



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 018 810 A1** 2008.10.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 018 810.4**

(22) Anmeldetag: **20.04.2007**

(43) Offenlegungstag: **30.10.2008**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 6/10** (2006.01)

A61B 19/00 (2006.01)

A61B 6/00 (2006.01)

G01N 23/04 (2006.01)

G01B 7/00 (2006.01)

G01B 11/00 (2006.01)

G01B 17/00 (2006.01)

B25J 9/18 (2006.01)

G05B 19/4061 (2006.01)

(71) Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

Maschke, Michael, 91475 Lonnerstadt, DE

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

DE10 2005 028215 A1

DE10 2004 041821 A1

DE 100 25 285 A1

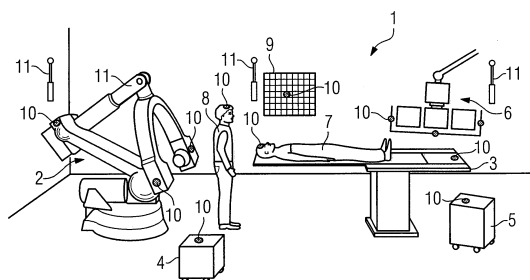
DE 36 16 389 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Bewegungsüberwachung bei einer medizintechnischen Anlage sowie zugehörige medizintechnische Anlage**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Bewegungsüberwachung wenigstens eines bewegbaren Objekts bei einer medizintechnischen Anlage (1), wobei mittels wenigstens eines an dem wenigstens einen bewegbaren Objekt angeordneten Positionssensors (10) die aktuelle dreidimensionale Position des Objekts erfasst wird.



Beschreibung

[0001] Medizintechnische Anlagen, die beispielsweise für die bildgebende Diagnostik oder für Therapien eingesetzt werden, wie Angiographievorrichtungen und Strahlentherapievorrichtungen, weisen sehr häufig bewegbare Geräteteile auf, die im Untersuchungsraum angeordnet sind. Diese Geräteteile werden automatisch oder zumindest teilweise automatisch bzw. manuell gesteuert bewegt. Beispielfhaft zu nennen sind ein C-Bogen bei Röntgenanlagen oder Patiententische.

[0002] Die Bewegung der Geräteteile solcher medizintechnischer Anlagen wird zum Teil über leistungsstarke Antriebseinheiten erreicht. Die bewegbaren Geräteteile können somit beispielsweise bei einer Unachtsamkeit des Bedieners den Patienten, andere Anlagenteile oder weitere Personen verletzen bzw. beschädigen, insbesondere in dem Fall, wenn es zu einer Kollision mit einem schweren oder schnell bewegten Geräteteil kommt. Dies ist insbesondere bei solchen modernen Systemen problematisch, bei denen eine Vielzahl von Bewegungsmöglichkeiten der einzelnen Anlagenteile, die sich auf den ersten Blick nur schwer einschätzen lassen, gegeben ist. Durch Kollisionen können dabei schwere Beschädigungen oder Verletzungen entstehen.

[0003] Heute ist es üblich, dass der Bediener, also beispielsweise ein Bildaufnahmetechniker oder ein entsprechend geschulter Arzt, eine langsame Probeuntersuchung durchführt und dabei darauf achtet, dass es zu keiner Kollision kommt. Anschließend wird die Bildaufnahme bzw. werden eine Untersuchung oder Therapie in Echtzeit durchgeführt.

[0004] Aus der DE 102 00 534 ist ein Verfahren zum kollisionsfreien Bewegen wenigstens zweier gegeneinander bewegbarer Gegenstände bekannt, bei dem auf einem Bildschirm der Bewegungsablauf simuliert wird. Dem Bediener werden mögliche riskante Bewegungsabläufe angezeigt. Die Simulation betrifft die Komponenten einer Untersuchungsvorrichtung.

[0005] Weiterhin bekannt ist ein Gerät zur Röntgen-Untersuchung mit Anordnung zum Kollisionsschutz gemäß der DE 693 27 436. Bei diesem Gerät wird bei einer Kollision die Zunahme des Stroms einer elektromotorischen Antriebseinheit ermittelt und dadurch im Vergleich zu einem Schwellwert eine Kollision erkannt.

[0006] Die medizinische Anlage der DE 196 25 409 bietet die Möglichkeit, mit Hilfe eines neuronalen Netzwerks die einzelnen Komponenten einer medizinischen Anlage hinsichtlich des Risikos einer Kollision zu überwachen. Damit können die der Systemsteuerung bekannten Komponenten der medizinischen Anlage erfasst werden. Weitere Geräte und

Vorrichtungen im Raum wie Gerätewagen oder Personen und andere Gegenstände sowie der Patient werden nicht erfasst.

[0007] In der WO 2006/025003 wird die Möglichkeit beschrieben, an einem bewegten Röntgenstativ eine kapazitive Schicht anzubringen, die bei Annäherung an ein Objekt verändert wird und über eine nachgeschaltete Elektronik eine Kollision erkennt.

[0008] Diese Systeme weisen aber allesamt Nachteile dahingehend auf, dass erst eine Kollision stattfinden muss, damit eine Bewegung unterbrochen wird, bzw. dass nur bestimmte Teile der medizinischen Anlage in die Überwachung einbezogen sind. Ein Schutz weiterer Geräte oder Personen ist nicht gegeben.

[0009] Damit liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das diesbezüglich verbessert ist.

[0010] Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Verfahren zur Bewegungsüberwachung wenigstens eines bewegbaren Objekts bei einer medizintechnischen Anlage vorgesehen, dass mittels wenigstens eines an dem wenigstens einen bewegbaren Objekt angeordneten Positionssensors die aktuelle dreidimensionale Position des Objekts erfasst wird.

[0011] Es werden oder sind also an den Objekten, beispielsweise einer Röntgenkomponente, einer Patientenlagerung, einem Beatmungsgerät oder Rollwagen oder auch einem Werkzeuggestisch, am Bedienerpersonal oder Patienten, Positionssensoren angebracht, die anschließend in ihrer dreidimensionalen Zuordnung im Raum erfasst werden, wozu entsprechende Empfangsvorrichtungen, z. B. im Anlagenbereich oder ebenfalls an den Objekten, vorgesehen sind.

[0012] Im Unterschied zu den bekannten Lösungen, beispielsweise auch zu einer Lösung, die mit Berührungsschaltern arbeitet, die bei Aktivierung die Bewegung unterbrechen, bietet die Erfindung den Vorteil, dass eine Kollision nicht erst tatsächlich stattgefunden haben muss, damit diese bzw. die Gefahr einer solchen erkannt werden, wobei gleichzeitig die Möglichkeit besteht, nicht nur bestimmte ausgezeichnete Komponenten der Anlage, sondern auch weitere Geräte wie Rollwagen und Personen zu schützen.

[0013] Sind mehrere Objekte mit Positionssensoren versehen bzw. z. B. einer Recheneinrichtung mit ihrer festen Position bekannt, so können für alle der jeweiligen Objekte bzw. für mehrere Objekte die dreidimensionalen Positionen erfasst bzw. verwendet und daraus Relativpositionen berechnet werden, die die Gefahr einer Kollision angeben. Dies kann mittels einer entsprechenden Recheneinrichtung erfolgen. Die

Positionserfassung selbst geschieht mit Hilfe einer oder mehrerer Empfangseinheiten für Signale des Sensors bzw. der Sensoren. Durch die räumliche Positionserfassung, also die dreidimensionale Zuordnung, ist es möglich, Kollisionen im Hinblick auf die vielfältigen Bewegungsmöglichkeiten, die bei Personen ohnehin, aber auch bei modernen medizinischen Anlagen bestehen, sicher zu vermeiden.

[0014] Die Position kann mittels wenigstens eines Positionssensors an einem Bestandteil der medizintechnischen Anlage, insbesondere an einer Komponente eines Röntgensystems und/oder einer Patientenlagerung und/oder einem Beatmungsgerät und/oder einem Rollwagen und/oder einem Werkzeuggestisch, und/oder einer Person, insbesondere eines Bedieners und/oder eines Patienten, als Objekt erfasst werden.

[0015] Es können erfindungsgemäß somit unterschiedlichste Objekte mit Positionssensoren versehen werden bzw. sein. Dabei handelt es sich nicht zwangsläufig um fest einer Anlage zugeordnete Teile wie beispielsweise einen C-Bogen, sondern es sind ebenso bewegbare Teile erfassbar, die sich nicht ständig im Anlagenraum befinden, wie beispielsweise Beatmungsgeräte.

[0016] Des Weiteren können Personen mit dem erfindungsgemäßen Verfahren geschützt werden. Dabei ist es auch möglich, dass ein Objekt, also beispielsweise ein Gerät oder eine Person, mit mehr als einem Positionssensor versehen wird, um die Vielzahl von möglichen Bewegungen, bei denen sich auch die Relativposition verschiedener Bestandteile oder Bereiche eines Objekts zueinander ändern kann, zuverlässig zu erfassen. Beispielsweise kann es möglich sein, dass sich die Position eines Röntgenstrahlers relativ zum Detektor bzw. die einer Aufhängung zum C-Bogen ändert. In diesem Fall können sowohl der Strahler als auch der Detektor und die Aufhängung und über Gelenke verbundene Teile der Aufhängung mit jeweils eigenen Positionssensoren versehen werden. Die Positionserfassung mit Hilfe der Positionssensoren kann dabei im bewegten Zustand oder auch im Ruhezustand des Objekts erfolgen.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren bietet somit eine umfassende Bewegungsüberwachung, nicht nur eine Kollisionsvermeidung im engeren Sinne. Es ist jederzeit möglich, einen Positionssensor an einem Objekt und damit das Objekt dreidimensional zu orten. Mögliche Gefahren können somit frühzeitig und in Echtzeit erkannt bzw. vorhergesagt werden.

[0018] Die Position des wenigstens einen Objekts kann kontinuierlich oder in Zeitintervallen erfasst werden. Das Objekt kann also in seiner dreidimensionalen Lage im Raum in Echtzeit kontinuierlich geortet

werden. Daneben ist es ergänzend oder alternativ möglich, die räumliche Position einer Person bzw. eines Geräts in bestimmten Zeitabschnitten zu überprüfen. Beispielsweise kann alle 10 Sekunden eine Überprüfung der Lage stattfinden, wodurch der Rechenaufwand insbesondere für die Bestimmung der Relativposition zu anderen bewegbaren Objekten verringert werden kann. Bei Objekten, die schnellen Bewegungen ausgesetzt sind, bietet sich zumindest während einer solchen Bewegung eine kontinuierliche Positionserfassung an. Diese kontinuierliche Positionserfassung kann dann im Zusammenhang mit einer Erfassung in Intervallen für Objekte, die nur selten oder langsam bewegt werden, ausreichend sein, um die Bewegung derart zuverlässig zu erfassen, dass Kollisionen mit Sicherheit ausgeschlossen sind.

[0019] Die dreidimensionale Position des wenigstens einen Objekts kann mittels wenigstens einer Empfangsvorrichtung für Signale des wenigstens einen Positionssensors erfasst werden. Gegebenenfalls können mehrere Empfangsvorrichtungen vorhanden sein, beispielsweise, um die Genauigkeit der Positionserkennung zu verbessern oder um Signale unterschiedlicher Sensoren gegebenenfalls an unterschiedlichen Raumpositionen aufzunehmen.

[0020] Mittels einer Auswerteeinheit kann die relative Position wenigstens eines bewegbaren Objekts zu wenigstens einem weiteren bewegbaren und/oder fest im Raum angeordneten Objekt bestimmt werden, insbesondere in Abhängigkeit der Positionserfassung durch wenigstens eine Empfangsvorrichtung. So kann mit Hilfe der Auswerteeinheit, die im Wesentlichen ein Rechensystem sein kann, die Position beispielsweise eines Röntgenstrahlers bzw. des daran angeordneten Positionssensors zu einer Person oder einem anderen Anlagenbestandteil ermittelt werden. Hierzu können die Daten der Empfangsvorrichtung bzw. mehrerer Empfangsvorrichtungen verwendet werden, die hierzu der Auswerteeinheit über eine geeignete Datenverbindung zugeführt werden können. Diese Positionsbestimmung kann automatisch erfolgen. Alternativ oder ergänzend kann durch einen Bediener vorgegeben werden, dass die Relativposition nur für bestimmte Komponenten oder Objekte bestimmt oder für diese besonders häufig berechnet werden soll.

[0021] In Abhängigkeit eines Überschreitens eines Grenzwertes für die relative Position bei einer Bewegung des bewegbaren Objekts kann ein Alarm gegeben und/oder die Bewegung verlangsamt und/oder an einer Benutzerschnittstelle, insbesondere der Auswerteeinheit, eine Rückmeldung gegeben werden, insbesondere in Form eines Forced Feedback, und/oder die Bewegung gestoppt werden und/oder wenigstens eine weitere Maßnahme zur Kollisionsvermeidung durchgeführt werden, insbesondere seitens der Auswerteeinheit.

[0022] Wird also das erste bewegbare Objekt tatsächlich in Bewegung versetzt, so kann bei Überschreiten eines Grenzwertes für die relative Position bzw. bei einem von vornherein zu niedrigen Wert für den relativen Abstand zu einem anderen Objekt beispielsweise ein Alarm gegeben werden. Dieser Alarm kann ein akustischer oder optischer Alarm sein. Es ist auch möglich, dass z. B. ein akustischer in Kombination mit einem optischen Alarm gegeben wird. Auch weitere Alarmmöglichkeiten können vorgesehen sein, beispielsweise eine Alarmgabe mittels eines haptischen Signals oder dergleichen. Des Weiteren kann über eine Recheneinrichtung, beispielsweise eine Recheneinrichtung der Auswerteeinheit, automatisch die Bewegung verlangsamt bzw. vollständig gestoppt werden. Auch weitere Maßnahmen sind denkbar, wie beispielsweise ein textueller oder grafischer Hinweis in einer Software, die ein Bediener, der beispielsweise eine Bildaufnahme durchführt, über eine Benutzeroberfläche bedient. Als Rückmeldung bzw. Alarmgabe ist auch ein haptisches Forced Feedback möglich, das einen Bediener ebenfalls informieren kann, dass eine Kollision möglich ist bzw. bevorstehen könnte. Diese Maßnahmen bzw. Alarmgaben können seitens der Auswerteeinheit erfolgen. Damit ist eine vollautomatische Alarmgabe möglich. Bei weiteren Maßnahmen wie beispielsweise einem Bewegungsstopp kann vorher eine Rückmeldung eines Bedieners angefordert werden, der in diesem Fall nochmals überprüfen kann, ob beispielsweise ein Abbruch einer Bildaufnahme tatsächlich angeraten ist oder ob der Relativabstand nicht doch noch akzeptabel ist.

[0023] Des Weiteren können mehrere Grenzwerte für die relative Position bestimmt werden, wobei in Abhängigkeit des Überschreitens der jeweiligen Grenzwerte für die relative Position unterschiedliche Maßnahmen zur Kollisionsvermeidung durchgeführt werden.

[0024] So können also nach und nach bei Überschreitung eines ersten, zweiten bzw. dritten oder weiteren Grenzwerts Maßnahmen ergriffen werden, die zweckmäßigerweise immer weitgreifender sind, um eine Kollision sicher zu vermeiden. Beispielsweise kann zunächst eine Alarmgabe erfolgen, während bei Überschreiten eines weiteren Grenzwertes, wenn also der relative Abstand zu einem anderen festen oder bewegbaren Objekt noch kleiner geworden ist, eine Bewegungsverlangsamung erfolgt oder ein deutlicherer Alarm gegeben wird oder dergleichen. Die Alarmgabe kann beispielsweise auch in abnehmenden Zeitintervallen erfolgen. Bei akustischen Signalen ist es ebenso möglich, dass die Lautstärke des Signals in Abhängigkeit des Überschreitens eines weiteren Grenzwerts erhöht wird.

[0025] Schließlich kann die Bewegung gestoppt werden oder bei einer Alarmgabe ein Dauersignal ge-

geben werden.

[0026] Erfindungsgemäß kann also in Abhängigkeit eines Überschreitens eines ersten Grenzwertes für die relative Position bei einer Bewegung des bewegbaren Objekts ein Alarm gegeben und in Abhängigkeit eines Überschreitens eines zweiten Grenzwertes die Bewegung verlangsamt und/oder an einer Benutzerschnittstelle, insbesondere der Auswerteeinheit, eine Rückmeldung gegeben werden, insbesondere in Form eines Forced Feedback, und in Abhängigkeit eines Überschreitens eines dritten Grenzwertes die Bewegung gestoppt werden, insbesondere seitens der Auswerteeinheit. Beispielsweise kann ein Forced Feedback über ein Bedienwerkzeug wie einen Joystick oder dergleichen gegeben werden.

[0027] Die Reichweite der Alarmgabe bzw. der Maßnahmen wird somit nach und nach erhöht, je nachdem, welcher Grenzwert überschritten wurde. So kann zunächst lediglich eine akustische oder optische Alarmgabe erfolgen. Bei einer weiteren Grenzwertüberschreitung, also einem noch geringeren Abstand zwischen dem einen und dem anderen Objekt, kann die z. B. motorgesteuerte Bewegung der bewegten Komponente verlangsamt werden bzw. über ein Benutzerinterface, beispielsweise eine Softwareoberfläche, die ohnehin für die Untersuchungsdurchführung verwendet wird, oder ein Bedienwerkzeug für eine Software oder eine Rückmeldung oder ein Forced Feedback gegeben werden. Schließlich kann die Bewegung gestoppt werden. Gegebenenfalls können weitere Grenzwerte definiert werden, die mit anderen Maßnahmen verbunden sind.

[0028] Des Weiteren kann wenigstens ein an dem wenigstens einen Objekt angeordneter kabelloser Bewegungssensor verwendet werden. An dem Objekt kann also ein Sensor angeordnet sein oder werden, der keine Kabelverbindung erfordert, so dass die Bewegung nicht durch störende Kabel eingeschränkt wird. Selbstverständlich können ebenso kabelbasierte Bewegungssensoren verwendet werden, die aber vorrangig nur bei Objekten zum Einsatz kommen sollten, die höchstens kleineren oder langsameren Bewegungen unterworfen sind.

[0029] Es kann wenigstens ein auf einem magnetischen und/oder elektromagnetischen und/oder elektrischen und/oder kapazitiven und/oder induktiven und/oder optischen und/oder thermischen und/oder akustischen Wirkungsprinzip basierender an dem wenigstens einen Objekt angeordneter Positionssensor verwendet werden. Ein Beispiel für einen möglichen Sensor ist ein Radio-Frequency-Identification-Sensor (RFID-Sensor), der funkbasiert arbeitet. Selbstverständlich können auch unterschiedliche Positionserkennungsmechanismen in Kombination zum Einsatz kommen. Beispielsweise optische Sensoren bei Komponenten, bei denen der Sichtkontakt zur

Empfangseinheit unproblematisch ist. Dahingegen können bei anderen Komponenten, deren Position sich häufig ändert, beispielsweise Funkprinzipien für die Positionssensoren verwendet werden. Darüber hinaus ist es möglich, zur weiteren Sicherung der Positionserkennung an einem Objekt Positionssensoren vorzusehen, die nach unterschiedlichen Wirkprinzipien arbeiten.

[0030] Basis hierfür können Systeme sein, die eine Positionserkennung von medizinischen Instrumenten und Kathetern beispielsweise nach elektromagnetischen oder akustischen Prinzipien sowie mit einem Radio-Frequency-Identification-Transponder (RFID-Transponder) ermöglichen.

[0031] Erfindungsgemäß kann wenigstens ein an dem wenigstens einen Objekt mittels wenigstens einer Klebefläche und/oder eines Etiketts und/oder eines Klettbandes und/oder einer mechanischen Klemme und/oder Klammer und/oder Schraube angeordneter Positionssensor verwendet werden. Der Positionssensor kann also beispielsweise als Etikett an dem Objekt angeordnet sein oder werden. Bei Personen bieten sich Armbänder oder bestimmte Klemmen oder Klammern an. Geräte können mit anschraubbaren Positionssensoren versehen werden. Je nachdem, um was für ein Objekt es sich handelt, also um eine Gerätekomponente oder eine Person bzw. eine Gerätekomponente, die in technischer Hinsicht kompliziert ausgebildet ist und bei der darauf geachtet werden muss, dass durch die Anbringung des Positionssensors keine Beeinträchtigung der Funktion entsteht, können also unterschiedliche Anbringungsmechanismen verwendet werden.

[0032] Darüber hinaus kann wenigstens ein an dem wenigstens einen Objekt mittels einer Anstecknadel und/oder einer Nadel und/oder einer Haarnadel und/oder eines Bandes, insbesondere eines umzuhängenden Bandes, und/oder eines Armbandes und/oder integriert in einen Brillenrahmen und/oder in Kleidung eingearbeitet und/oder in einem Mundschutz und/oder einer Kopfhaube angeordneter Positionssensor verwendet werden. Diese Anbringungsarten bzw. Anordnungsmöglichkeiten bieten sich bei Sensoren für Personen an. Bei Personen sind zudem mit besonderem Vorteil mehrere Sensoren vorzusehen. Dies gilt insbesondere bei Patienten, die auf einer Patientenliege liegend von Anlagenteilen umgeben sind, die unterschiedlichste Bereiche berühren könnten, beispielsweise den Kopf oder die Gliedmaßen oder den Rumpfbereich.

[0033] Da in diesem Fall für eine Gewährleistung der Durchführbarkeit der Untersuchung die Grenzwerte in der Regel nicht zu groß gewählt werden können, ist es sinnvoll, hier von vornherein unterschiedliche Positionssensoren vorzusehen, die die unterschiedlichen zu schützenden Bereiche am Körper

des Patienten erfassen. Dadurch wird es möglich, die Grenzwerte für die Abstände im erforderlichen kleinen Bereich zu wählen.

[0034] Erfindungsgemäß können an mehreren Objekten Positionssensoren angeordnet sein oder werden und die aktuellen dreidimensionalen Positionen aller Positionssensoren aufweisender Objekte können erfasst werden. Es ist also beispielsweise ein Röntgenstrahler ebenso wie ein Röntgendetektor, die zusammen oder relativ bewegt werden können, mit einem Positionssensor versehen. Des Weiteren weist z. B. der Patient wenigstens einen Positionssensor auf. Weitere mobile Objekte im Raum können ebenfalls mit Positionssensoren versehen sein.

[0035] Dann ist es möglich, die aktuelle dreidimensionale Position aller Positionssensoren zu erfassen und damit die dreidimensionale Position der mit diesen Positionssensoren versehenen Objekte. Dies ermöglicht es beispielsweise einer entsprechenden Auswerteeinheit, den relativen Abstand bzw. die relative Position aller oder mehrerer dieser Objekte zueinander auch bei einer Bewegung mehrerer Objekte zu bestimmen, um Kollisionen zwischen verschiedensten Objekten zu vermeiden.

[0036] Des Weiteren können die und/oder eine Auswerteeinheit die wenigstens eine erfasste Position mit in einer Systemsteuerung abgespeicherten und/oder durchgeführten Bewegungen von Bestandteilen der medizintechnischen Anlage verglichen. Die Auswerteeinheit erhält also von ihrer Empfangseinheit bzw. einer oder mehreren Empfangseinheiten im Bereich der medizintechnischen Anlage die Positionssensorsignale, beispielsweise nach einem elektromagnetischen Transponderprinzip, und erfasst so die Position der im Raum bzw. im Bereich der Anlage befindlichen und mit wenigstens einem Positionssensor ausgestatteten Objekte. In der Systemsteuerung können beispielsweise in einer entsprechenden Datenbank Bewegungen von Bestandteilen der medizintechnischen Anlage abgespeichert sein. Beispielsweise können typische Bewegungen oder die Bewegungsmöglichkeiten, die für ein spezifisches Objekt bestehen, abgerufen werden. Daneben können alternativ oder ergänzend die tatsächlich durchgeführten Bewegungen für den Vergleich herangezogen werden.

[0037] In Abhängigkeit des Vergleichs können Maßnahmen zur Kollisionsvermeidung durchgeführt werden, insbesondere Maßnahmen, wie sie bereits vorstehend beschrieben wurden, also z. B. eine Alarmgabe, eine Bewegungsverlangsamung, eine Rückmeldung für einen Bediener sowie ein Bewegungsstopp.

[0038] Des Weiteren kann wenigstens eine an einem bewegbaren Objekt angeordnete Empfangsvor-

richtung verwendet werden. In diesem Fall kann bei einer bestimmten Empfangsfeldstärke zwischen einem Positionssensor z. B. an einem anderen Objekt und der Empfangsvorrichtung bzw. -einheit ebenfalls der Maßnahmenkatalog mit der Alarmgabe und gegebenenfalls weiteren Maßnahmen durchgeführt werden. Die Maßnahmen können wiederum seitens der Auswerteeinheit eingeleitet werden, die hierzu die Signale der Empfangseinheit der einzelnen Objekte über eine geeignete Datenverbindung aufnimmt, also z. B. abfragt oder zugeleitet bekommt.

[0039] Eine Kombination dieser beiden Verfahren, also eines Verfahrens, bei dem Empfangsvorrichtungen an den bewegbaren Objekten angeordnet ist, mit einem Verfahren, bei dem eine Empfangsvorrichtung einer Auswerteeinheit zugeordnet ist, ist ebenso möglich. In diesem Fall kann also sowohl eine Empfangsfeldstärke an den Objekten gemessen werden und für das Einleiten des Alarmkonzepts verwendet werden als auch ein Zugriff auf abgespeicherte und durchgeführte Bewegungen der Komponenten der Untersuchungs- und Therapievorrichtung mit einem nachfolgenden Vergleich erfolgen.

[0040] Wie vorstehend geschildert, können erfindungsgemäß also z. B. in Abhängigkeit eines an der wenigstens einen Empfangsvorrichtung erfassten Sensorsignals Maßnahmen zur Kollisionsvermeidung durchgeführt werden, insbesondere in Abhängigkeit einer Empfangsfeldstärke.

[0041] Das Verfahren ist nicht nur für medizinische Anlagen geeignet, sondern ermöglicht darüber hinaus eine Kollisionsvermeidung auch bei anderen Vorrichtungen, bei denen es beispielsweise erforderlich ist, dass sich Personen z. B. für eine Bedienung in der Nähe befinden oder die teure Geräte umfassen, bei denen Beschädigungen vermieden werden müssen.

[0042] Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine medizintechnische Anlage mit Mitteln zur Bewegungsüberwachung wenigstens eines bewegbaren Objekts, insbesondere gemäß einem Verfahren wie vorstehend geschildert, bei dem die medizintechnische Anlage zur Erfassung der dreidimensionalen Position des wenigstens einen bewegbaren Objekts mittels wenigstens eines am Objekt angeordneten Positionssensors ausgebildet ist.

[0043] Die medizintechnische Anlage weist also eine Bewegungsüberwachung auf, die auf Positionssensoren basiert. Mit Hilfe der Positionssensoren, die vorzugsweise an mehreren bewegbaren Objekten und gegebenenfalls auch an festen Objekten der medizintechnischen Anlage vorhanden sind, ist es möglich, die dreidimensionale Position der zugehörigen Objekte zu bestimmen. Damit kann beispielsweise in Echtzeit eine Bewegung eines Röntgenstrahlers oder

C-Bogens oder beispielsweise einer Person, insbesondere eines Patienten oder von Bedienpersonal, verfolgt werden. Mittels einer Auswerteeinheit der medizintechnischen Anlage ist es möglich, die Bewegungen zu berechnen und relative Abstände zu bestimmen, wobei den relativen Abständen zwischen Objekten Grenzwerte zugeordnet sind, mit denen diese verglichen werden, um gegebenenfalls Maßnahmen zur Kollisionsvermeidung einzuleiten. Diese Maßnahmen können seitens einer Recheneinrichtung der Auswerteeinheit automatisch oder nach Rückfrage bei einem Bediener ergriffen werden.

[0044] Damit ist es möglich, bei der medizintechnischen Anlage unterschiedlichste Objekte wie Geräte und Personen in die Bewegungsüberwachung einzubeziehen. Diese werden also erfasst und zuverlässig geschützt.

[0045] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der folgenden Ausführungsbeispiele sowie aus den Zeichnungen. Dabei zeigen:

[0046] [Fig. 1](#) eine erfindungsgemäße medizintechnische Anlage,

[0047] [Fig. 2](#) eine Darstellung zur Bewegungsüberwachung mit einem erfindungsgemäßen Verfahren,

[0048] [Fig. 3](#) einen Positionssensor für ein erfindungsgemäßes Verfahren,

[0049] [Fig. 4](#) einen weiteren Positionssensor mit einer dreidimensionalen RFID-Antenne,

[0050] [Fig. 5](#) eine Darstellung des Prinzips der Positionserfassung bei einem erfindungsgemäßen Verfahren,

[0051] [Fig. 6](#) ein Objekt mit mehreren Positionssensoren,

[0052] [Fig. 7](#) eine Skizze zur Definition unterschiedlicher Grenzwerte und

[0053] [Fig. 8](#) eine Darstellung zur Erhöhung der Genauigkeit der Positionserfassung bei einem erfindungsgemäßen Verfahren.

[0054] In der [Fig. 1](#) ist eine erfindungsgemäße medizintechnische Anlage **1** dargestellt. Die medizintechnische Anlage **1** weist unter anderem eine Röntgeneinrichtung **2** mit einer Patientenlagerung **3** auf. Darüber hinaus sind verschiedene medizinische Geräte im Raum der medizintechnischen Anlage **1** angeordnet, von denen hier beispielhaft das medizinische Gerät **4** dargestellt ist. Das medizinische Gerät **4** ist ebenso wie die Röntgeneinrichtung **2** und die Patientenlagerung **3** bewegbar. Darüber hinaus be-

findet sich in dem Raum der medizintechnischen Anlage **1** ein Gerätewagen **5** für medizinische Werkzeuge, der auf Rollen bewegt werden kann.

[0055] Eine deckengelagerte Bildschirmmatrix **6** kann ebenfalls gedreht und geschwenkt werden, ist also ein bewegbares Objekt.

[0056] Neben dem Patienten **7** befindet sich zudem eine Bedierson **8** im Raum der medizintechnischen Anlage **1**. Mit dem Bezugszeichen **9** ist ein weiterer Bildschirm bezeichnet.

[0057] Im Bereich der medizintechnischen Anlage **1** bzw. in dem dargestellten Raum der medizintechnischen Anlage **1** befinden sich somit nicht nur bewegbare Objekte, die direkt der medizintechnischen Anlage **1** zuzuordnen sind, wie beispielsweise die Röntgeneinrichtung **2**, sondern darüber hinaus bewegbare Objekte, die sich bei Bedarf auch in anderen Räumen befinden können, wie beispielsweise das medizinische Gerät **4**, das auch bei anderen Anlagen einsetzbar ist. Auch die Personen wie die Bedierson **8** und der Patient **7** stellen bewegbare Objekte dar, die keinen festen Anlagenbestandteil bilden.

[0058] Bei der dargestellten medizintechnischen Anlage **1** sind alle diese bewegbaren Objekte mit Positionssensoren **10** versehen bzw. werden solche Positionssensoren **10** an den Objekten angeordnet, die es dann ermöglichen, den bewegbaren Objekten eine dreidimensionale Position im Raum zuzuordnen. Hierzu sind mehrere Sende-/Empfangs-Antennen **11** im Raum verteilt. Die mehreren Antennen **11** ermöglichen es, zuverlässig Signale aller Positionssensoren **10** zu empfangen und gegebenenfalls bei Rückgriff auf eine Mehrzahl dieser Antennen **11** die räumliche Ortung zu verbessern.

[0059] Im vorliegenden Fall handelt es sich bei den Positionssensoren **10** um RFID-Transponder. Demgemäß sind die Sende-/Empfangs-Antennen für RFID-Signale ausgebildet bzw. handelt es sich um Sendeantennen für RF-Energie mit entsprechender Empfangsmöglichkeit, um so eine Positionserkennung durchzuführen.

[0060] Eine Anzahl der bewegbaren Objekte, beispielsweise die Röntgeneinrichtung **2**, ist mit mehreren Positionssensoren **10** versehen, um so der größeren räumlichen Ausdehnung dieser bewegbaren Objekte und einer Mehrzahl von Bewegungsfreiheitsgraden, die diese gegebenenfalls aufweisen, Rechnung zu tragen.

[0061] Bei der erfindungsgemäßen medizintechnischen Anlage **1** ist es somit möglich, über eine gegebenenfalls vorhandene Auswerteeinheit bzw. -software anhand der erfassten dreidimensionalen Positionen der Objekte noch bevor es zu einer Kollision

kommt die Bewegung zu unterbrechen oder andere Maßnahmen zu ergreifen. Alle Objekte können mit Hilfe der Positionssensoren **10** in ihrer Position im Raum zuverlässig erfasst werden. Dies gilt auch für Personen ebenso wie für andere Bestandteile, die der medizintechnischen Anlage **1** nicht fest zugeordnet sind, wie beispielsweise das medizinische Gerät **4**.

[0062] In der [Fig. 2](#) ist eine Darstellung zur Bewegungsüberwachung mit einem erfindungsgemäßen Verfahren gezeigt. Dargestellt sind mehrere Sende-/Empfangs-Antennen **12**, bei denen es sich um Antennen für RFID-Signale bzw. Sendeantennen für RF-Energie handelt. Daneben ist eine Röntgeneinrichtung **13** zu sehen. Die Röntgeneinrichtung **13**, bei der es sich in anderen Ausgestaltungen auch um eine andere Untersuchungs- bzw. Therapievorrichtung handeln kann, beispielsweise um eine Ultraschalleinrichtung oder dergleichen, steht mit einer Antriebssteuerung **14** in diesem Fall für die Röntgeneinrichtung **13**, allgemein für eine Untersuchungs- bzw. Therapievorrichtung, in Verbindung. Die Antriebssteuerung **14** für die Untersuchungs- bzw. Therapievorrichtung ist an einen Datenbus **15** angebunden. Daneben besteht eine Verbindung zur Systemsteuerung **16**, die ihrerseits an den Datenbus **15** gekoppelt ist.

[0063] Die Sende-/Empfangs-Antennen **12** stehen mit einer Sende-/Empfangseinheit **17**, einem sogenannten Interrogator, in Verbindung, der an den Datenbus **15** angebunden ist. Des Weiteren ist eine allgemeine Spannungsversorgungseinheit **18** vorgesehen. Ein Datenspeicher **19** ist ebenfalls mit dem Datenbus **15** verbunden.

[0064] Bediener- bzw. Nutzereingaben sind über eine User-Ein-/Ausgabeeinheit **20** möglich. Die Antennensignale der Sende-/Empfangs-Antennen **12** werden in einer Verarbeitungseinheit **21** weiterverarbeitet, um die Zuordnung einer räumlichen Position zu ermöglichen. Für die Bewegungsüberwachung ist eine eigens hierzu ausgebildete Kollisionsüberwachungs- und Auswerteeinheit **22** vorgesehen, die beispielsweise auf in der Systemsteuerung **16** abgespeicherte und gegebenenfalls jeweils durchgeführte Bewegungen der einzelnen Bestandteile der zugrunde liegenden medizintechnischen Anlage wie der Röntgeneinrichtung **13** bzw. einer anderen Untersuchungs- und Therapievorrichtung zugreift. Mit der Kollisionsüberwachungs- und Auswerteeinheit **22** ist es möglich, über die Definition bestimmter Grenzwerte für den Abstand der einzelnen Bestandteile bzw. Personen in der medizintechnischen Anlage relativ zueinander die Bewegung laufend oder in bestimmten Intervallen zu überwachen. In Abhängigkeit von einer Grenzwertannäherung bzw. einem Überschreiten von Grenzwerten kann ein Alarmkonzept oder Maßnahmenkonzept eingeleitet werden, das z. B.

aus einem akustischen oder optischen Alarm, einem Abbremsen einzelner Bestandteile oder einer Rückmeldung mit Hilfe eines Forced Feedback bzw. einem Abstoppen von Bewegungen bestehen kann.

[0065] Während hier separate Sende-/Empfangs-Antennen **12** vorgesehen sind, kann das erfindungsgemäße Verfahren alternativ oder ergänzend auch mit an den Komponenten der Untersuchungs- und Therapievorrichtung angebrachten Empfangseinheiten durchgeführt werden. In diesem Fall kann bei einer entsprechenden Empfangsfeldstärke bei Annäherung als Grenzwert das Alarmkonzept eingeleitet werden.

[0066] Die [Fig. 3](#) zeigt einen Positionssensor **23** als Aufkleber zum Einsatz bei einem erfindungsgemäßen Verfahren. Der Positionssensor **23** weist eine eindimensionale RFID-Antenne **24** auf, ebenso wie eine RFID-Empfangs-, Sende- und Prozesseinheit **25**. In diesem Fall ist also die RFID-Empfangs-, Sende- und Prozesseinheit **25** direkt in dem Positionssensor **23** integriert, so dass über diese Einheit **25** die Signalfeldstärke von empfangenen Sensorsignalen aufgenommen werden kann, um in Abhängigkeit von der Empfangsfeldstärke gegebenenfalls ein Alarmkonzept einzuleiten.

[0067] Ein derartiger Aufkleber als Positionssensor **23** kann flexibel an unterschiedlichsten Anlagenteilen und auch an Personen angebracht werden. Kommen bewegbare Objekte in einem Raum einer medizintechnischen Anlage neu hinzu, beispielsweise bewegbare Gerätewagen, die in unterschiedlichen Räumen einer Klinik eingesetzt werden, so werden diese einfach mit einem Aufkleber als Positionssensor **23** versehen, wodurch sie automatisch in das Konzept zur Bewegungsüberwachung integriert sind. Gegebenenfalls können Informationen in einer Software einer Auswerteeinheit wie Angaben zur räumlichen Ausdehnung des mit dem Aufkleber versehenen Objekts ergänzt oder, falls diese bereits abgespeichert sind, abgerufen werden, um die Positionsüberwachung zu optimieren. Denkbar ist es z. B., dass ein Bediener derartige Angaben über entsprechende Eingabefelder oder dergleichen in der Software eingibt. In Abhängigkeit von diesen Angaben können Grenzwerte definiert werden, die für das Alarmkonzept bestimmend sind.

[0068] In der [Fig. 4](#) ist ein weiterer Positionssensor **26** gezeigt, bei dem es sich um einen Positionssensor **26** handelt, der mit einer dreidimensionalen RFID-Antenne **27** ausgestattet ist. Der Positionssensor **26** ist wiederum als Aufkleber ausgebildet.

[0069] Die dreidimensionale RFID-Antenne **27** ist eine Mikro-RFID-Empfangs-/Sendeeinheit, mit der ein Senden und Empfangen von RFID-Signalen in x-, y- und z-Richtung möglich ist. Damit ist eine dreidi-

mensionale Positionserkennung im Raum möglich, wobei die dreidimensionale RFID-Antenne erfindungsgemäß gleichzeitig zum Empfang von Signalen anderer Positionssensoren und zum Aussenden eigener Signale eingesetzt wird.

[0070] Die [Fig. 5](#) zeigt eine Darstellung des Prinzips der Positionserfassung bei einem erfindungsgemäßen Verfahren. Die Identifizierung erfolgt im dargestellten Fall wiederum über RF-Signale (Radio-Frequency-Signale) im Zusammenspiel mit einer magnetischen Ortung. Im Mittelpunkt steht eine Mikro-RFID-Empfangs-/Sendeeinheit **28**, die dreidimensional für die x-, y- und z-Richtung ausgebildet ist. Über einen Transmitter und Interrogator **29** wird, wie durch den Pfeil **30** angedeutet ist, neben einem RF-Informationssignal RF-Energie an die Einheit **28** übertragen. Die Einheit **28** sendet ihrerseits ein RF-Informationssignal gemäß dem Pfeil **31** an den Transmitter und Interrogator **29** zurück. Des Weiteren sendet die Mikro-RFID-Empfangs-/Sendeeinheit **28** gemäß dem Pfeil **32** ein Signal an einen Magnetfeldsensor **33**. Der Transmitter und Interrogator **29** sowie der Magnetfeldsensor **33** sind ihrerseits über einen Prozessor **34** miteinander verbunden. So ist es möglich, die Position eines Objekts, das mit einem Sensor mit der Einheit **28** z. B. in Form eines Aufklebers oder Bands versehen ist, dreidimensional im Raum zu bestimmen.

[0071] In der [Fig. 6](#) ist ein Objekt **35** mit mehreren Positionssensoren **36** gezeigt. Das Objekt **35** ist im dargestellten Fall eine Person, die einen Positionssensor **36** im Bereich des Kopfes sowie zwei weitere Positionssensoren **36** im Bereich des linken und rechten Beins mit sich führt. Um die jeweiligen Positionssensoren **36** sind Schutzzonen **37** definiert. Die Form und Größe der Schutzzonen **37** kann so gewählt werden, dass das gesamte Objekt **35** oder, wie hier, ein im Hinblick auf Kollisionen gefährdeter Bereich mit Hilfe dieser Schutzzonen **37** abgedeckt wird. Die Schutzzonen **37** dienen dazu, Grenzwerte für eine Maßnahmenenergrieffung bzw. ein Alarmkonzept vorzugeben. Befindet sich ein anderes Objekt im Bereich der Schutzzonen **37** bzw. dringt es in eine Schutzzone **37** ein, so werden gegebenenfalls Warnungen erzeugt bzw. Maßnahmen ergriffen, die beispielsweise darin bestehen können, dass die Bewegung des anderen Objekts, beispielsweise eines C-Bogens für Röntgenaufnahmen, verlangsamt wird. Werden noch mehr Positionssensoren **36** am Objekt **35** angebracht, so ist es gegebenenfalls möglich, die Schutzzonen **37** kleiner zu definieren, so dass eine weitere Annäherung anderer bewegbarer Objekte möglich ist, ohne dass bereits das Alarmkonzept eingeleitet wird. Damit ist es möglich, feinere Bewegungen zu ermöglichen bzw. zu erfassen und dennoch eine wirksame Kollisionsvermeidung zu erreichen.

[0072] Die Schutzzonen **37** sind hier kugelförmig

dargestellt. Um gegebenenfalls eine Objektform besser anzunähern, können aber auch Ellipsoide oder andere Formen verwendet werden.

[0073] Die [Fig. 7](#) zeigt eine Skizze zur Definition unterschiedlicher Grenzwerte bei einem erfindungsgemäßen Verfahren. Dargestellt ist wiederum ein bewegbares Objekt **38**, bei dem es sich um eine Person handelt. Die Person weist im Bereich des linken Beins einen Positionssensor **39** auf. Um den Positionssensor **39** herum befinden sich unterschiedliche Schutzzonen **40**, **41** und **42**, die Grenzwerten für die Bewegungsüberwachung entsprechen. Die Schutzzonen können beispielsweise ellipsenförmig oder wie hier kreisförmig um den Positionssensor **39** herum angeordnet sein. Im dreidimensionalen Raum werden entsprechend Ellipsoide bzw. Kugeln oder andere Formen, in Abhängigkeit von der Form des bewegbaren Objekts **38** bzw. der Form des Bestandteils des bewegbaren Objekts **38**, das den Positionssensor **39** aufweist, definiert. Um wie im hier dargestellten Fall ein Bein gegen Kollisionen zu schützen, ist es überlegenswert, zylinderförmige Schutzzonen zu definieren. Die kreisförmige Form und die Radien in der hier gezeigten Darstellung sind also lediglich beispielhaft zu verstehen. Insbesondere in dem Fall, dass das Objekt noch weitere Positionssensoren **39** aufweist, sind kleine Radien für die Schutzzonen **40**, **41**, **42** vorzuziehen, um die Bewegungsmöglichkeiten in der medizintechnischen Anlage nicht unnötig einzuschränken.

[0074] Befindet sich nun ein anderes bewegbares oder festes Objekt im Bereich der Schutzzone **42**, so wird im vorliegenden Fall ein akustischer Alarm ausgelöst. Dies ist eine erste Warnung für den Bediener bzw. die Person, die den Positionssensor **39** trägt. Bei einer weiteren Annäherung des bewegbaren Objekts **38** an ein anderes Objekt bzw. eines anderen Objekts an das bewegbare Objekt **38** derart, dass der Grenzwert, der der Schutzzone **41** zugeordnet ist, erreicht oder überschritten wird, wird die Bewegungsgeschwindigkeit des anderen Objekts, beispielsweise eines Anlagenteils, reduziert. Beim Erreichen der Schutzzone **40** wird automatisch ein Bewegungsstopp eingeleitet. Dies bedeutet, dass beispielsweise ein C-Arm einer Röntgeneinrichtung bei einer Annäherung, die der Schutzzone **40** entspricht, in seiner automatisch gesteuerten Bewegung gestoppt wird, um eine Kollision mit dem bewegbaren Objekt **38** auszuschließen.

[0075] Die [Fig. 8](#) zeigt eine Darstellung zur Erhöhung der Genauigkeit der Positionserfassung bei einem erfindungsgemäßen Verfahren, die darauf basiert, dass neben einer Sende-/Empfangs-Antenne **43**, die zum Empfang bzw. Aussenden von RFID-Signalen bzw. RF-Energie zwecks Positionserfassung ausgebildet ist, noch weitere alternative bzw. zusätzliche Sende-/Empfangs-Antennen **44** vorgesehen

sind, über die die Genauigkeit der Positionserkennung bei Bedarf verbessert werden kann. Zudem ist mit Hilfe der zusätzlichen Sende-/Empfangs-Antennen **44** sichergestellt, dass die Signale der Positionssensoren **45** in jedem Fall von zumindest einer Antenne empfangen werden. Die Positionssensoren **45** sind im dargestellten Fall an einer Person **46** angeordnet, sie können jedoch ebenso an anderen bewegbaren Objekten wie Anlagenteilen oder Gerätewagen und dergleichen angeordnet sein.

[0076] Mit Hilfe des Systems der Positionssensoren **45** und der Antennen **43**, **44** ist es möglich, Objekte im Raum zuverlässig dreidimensional zu erfassen und somit wirksam gegenüber Kollisionen oder zu großen Annäherungen mit bzw. an andere Anlagenteile oder Personen und dergleichen abzusichern. Die Positionssensoren **45** bzw. Bewegungssensoren können Sensoren auf Aufklebern oder in Armbändern bzw. Klammern, Schilder und dergleichen sein. Für Personen sind auch Sensoren geeignet, die bereits in Kleidung eingearbeitet sind. RFID-Sensoren bzw. -Transponder und entsprechende Lesegeräte arbeiten kabellos und ermöglichen eine relativ preisgünstige Realisierung der Bewegungsüberwachung. Es können jedoch ebenso oder ergänzend Positionssensoren **45** bzw. Sende- und Empfangseinheiten verwendet werden, die auf anderen Prinzipien aufbauen, beispielsweise auf optischen oder thermischen Wirkprinzipien.

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 10200534 [\[0004\]](#)
- DE 69327436 [\[0005\]](#)
- DE 19625409 [\[0006\]](#)
- WO 2006/025003 [\[0007\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bewegungsüberwachung wenigstens eines bewegbaren Objekts **(35, 38)** bei einer medizintechnischen Anlage **(1)**, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels wenigstens eines an dem wenigstens einen bewegbaren Objekt **(35, 38)** angeordneten Positionssensors **(10, 23, 36, 39, 45)** die aktuelle dreidimensionale Position des Objekts **(35, 38)** erfasst wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Position mittels wenigstens eines Positionssensors **(10, 23, 36, 39, 45)** an einem Bestandteil der medizintechnischen Anlage **(1)**, insbesondere an einer Komponente eines Röntgensystems und/oder einer Patientenlagerung **(3)** und/oder einem Beatmungsgerät und/oder einem Rollwagen und/oder einem Werkzeuggestisch, und/oder einer Person, insbesondere eines Bedieners und/oder eines Patienten **(7)**, als Objekt **(35, 38)** erfasst wird.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des wenigstens einen Objekts **(35, 38)** kontinuierlich oder in Zeitintervallen erfasst wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dreidimensionale Position des wenigstens einen Objekts **(35, 38)** mittels wenigstens einer Empfangsvorrichtung für Signale des wenigstens einen Positionssensors **(10, 23, 36, 39, 45)** erfasst wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer Auswerteeinheit die relative Position wenigstens eines bewegbaren Objekts **(35, 38)** zu wenigstens einem weiteren bewegbaren und/oder fest im Raum angeordneten Objekt **(35, 38)** bestimmt wird, insbesondere in Abhängigkeit der Positionserfassung durch wenigstens eine Empfangsvorrichtung.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit eines Überschreitens eines Grenzwertes für die relative Position bei einer Bewegung des bewegbaren Objekts **(35, 38)** ein Alarm gegeben und/oder die Bewegung verlangsamt und/oder an einer Benutzerschnittstelle, insbesondere der Auswerteeinheit, eine Rückmeldung gegeben wird, insbesondere in Form eines Forced Feedback, und/oder die Bewegung gestoppt wird und/oder wenigstens eine weitere Maßnahme zur Kollisionsvermeidung durchgeführt wird, insbesondere seitens der Auswerteeinheit.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Grenzwerte für die relative Position bestimmt werden, wobei in Abhängigkeit des Überschreitens der jeweiligen

Grenzwerte für die relative Position unterschiedliche Maßnahmen zur Kollisionsvermeidung durchgeführt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit eines Überschreitens eines ersten Grenzwertes für die relative Position bei einer Bewegung des bewegbaren Objekts **(35, 38)** ein Alarm gegeben und in Abhängigkeit eines Überschreitens eines zweiten Grenzwertes die Bewegung verlangsamt und/oder an einer Benutzerschnittstelle, insbesondere der Auswerteeinheit, eine Rückmeldung gegeben wird, insbesondere in Form eines Forced Feedback, und in Abhängigkeit eines Überschreitens eines dritten Grenzwertes die Bewegung gestoppt wird, insbesondere seitens der Auswerteeinheit.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein an dem wenigstens einen Objekt **(35, 38)** angeordneter kabelloser Positionssensor **(10, 23, 36, 39, 45)** verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein auf einem magnetischen und/oder elektromagnetischen und/oder elektrischen und/oder kapazitiven und/oder induktiven und/oder optischen und/oder thermischen und/oder akustischen Wirkungsprinzip basierender an dem wenigstens einen Objekt **(35, 38)** angeordneter Positionssensor **(10, 23, 36, 39, 45)** verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein an dem wenigstens einen Objekt **(35, 38)** mittels wenigstens einer Klebefläche und/oder eines Etiketts und/oder eines Klettbandes und/oder einer mechanischen Klemme und/oder Klammer und/oder Schraube angeordneter Positionssensor **(10, 23, 36, 39, 45)** verwendet wird.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein an dem wenigstens einen Objekt **(35, 38)** mittels einer Anstecknadel und/oder einer Nadel und/oder einer Haarnadel und/oder eines Bandes, insbesondere eines umzuhängenden Bandes, und/oder eines Armbandes und/oder integriert in einen Brillenrahmen und/oder in Kleidung eingearbeitet und/oder in einem Mundschutz und/oder einer Kopfhaut angeordneter Positionssensor **(10, 23, 36, 39, 45)** verwendet wird.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an mehreren Objekten **(35, 38)** Positionssensoren **(10, 23, 36, 39, 45)** angeordnet sind oder werden und die aktuellen dreidimensionalen Positionen aller Positions-

sensoren aufweisender Objekte (35, 38) erfasst werden.

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die und/oder eine Auswerteeinheit die wenigstens eine erfasste Position mit in einer Systemsteuerung (16) abgespeicherten und/oder durchgeführten Bewegungen von Bestandteilen der medizintechnischen Anlage vergleicht.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit des Vergleichs Maßnahmen zur Kollisionsvermeidung durchgeführt werden, insbesondere Maßnahmen gemäß Anspruch 6.

16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine an einem bewegbaren Objekt (35, 38) angeordnete Empfangsvorrichtung verwendet wird.

17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit eines an der wenigstens einen Empfangsvorrichtung erfassten Sensorsignals Maßnahmen zur Kollisionsvermeidung durchgeführt werden, insbesondere in Abhängigkeit einer Empfangsfeldstärke.

18. Medizintechnische Anlage (1) mit Mitteln zur Bewegungsüberwachung wenigstens eines bewegbaren Objekts (35, 38), insbesondere gemäß einem Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die medizintechnische Anlage (1) zur Erfassung der dreidimensionalen Position des wenigstens einen bewegbaren Objekts (35, 38) mittels wenigstens eines am Objekt (35, 38) angeordneten Positionssensors (10, 23, 36, 39, 45) ausgebildet ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG 3

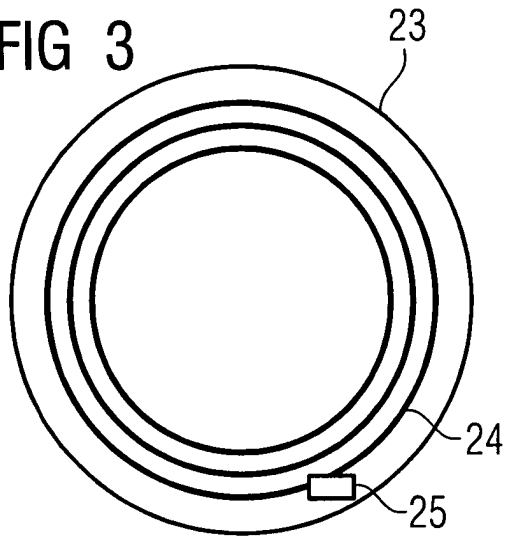


FIG 4

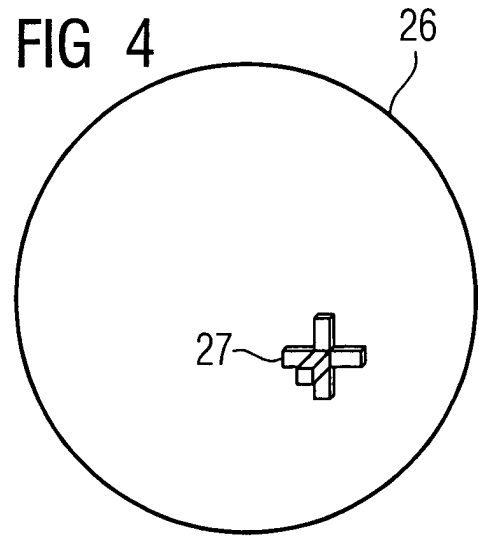
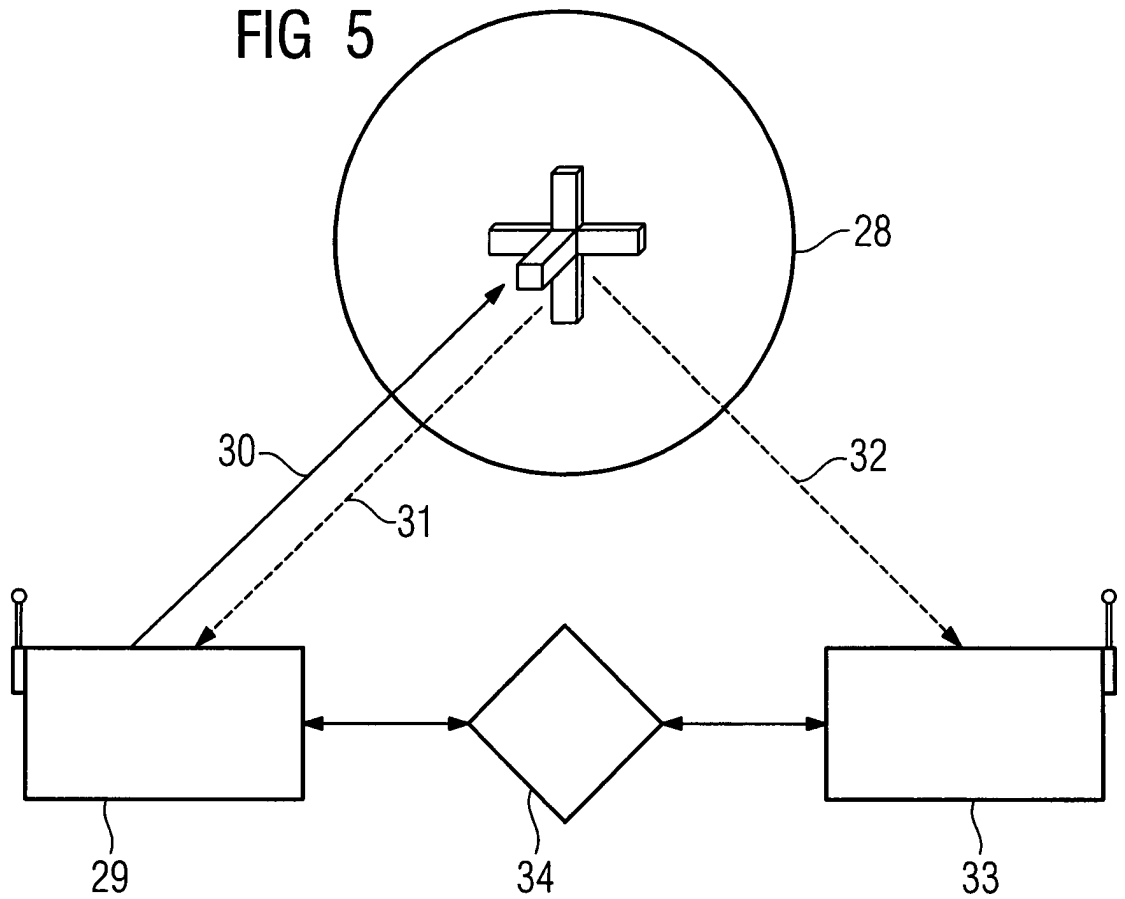


FIG 5



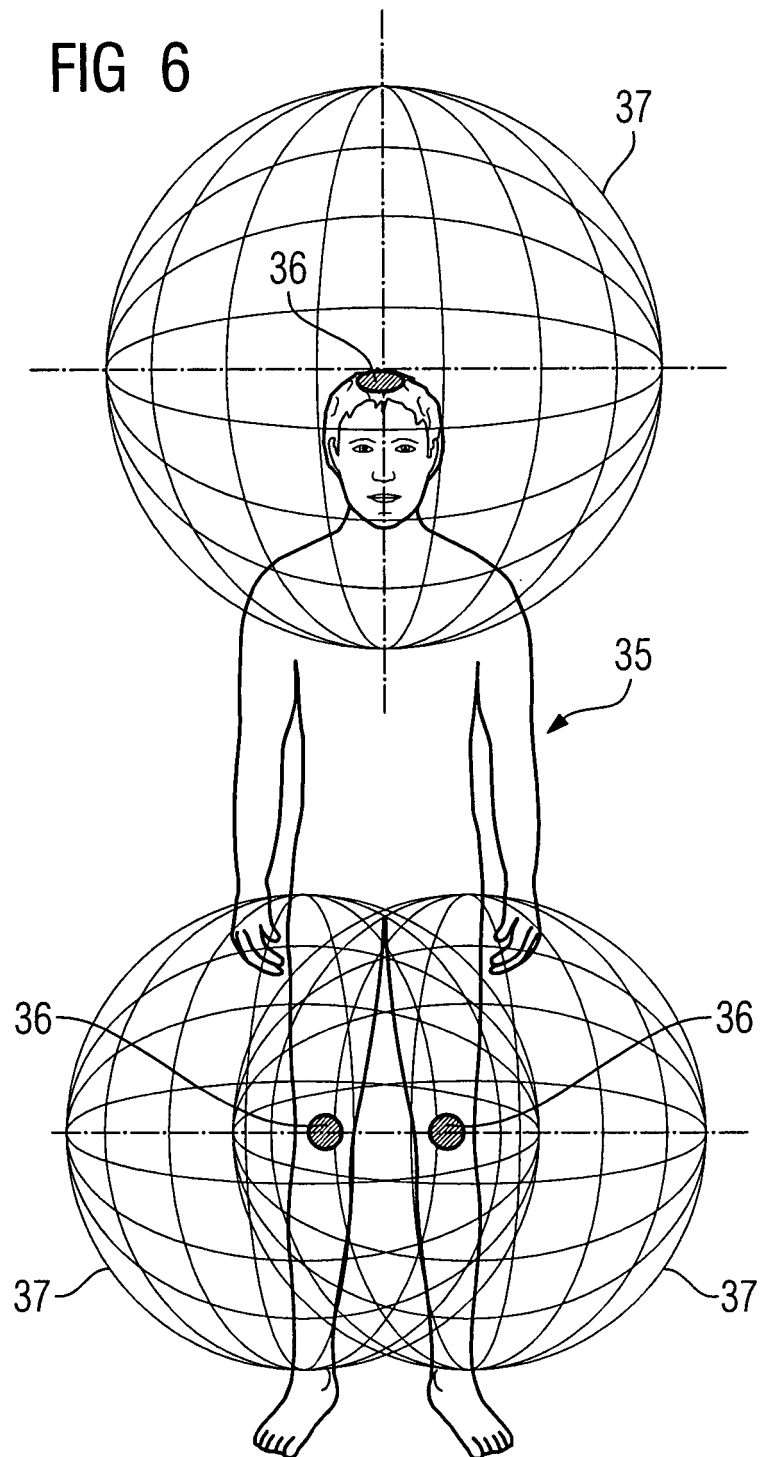


FIG 7

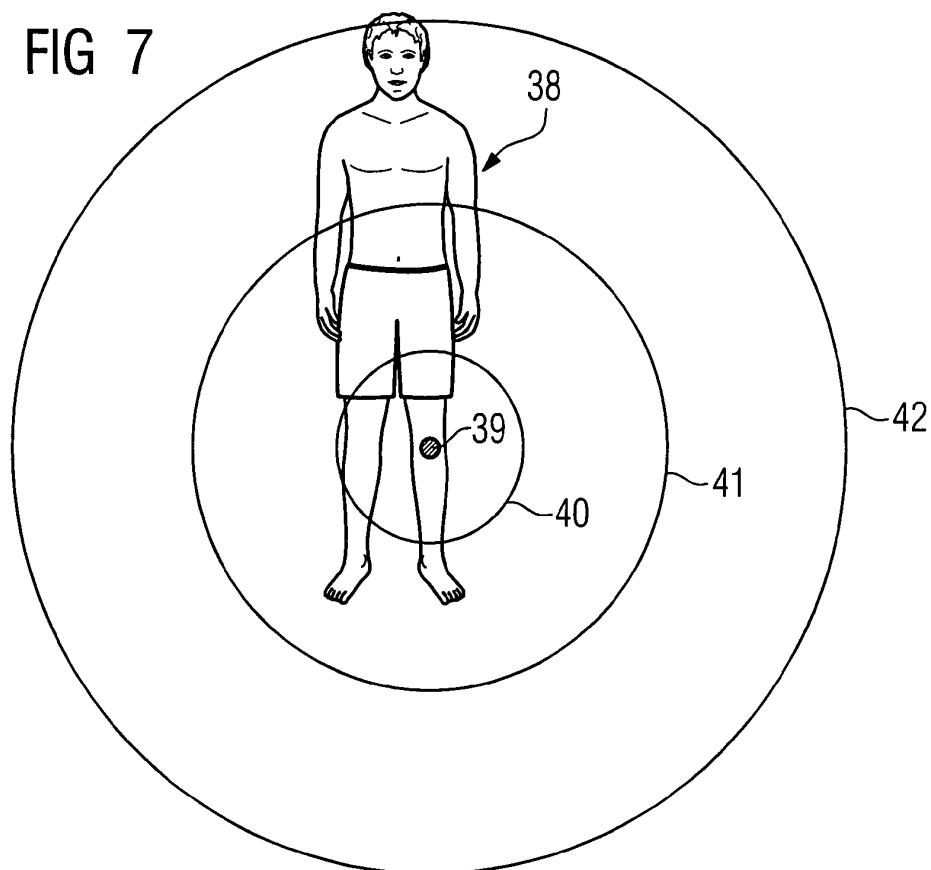


FIG 8

