrichtungen (11-14) jeweils mit dem zweiten
10 Signaleingang der Einrichtungen (21-24) verbunden sind,
– die Signalausgänge der Einrichtungen (21-24) mit der Differenz-
bildungsvorrichtung (50) verbunden sind und
– die Differenzbildungsvorrichtung (50) zur Übertragung der
Phasendifferenzen $(\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \dots)$ mit der Regeleinrichtung
15 (70) verbunden ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die Anzahl der Einrichtungen (21-24) der An-
zahl der Empfangseinrichtungen (11-14) entspricht.

20 15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die Einrichtungen (21-24) jeweils einen Mi-
scher (31-34) sowie einen Phasenmesser (41-44) umfassen, wo-
bei
25 – der erste und der zweite Signaleingang an den Mischer (31-
34) angeschlossen sind,
– der Phasenmesser (41-44) an den Ausgang des Mixers ange-
schlossen ist und
– der Ausgang des Phasenmessers (41-44) mit der Differenzbil-
30 dungsvorrichtung (50) verbunden ist.

16. Vorrichtung zur Kontrolle einer Position (x, y, z) eines
medizinischen Gerätes (10) in einem Arbeitsraum (A), wobei
das medizinische Gerät (10) eine Sendeeinrichtung zum Senden
35 eines Signals (S) umfasst, mit
– mindestens zwei Empfangseinrichtungen (11-14) zum Empfangen
des Signals (S) umfassend eine erste Empfangseinrichtung (14)

sowie eine oder mehrere zweite Empfangseinrichtungen (11-13) und

– einer Signalverarbeitungseinrichtung (20) zum Ermitteln von Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \dots$) basierend auf den an den

5 Empfangseinrichtungen (11-14) empfangenen Signalen (SE11-SE14),

wobei

– die Empfangseinrichtungen (11-14) zum Übertragen der empfangenen Signale (SE11-SE14) mit der Signalverarbeitungseinrichtung (20) verbunden sind und

– die Signalverarbeitungseinrichtung (20) zum Übertragen der ermittelten Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \dots$) mit einer Regeleinrichtung (70) verbunden ist.

15 17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungseinrichtung (20) eine oder mehrere Einrichtungen (21-23), insbesondere Phasendetektoren (21-23), zum Ermitteln der Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \dots$) beinhaltet, wobei die Anzahl der Einrichtungen (21-23) mindestens der Anzahl der zweiten Empfangseinrichtungen (11-13) entspricht.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass jede Einrichtung (21-23) einen ersten und einen zweiten Signaleingang sowie einen Signalausgang aufweist, wobei

25 – die erste Empfangseinrichtung (14) zum Übertragen des empfangenen Signals (SE14) mit dem ersten Signaleingang jeder Einrichtung (21-23) verbunden ist,

– die zweiten Empfangseinrichtungen (11-13) jeweils mit dem zweiten Signaleingang der Einrichtungen (21-23) verbunden sind und

– die Signalausgänge der Einrichtungen (21-23) zum Übertragen der ermittelten Phasendifferenzen ($\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3, \dots$) mit der Regeleinrichtung (70) verbunden sind.

35

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (70) mit einer Manövriervorrichtung (80) zur Beeinflussung der Position

(x,y,z) des medizinischen Gerätes (10) verbunden ist, wobei die Manövriervorrichtung (80) eine Spulenanordnung zur berührungslosen Führung des medizinischen Gerätes (10), insbesondere einer Endoskopiekapsel, ist.

5

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das medizinische Gerät (10) eine magnetisch und berührungslos navigierbare Endoskopiekapsel ist.

FIG 1

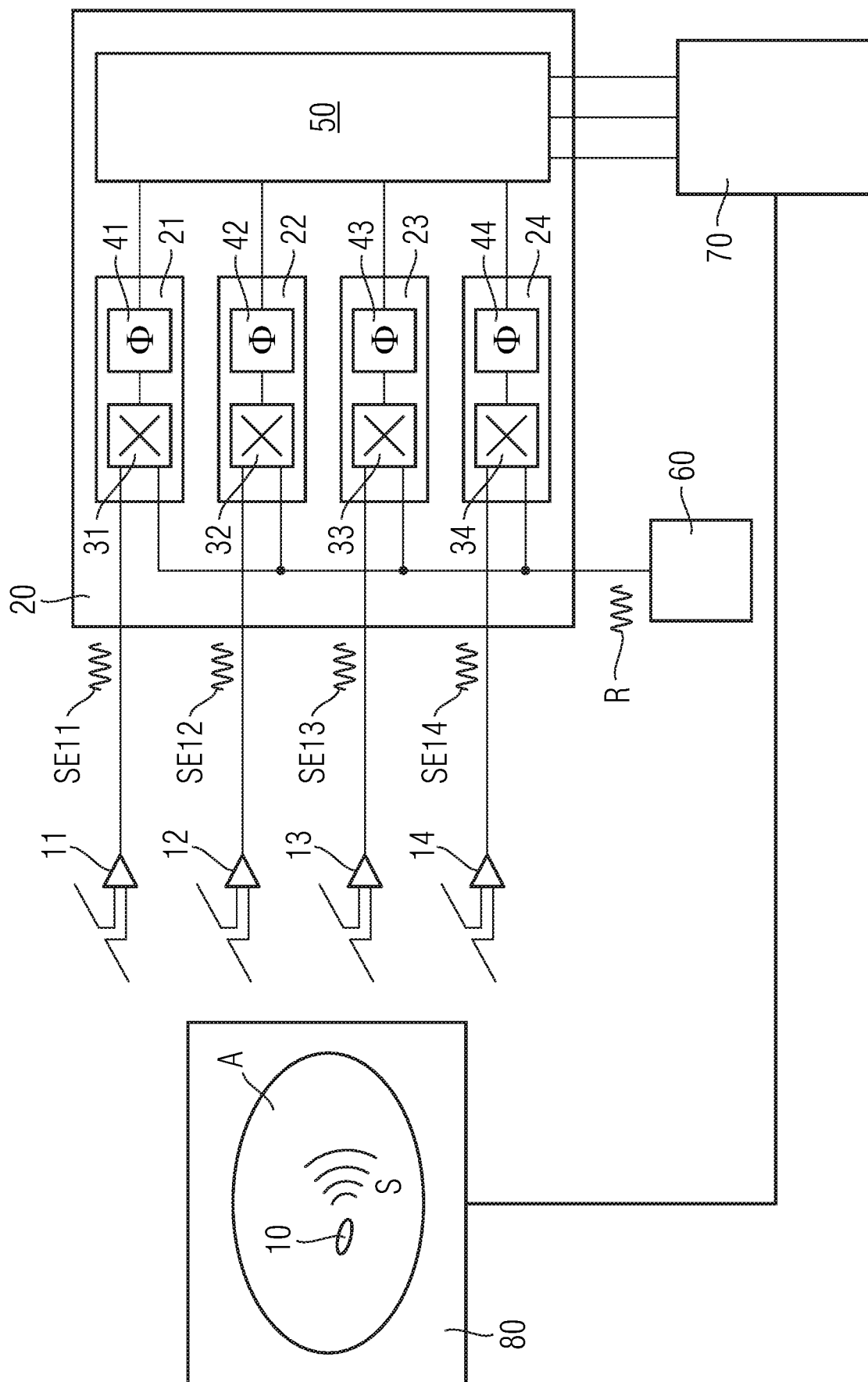


FIG 2

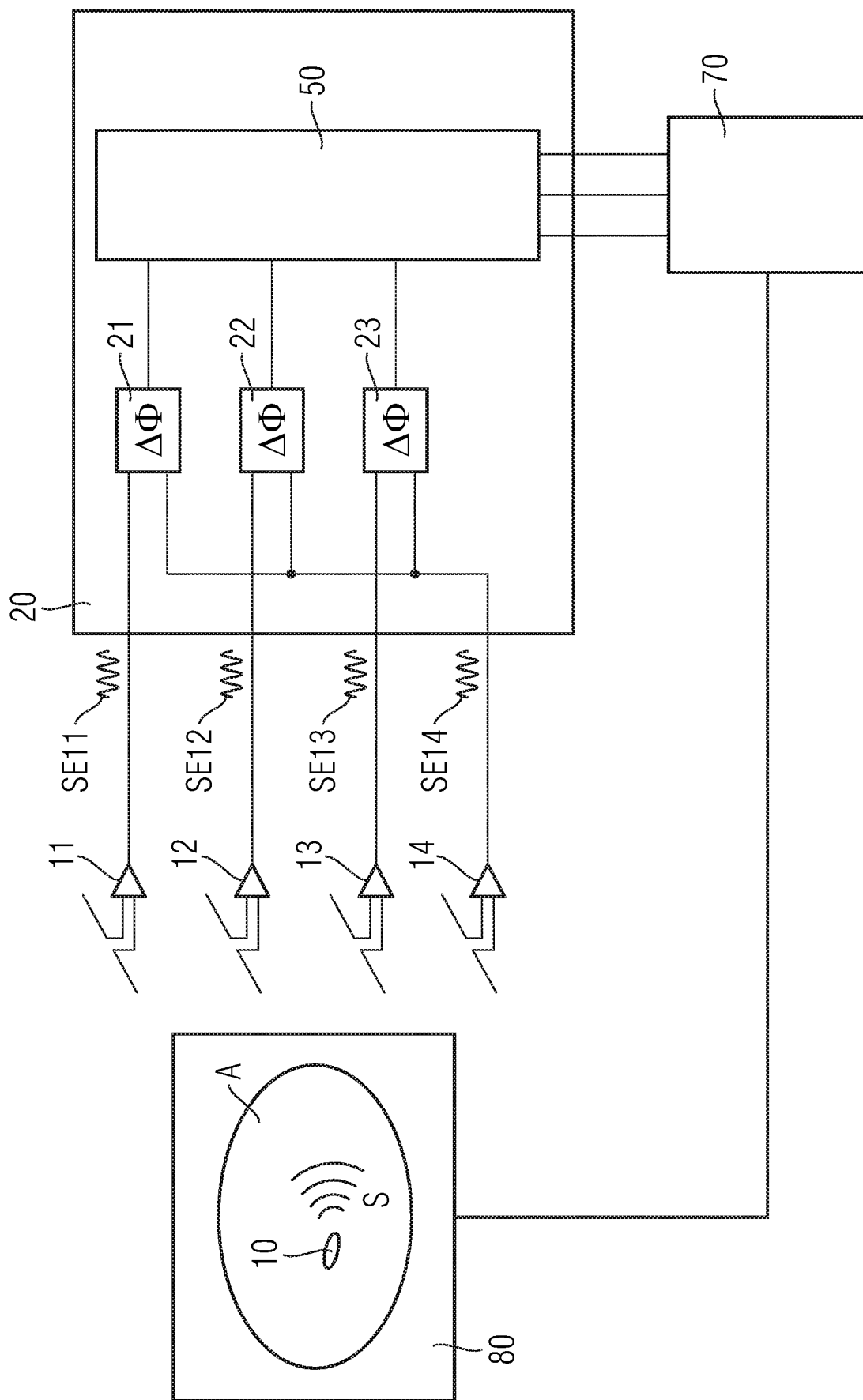


FIG 3

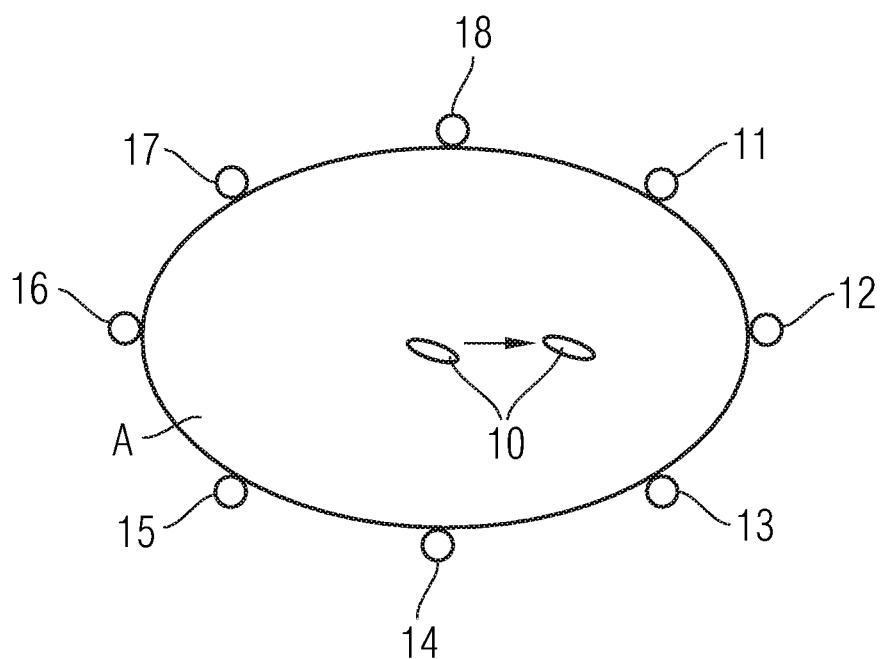


FIG 4

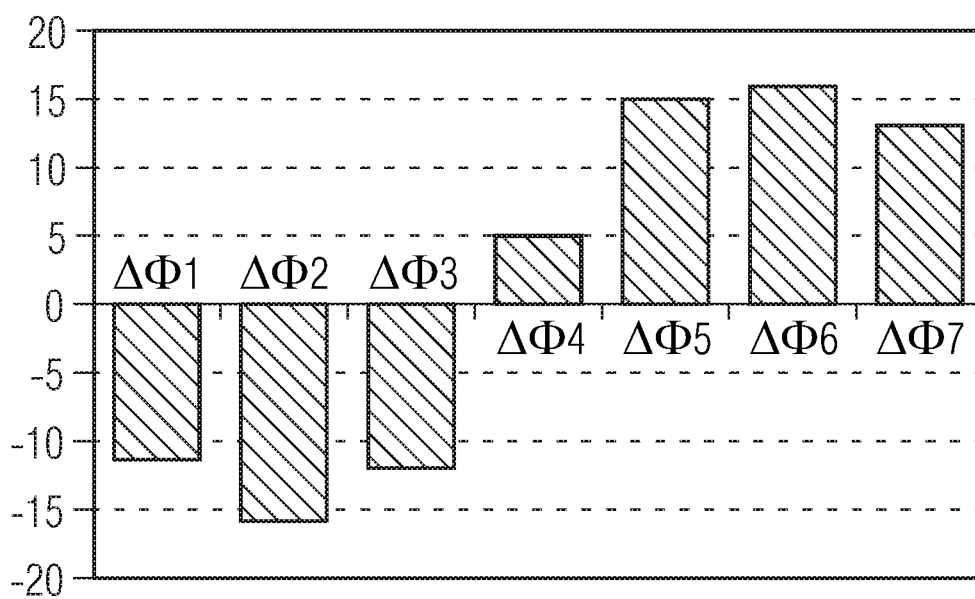
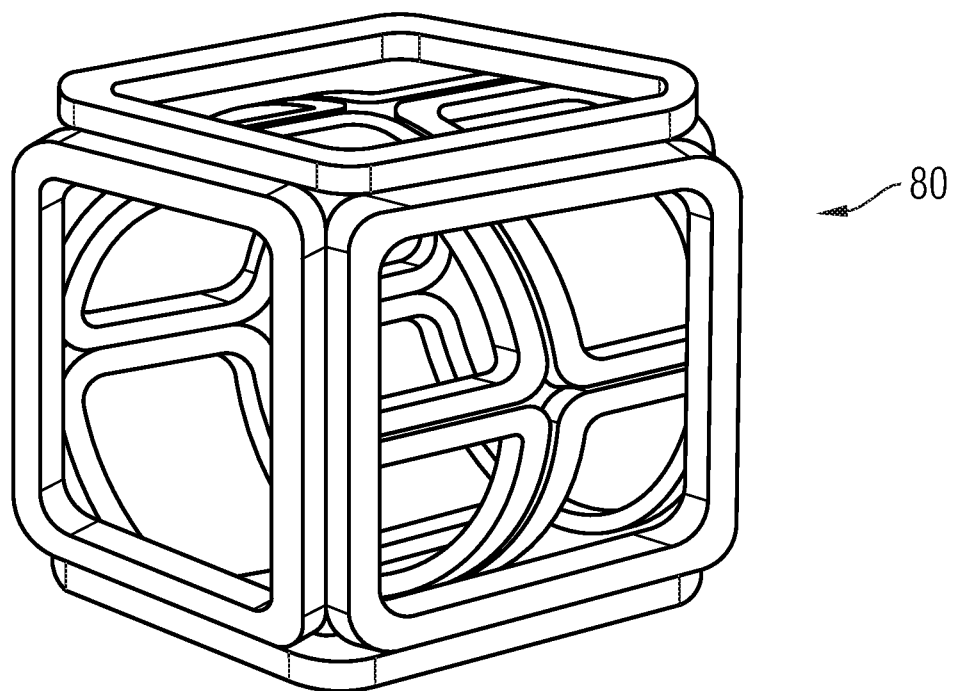


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/066988

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. A61B5/06

ADD. A61B5/00

A61B1/273

A61B5/07

A61B19/00

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)

A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 440 659 A (NTT DOCOMO INC [JP]) 28 July 2004 (2004-07-28)	11-18
Y	paragraphs [0005], [0012], [0016] - [0023], [0030] - [0035], [0056] - [0061], [0064] - [0066], [0070] figures 1,2,4,8-11	19,20
X	DE 10 2006 019415 A1 (SIEMENS AG [DE]) 31 October 2007 (2007-10-31) paragraphs [0030] - [0032], [0036], [0039] figures 1,2,5	11-18
X	US 2006/122494 A1 (BOUCHOUCHA MICHEL L [FR]) 8 June 2006 (2006-06-08) paragraphs [0039], [0042] figures 1-3	11-18
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 März 2009

Date of mailing of the international search report

02/04/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Maier, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/066988

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 103 40 925 B3 (SIEMENS AG [DE]) 30 June 2005 (2005-06-30) cited in the application paragraphs [0012], [0015] figures 1,4 -----	19
Y	DE 101 42 253 C1 (SIEMENS AG [DE]) 24 April 2003 (2003-04-24) paragraphs [0005], [0006], [0014] figures 1,2 -----	20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2008/066988

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: **1-10**
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

PCT Rule 39.1(iv) - method for treatment of the human or animal body by surgery.

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/066988

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1440659	A	28-07-2004	CN 1517717 A	04-08-2004
			JP 2004219329 A	05-08-2004
			US 2004210131 A1	21-10-2004
DE 102006019415	A1	31-10-2007	WO 2007122234 A2	01-11-2007
US 2006122494	A1	08-06-2006	AU 2003273462 A1	16-02-2004
			CA 2493150 A1	05-02-2004
			EP 1524936 A1	27-04-2005
			FR 2842721 A1	30-01-2004
			WO 2004010869 A1	05-02-2004
			IL 166440 A	03-11-2008
DE 10340925	B3	30-06-2005	CN 1589729 A	09-03-2005
			JP 2005081146 A	31-03-2005
			US 2005052178 A1	10-03-2005
DE 10142253	C1	24-04-2003	JP 2003111720 A	15-04-2003
			US 2003060702 A1	27-03-2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. A61B5/06

ADD. A61B5/00

A61B1/273

A61B5/07

A61B19/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

A61B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 440 659 A (NTT DOCOMO INC [JP]) 28. Juli 2004 (2004-07-28)	11-18
Y	Absätze [0005], [0012], [0016] - [0023], [0030] - [0035], [0056] - [0061], [0064] - [0066], [0070] Abbildungen 1,2,4,8-11	19,20
X	DE 10 2006 019415 A1 (SIEMENS AG [DE]) 31. Oktober 2007 (2007-10-31) Absätze [0030] - [0032], [0036], [0039] Abbildungen 1,2,5	11-18
X	US 2006/122494 A1 (BOUCHOUCHA MICHEL L [FR]) 8. Juni 2006 (2006-06-08) Absätze [0039], [0042] Abbildungen 1-3	11-18
	----- -/-- -----	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen
 ☒ 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

23. März 2009

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

02/04/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Maier, Christian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 103 40 925 B3 (SIEMENS AG [DE]) 30. Juni 2005 (2005-06-30) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0012], [0015] Abbildungen 1,4 -----	19
Y	DE 101 42 253 C1 (SIEMENS AG [DE]) 24. April 2003 (2003-04-24) Absätze [0005], [0006], [0014] Abbildungen 1,2 -----	20

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☒ Ansprüche Nr. 1-10
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
Regel 39.1(iv) PCT – Verfahren zur chirurgischen Behandlung des menschlichen oder tierischen Körpers
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/066988

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1440659	A	28-07-2004	CN	1517717 A	04-08-2004
			JP	2004219329 A	05-08-2004
			US	2004210131 A1	21-10-2004
DE 102006019415	A1	31-10-2007	WO	2007122234 A2	01-11-2007
US 2006122494	A1	08-06-2006	AU	2003273462 A1	16-02-2004
			CA	2493150 A1	05-02-2004
			EP	1524936 A1	27-04-2005
			FR	2842721 A1	30-01-2004
			WO	2004010869 A1	05-02-2004
			IL	166440 A	03-11-2008
DE 10340925	B3	30-06-2005	CN	1589729 A	09-03-2005
			JP	2005081146 A	31-03-2005
			US	2005052178 A1	10-03-2005
DE 10142253	C1	24-04-2003	JP	2003111720 A	15-04-2003
			US	2003060702 A1	27-03-2003

专利名称(译)	通过相位差测量对医疗器械在人体内的位置控制		
公开(公告)号	EP2229098A1	公开(公告)日	2010-09-22
申请号	EP2008866368	申请日	2008-12-08
[标]申请(专利权)人(译)	西门子公司		
申请(专利权)人(译)	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT		
当前申请(专利权)人(译)	西门子医疗GMBH		
[标]发明人	DIEHL DIRK OPPELT RALPH REINSCHKE JOHANNES		
发明人	DIEHL, DIRK OPPELT, RALPH REINSCHKE, JOHANNES		
IPC分类号	A61B5/06 A61B5/00 A61B1/273 A61B5/07 A61B19/00 A61B1/00 A61B1/04 A61B34/20 A61B34/30 A61B90/00		
CPC分类号	A61B5/073 A61B1/00016 A61B1/00158 A61B1/041 A61B1/273 A61B5/062 A61B5/07 A61B34/73 A61B2034/2051 A61B2034/732 A61B2090/3975		
优先权	102008003005 2008-01-02 DE		
其他公开文献	EP2229098B1 EP2229098B8		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种用于测量医疗器械（例如内窥镜胶囊）的位置变化的系统，以及利用该测量以影响医疗器械的位置的装置。医疗器械发送由多个空间上分开的接收设备接收的信号。接收信号和参考信号之间的相位差的时间曲线提供了医疗器械是否已经移动的指示。在检测到运动的情况下，操纵装置可以通过调节装置调节，使得操纵装置产生力和/或扭矩并将它们施加到医疗器具以抵消检测到的运动。