



(10) **DE 10 2010 021 095 A1** 2011.11.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 021 095.1**

(22) Anmeldetag: **20.05.2010**

(43) Offenlegungstag: **24.11.2011**

(51) Int Cl.: **A61B 19/00 (2006.01)**  
**A61B 1/04 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Siemens Aktiengesellschaft, 80333, München, DE**

(72) Erfinder:  
**Bechtold, Mario, 91334, Hemhofen, DE; Keller,  
Henrik, 91054, Erlangen, DE; Kuth, Rainer, 91315,  
Höchstadt, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>102007012360</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2007/02 21 233</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2005/01 82 315</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2010/00 36 394</b>	<b>A1</b>

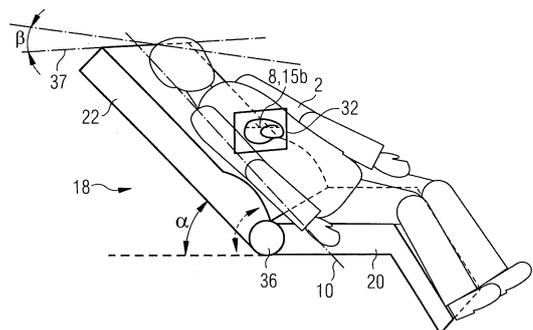
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Navigationseinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Navigationseinrichtung (24) umfasst

- eine in einen Patienten (2) einbringbare, an einer Flüssigkeitsoberfläche (8) schwimmbare Endoskopiekapsel (26),
- eine Spulenanordnung (28) zur Erzeugung eines an der Endoskopiekapsel (26) ausübenden magnetischen Feldes (30) in einem Arbeitsraum (32),
- einen Stuhl (18) zur Lagerung des Patienten (2) auf einer Sitzfläche (20) und einer Rückenlehne (22) derart, dass
- ein zu untersuchendes Hohlorgan (4) des Patienten (2) im Arbeitsraum (32) in einer solchen Raumlage angeordnet ist, dass
- eine vorgebbare Querschnittsfläche (15a, b) durch das Hohlorgan (4) eine waagerechte Lage im Arbeitsraum (32) einnimmt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Navigationseinrichtung.

**[0002]** Zur nichtinvasiven Therapie oder Diagnose an bzw. in Hohlorganen von Patienten ist heute, z. B. aus der DE 103 40 925 B3, die sogenannte magnetisch geführte Kapselendoskopie (MGCE, Magnetically Guided Capsule Endoscopy). Eine Spulenanordnung erzeugt ein Magnetfeld. Das Magnetfeld erzeugt eine Kraft bzw. ein Drehmoment (im folgenden als „Kraft“ zusammengefasst) an der Endoskopiekapsel. So kann diese im Patienten zielgerichtet bewegt, also navigiert werden. Die Gesamtanordnung wird Navigationseinrichtung genannt. Die Kapsel trägt z. B. eine Videokamera zur optischen Inspektion des Hohlorgans oder ein Medikamentenreservoir bzw. eine Biopsienadel zur ortsgenauen Medikamentengabe bzw. Biopsie im Hohlorgan.

**[0003]** Bei der MGCE befindet sich der Patient üblicherweise in einer horizontalen, d. h. waagerechten Liegeposition in Seiten-, Rücken- oder Bauchlage. Je nach zu untersuchendem Hohlorgan ist diese Position suboptimal für die Durchführung einer MGCE. Beispielsweise führt die anatomische Lage des Magens als Hohlorgan im menschlichen Körper in der Liegeposition dazu, dass die Endoskopiekapsel mit Hilfe der Spulenanordnung hauptsächlich an Steigungen beziehungsweise Gefällen entlang gesteuert werden muss. Dies hat verschiedene Konsequenzen: Zum ersten ist eine komplexe Spulenanordnung von Nöten, um genügend Freiheitsgrade für die Kapselbewegungen zu generieren. Zum zweiten ist hierdurch die Benutzerschnittstelle zur Steuerung der Spulenanordnung beziehungsweise Endoskopiekapsel komplex, da eine Vielzahl von Kapselmanövern möglich sein muss, wenn z. B. eine vollständige Sichtung der gesamten Mageninnenwand garantiert werden soll. Zum dritten ist daher einiges an Training für den Benutzer der MGCE notwendig, um die mit der Endoskopiekapsel durchzuführenden Abläufe, d. h. deren gezielte Bewegung, einzustudieren.

**[0004]** Aus der DE 10 2007 012 360 A1 ist eine alternative Navigationseinrichtung zur MGCE bekannt, bei welcher der Patient anstelle der Liegeposition in einer aufrechten Sitzposition auf einem Stuhl gelagert ist. Hier schwimmt die Endoskopiekapsel auf einer Wasseroberfläche im zum Teil mit Wasser angefüllten Hohlorgan des Patienten und wird durch eine vereinfachte Spulenanordnung zweidimensional entlang der Wasseroberfläche bewegt. Um eine Bewegung in der dritten Dimension, also bezüglich der Wasseroberfläche nach oben oder unten, zu ermöglichen, wird der Wasserspiegel im Magen des Patienten und damit die Kapsel erhöht oder abgesenkt. So wird z. B. die Untersuchung auch oberer und unterer Berei-

che, d. h. z. B. des Ein- oder Ausgangs des Magens, ermöglicht.

**[0005]** Die o. g. und vergleichbare Untersuchungen oder Behandlungen eines Patienten sind sowohl mit der genannten Endoskopiekapsel, aber auch jedem sonstigen schwimmbaren magnetischen Element, z. B. einem Endoroboter oder einer blinden, also kamerlosen Kapsel zur Medikamentengabe durchführbar. Im folgenden soll verallgemeinernd für die genannten alternativen Varianten stets der Begriff „Endoskopiekapsel“ auch vergleichbare Lösungen umfassen.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Navigationseinrichtung anzugeben.

**[0007]** Die Erfindung beruht auf der grundlegenden Erkenntnis, dass die oben genannten Nachteile vermieden werden können, wenn der Patient während der MGCE in einer weiter verbesserten Position gelagert wird, die sich an der optimalen Ausrichtung des aktuell zu untersuchenden Hohlorgans orientiert. Die grundlegende Idee besteht darin, eine verbesserte Lagerungseinrichtung für den Patienten bereitzustellen, die eine verbesserte bzw. optimale Positionierung des Patienten für die Untersuchung des jeweiligen Hohlorgans erlaubt. Als Folge hiervon bzw. zusätzlich kann dann noch eine verbesserte Spulenanordnung zur Erzeugung des magnetischen Feldes zur Kraftausübung auf die Endoskopiekapsel angegeben werden, so dass die Endoskopiekapsel in der erfindungsgemäß optimierten Situation besser gesteuert werden kann.

**[0008]** Die Aufgabe wird gelöst durch eine Navigationseinrichtung gemäß Patentanspruch 1. Diese enthält eine in den Patienten einbringbare Endoskopiekapsel, welche in der Lage ist, an einer Flüssigkeitsoberfläche zu schwimmen. Mit anderen Worten wird mit der Navigationseinrichtung die oben genannte Kapselendoskopie derart durchgeführt, dass das zu untersuchende Hohlorgan des Patienten mit einer Flüssigkeit gefüllt wird, an deren Oberfläche dann während der MGCE die Endoskopiekapsel schwimmt und schwimmend durch das Magnetsystem bewegt wird. Die Navigationseinrichtung umfasst weiterhin eine Spulenanordnung zur Erzeugung eines magnetischen Feldes. Das magnetische Feld interagiert mit der Endoskopiekapsel bzw. einem in dieser befindlichen magnetischen Element und erzeugt so eine Kraft an der Endoskopiekapsel. Mit Hilfe dieser Kraft kann die Endoskopiekapsel im Patienten schwimmend an der Flüssigkeitsoberfläche navigiert, d. h. deren Ortsposition verändert werden. Die Freiheitsgrade der Bewegung richten sich hier im wesentlichen nach dem verwendeten Spulensystem. Die Spulenanordnung ist so ausgestaltet, dass diese ein zur Kraftausübung taugliches magnetisches Feld hauptsächlich innerhalb eines Arbeitsraumes, d. h. eines abgegrenzten Raumbereiches erzeugt, z. B. in-

nerhalb eines Würfels von etwa 30 cm Kantenlänge. Während der MGCE ist die Kapsel in diesem Arbeitsraum zu halten, da sie nur dort ausreichend exakt navigiert werden kann.

**[0009]** Die Navigationseinrichtung umfasst außerdem einen Stuhl zur Lagerung des Patienten auf einer Sitzfläche. Erfindungsgemäß ist der Stuhl derart ausgestaltet, dass folgende Lagerung des Patienten erfolgt: Der Patient wird auf dem Stuhl derart gelagert, dass ein zu untersuchendes Hohlorgan des Patienten im Arbeitsraum angeordnet ist. Zusätzlich ist durch die erfindungsgemäß vom Stuhl bereitgestellte Lagerung das Hohlorgan in einer solchen Raumlage angeordnet, dass eine vorgebbare Querschnittsfläche durch das Hohlorgan eine waagerechte Lage im Arbeitsraum einnimmt.

**[0010]** Mit anderen Worten wird also zunächst im Patienten eine Querschnittsfläche durch das Hohlorgan definiert. Die Querschnittsfläche ist die Fläche, in der die Endoskopiekapsel später bewegt werden soll bzw. kann. Als Querschnittsfläche wird z. B. insbesondere die maximale Querschnittsfläche durch ein Hohlorgan des Patienten gewählt, da so für die Endoskopiekapsel im Hohlorgan eine maximale Beweglichkeit bzw. maximaler flächiger Bewegungsspielraum zur Verfügung steht. Die Querschnittsfläche kann auch eine solche sein, die bei einer Kapselbewegung entlang dieser Fläche eine möglichst gute oder vollständige Inspektion oder Therapie des Hohlorgans ermöglicht.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird dann der Patient mit Hilfe des Stuhls derart gelagert, dass die entsprechende Querschnittsfläche sich erstens im Arbeitsraum und zweitens auch in einer waagerechten Lage befindet. Als Folge hiervon ist das Hohlorgan derart mit Flüssigkeit befüllbar, dass die Flüssigkeitsoberfläche, welche sich stets waagerecht ausrichtet, in Deckung mit der Querschnittsfläche gelangt. Da die Endoskopiekapsel an der Flüssigkeitsoberfläche schwimmt bildet die Querschnittsfläche damit eine waagerechte Arbeitsfläche im Patienten, auf welcher die Endoskopiekapsel zumindest translatorisch verschiebbar ist. Der Stuhl weist eine Sitzfläche für den Unterkörper und eine Rückenlehne für den Oberkörper des Patienten auf.

**[0012]** Mit anderen Worten wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, einen Stuhl oder eine Liege zur Lagerung des Patienten zu schaffen, auf dem der Patient eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Position für die MGCE einnimmt. Die verbesserte bzw. optimale Position des Patienten kann dann z. B. wie folgt definiert werden: Es wird eine waagerechte Ebene im Arbeitsraum bzw. im Zentrum des Arbeitsraumes definiert. Der Arbeitsraum ist dabei so definiert, dass ein Patient darin so gelagert werden kann, dass sein Magen sich dort befindet, wo die Ma-

gnetkräfte auf die Endoskopiekapsel gezielt bzw. maximal einwirken. Der Patient wird dann erfindungsgemäß so gelagert, dass die Schnittmenge seines ausgedehnten Mageninnenraums mit der definierten Ebene maximiert werden kann. Dies entspricht der optimalen Positionierung des Patienten. Denn ist der Magen in dieser Position mit einer Flüssigkeit gefüllt, so wird die Größe der verfügbaren Flüssigkeitsoberfläche maximiert.

**[0013]** Ein Vorteil der Erfindung ist, dass das benötigte Spulendesign der Spulenanordnung zu einer vollständigen Untersuchung bzw. Behandlung des Hohlorgans, z. B. zu einer vollständigen Magenendoskopie mit Hilfe der MGCE, wesentlich reduziert werden kann, wenn der Patient optimal durch den Stuhl lagerbar ist. Durch die optimale Wahl der Arbeitsfläche zur Kapselbewegung kann diese z. B. auf eine rein translatorische Bewegung reduziert werden. Die so erreichte Reduktion notwendiger Freiheitsgrade für die Kapselbewegung, d. h. die Steuerung der Endoskopiekapsel, hat zusätzlich eine vereinfachende Wirkung auf die Benutzerschnittstelle und das Benutzertraining einer die Spulenanordnung bzw. MGCE bedienenden Person.

**[0014]** In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind Stuhl und/oder Spulenanordnung derart verstellbar, dass die Relativlage zwischen der Querschnittsfläche und dem Arbeitsraum veränderbar ist. Mit anderen Worten ist die Querschnittsfläche im Bezugssystem des Patienten, also in relativer Fixlage zu diesem definiert, der Arbeitsraum jedoch in relativer Fixlage zur Spulenanordnung festgelegt. Durch die Änderung der Relativlage von Stuhl und Spulenanordnung zueinander kann die Relativposition zwischen Patient und Spulensystem verändert werden. Dies ist vorteilhaft, um z. B. anatomische Unterschiede verschiedener Patienten zu berücksichtigen und für jeden Patienten eine optimale Positionierung in der Navigationseinrichtung zu erreichen, insbesondere die Querschnittsfläche stets horizontal auszurichten. Z. B. ist in einer Ausführungsform die Rückenlehne relativ zur Sitzfläche verstellbar.

**[0015]** Die folgenden Beispiele sind insbesondere für die Verwendung der Erfindung in Verbindung mit dem Magen des Patienten als Hohlorgan sinnvoll bzw. optimiert. Sinngemäß können entsprechende Ausgestaltungen einer Navigationseinrichtung jedoch auch für andere Hohlorgane durchgeführt werden.

**[0016]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist z. B. eine der Rückenlehne zugeordnete Längsachse einen Winkel zur Waagerechten von 25° bis 50° auf. Die Längsachse der Rückenlehne verläuft hierbei in etwa parallel zur Lehnenfläche der Rückenlehne, auf welcher der Patient mit seinem Rücken anliegt. Mit anderen Worten wird so auch der Oberkörper des

Patienten bezüglich der Waagerechten um z. B. 40° geneigt. Die genaue Gradzahl muss z. B. für jeden Patienten speziell bestimmt werden. So wird die verfügbare horizontale Flüssigkeitsoberfläche, die sich bei Füllung des Magens ausbilden kann, bereits wesentlich gegenüber einer horizontalen oder vertikalen Lagerung des Patientenoberkörpers vergrößert. Die Gradangaben beziehen sich hierbei jeweils auf den endmontierten Zustand der Navigationseinrichtung, wenn sich also z. B. der Stuhl in der zur Durchführung der MGCE fertigen Position befindet.

**[0017]** In einer weiteren Ausgestaltung dieser Ausführungsform weist außerdem eine Querachse der Rückenlehne gegen die Waagerechte einen Neigungswinkel von 5° bis 30° auf. Die Querachse verläuft etwa parallel zur Lehnenfläche und senkrecht zu deren Längsachse. Mit anderen Worten wird so ein auf der Rückenlehne angeordneter Patientenoberkörper um seine Längsachse rotiert, so dass z. B. die linke Schulter des Patienten höher als die rechte Schulter liegt. Auf diese Weise befindet sich bspw. der Magenausgang des Patienten in einer besseren Höhe bzw. Lage zur Querschnittsfläche, um von einer dort beweglichen Kapsel untersucht zu werden. Die o. g. Neigung gegen die Waagerechte ist nur eine denkbare Variante zur Erreichung des Ziels: Wesentlich ist die Verdrehung des Patienten um dessen Längsachse im Bereich des Rückens. In der Regel wird die Rückenlehne des Sitzes um ihre Mittellängsachse rotiert, was letzten Endes zum gleichen Effekt, nämlich der Kippung des Patienten, führt.

**[0018]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung hat die Rückenlehne eine das Hohlorgan entlastende Vorwölbung. Z. B. der Magen eines Patienten ist in der Regel gestaucht, wenn der Patient mit dem Rücken an einer nahezu ebenen Rückenlehne anliegt. Durch die Vorwölbung erfährt der Rücken des Patienten eine Verformung, die sich auf eine Entlastung des Magens auswirkt. Der Magen wird in seiner Gestalt runder. Mit anderen Worten wird der Oberkörper des Patienten durch die Vorwölbung möglichst gerade gelagert, so dass z. B. der Magen des Patienten nicht gestaucht wird. Die Lage des Magens bzw. der definierten Querschnittsfläche im Arbeitsraum kann so nochmals verbessert werden.

**[0019]** In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Endoskopiekapsel zwei Kameras an gegenüberliegenden Seiten, die so angeordnet sind: Befindet sich die Kapsel im schwimmenden Zustand, so sind die Blickfelder dieser Kameras nach je einer Seite der Flüssigkeitsoberfläche gerichtet. Mit anderen Worten erfasst eine Kamera ein Bild von oberhalb und die andere Kamera von unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche. D. h. die Kapsel besitzt genug Auftrieb, um an der Oberfläche der Flüssigkeit zu bleiben und diese soweit zu durchstoßen, dass die obere Seite mit der einen Kamera aus der Flüssigkeit heraus

Bilder von z. B. der Magenoberseite machen kann. Die andere Kamera liefert dann Bilder von der unter Flüssigkeit stehenden Magenunterseite. In einem derartigen Fall reicht es aus, die Kapsel horizontal an der Flüssigkeitsoberfläche entlang zu bewegen, um bereits eine vollständige Endoskopie am Hohlorgan durchzuführen.

**[0020]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist die die beiden o. g. Seiten verbindende Längsachse im schwimmenden Zustand gegenüber der Senkrechten geneigt. Mit anderen Worten sind die Kameras schräg zur Flüssigkeitsoberfläche ausgerichtet. So entstehen mehr Möglichkeiten der Bildgebung von der Innenseite des Hohlorgans. Mit anderen Worten ist die Kapsel etwas geneigt, so dass abhängig vom Kameraöffnungswinkel in beiden Kamerabildern auch die Flüssigkeitsoberfläche zu sehen ist.

**[0021]** Hinsichtlich der Spulenanordnung besitzt diese in einer bevorzugten Ausführungsform zwei translatorische und einen rotatorischen Freiheitsgrad. Mit anderen Worten kann also die Endoskopiekapsel translatorisch auf der gesamten Arbeitsfläche verschoben werden und bspw. um eine Achse senkrecht zur Arbeitsfläche rotiert werden. Dies ist insbesondere für die o. g. schrägblickenden Kameras sinnvoll, da so verschiedene Betrachtungswinkel von ein und derselben Stelle des Hohlorgans ermöglicht werden.

**[0022]** In einer bevorzugten Ausführungsform bewirkt die Spulenanordnung an der Endoskopiekapsel einen zweiten rotatorischen Freiheitsgrad. Dieser kann z. B. um eine Achse verlaufen, welche in der bzw. parallel zur Flüssigkeitsoberfläche liegt. Beispielsweise kann so die Neigung der Kapsellängsachse und damit der o. g. Kamerablickwinkel bezüglich der waagerechten Wasseroberfläche verändert werden.

**[0023]** Hinsichtlich der Spulenanordnung sind in einer bevorzugten Ausführungsform drei orthogonale Spulen unter dem Stuhl, d. h. unter der Sitzfläche und/oder der Rückenlehne des Stuhls angeordnet. Insbesondere in Verbindung mit der oben genannten Variante der Verschiebbarkeit der Spulenanordnung können die Spulen bspw. in einer horizontalen Ebene unterhalb des Stuhls verschoben werden, um den Arbeitsraum relativ zum Stuhl und damit zu einem auf dem Stuhl gelagerten Patienten an eine geeignete Position zu verschieben.

**[0024]** In einer weiteren Ausführungsform kann die Spulenanordnung ein seitlich am Stuhl angeordnetes Spulenpaar aufweisen. Hierdurch werden weitere Steuerungsmöglichkeiten bzw. Freiheitsgrade zur Kapselmanipulation erreicht. Die Spulen sind in der Regel so angeordnet, dass sich ein auf dem Stuhl gelagerter Patient bzw. dessen Hohlorgan zwischen den Spulen befindet.

[0025] In einer weiteren Ausführungsform enthält die Spulenordnung eine oberhalb des Stuhls angeordnete Einzelspule. Die Einzelspule ist hierbei soweit oberhalb des Stuhls angeordnet, dass sich ein auf dem Stuhl gelagerter Patient dann bspw. zwischen dieser Einzelspule und der Sitzfläche und eventuell den unter dem Stuhl befindlichen drei Orthogonalspulen befindet.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform kann die Spulenordnung außerdem eine Spule enthalten, die einen auf dem Stuhl gelagerten Patienten umgreift. Insbesondere eine derartige Spule kann klappbar gelagert sein, um den Zugang zu einem auf dem Stuhl gelagerten Patienten zu erleichtern oder auch dem Patienten das Besteigen des Stuhls zu erleichtern.

[0027] Für eine weitere Beschreibung der Erfindung wird auf die Ausführungsbeispiele der Zeichnungen verwiesen. Es zeigen, jeweils in einer schematischen Prinzipskizze:

[0028] [Fig. 1](#) einen Patienten und dessen Magen in verschiedenen Lagerpositionen,

[0029] [Fig. 2](#) eine Navigationseinrichtung in Vorderansicht,

[0030] [Fig. 3](#) die Navigationseinrichtung aus [Fig. 2](#) in Seitenansicht,

[0031] [Fig. 4](#) eine alternative Navigationseinrichtung mit anderer Lagerungsposition für einen Patienten,

[0032] [Fig. 5](#) den Magen des Patienten aus [Fig. 4](#) im Detail,

[0033] [Fig. 6](#) eine Navigationseinrichtung mit Spulensystem,

[0034] [Fig. 7](#) eine Navigationseinrichtung mit alternativem Spulensystem.

[0035] [Fig. 1](#) zeigt einen Patienten **2** in verschiedenen räumlichen Lagen bzw. Lagerungspositionen und jeweils symbolisch dessen Magen als Hohlorgan **4** in der zugehörigen Lage. Der Magen **4** ist jeweils etwa zur Hälfte mit Flüssigkeit **6** gefüllt, wobei sich eine Flüssigkeitsoberfläche **8** jeweils waagrecht ausrichtet. In Position a) befindet sich der Patient **2** in einer horizontalen Liegeposition, d. h. eine Längsachse **10** des Oberkörpers **12** des Patienten befindet sich annähernd in der Waagerechten. Die Flüssigkeitsoberfläche **8** ist relativ klein, die Magenwände von dieser teilweise weit entfernt. Eine nicht dargestellte, an der Flüssigkeitsoberfläche **8** schwimmende Endoskopiekapsel kann nur begrenzt horizontal verfahren werden und hat teilweise großen Sichtabstand zur Magenwand.

[0036] In Position b) ist der Oberkörper **12** bzw. dessen Längsachse **10** gegenüber der Waagerechten um einen Winkel  $\alpha$  von etwa  $45^\circ$  geneigt. Gegenüber Position a) vergrößert sich daher die Flüssigkeitsoberfläche **8** im Hohlorgan **4** signifikant, da das Hohlorgan **4** in eine etwa horizontale Lage gelangt. Die maximalen Abstände der Magenwand zur Flüssigkeitsoberfläche **8** sind deutlich reduziert, die Kapsel kann in einem größeren Bereich horizontal verfahren werden.

[0037] Die in Position b) erreichte Lage der Flüssigkeitsoberfläche **8** im Hohlorgan **4** wird zunächst als ideal bzw. erstrebenswert für eine Kapselbewegung angenommen. Daher wird in fester Relativposition zum Patienten **2** bzw. Hohlorgan **4** eine Querschnittsfläche **15a** definiert, die sich mit der aktuellen Position der Flüssigkeitsoberfläche **8** deckt. Bei einer MGCE ist der Patient **2** dann so zu lagern, dass die Querschnittsfläche **15a** im Arbeitsraum der MGCE horizontal liegt. Wird dann das Hohlorgan soweit mit Wasser gefüllt, dass die Flüssigkeitsoberfläche **8** sich wieder mit der Querschnittsfläche **15a** deckt, kann die Kapsel dort ideal bewegt werden.

[0038] In Position c) ist der Patient **2** gegenüber Position b) um einen Winkel  $\beta$  von etwa  $15^\circ$  um die Längsachse **10** nach rechts gedreht. Die linke Schulter **16a** des Patienten **2** liegt damit höher als die rechte Schulter **16b**. Bezüglich der Waagerechten befindet sich das Hohlorgan **4** in einer noch weiter verbesserten Position für eine MGCE, da der Magenausgang **14** sich nun in einer Position befindet, die von der Flüssigkeitsoberfläche **8** aus besser inspiziert werden kann. Auch hier kann alternativ eine etwas abweichende Querschnittsfläche **15b** definiert werden, wenn diese Lage für eine MGCE erstrebenswerter erscheint.

[0039] [Fig. 2](#) zeigt den Patienten **2** in Position b) aus [Fig. 1](#) in einer Vorderansicht, wobei dieser auf einem Stuhl **18** gelagert ist. Der Stuhl **18** weist eine Sitzfläche **20** und eine Rückenlehne **22** auf. Der Stuhl **18** ist Teil einer Navigationseinrichtung **24**, die außerdem eine in das Hohlorgan **4** einbringbare Endoskopiekapsel **26** umfasst, welche während einer MGCE am Patienten **2** an der Flüssigkeitsoberfläche **8** schwimmt.

[0040] Die Navigationseinrichtung **24** umfasst außerdem eine Spulenordnung **28** zur Erzeugung eines magnetischen Feldes **30**. Dieses liegt insbesondere in einem Arbeitsraum **32** vor, welcher in fester räumlicher Relativlage zur Spulenordnung **28** liegt. Das Feld **30** wirkt dort mit einem nicht dargestellten, in der Endoskopiekapsel **26** angeordneten Magneten zusammen, um schließlich an der Endoskopiekapsel **26** eine Kraft zu erzeugen, mit Hilfe derer die Endoskopiekapsel **26** auf der Flüssigkeitsoberfläche **8** schwimmend navigiert wird. Der Stuhl ist erfindungs-

gemäß so beschaffen, dass die Patientenlagerung gerade so erfolgt, dass die Querschnittsfläche **15a** horizontal im Zentrum des Arbeitsraumes **32** ausgerichtet ist. Die MGCE kann so besonders effektiv erfolgen, wie oben erläutert. Dies wird erreicht, da die Rückenlehne **22** bzw. deren Längsachse **23** um den Winkel  $\alpha$  zur Waagerechten geneigt ist. Die Längsachse **23** ist hierbei parallel zur Längsachse **10** des Oberkörpers **12**.

**[0041]** **Fig. 3** zeigt die Situation aus **Fig. 2** in Seitenansicht in Richtung des Pfeils III, jedoch mit einem alternativen Stuhl **18**, welcher an der Rückenlehne **22** eine Vorwölbung **34** aufweist. Diese entlastet den Patienten **2** bzw. dessen Oberkörper **12** und ist derart gestaltet, dass – zumindest indirekt – das Hohlorgan **4** entlastet wird, im Beispiel also der Magen des Patienten **2** nicht gestaucht wird. Außerdem ist die Rückenlehne **22** bzw. deren Neigungswinkel  $\alpha$  gegenüber der Sitzfläche **20** durch ein Gelenk **36** verstellbar, um den Stuhl **18** bzw. die gesamte Navigations-einrichtung **24** an die anatomischen Gegebenheiten eines speziellen Patienten **2** anzupassen.

**[0042]** **Fig. 4** zeigt den Patienten **2** in einer Lage c) gemäß **Fig. 1**. Die Rückenlehne **22** des Stuhls **18** ist gegenüber **Fig. 2**, **Fig. 3** nicht nur geneigt, sondern zusätzlich um eine zur Patientenlängsachse **10** parallel verlaufende Achse etwa um den Winkel  $\beta$  rotiert. Mit anderen Worten ist eine Querachse **37** der Rückenlehne **22** gegenüber der Waagerechten um den Winkel  $\beta$  von ca.  $15^\circ$  geneigt. Die Patientenlagerung erfolgt daher so, dass die Querschnittsfläche **15b** im Arbeitsraum **32** horizontal liegt. Die Kapsel kann daher in der MGCE wie gewünscht, also auf der durch die Flüssigkeitsoberfläche **8** bzw. die Querschnittsfläche **15b** vorgegebenen Ebene translatorisch verschoben werden. Der gestrichelte Pfeil verdeutlicht nochmals die Verstellmöglichkeit der Rückenlehne **22** um das Gelenk **36**. **Fig. 5** zeigt vergrößert einen Ausschnitt des Hohlorgans **4** mit der Flüssigkeitsoberfläche **8**, auf der eine Endoskopiekapsel **26** in Richtung der Querschnittsfläche **15a** schwimmt. An ihren beiden Seiten **38a, b** trägt sie je eine Kamera **40a, b** deren Blickfelder **42a, b** auf die oberen bzw. untere Seiten der Wasseroberfläche **8** gerichtet sind. So kann mit Hilfe der Endoskopiekapsel **26** gleichzeitig sowohl die Oberseite **44a** als auch die Unterseite **44b** des Hohlorgans **4** untersucht werden. In der gezeigten ersten Ausführungsform ist die Endoskopiekapsel **26** derart konstruiert, dass deren Längsachse **46**, welche die Seiten **38a, b** verbindet, senkrecht zur Flüssigkeitsoberfläche **8** und damit vertikal im Raum steht. Somit sind auch die Blickfelder **42a, b** senkrecht nach oben bzw. nach unten ausgerichtet.

**[0043]** Gestrichelt zeigt **Fig. 5** eine alternative Endoskopiekapsel **26**, die, z. B. durch interne Massenverteilung derart ausgelegt ist, dass die Längsachse **46** stets schräg zur Flüssigkeitsoberfläche **8**, also in ei-

nem Neigungswinkel zur Senkrechten, ausgerichtet ist. Auch die Blickfelder **42a, b** sind so schräg zur Flüssigkeitsoberfläche **8** geneigt.

**[0044]** Durch die angedeutete Spulenanordnung **28** wird, wie oben erläutert, eine Kraft auf die Endoskopiekapsel **26** ausgeübt. Die Spulenanordnung **28** verfügt in einer ersten Ausführungsform über drei Freiheitsgrade, nämlich zwei translatorische Freiheitsgrade **48a, b** zur Bewegung der Kapsel in zwei Dimensionen entlang der Flüssigkeitsoberfläche **8**. Ein weiterer, erster rotatorischer Freiheitsgrad **50a** ist hierbei insbesondere für die gestrichelt dargestellte Endoskopiekapsel **26** sinnvoll, um diese um eine Achse senkrecht zur Flüssigkeitsoberfläche **8** zu rotieren und so verschiedene Blickrichtungen für die Blickfelder **42a, b** bei unveränderter translatorischer Kapselposition einstellen zu können.

**[0045]** In einer alternativen Ausführungsform erzeugt die Spulenanordnung **28** noch einen zweiten rotatorischen Freiheitsgrad **50b** um eine Achse parallel zur Flüssigkeitsoberfläche **8**, um durch Kraftausübung bspw. auch den Neigungswinkel der ausgezogen dargestellten Endoskopiekapsel **26** gegenüber der Wasseroberfläche **8** bzw. der Senkrechten beliebig verändern zu können.

**[0046]** **Fig. 6** zeigt einen Stuhl **18** mit einer Spulenanordnung **28**, welche aus drei orthogonal zueinander ausgerichteten Spulen **52a–c** besteht, die unter dem Stuhl **18** angeordnet sind. Um den von den Spulen **52a–c** erzeugten Arbeitsraum **32** relativ zum Stuhl **18** zu verschieben, sind die Spulen **52a–c** entlang der Pfeile **54a, b** translatorisch unterhalb des Stuhls **18** relativ zu diesem verschiebbar.

**[0047]** **Fig. 6** zeigt gestrichelt eine zweite alternative Ausführungsform einer Spulenanordnung **28**, bei welcher diese noch zusätzlich seitlich angeordnete Spulen **56a, b** aufweist.

**[0048]** **Fig. 7** zeigt eine weitere alternative Ausführungsform eines Spulensystems **28**, bei der dieses nochmals um eine Spule **58** ergänzt ist, die oberhalb des Stuhls **18** angeordnet ist und in der gezeigten Position außerdem den Patienten **2** bzw. dessen Oberkörper **12** umgreift. Um den Zugang zum Patienten **2** zu erleichtern, ist die Spule **58** außerdem in Richtung des Pfeils **60** abklappbar.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 10340925 B3 [[0002](#)]
- DE 102007012360 A1 [[0004](#)]

**Patentansprüche**

1. Navigationseinrichtung (24),
  - mit einer in einen Patienten (2) einbringbaren, an einer Flüssigkeitsoberfläche (8) schwimmbaren Endoskopiekapsel (26),
  - mit einer Spulenordnung (28) zur Erzeugung einer Kraft an der Endoskopiekapsel (26) ausübenden magnetischen Feldes (30) in einem Arbeitsraum (32),
  - mit einem Stuhl (18) zur Lagerung des Patienten (2) auf einer Sitzfläche (20) und einer Rückenlehne (22) derart, dass
  - ein zu untersuchendes Hohlorgan (4) des Patienten (2) im Arbeitsraum (32) in einer solchen Raumlage angeordnet ist, dass
  - eine vorgebbare Querschnittsfläche (15a, b) durch das Hohlorgan (4) eine waagerechte Lage im Arbeitsraum (32) einnimmt.
2. Navigationseinrichtung (24) nach Anspruch 1, bei der der Stuhl (18) und/oder die Spulenordnung (28) derart verstellbar ist, dass die Relativlage zwischen Querschnittsfläche (15a, b) und Arbeitsraum (32) veränderbar ist.
3. Navigationseinrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der eine Längsachse (23) der Rückenlehne (22) um einen Winkel von 25°–50° zur Waagerechten geneigt ist.
4. Navigationseinrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der eine Querachse (37) der Rückenlehne (22) um einen Winkel von 5°–30° zur Waagerechten geneigt ist.
5. Navigationseinrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Rückenlehne (22) eine das Hohlorgan (4) entlastende Vorwölbung (34) aufweist.
6. Navigationseinrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Endoskopiekapsel (26) an gegenüberliegenden Seiten (38a, b) zwei Kameras (40a, b) enthält, deren Blickfelder (42a, b) im schwimmenden Zustand nach je einer Seite der Flüssigkeitsoberfläche (8) gerichtet sind.
7. Navigationseinrichtung (24) nach Anspruch 6, bei der eine die Seiten (38a, b) verbindende Längsachse (46) im schwimmenden Zustand gegenüber der Senkrechten geneigt ist.
8. Navigationseinrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Spulenordnung (28) zur Bewegung der Endoskopiekapsel (26) zwei translatorische (48a, b) und einen rotatorischen Freiheitsgrad (50a) aufweist.
9. Navigationseinrichtung (24) nach Anspruch 8, bei der die Spulenordnung (28) zur Bewegung der Endoskopiekapsel (26) einen zweiten rotatorischen Freiheitsgrad (50b) aufweist.
10. Navigationseinrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Spulenordnung (28) drei unter dem Stuhl (18) angeordnete orthogonale Spulen (52a–c) aufweist.
11. Navigationseinrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Spulenordnung (28) ein seitlich am Stuhl (18) angeordnetes Spulenpaar (56a, b) aufweist.
12. Navigationseinrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Spulenordnung (28) eine oberhalb des Stuhls angeordnete Einzelspule (58) aufweist.
13. Navigationseinrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Spulenordnung (28) eine den auf dem Stuhl (18) gelagerten Patienten (2) umgreifende Spule (58) aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

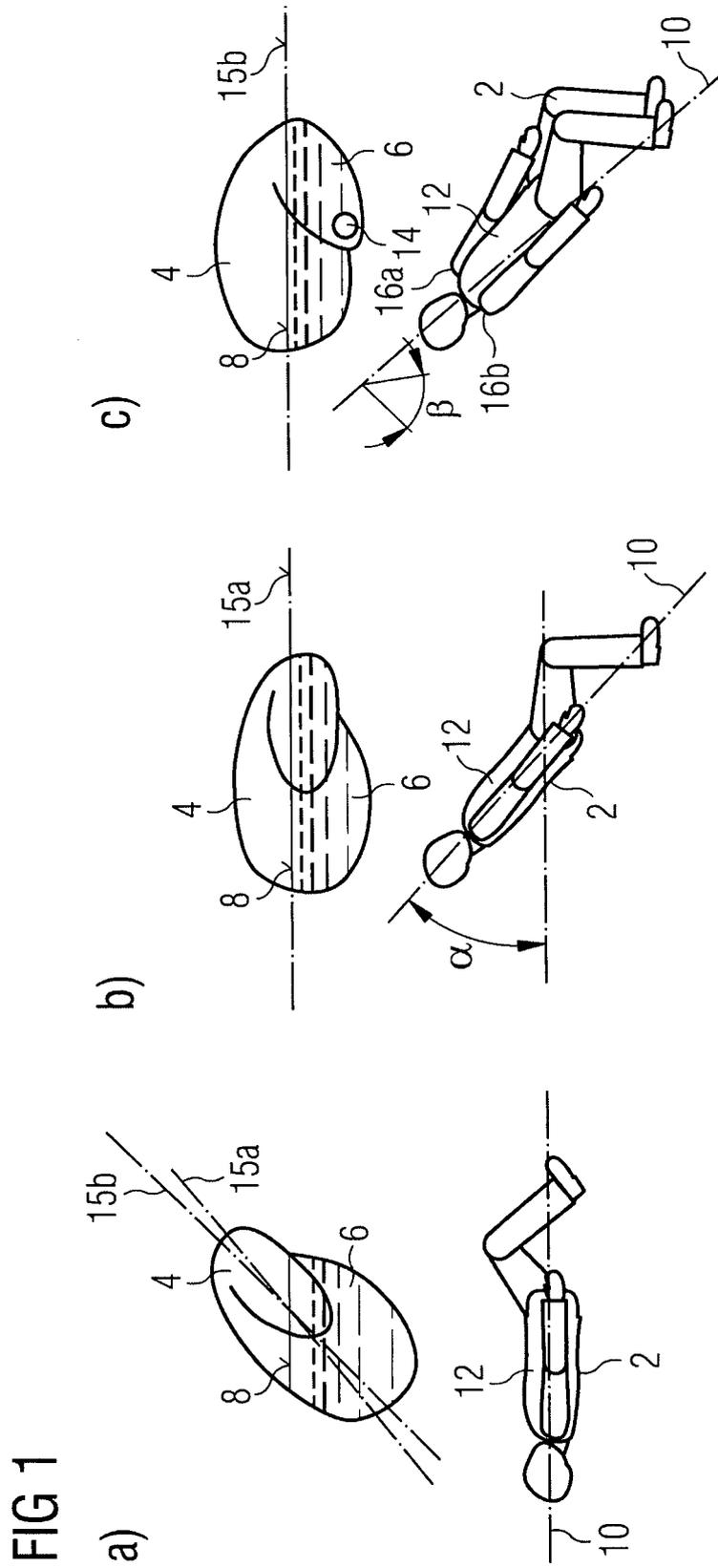


FIG 3

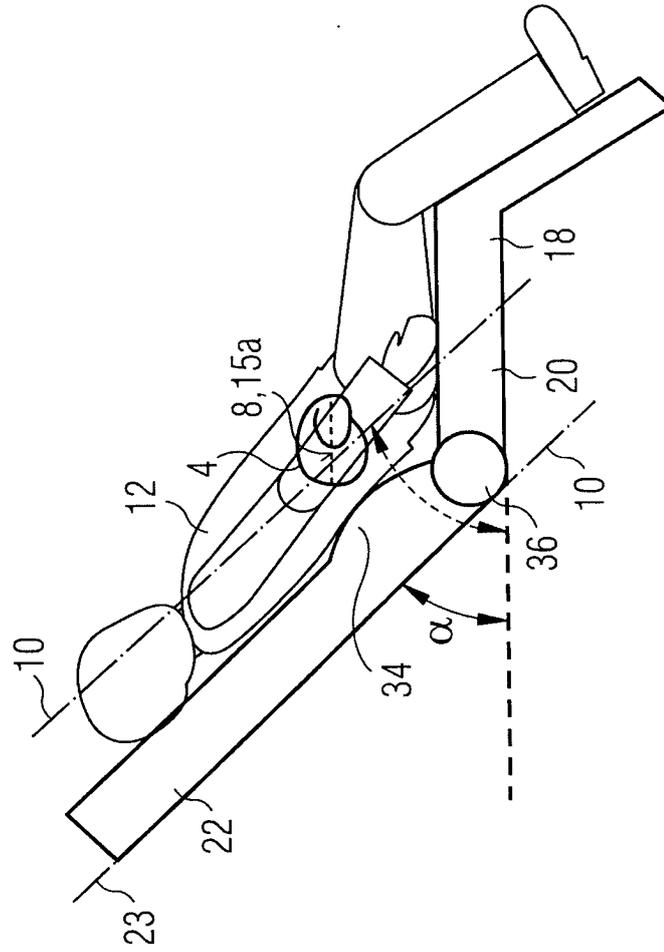


FIG 2

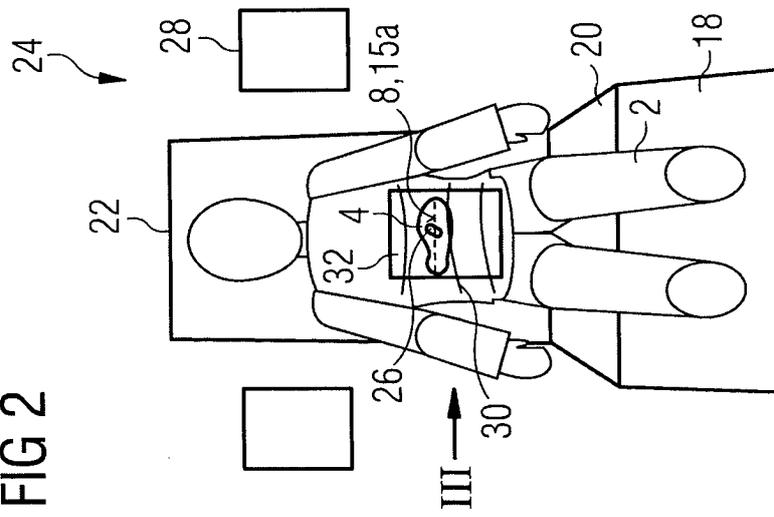


FIG 4

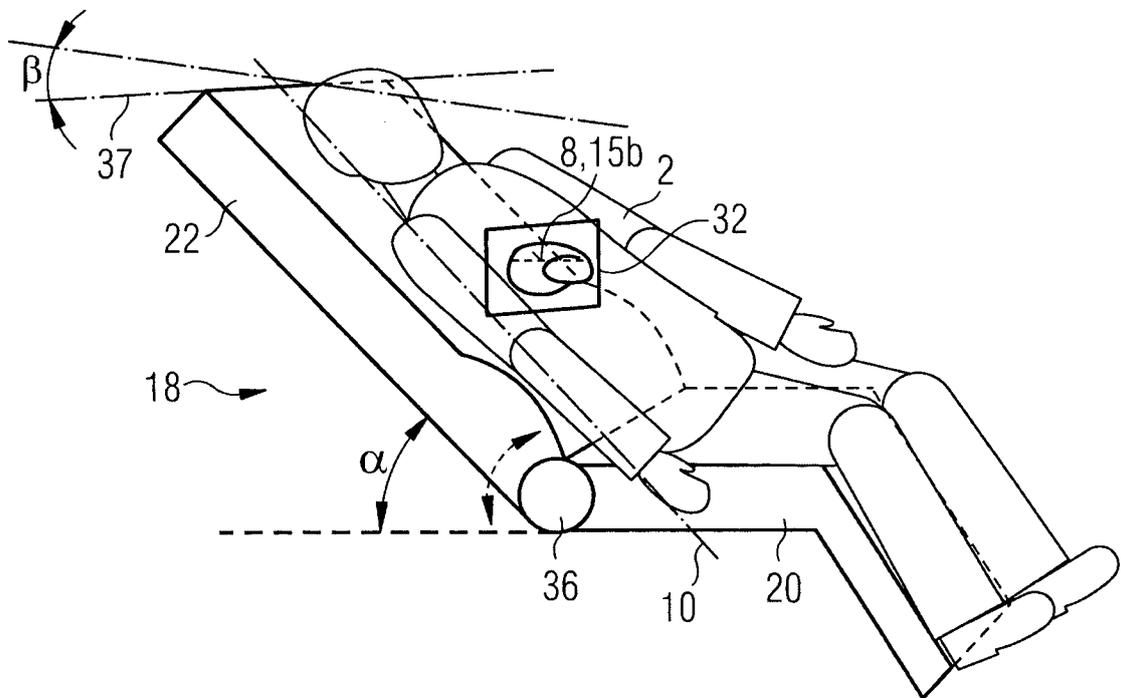


FIG 5

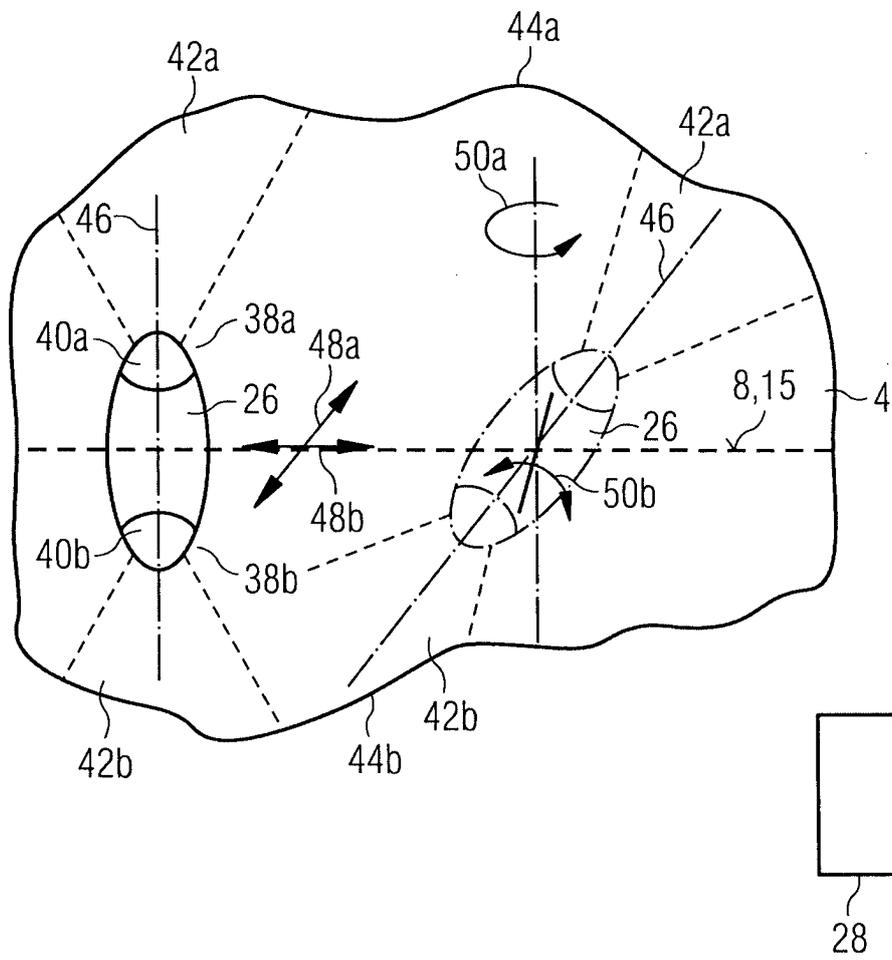


FIG 6

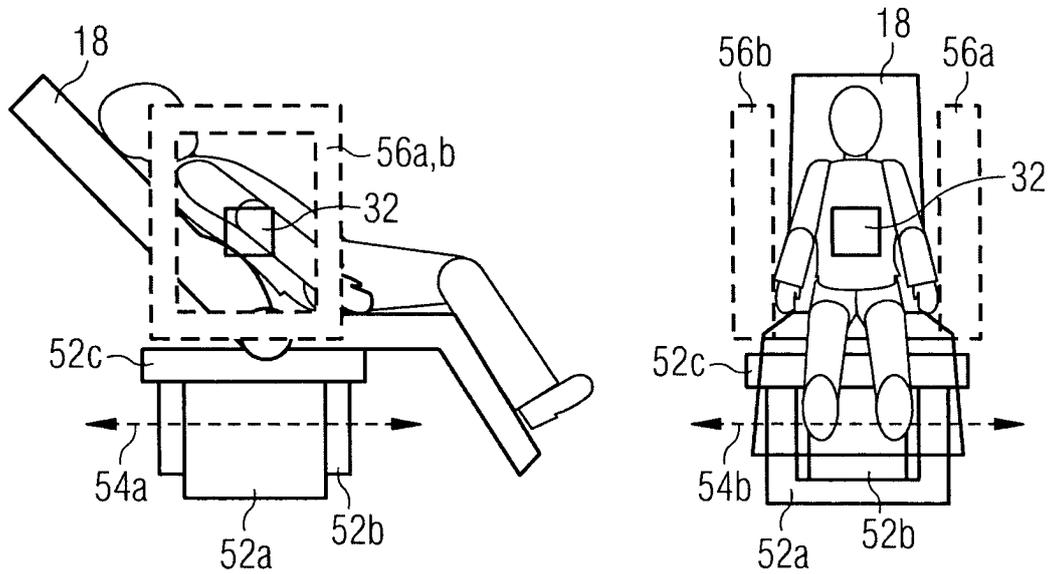


FIG 7

