



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 54 739 A1** 2004.06.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 54 739.8**

(22) Anmeldetag: **21.11.2003**

(43) Offenlegungstag: **03.06.2004**

(51) Int Cl.7: **A61G 7/018**

(30) Unionspriorität:

60/429283	26.11.2002	US
10/248859	25.02.2003	US

(71) Anmelder:

**GE Medical Systems Global Technology Company
LLC, Waukesha, Wisconsin, US**

(74) Vertreter:

Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

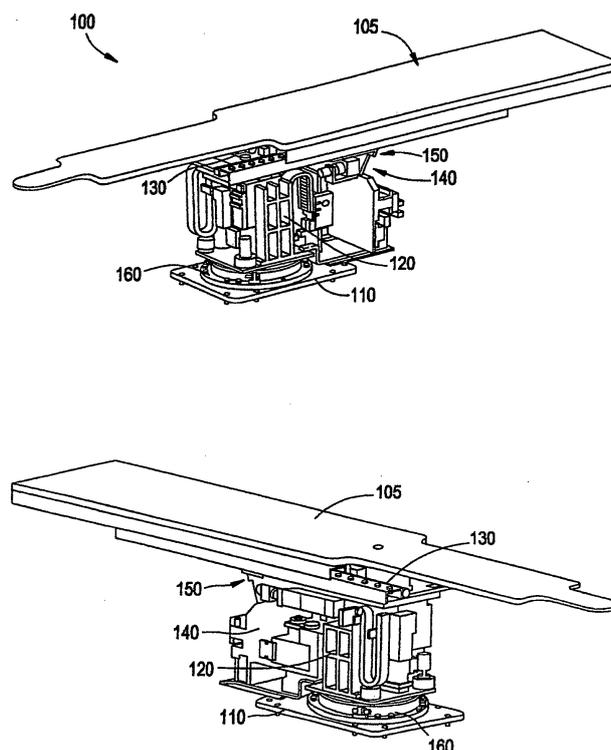
(72) Erfinder:

Varadharajulu, Muthuvelan, Chennai, IN

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Kollisionsverhütung bei einer verstellbaren Patientenlagerungseinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Bestimmte Ausführungsformen enthalten ein System und ein Verfahren zur Kollisionsverhütung bei einem Patientenpositioniersystem (100). Das System (100) weist eine Patientenpositionierfläche (105), einen Stellungssensor zur Bestimmung einer Stellung der Patientenpositionierfläche (105) und ein Steuersubsystem (170) zur Steuerung des Funktionsablaufs des Patientenpositioniersystems (100) auf. Das Steuersubsystem (170) bestimmt dynamisch einen freien Abstand zwischen der Patientenpositionierfläche (105) und dem Gegenstand. Das Steuersubsystem (170) unterbricht die Bewegung der Patientenpositionierfläche (105), wenn der freie Abstand kleiner oder gleich einem minimalen Sicherheitsabstand wird. Das Steuersubsystem (170) kann den freien Abstand dynamisch vor, während und/oder nach der Bewegung der Patientenpositionierfläche (105) bestimmen. Das Verfahren (500) beinhaltet die Bestimmung eines freien Abstandes zwischen der Patientenpositionierfläche (105) und einem Gegenstand (540), den Vergleich des freien Abstandes mit einem minimalen Sicherheitsabstand (550) und das Unterbrechen der Bewegung der Patientenpositionierfläche (105), wenn der freie Abstand kleiner oder gleich dem minimalen Sicherheitsabstand (560) wird.



Beschreibung

Technischer Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein die Kollisionsverhütung bei einer verstellbaren Patientenlagerungs- oder Positioniereinrichtung. Insbesondere bezieht sich die Erfindung darauf bei einer verstellbaren Patientenlagerungs- oder Positioniereinrichtung dynamisch einen Spielraum zur Kollisionsverhütung zu berechnen.

[0002] Verstellbare Patientenlagerungs- oder Positioniereinrichtungen erlauben es einem in einem Heilberuf Tätigen, wie einem Arzt, einer Krankenschwester oder einem Techniker einen Patienten während einer medizinischen Anwendung, wie etwa Röntgen (XR), Computertomographie (CT), EBT, nuklearen und PET-Anwendungen, lagerichtig zu positionieren. Patientenpositioniereinrichtungen, wie Tische oder andere Träger, gestatten es, einen Patienten während einer Anwendung anzuheben, ihn in seitlicher oder Längsrichtung zu bewegen, ihn zu drehen und/oder zu verschwenken. Patientenpositioniereinrichtungen verbessern die Fähigkeit eines in einem Heilberuf Tätigen einen Patienten zu untersuchen und/oder an diesem eine medizinische Anwendung vorzunehmen. Es besteht ein Bedürfnis nach einer verbesserten Patientenpositioniereinrichtung, die bei angiographischen, neurologischen und kardiologischen Anwendungen Verwendung finden kann. Gegenwärtig gebräuchliche Patientenpositioniereinrichtungen ergeben, z.B. gewisse Beschränkungen bei der Darstellung von Abbildungen des Blutstrom in Arterien, Herz, Lungen oder im Gehirn. Es wird deshalb nach einem Patientenpositioniersystem gesucht, das bei der Blutstromdarstellung, bei angiographischen, neurologischen, kardiologischen und anderen ähnlichen Anwendungen die Stabilität verbessert und eine zuverlässige Positionierung des Patienten gewährleistet. Darüberhinaus besteht ein Bedürfnis nach einem Patientenpositioniersystem, das eine zuverlässige und leicht zu bewerkstelligen Positionierung eines Patienten mit der Flexibilität gestattet, die für Anpassung an verschiedene medizinische Anwendungen und Notfälle erforderlich ist. Eine verbesserte Patientenpositioniereinrichtung kann zum Positionieren eines Patienten komplexe Bewegungen ausführen. Bei solchen komplexen Bewegungen kann die Patientenpositioniereinrichtung auf dem Fußboden oder an einem anderen Gegenstand anstoßen. Eine solche Kollision kann aber eine Verletzung des Patienten und/oder eine Beschädigung der den Patienten positionierenden Einrichtung hervorrufen. Darüberhinaus kann eine Kollision die Kalibrierung des Systems auslösen und damit zu falschen Messergebnissen der bildgebenden Scans führen.

[0003] Es bestimmt deshalb ein Bedürfnis nach einem Verfahren und einem System zur Bestimmung eines freien Abstandes, um eine Kollision zwischen einer Patientenpositioniereinrichtung und dem Fuß-

boden oder einem anderen Gegenstand zu vermeiden.

Kurze Zusammenfassung der Erfindung

[0004] Bestimmte Ausführungsformen weisen ein System und ein Verfahren zur Kollisionsverhütung bei einem Patientenpositioniersystem auf. Das System enthält eine Patientenpositionierfläche zur Aufnahme eines Patienten, ein Hubs subsystem zur Einstellung der Höhenlage der Patientenpositionierfläche, ein Längsbewegungssystem zur Bewegung der Patientenpositionierfläche in einer Längsrichtung, ein Schwenksystem zum Schwenken der Patientenpositionierfläche, einen Stellungsfühler, um die Stellung der Patientenpositionierfläche zu bestimmen und ein Steuersubsystem zur Steuerung des Betriebsablaufs des Patientenpositioniersystems. Das Steuersubsystem bestimmt dynamisch einen freien Abstand zwischen der Patientenpositionierfläche und dem Gegenstand. Das Steuersubsystem unterbricht die Bewegung der Patientenpositionierfläche, wenn der freie Abstand kleiner oder gleich dem minimalen freien Sicherheitsabstand wird.

[0005] Das Steuersubsystem kann dynamisch den freien Abstand vor, während und/oder nach einer Bewegung der Patientenpositionierfläche bestimmen. Das Steuersubsystem kann außerdem die Bewegung der Patientenpositionierfläche beenden, wenn der freie Abstand gleich dem minimalen freien Sicherheitsabstand wird. Der Stellungssensor kann einen Messwertgeber (Encoder) zur Bestimmung der jeweiligen Stellung der Patientenpositionierfläche aufweisen. Der Stellungssensor kann es der Patientenpositionierfläche gestatten, in eine gespeicherte Stellung zurückzukehren. Gewisse Ausführungsformen können eine Anzahl Stellungssensoren enthalten, die die jeweilige Stellung der Patientenpositionierfläche längs mehreren Bewegungsachse bestimmen.

[0006] Bestimmte Ausführungsformen können auch ein Seitenbewegungssystem zur Bewegung der Patientenpositionierfläche in einer seitlichen Richtung aufweisen. Das System kann auch ein Rotations subsystem enthalten, um die Patientenpositionierfläche zu verdrehen. Schließlich kann eine Bremse dazu verwendet werden eine Bewegung der Patientenpositionierfläche zu verhindern.

[0007] Das Verfahren beinhaltet die Bestimmung eines freien Abstands zwischen einer gegenwärtigen Stellung der Patientenpositionierfläche und einem zu vermeidenden Gegenstand. Das Verfahren enthält außerdem den Vergleich des freien Abstandes mit einem minimalen freien Sicherheitsabstand und das Unterbrechen der Bewegung der Patientenpositionierfläche, wenn der freie Abstand kleiner oder gleich dem minimalen freien Sicherheitsabstand wird.

[0008] Das Verfahren kann auch die Bestimmung des minimalen freien Sicherheitsabstandes zur Verhütung einer Kollision mit dem zu vermeidenden Ge-

genstand enthalten. Außerdem kann das Verfahren die Unterbrechung der Bewegung der Patientenpositionierfläche enthalten, wenn der freie Abstand gleich dem minimalen freien Sicherheitsabstand wird. Zusätzlich kann das Verfahren die Bewegung der Patientenpositionierfläche in eine jeweils gewünschte Stellung beinhalten. Das Verfahren kann das Ausmessen der gegenwärtigen Stellung der Patientenpositionierfläche unter Verwendung eines Stellungssensors enthalten. Die gegenwärtige Stellung der Patientenpositionierfläche kann bezüglich einer Anzahl Bewegungsachsen gemessen werden. Die mehreren Bewegungsachsen können wenigstens eine Schwenk- und/oder eine Längs- und/oder eine Seitenachse umfassen.

Kurze Beschreibung verschiedener Ansichten der Zeichnung

[0009] **Fig. 1** zeigt ein Patientenpositioniersystem, das bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet ist,

[0010] **Fig. 2** zeigt verschiedene Stellungen einer Patientenpositionierfläche, die bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird,

[0011] **Fig. 3** zeigt verschiedene Stellungen einer Patientenpositionierfläche, die bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird,

[0012] **Fig. 4** veranschaulicht die Verschwenkung einer Patientenpositionierfläche mit und ohne Isozentrumsnachführung, wie sie bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Verwendung findet und

[0013] **Fig. 5** zeigt ein Flussdiagramm zu einem Verfahren zur Kollisionsverhütung bei einem bei einer Ausführungsform vorliegenden Erfindung verwendeten Positioniersystem.

[0014] Die im Vorstehenden angegebene Zusammenfassung wie auch die nachfolgende detaillierte Beschreibung verschiedener Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind anhand der beigefügten Zeichnung besser zu verstehen. Zum Zwecke der Veranschaulichung der Erfindung sind in der Zeichnung verschiedene Ausführungsformen dargestellt. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die in der beigefügten Zeichnung veranschaulichten Anordnungen, Einrichtungen und Geräte beschränkt ist.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0015] **Fig. 1** veranschaulicht ein Patientenpositioniersystem **100**, das bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Das Patientenpositioniersystem **100** weist eine Patientenpositionierfläche **105**, einen Sockel **110**, eine Teleskop-Hubsystem **120**, ein Längsbewegungssystem **130**, ein Schwenksystem **140**, ein seitliches Bewegungssystem

150 und ein Rotationssystem **160** auf. Das Patientenpositioniersystem **100** ist mit dem Tischsockel **110** in den Fußboden eingegossen oder auf diesem befestigt. Das System **100** enthält auch ein (nicht dargestelltes) Bewegungssteuersystem **170**. Das Patientenpositioniersystem ist in größerem Detail in der US-Patentanmeldung mit dem Titel „Grouted Tilting Patient Positioning Table for Vascular Applications“ U.S. Anmeldungsnummer 10/065,866, Anmeldetag 26. November 2002, mit den Erfindern Muthuvelan, Varadharaiulu, Rajagopal, Narayanasamy, Baskar Somasundaram und Shaji Alakkat beschrieben. Auf diese Anmeldung wird hierbei einschließlich der Beschreibung, Zeichnung, Ansprüche, Zusammenfassung und dergleichen Bezug genommen.

[0016] Um das Auflegen und Herunternehmen eines Patienten zu erleichtern, kann die Patientenpositionierfläche **105** unter Verwendung des Rotationssystems **160** um eine Vertikalachse verdreht werden. Die Patientenpositionierfläche **105** kann auch von Hand um das Rotationssystem **160** verdreht werden. Um den Patienten in einen bildgebenden Bereich zu bringen, kann die Patientenpositionierfläche **105** unter Verwendung des Teleskop-Hubsystems **120** aus einer Höhe auf der der Patient in einfacher Weise aufgelegt werden kann, vertikal in eine Höhe verbracht werden, in der die Bildaufnahme erfolgt (bspw. von 780 mm auf 1080 mm).

[0017] Um einen Teil des Körpers des Patienten in den Abbildungsbereich zu verbringen, kann die Patientenpositionierfläche **105** in einer seitlichen Richtung (bspw. +/-140 mm von einer normalen Aufnahmestellung aus unter Verwendung des seitlichen Bewegungssystems **150** bewegt werden. Die **Fig. 2, 3** veranschaulichen beispielhafte Stellungen der bei bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung verwendeten Patientenpositionierfläche **105**. [0018] Darüberhinaus kann das Teleskop-Hubsystem **120** zur Isozentrumsnachführung einen Hub oder eine Hubbewegung ausführen. Das (nicht dargestellte) Isozentrum ist der Punkt, in dem sich die drei Achsen der Gantry eines bildgebenden Röntgensystems schneiden. Durch die Isozentrumsnachführung wird ein interessierender Bereich des Patienten während einer Verschwenkung oder einer anderen Bewegung des Patientenpositioniersystems **100** in dem Isozentrum gehalten. Ein zusätzlicher Hub zur Isozentrumsnachführung wird von dem Teleskop-Hubsystem **120** erzeugt, das von einem teleskopischen Führungsmechanismus unterstützt wird, um ein von einer überhängenden Last herrührendes Moment aufzunehmen. **Fig. 4** veranschaulicht eine Verschwenkung der Patientenpositionierfläche **105** mit und ohne Isozentrumsnachführung wie sie bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung benutzt wird.

[0019] Für die Abbildung des Patienten vom Kopf zu den Zehen kann das Patientenpositioniersystem **100** eine entsprechende Längsbewegung des Längsbewegungssystems **130** benutzen. Zum Bolus-Chase (Verfolgung eines Bolus oder Kontrastmittels durch

die Blutgefäße eines Patienten) kann die Längsbewegung unter Verwendung des Längsbewegungssystems **130** und eines Führungsmechanismus mit einem drehzahlregelbaren Motor (z.B. 2 bis 15 cm/s) motorisch erzeugt werden. Bei einer bestimmten Ausführungsform können zusätzlich zu der motorisch erzeugten Bewegung die Seitenachse und die Längsachse eine Kupplung aufweisen, um eine Handverschwenkung der Patientenpositionierfläche **105** zu erleichtern. Die Kupplung kann dabei gelöst werden, damit eine Bedienperson die Patientenpositionierfläche **105** von Hand lagerichtig einstellen kann.

[0020] Für plötzlich auftretende vaskuläre Anwendungen, wie etwa unerwartet eintretende Situationen (z.B. abfallender Arteriendruck), für einen venösen Zugang und für CO₂-Untersuchungen, kann die Patientenpositionierfläche **105** in der Längsrichtung mit Kopf nach oben und Kopf nach unten verschwenkt werden (z.B. 12 Winkelgrad nach oben und 20 Winkelgrad nach unten). Ein interessierender Bereich des Patienten kann bei der Verschwenkung der Patientenpositionierfläche **105** in dem Isozentrum oder dem abzubildenden Bereich verbleiben. Bei einer Ausführungsform verbleibt das interessierende Gebiet dadurch in dem Isozentrum oder in dem Bildaufnahmebereich, dass eine synchronisierte Bewegung des Teleskop-Hubsystems **120**, des Längsbewegungssystems **130** und des Schwenksystems **140** entsprechend den zugehörigen reziproken kinematischen Formelbeziehungen vorgenommen wird.

[0021] Bei einer Ausführungsform dienen mechanische und elektrische Verriegelungen und eine Stellungsrückmeldung oder Rückkopplung von dem Patientenpositioniersystem **100** dazu die Sicherheit des Patienten zu gewährleisten. Auch können die Bewegung des Patienten einschränkende Mittel vorgesehen sein, um den Patienten auf der Patientenpositionierfläche **105** zu halten und so zu der Patientensicherheit beizutragen. Bei bestimmten Ausführungsformen des Patientenpositioniersystems **100** wird die Gewährleistung eines hohen Maßes an Patientensicherheit durch wirksame Verriegelungssysteme und redundante Systeme zur Vermeidung des Ausfalls einzelner Funktionen sichergestellt.

[0022] Sicherheitsverriegelungen und redundante Sicherheitssysteme sind dazu vorgesehen, um die Gewährleistung der Patientensicherheit bei dem Patientenpositioniersystem **100** zu unterstützen. Bei einer Ausführungsform sind alle Achsen des Patientenpositioniersystems **100** so konstruiert, dass sie mit Stellungsmeldern versehen sind, die in jeder Stellung und zu jedem Zeitpunkt die Koordinaten der Patientenpositionierfläche **105** angeben. Der jeweilige freie Abstand der Patientenpositionierfläche **105** von dem Fußboden wird berechnet, und die Bewegung der Patientenpositionierfläche **105** kommt zum Stillstand sobald der freie Bodenabstand kleiner oder gleich einem vorgegebenen Sicherheitsgrenzwert wird. Auf diese Weise werden Kollisionen verhütet.

[0023] Bei einer bestimmten Ausführungsform sind alle Achse mit redundanten Sicherheitssystemen ausgerüstet, um zu vermeiden, dass einzelne Funktionen ausfallen und um auf diese Weise zur Gewährleistung der Patientensicherheit beizutragen. Jede motorbetriebene Achse des Patientenpositioniersystems **100** kann einen inkrementalen Weggeber (Encoder) und eine Bremse (auf der Antriebs- oder der Motorseite) aufweisen. Jede motorisierte Achse kann auch einen Absolutwert-Weggeber (Encoder) und eine Bremse auf der Lastseite aufweisen. Im Normalbetrieb wirkt die Bremse auf der Antriebsseite so, dass sie irgendeine Bewegungsachse festsetzt. Wenn in dem Antriebsstrang ein Problem auftritt, wird durch eine Differenz zwischen den Messwertangaben des inkrementalen Weggebers (Antriebsseite) und des absoluten Weggebers (Lastseite) die Bremse auf der Lastseite betätigt um diese Achse stillzusetzen. Darüberhinaus können, wie oben beschrieben, während der medizinischen Anwendungen sowohl im erregten Zustand wirksame Bremsen als auch im nicht erregten Zustand wirksame Bremsen aktiviert werden, um die Stabilität und Steifheit der Patientenpositionierfläche **105** zu gewährleisten. Im Zustand unterbrochener Energieversorgung ist lediglich die im nicht erregten Zustand wirksame Bremse aktiviert, damit der Patient durch Verdrehen der Patientenpositionierfläche **105** leicht heruntergenommen werden kann.

[0024] Bei einer Ausführungsform kann die Patientenpositionierfläche **105** daran gehindert sein in der tiefsten Stellung der Patientenpositionierfläche **105** eine Schwenkbewegung auszuführen, weil die tiefste Stellung der Patientenpositionierfläche **105** für das leichte Aufladen und Abladen des Patienten bestimmt ist. Jede Achse ist mit einer bei Nichterregung wirksamen Bremse versehen um bei einem Netzausfall und/oder einem Ausfall der Motoren und Servoantriebe die Bewegung zu verriegeln. Jede Achse ist mit einer Softwarebegrenzung, einer Hardwarebegrenzung und mit mechanisch harten Anschlägen versehen. Ein Beispiel einer Softwarebegrenzung ist wie folgt: Im Normalbetrieb soll sich die Patientenpositionierfläche **105** nicht über einen bestimmten Punkt hinaus bewegen. Ein Beispiel einer Hardwarebegrenzung ist wie folgt: Die Patientenpositionierfläche **105** ist durch einen Grenzscharter gesteuert. Der Grenzscharter unterbricht die Bewegung der Patientenpositionierfläche **105**, wenn ein Softwarefehler auftritt. Ein Beispiel eines mechanisch harten Anschlags ist wie folgt: ein Endanschlag ist als Rückversicherung für den Fall vorgesehen, dass sowohl die Softwarebegrenzung als auch die Hardwarebegrenzung versagen. Die Koordinaten aller Achsen können kontinuierlich überwacht werden, um eine Kollision mit dem Fußboden und/oder vorgegebenen Gegenständen zu verhüten.

[0025] Nachfolgend werden einige Beispiele der Betriebsweise des Patientenpositioniersystems **100** angegeben. Die Beispiele dienen dazu die Verwendung

der Komponenten und Systeme des Patientenpositioniersystems **100** zu veranschaulichen und sind nicht als umfassende Auflistung zu verstehen.

[0026] So kann z.B. ein Patient auf die Patientenpositionierfläche **105** aufgelegt werden. Dazu wird die Patientenpositionierfläche **105** mittels des Teleskop-Hubsystems **120** auf 780 mm über dem Fußboden eingestellt. Daraufhin wird die Patientenpositionierfläche **105** mittels des Rotationssystems **160** auf die rechte oder die linke Seite verdreht. Als Nächstes wird der Patient auf die Patientenpositionierfläche **105** aufgelegt. Die Bewegung des Patienten einschränkende Mittel können dazu verwendet werden, den Patienten auf der Patientenpositionierfläche **105** festzulegen. Um den Patienten herunterzuladen, wird die Patientenpositionierfläche **105** mittels des Rotationssystems **160** auf die rechte oder die linke Seite verdreht. Die Patientenpositionierfläche **105** ist von dem Hubsystem **120** auf eine Höhe von 780 mm über dem Fußboden eingestellt. Die die Bewegung des Patienten einschränkende Mittel werden entriegelt und der Patient wird von der Patientenpositionierfläche **105** heruntergenommen.

[0027] Der Patient kann auch z.B. in den Abbildungsbereich eingebracht werden. Das Rotationssystem **160** verdreht dazu die Patientenpositionierfläche **105** auf Null Winkelgrad. Als Nächstes wird die Patientenpositionierfläche **105** mittels des Teleskop-Hubsystems **120** vertikal auf den Abbildungsbereich angehoben. Sodann wird die Patientenpositionierfläche **105** mittels des seitlichen Bewegungssystems **105** in dem Abbildungsbereich seitlich einjustiert. Die Patientenpositionierfläche **105** kann auch mittels des Längsbewegungssystems **130** in Längsrichtung so einjustiert werden, dass sie die richtige Stellung in dem Abbildungsbereich einnimmt.

[0028] Ein Patient kann auf der Patientenpositionierfläche **105** zum Zwecke verschiedener medizinischer Anwendungen und Untersuchungen zweckentsprechend positioniert werden. Zum Beispiel kann bei einer Angiographie der Kopf des Patienten dadurch richtig eingestellt werden, dass die Patientenpositionierfläche **105** mittels des Teleskop-Hubsystems **120** entsprechend angehoben oder abgesenkt wird. Darüberhinaus kann mittels des seitlichen Bewegungssystems **150** und des Längsbewegungssystems **130** eine 4-Weg-Einstellung in der Horizontalen erfolgen. Zu einer peripheren Angiographie kann die Patientenpositionierfläche **105** mittels des Rotationssystems **160** und mittels des Verschwenksystems **140** in die jeweils richtige Lage verdreht bzw. verschwenkt werden.

[0029] Zum Bolus-Chase können eine Bewegung des Patienten verhindernde Mittel verwendet werden, um den Patienten auf der Patientenpositionierfläche **105** festzulegen. Das Längsbewegungssystem **130** bewegt die Patientenpositionierfläche **105** im Bolusmodus in der Längsrichtung (0 – 15 cm/s). Beispielsweise für einen Eingriff in eine Vene und für CO₂-Untersuchungen halten eine Bewegung des Pa-

tienten verhindernde Mittel den Patienten in Berührung mit der Patientenpositionierfläche **105**, während das Hubsystem **120** das Längsbewegungssystem **130** und das Verschwenksystem **140** zur Isozentrumnachführung benutzt werden können, um damit das jeweils gewünschte Abbildungsgebiet während der Bewegung festzuhalten. In unerwartet auftretenden Situationen halten die die Beweglichkeit des Patienten einschränkende Mittel den Patienten auf der Patientenpositionierfläche **105**, während das Schwenksystem **140** den Patienten in eine jeweils gewünschte Stellung verschwenkt.

[0030] Herz-Lungenwiederbelebung (Cardiac Pulmonary Resuscitation CPR) ist eine Anwendung, die bei Patienten vorgenommen wird, die bspw. einen Herzstillstand erlitten haben. Um einen Patienten in eine CPR-Stellung zu überführen, wird, wenn die Patientenpositionierfläche **105** in einer Horizontalstellung steht, die Patientenpositionierfläche **105** mittels des Längsbewegungssystems **130** in Längsrichtung zurückbewegt. Sodann wird die Patientenpositionierfläche **105** mittels des Hubsystems **120** abgesenkt. Wenn die Patientenpositionierfläche **105** verschwenkt ist, führt das Schwenksystem **140** die Patientenpositionierfläche **105** in die Horizontalstellung zurück. Sodann bewegt das Längsbewegungssystem **130** die Patientenpositionierfläche **150** nach hinten während das Hubsystem **120** die Patientenpositionierfläche **105** absenkt; um die Anwendung der CPR auf den Patienten zu ermöglichen.

[0031] Das Teleskop-Hubsystem **120** wird von dem Patientenpositioniersystem **100** dazu benutzt hohe Lastmomente aufzunehmen und eine Anhebebewegung oder einen Hub zu erzeugen, um einen Patienten in den Abbildungsbereich zu bringen. Das Verschwenksystem **140** ermöglicht es dem Patientenpositioniersystem **100** eine Verschwenkung im Sinne von Kopf nach oben und Kopf nach unten vorzunehmen und durch Isozentrumnachführung eine bestimmte Abbildungsstellung beizubehalten. Das Patientenpositioniersystem **100** weist ein seitliches Bewegungssystem **150** auf, um die Patientenpositionierfläche **105** unter Benutzung motorgetriebener und/oder von Hand erfolgreicher Bewegungen in einer Ebene seitlich zu bewegen.

[0032] Das Patientenpositioniersystem **100** erleichtert ein motorisches Bolus-Chase mit Abbildung vom Kopf bis zu den Zehen, so dass ein Bild während des Durchlaufs des Kontrastmittels durch den Patienten verfolgt werden kann. Das Patientenpositioniersystem **100** verfolgt die Koordinaten der Patientenpositionierfläche **105**. Die Stellungsverfolgung erleichtert die Verhütung von Kollisionen mit dem Fußboden und/oder mit vorgegebenen Gegenständen. Die Stellungsverfolgung erlaubt es dem Patientenpositioniersystem **100** auch, die Patientenpositionierfläche **105** in eine vorher aufgezeichnete und/oder gespeicherte Stellung zurückzuführen.

[0033] Im Vorstehenden wurden Beispiele für die komplexe Bewegung des Patientenpositioniersys-

tems **100** beschrieben. Die Ausführung komplexer Bewegungen, um die Patientenpositionierfläche **105** für die verschiedenen medizinischen Anwendungen lagerichtig zu positionieren, beinhaltet die Gefahr einer Kollision zwischen der Patientenpositionierfläche **105** und dem Fußboden und/oder einem anderen Gegenstand in dem Untersuchungsraum. Bestimmte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung schaffen ein System und ein Verfahren zur Kollisionsverhütung.

[0034] Das Bewegungssteuersystem **170** für das Patientenpositioniersystem **100** enthält drei Hauptteile: ein Benutzerinterface, eine Eingabe-/Ausgabeplatine und (nicht dargestellte) Servonodes (Servoknoten). Ein Benutzer kann die Patientenpositionierfläche **105** unter Verwendung des Benutzerinterface bewegen. Die Benutzerinterfacebefehle werden von der Eingabe-/Ausgabeplatine (CPU) verarbeitet. Die Befehle werden sodann zu den entsprechenden Servoknoten gesandt, die die jeweiligen Achsenbewegungen steuern. Bei einer Ausführungsform wird eine Leistungsmikrosteuereinrichtung (Microcontroller) auf PC-Basis als CPU benutzt. Ein Anwendungsprogramm, das auf einem Echtzeit-Betriebssystem läuft, kann das Patientenpositioniersystem **100** steuern.

[0035] Der freie Abstand zwischen der Patientenpositionierfläche **105** und dem Fußboden und/oder einem anderen Gegenstand wird auf der Grundlage der jeweiligen Stellung der Hub-, der Längs- und der Schwenkachse des Patientenpositioniersystems **100** dynamisch bestimmt. Das Bewegungssteuersystem **170** kann einen sicheren Freiraumwert speichern. Das Bewegungssteuersystem **170** bestimmt den Freiraum zwischen der Patientenpositionierfläche **105** und dem Fußboden oder einem anderen Gegenstand. Das Bewegungssteuersystem **170** vergleicht den gemessenen freien Abstand und den sicheren Abstandswert. Das Bewegungssteuersystem **170** unterbricht die Bewegung der Achsen des Patientenpositioniersystems **100** wenn der gemessene Freiraum kleiner oder gleich dem gespeicherten sicheren Freiraumwert wird.

[0036] Das Bewegungssteuersystem **170** kann zur Kollisionsverhütung den Freiraum für alle Achsen (z. B. Hub-, Längsschwenkachse) bestimmen. Der Freiraum kann für jede Kombination von Bewegungsachsen (z.B. eine Achse allein, zwei Achsen zusammen und/oder drei Achsen zusammen) bestimmt werden. Das Bewegungssteuersystem **170** bestimmt den jeweiligen Freiraum und eine sichere Stellung für die Patientenpositionierfläche **105**, um eine Kollision mit dem Fußboden oder einem anderen Gegenstand zu verhüten. Das Bewegungssteuersystem **170** kann den Freiraum zu jedem beliebigen Zeitpunkt während des Funktionsablaufs des Patientenpositioniersystems **100** dynamisch bestimmen. Gebräuchliche System bestimmen den Freiraum nicht auf diese Weise.

[0037] Bei einer Ausführungsform hat der Freiraum der Patientenpositionierfläche **105** zwei Komponen-

ten. Eine erste Komponente ist ein Abstand zwischen der Vorderseite der Patientenpositionierfläche **105** und einem zu vermeidenden Gegenstand (wie etwa dem Fußboden). Eine zweite Komponente ist ein Abstand zwischen der Hinterseite der Patientenpositionierfläche **105** und einem zu vermeidenden Objekt. Die erste Freiraumkomponente wird unter Verwendung der folgenden Formel bestimmt:

$$Y_{gr} = [(X_1 - C_3) + ((C_3 - (C_4) \cdot \cos X_2) - C_7)] + [C_2 - X_3 \cdot \sin X_2] \quad (1)$$

[0038] Die zweite Freiraumkomponente wird unter Verwendung der folgenden Formel bestimmt:

$$Y_{gr} = [(X_1 - C_3) + ((C_3 - (C_5 + C_6) \cdot \cos X_2) - C_7)] + [C_1 + X_3 - C_2 \cdot \sin X_2] \quad (2)$$

[0039] Die nachfolgende Beschreibung ist ein Beispiel des Kollisionsverhütungssystems im Betrieb. Die Zahlen dienen nur für Zwecke der Veranschaulichung.

[0040] Die Länge der Patientenpositionierfläche **105** (auch als Auflage (cradle) bezeichnet) gleich $C_1 = 3336,00$ mm. Die Länge des Teils der Patientenpositionierfläche **105** der sich von einem Schwenkpunkt des Schwenksystems **140** aus erstreckt wenn die Patientenpositionierfläche **105** vollständig zurückgezogen ist beträgt $C_2 = 1226,00$ mm. Der vertikale Höhenabstand zwischen der Patientenpositionierfläche **105** und dem Schwenkpunkt des Schwenksystems **140** beträgt $C_3 = 244,00$ mm. Die Dicke der Vorderseite der Patientenpositionierfläche **105** beträgt $C_4 = 20,00$ mm. Die Dicke der Hinterseite der Patientenpositionierfläche **105** beträgt $C_5 = 41,00$ mm. Die Höhe des Verschiebemechanismus des Längsbewegungssystems **130** beträgt $C_6 = 70,50$ mm. Der einzuhaltende Sicherheitsabstand oder die einzuhaltende Minimalhöhe beträgt $C_7 = 45,00$ mm. Die Stellung der Patientenpositionierfläche **105** auf der Hubachse wird zu jedem beliebigen Zeitpunkt z.B. von einem Weggeber (Encoder) oder einem anderen Stellungssensor etwa bei dem Hubsystem **120** angegeben. Die Hubachsenstellung beträgt z.B. $X_1 = 1080,00$ mm. Der Schwenkwinkel wird anhand der gegenwärtigen Schwenkachsenstellung z.B. durch ein Winkel- oder Weggeber (Encoder) oder einen anderen Stellungssensor in dem Schwenksystem **140** angegeben. Der Schwenkwinkel beträgt z.B. $X_2 = -16,00^\circ$ (der Winkel bei oben liegendem Kopf ist positiv; der Winkel bei abgesenktem Kopf ist negativ) die jeweilige Stellung der Patientenpositionierfläche **105** auf der Längsachse wird mit der gegenwärtigen Längsachsenstellung (etwa durch einen Weggeber in dem Längsbewegungssystem **130**) angegeben. Eine negative Stellung bedeutet eine Bewegung auf eine Gantry in einem medizinischen bildgebenden System zu. Zum Beispiel $X_3 = -1700,00$ mm. Werden die vorgenannten Messwerte in die Gleichungen (1) und (2) eingesetzt, so ergibt sich ein Freiraum oder Sicher-

heitsabstand auf der Vorderseite $Y_{gr} = 199,81$ mm und ein Freiraum oder Sicherheitsabstand auf der Rückseite von $Y_{gr} = 1031,38$ mm, jeweils vom Fußboden aus gemessen. Da beide Messwerte größer sind als der minimale Sicherheitsabstand von 45,00 mm, kann eine Bewegung der Patientenpositionierfläche **105** zugelassen werden.

[0041] **Fig. 5** veranschaulicht ein Flussdiagramm **500** für ein bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendetes Verfahren zur Kollisionsverhütung in einem Patientenpositioniersystem. Zunächst wird bei dem Schritt 510 ein sicherer freier Abstand bestimmt, der unter normalen Umständen ein Manövrieren der Patientenpositionierfläche **105** ohne die Gefahr einer Verletzung des Patienten oder der Einführung eines Fehlers in die Bildgebung, herrührend, z.B. von einer Kollision, erlaubt. Der minimale Sicherheitsabstand ist in dem System **100** zur Bezugnahme bei der Einleitung eines Kollisionsverhütungsvorgangs gespeichert. Sodann wird bei dem Schritt 520 die Patientenpositionierfläche **105** in eine jeweils gewünschte Stellung überführt. Bei dem Schritt 530 werden von den bspw. auf den Bewegungsachsen (z.B. Schwenk-, Hub- und Längsachse) angeordneten Signalgebern (Encodern) bei sich bewegender Patientenpositionierfläche **105** Stellungswerte übermittelt. Solche Stellungswerte können vor, während und/oder nach der Bewegung der Patientenpositionierfläche **105** erhalten werden. Als Nächstes werden bei dem Schritt 540 die Stellungswerte dazu verwendet, die jeweilige Stellung der Patientenpositionierfläche **105** bezüglich eines Gegenstandes, wie etwa des Fußbodens, zu bestimmen.

[0042] Sodann wird bei dem Schritt 550 die Stellung der Patientenpositionierfläche **105** mit dem Sicherheitsabstand verglichen. Wenn der tatsächliche freie Abstand größer ist als der Sicherheitsabstand kann die Patientenpositionierfläche **105** bewegt werden. Bei dem Schritt 560 wird, wenn der tatsächliche Abstand kleiner oder gleich dem Sicherheitsabstand ist, die Bewegung der Patientenpositionierfläche **105** gestoppt. Die Patientenpositionierfläche **105** kann in einer Richtung bewegt werden, in der der jeweilige freie Abstand größer ist als der minimale Sicherheitsabstand. Ein Benutzerinterface kann z.B. dazu verwendet werden, eine Bewegung der Patientenpositionierfläche **105** einzuleiten.

[0043] Wenngleich die Erfindung unter Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsformen beschrieben worden ist, so versteht es sich doch für den Fachmann, dass zahlreichen Veränderungen vorgenommen und gleichwertige Mittel eingesetzt werden können, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. Außerdem können viele Abwandlungen der Lehre der Erfindung vorgenommen werden, um diese an eine spezielle Situation oder ein spezielles Material anzupassen ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. Die Erfindung ist deshalb nicht auf die speziellen geoffenbarten Ausführungsformen beschränkt, sondern erstreckt sich auf alle Ausfüh-

rungsformen, die in den Schutzbereich der beigefügten Patentansprüche fallen.

Bezugszeichenliste

100	Patientenpositioniersystem
105	Patientenpositionierfläche
110	Sockel
120	Teleskop-Hubsystem
130	Längsbewegungssystem
140	Schwenksystem
150	Seitliches Bewegungssystem
160	Rotationssystem
170	Bewegungssteuersystem
Figur 2	Bildliche Darstellung
Figur 3	Bildliche Darstellung
Figur 3	Bildliche Darstellung
Figur 4	Bildliche Darstellung
500	Flussdiagramm

Patentansprüche

1. Patientenpositioniersystem (**100**) für medizinische Anwendungen, wobei das System (**100**) aufweist:

- eine Patientenpositionierfläche (**105**) zur Lagerung eines Patienten;
- ein Hubsystem (**120**) zur Verstellung der Höhenlage der Patientenpositionierfläche (**105**);
- ein Längsbewegungssystem (**130**), um die Patientenpositionierfläche (**105**) in einer Längsrichtung zu bewegen;
- ein Schwenksystem (**140**), um die Patientenpositionierfläche (**105**) zu verschwenken;
- einen Stellungssensor zur Bestimmung einer Stellung der Patientenpositionierfläche (**105**), und
- ein Steuersystem (**170**), um die Funktion des Patientenpositioniersystems (**100**) zu steuern, wobei das Steuersystem (**170**) dynamisch einen freien Abstand zwischen der Patientenpositionierfläche (**105**) und einem Gegenstand feststellt und das Steuersystem (**170**) die Bewegung der Patientenpositionierfläche (**105**) unterbricht, wenn der freie Abstand kleiner oder gleich einem minimalen Sicherheitsabstand ist.

2. System (**100**) nach Anspruch 1, bei dem das Steuersystem (**170**) den freien Abstand vor und/oder während und/oder nach der Bewegung der Patientenpositionierfläche (**105**) dynamisch bestimmt.

3. System (**100**) nach Anspruch 1, bei dem das Steuersystem (**170**) die Bewegung der Patientenpositionierfläche (**105**) unterbricht, wenn der freie Abstand gleich dem minimalen Sicherheitsabstand ist.

4. System (**100**) nach Anspruch 1, bei dem der Stellungssensor einen Messwertgeber (Encoder) zur Bestimmung der Stellung der Patientenpositionierflä-

che (105) bezüglich des Gegenstandes aufweist.

5. System (100) nach Anspruch 1, bei dem der Stellungssensor der Patientenpositionierfläche (105) die Rückkehr in eine aufgezeichnete Stellung ermöglicht.

6. System (100) nach Anspruch 1, das außerdem mehrere Stellungssensoren zur Bestimmung einer jeweiligen Stellung der Patientenpositionierfläche (105) längs mehrerer Bewegungsachsen aufweist.

7. System (100) nach Anspruch 1, das außerdem ein Seitenbewegungssystem (150) zur Bewegung der Patientenpositionierfläche (105) in einer seitlichen Richtung aufweist.

8. System (100) nach Anspruch 1, das außerdem ein Rotationssystem (160) zur Verdrehung der Patientenpositionierfläche (105) aufweist.

9. System (100) nach Anspruch 1, das außerdem wenigstens eine Bremse zur Unterbrechung der Bewegung der Patientenpositionierfläche (105) aufweist.

10. Verfahren (500) zur dynamischen Kollisionsverhütung bei einem Patientenpositioniersystem (100), wobei das Verfahren (500) aufweist:

- Bestimmen eines freien Abstandes zwischen einer gegenwärtigen Stellung einer Patientenpositionierfläche (105) und einem zu vermeidenden Gegenstand (540);
- Vergleichen dieses freien Abstandes mit einem minimalen Sicherheitsabstand (550); und
- Unterbrechen der Bewegung der Patientenpositionierfläche (100), wenn der freie Abstand kleiner oder gleich dem minimalen Sicherheitsabstand (560) wird.

11. Verfahren (500) nach Anspruch 10, das außerdem das Bestimmen des minimalen Sicherheitsabstandes zur Vermeidung einer Kollision mit dem zu vermeidenden Gegenstand (540) beinhaltet.

12. Verfahren (500) nach Anspruch 10, das außerdem beinhaltet, dass die Bewegung der Patientenpositionierfläche (105) unterbrochen wird, wenn der freie Abstand kleiner als der minimale Sicherheitsabstand ist.

13. Verfahren (500) nach Anspruch 10, das außerdem das Bewegen der Patientenpositionierfläche (105) in eine jeweils gewünschte Stellung (520) beinhaltet.

14. Verfahren (500) nach Anspruch 10, das außerdem das Ausmessen der gegenwärtigen Stellung der Patientenpositionierfläche (105) unter Verwendung eines Stellungssensors (530) beinhaltet.

15. Verfahren (500) nach Anspruch 10, das außerdem das Ausmessen der gegenwärtigen Stellung der Patientenpositionierfläche (105) bezüglich mehrerer Bewegungsachsen (540) beinhaltet.

16. Verfahren (500) nach Anspruch 15, bei dem die mehreren Bewegungsachsen wenigstens eine Hub- und/oder eine Längsbewegungs- und/oder eine Seitenbewegungsachse enthalten.

17. Patientenpositioniersystem (100) mit dynamischer Kollisionsverhütung, wobei das System (100) aufweist:

- eine Patientenpositionierfläche (105) zur Lagerung eines Patienten;
- wenigstens einen Stellungssensor zur Bestimmung einer Stellung der Patientenpositionierfläche (105) längs wenigstens einer Bewegungsachse, und
- ein Steuersubsystem (170) zur Steuerung der Funktion des Patientenpositioniersystems (100), wobei das Steuersubsystem (170) dynamisch einen freien Abstand zwischen der Patientenpositionierfläche (105) und einem zu vermeidenden Gegenstand bestimmt und das Steuersubsystem (170) die Bewegung des Patientenpositioniersystems (150) unterbricht, wenn der freie Abstand kleiner oder gleich einem minimalen Sicherheitsabstand ist.

18. System (100) nach Anspruch 17, bei dem das Steuersubsystem (170) den freien Abstand wenigstens vor und/oder während und/oder nach der Bewegung der Patientenpositionierfläche (105) bestimmt.

19. System (100) nach Anspruch 17, das außerdem wenigstens eine Bremse zur Unterbrechung der Bewegung der Patientenpositionierfläche (105) aufweist.

20. System (100) nach Anspruch 17, das außerdem ein Benutzerinterface zur Steuerung der Bewegung der Patientenpositionierfläche (105) aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

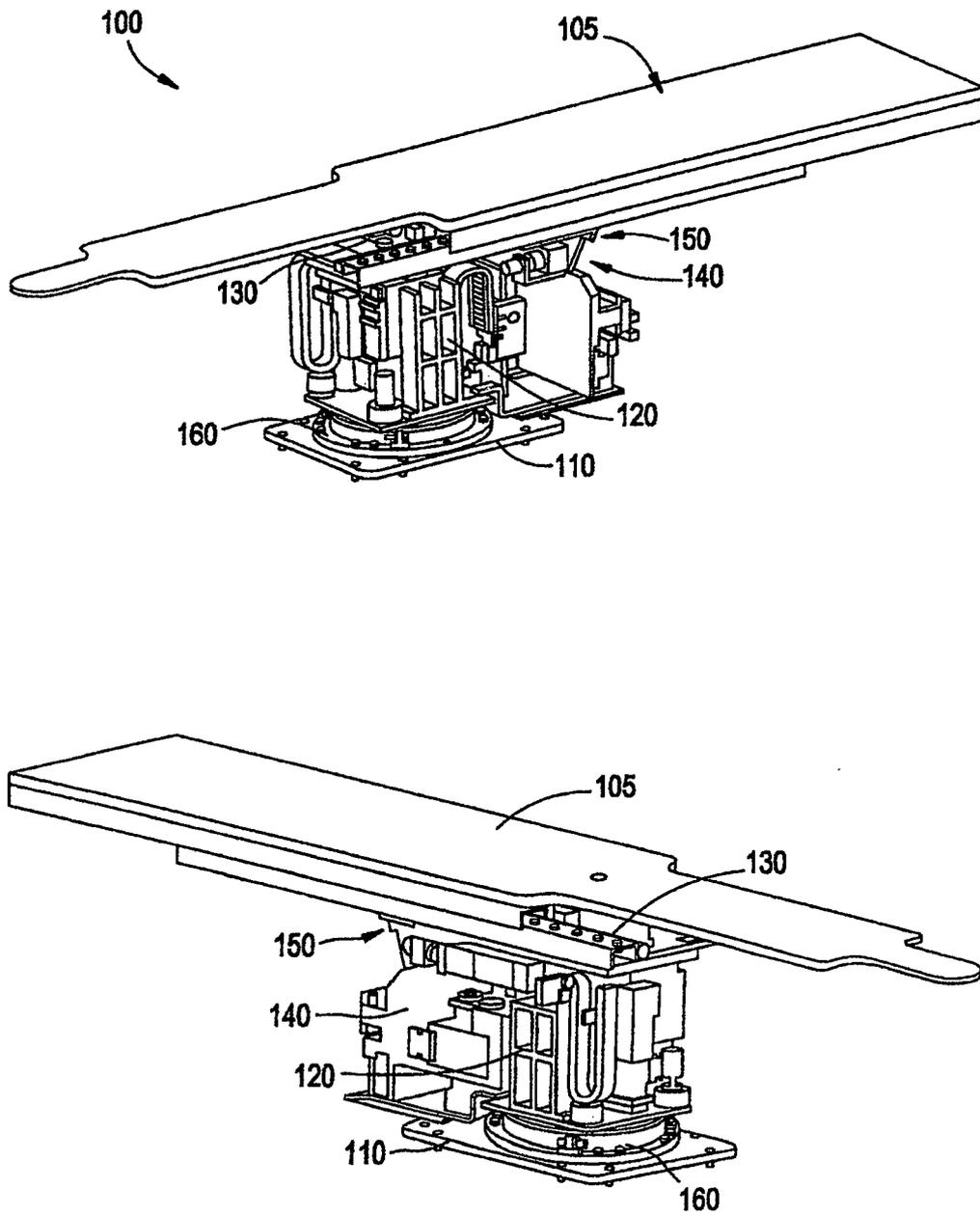
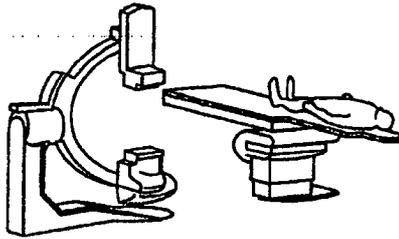
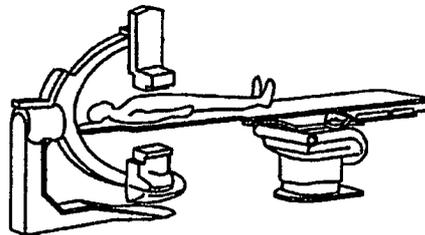


FIG. 2

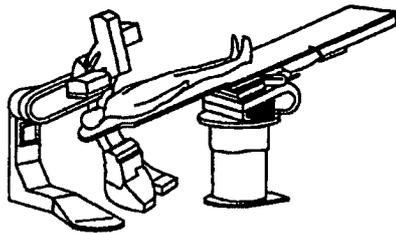
Auf-Ab-Drehung (Auflegen des Patienten)



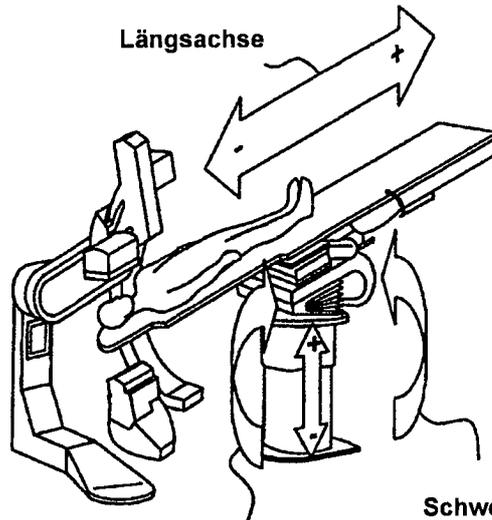
Längsbewegung (Scanning)



**Schwenkung in Längsrichtung
(Vaskuläre Schwenkung)**



Längsachse

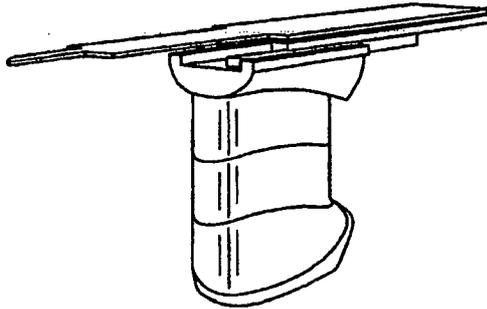


**Schwenkung Kopf
nach oben (positiv)**

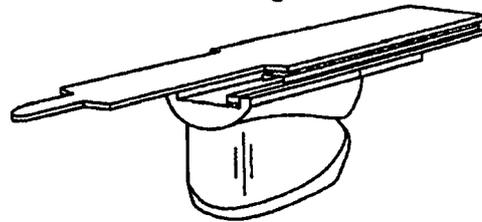
**Schwenkung Kopf nach unten
(negativ)**

FIG. 3

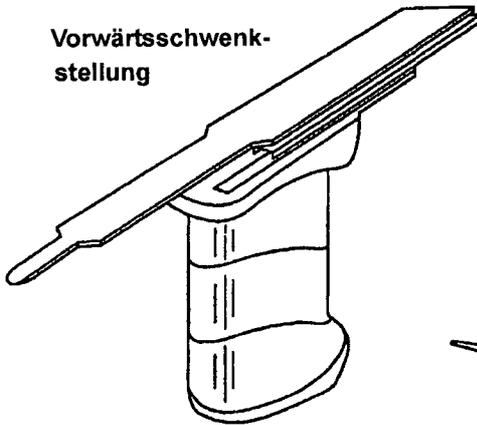
Höchste Stellung



Tiefste Stellung



**Vorwärtsschwenk-
stellung**



Rückwärtsschwenkstellung

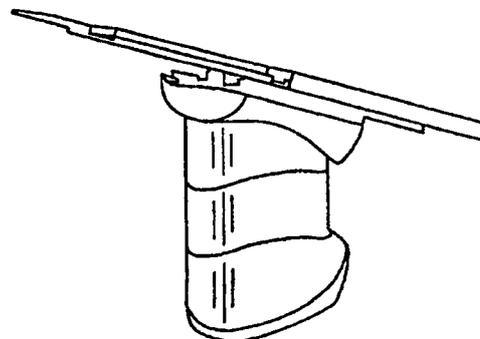


FIG. 4

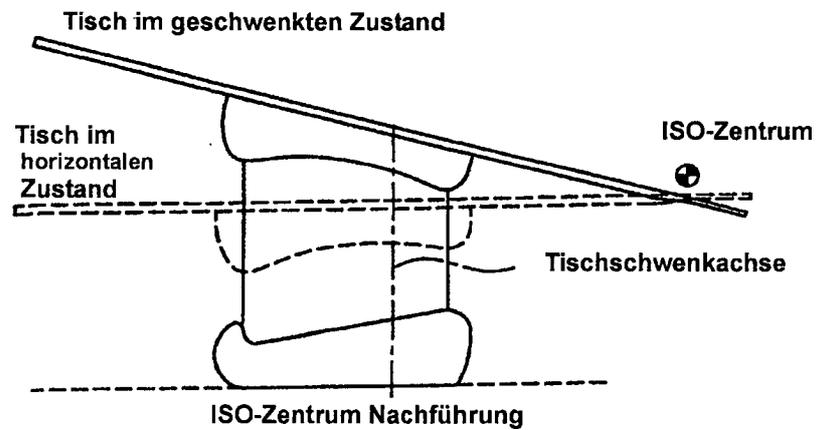
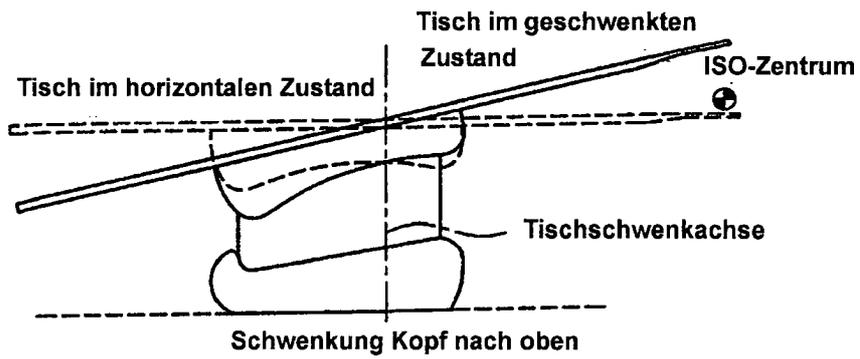
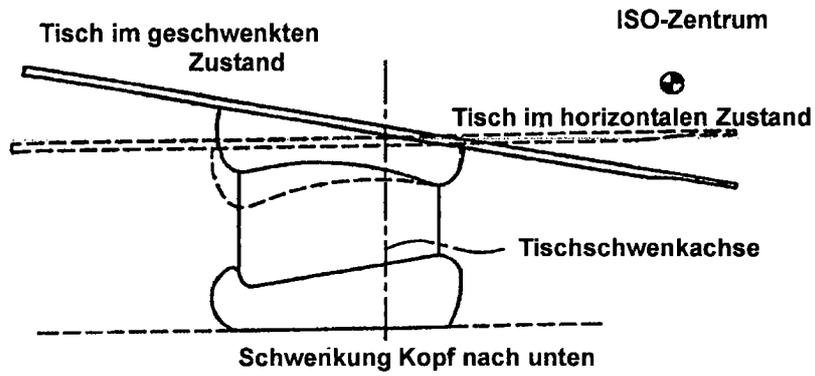


FIG. 5

500 ↘

