



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 199 17 867 B4** 2005.04.21

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 17 867.4**
(22) Anmeldetag: **20.04.1999**
(43) Offenlegungstag: **09.11.2000**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.04.2005**

(51) Int Cl.7: **A61B 19/00**
A61B 6/12, A61B 6/02

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
BrainLAB AG, 85551 Kirchheim, DE

(74) Vertreter:
Schwabe, Sandmair, Marx, 81677 München

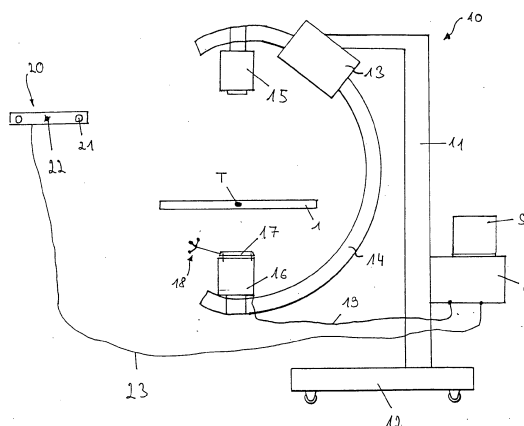
(72) Erfinder:
**Vilsmeier, Stefan, 85586 Poing, DE; Birkenbach,
Rainer, 85622 Feldkirchen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 197 03 556 A1
DE 196 39 615 A1
DE 195 36 180 A1
DE 297 18 980 U1
US 57 72 594 A

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Bildunterstützung bei der Behandlung von Behandlungszielen mit Integration von Röntgenerfassung und Navigationssystem**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Bildunterstützung bei der Behandlung von Behandlungszielen, bei dem

- mittels eines Röntgengeräts (10) bei der Behandlung mindestens eine Röntgenaufnahme eines Behandlungsgebietes erstellt wird, wobei gleichzeitig ein Abbild einer Referenzstruktur (17) erfasst wird,
- wobei als Referenzstruktur (17) ein für Röntgenstrahlen durchlässiger Körper verwendet wird, der charakteristisch abbildbar verteilte, in der Röntgenaufnahme sichtbare Marker (M) aufweist;
- die räumliche Lage der Referenzstruktur (17) über ein kameraunterstütztes Navigationssystem ermittelt wird; und bei dem
- die Positionsdaten des Behandlungsziels (T), die aus der Röntgenaufnahme und vom Navigationssystem ermittelt wurden, in einer einzigen Rechereinheit (C) mit einer einzigen Bildschirmausgabe (S) so verknüpft werden, dass Positionsdaten von Behandlungsgeräten, die bei der Behandlung von dem Navigationssystem ermittelt werden, auf dem Bildschirm (S) in richtiger Lagezuordnung zu den Positionen auf der Röntgenaufnahme ausgegeben werden.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bildunterstützung bei der Behandlung von Behandlungszielen unter Verwendung eines Röntgengeräts und eines kameraunterstützten Navigationssystems.

[0002] Aus der DE 195 36 180 A1 (entspricht der US-A 5,769,861 A) sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Lokalisierung eines Instrumentes bekannt, wobei vorgeschlagen wird, Röntgenaufnahmen zusammen mit einem kameragestützten Referenzierungssystem für Instrumente in der Stereotaxie bzw. bei orthopädischen oder neurochirurgischen Eingriffen zu verwenden. Der Nachteil des hier vorgeschlagenen Systems ist der, dass nicht darauf eingegangen wird, in welcher Weise eine solche Verknüpfung für den operierenden Arzt am besten verwertbar gemacht werden kann. Es fehlt an einem Vorschlag, die Schnittstelle zwischen dem Operateur und dem technischen System geeignet und optimal auszugestalten.

[0003] Ferner ist es bekannt, bei Operationen mit Hilfe einer Dauer-Röntgenerfassung zu arbeiten, wobei ein Röntgengerät mit einer Röntgenstrahlungsquelle und einem Bildverstärker kontinuierlich ein Röntgenbild liefert, das, auf einem Bildschirm ausgegeben, dem Arzt bei der Operation visuelle Hilfe gibt. Hierbei entsteht nachteiligerweise durch die andauernde Röntgenbestrahlung eine hohe Strahlungsbelastung, und zwar insbesondere auch für die Hände des Operateurs. Außerdem kann nur eine relativ ungenaue, meist lediglich zweidimensionale Bildunterstützung bereitgestellt werden. Wenn das Röntgengerät kameraunterstützt (z.B. durch LEDs am Röntgenbogen) im Raum referenziert wird, unterliegt diese Positionsermittlung Fehlern, die aus der relativen Instabilität des Röntgengerätes herrühren. Bei C-Bogen-Röntgengeräten ändert sich oft die relative Position von Strahlungsquelle und Bildverstärker während des Eingriffs.

[0004] Die DE 196 39 615 A1 beschreibt grundsätzlich ein Neuronavigationssystem mit einem Reflektorenreferenzierungssystem mit passiven Reflektoren. Aus der DE 197 03 556 A1 gehen ein Verfahren und eine Anordnung zur Positionsbestimmung bei der Röntgenbildgebung hervor.

[0005] Aus dem deutschen Gebrauchsmuster DE 297 18 980 U1 ist ein bildgeführtes Operationssystem mit einem Positionsdetektionssystem und einer Transformationseinheit bekannt, bei dem Patientenpositionen in Bildpositionen transformiert werden. Es wird beschrieben, wie der Vorreferenzierungsschritt für Patientenmarker eliminiert und aktuelle Markerpo-

sitionen vor oder während der Behandlung rein rechnerisch bestimmt werden können, ohne mit einem Zeigegerät angefahren werden zu müssen.

[0006] Die US 5,772,594 A betrifft ein orthopädisches Chirurgesystem mit intraoperativer Registrierung und Fluoroskopiebild-Führung. Hier wird vorgeschlagen, ein optisches Navigationssystem zu verwenden und gleichzeitig C-Bogen-Röntgenbilder zu machen, wobei die Verknüpfung der Informationen aus dem Röntgenaufnahmen und dem Navigationssystem dadurch hergestellt wird, dass das Fluoroskop separat mittels LED-Anordnungen verfolgt bzw. getrackt und die Bildinhalte verarbeitet werden.

Aufgabenstellung

[0007] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, im Rahmen der Bildunterstützung bei der Behandlung von Behandlungszielen unter Verwendung eines Röntgengeräts und eines kameraunterstützten Navigationssystems die Möglichkeit zu schaffen, eine genaue Verknüpfung von Röntgenbildfassung und Navigationssystem-Bildinhalte zu ermöglichen.

[0008] Die vorgenannte Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß dem Anspruch 1 sowie durch eine Vorrichtung gemäß dem Anspruch 10 gelöst. Die Unteransprüche definieren bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

[0009] Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung liegt insbesondere darin, daß der Operateur seine Navigation nunmehr anhand einer einzigen Bildschirmausgabe überwachen kann, auf welcher die Position von Behandlungsgeräten verknüpft mit dem Röntgenbild ausgegeben werden. Es genügt hierbei im Prinzip für eine zweidimensionale Navigation mit Hilfe der Röntgenaufnahme ein einziges Röntgenbild am Anfang der Operation zu machen und im kameraunterstützten Navigationssystem über die Referenzstruktur zu referenzieren, dafür zu sorgen, daß der Patient nicht mehr bewegt wird und mittels der kameragestützten Navigation zu operieren. Dadurch wird natürlich eine Strahlungsbelastung der Hände des Arztes vollständig eliminiert. Er sieht das gespeicherte Röntgenbild auf dem Schirm und gleichzeitig die Position seiner Instrumente und zwar mit einer für die derzeit zur Verfügung stehenden Navigationssysteme sehr hohen Genauigkeit. Weil die verwendete Recheneinheit mit Bildschirm die Informationen aus der Röntgenaufnahme und diejenigen der kameraunterstützten Navigation gleichzeitig verarbeiten, kann einiger apparativer Aufwand eingespart werden. Wenn am Patienten ebenfalls eine im Navigationssystem verfolgbare Referenzierungseinrichtung angebracht wird, kann der Patient auch zwischen Navigationbild und Referenzbild bewegt werden.

[0010] Grundsätzlich kann man auch das Röntgen-

gerät nach der Erstellung des Röntgenbildes (Referenzbild) und dessen Zuordnung im Navigationssystem (Navigationssystem) wieder bewegen und möglicherweise sogar aus dem Raum fahren. Alle notwendigen Daten sind nämlich im Rechner. Die erfindungsgemäße integrierte Lösung hat also auch den Vorteil, dass mehr Platz im Operationsfeld geschaffen werden kann.

[0011] Wenn zur räumlichen Lageerfassung der Referenzstruktur bei der Röntgenaufnahme zwei, drei, vier oder mehr Röntgenaufnahmen aus verschiedenen Lagen erstellt werden, kann außerdem noch eine dreidimensionale Information auch auf Röntgenseite bereitgestellt werden.

[0012] Bei einer bevorzugten Ausführungsform werden mehrere Röntgenaufnahmen verschiedener, bevorzugt überlappender Bereiche des Behandlungsgebietes erstellt und zu einem Gesamtbild zusammengesetzt (Landscape View). Man kann dann z.B. nicht nur einen Wirbel, sondern eine ganze Wirbelsäule abbilden, deren Bild aus verbundenen Einzelbildern besteht.

[0013] Vorteilhafterweise wird nach der Erstellung einer ersten Röntgenaufnahme, bei der die Referenzstruktur mit erfasst wird und die Positionsdaten zugeordnet werden, eine zweite Röntgenaufnahme aus gleicher Lage ohne Referenzstruktur erstellt, wobei die zweite Aufnahme dann auf dem Bildschirm ausgegeben wird. Damit können Störungen des Röntgenbildes durch die Referenzstruktur vermieden werden. Die Genauigkeit leidet nicht, wenn die Lage des Röntgengerätes oder des Patienten nicht verändert werden.

[0014] Wie oben beschrieben können die Röntgenaufnahme(n) Einzelaufnahmen umfassen, bei sehr schwierigen Operationsabschnitten können aber auch zwischenzeitlich Aufnahmen längerer Dauer gemacht werden, um während der Bestrahlung zu operieren. Insgesamt wird jedoch die Strahlungsbelastung für Patient und Arzt deutlich gesenkt, da bei einfacheren Operationsabschnitten die Röntgenstrahlungsquelle wieder abgeschaltet werden kann.

[0015] Als kameraunterstütztes Navigationssystem wird bevorzugt ein System mit an den Behandlungsgeräten und an der Referenzstruktur angebrachten Reflektoren für die Strahlung einer Infrarot-Strahlungsquelle verwendet, wobei aber auch auf ein System mit an den Behandlungsgeräten und an der Referenzstruktur angebrachten Strahlungsemittern, insbesondere LEDs zurückgegriffen werden kann.

[0016] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bildunterstützung bei der Behandlung von Behandlungszielen wird durch den Anspruch 10 definiert.

[0017] Das Röntgengerät ist vorzugsweise ein C-Bogen-Röntgengerät mit variabler Lageverstellung.

[0018] Das kameraunterstützte Navigationssystem ist bevorzugt ein System mit an den Behandlungsgeräten und an der Referenzstruktur angebrachten Reflektoren für die Strahlung einer Infrarot-Strahlungsquelle, aber möglicherweise auch ein System mit an den Behandlungsgeräten und an der Referenzstruktur angebrachten Strahlungsemittern, insbesondere LEDs.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausführung weist das Röntgengerät eine Röntgenstrahlungsquelle und einen dieser gegenüberliegend vorgesehenen Bildverstärker auf, wobei die Referenzstruktur direkt über dem Bildverstärker des Röntgengeräts, insbesondere lösbar, befestigt ist. Die Referenzstruktur wird auch von dem kameragestützten Navigationssystem erfasst, und ihre Positionsinformation genügt zur Zuordnung der Bildinformationen. Da nur an der Referenzstruktur Reflektoren oder LEDs angebracht werden müssen, ist diese Referenzierung nicht mehr von der Gesamtstabilität des Röntgenbogens abhängig und kann genaue Ergebnisse liefern.

[0020] In besonders bevorzugter Ausgestaltung sind sowohl die Rechneinheit als auch die Bildschirmausgabe als integrale Einheit mit dem Röntgengerät ausgebildet. Hierdurch wird der Platzbedarf für die technische Ausrüstung minimiert, und das Gerät wird mit allen Funktionselementen transportabel. Auch die Kameraanordnung kann an diesem einzigen Gerät angebracht werden.

Ausführungsbeispiel

[0021] Die Erfindung wird im weiteren anhand von Ausführungsformen mittels der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0022] Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Röntgengerät und kameraunterstützter Navigation;

[0023] Fig. 2 eine Ausführungsform einer würfelförmigen Referenzstruktur mit einem Reflektorenadapter;

[0024] Fig. 3 eine räumlich dargestellte Grundform einer Kegelstumpf-Referenzstruktur;

[0025] Fig. 4 eine Einsicht in eine Kegelstumpf-Referenzstruktur von innen, mit angebrachten Markern; und

[0026] Fig. 5 eine Befestigungsanordnung für eine Referenzstruktur auf einem Bildverstärker.

[0027] In Fig. 1 ist eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Röntgengerät und kameraunterstützter Navigation gezeigt. Operiert werden soll an einem Behandlungsziel T, in einem schematisiert angedeuteten Patientenkörper 1. Dazu wird ein C-Bogen-Röntgengerät 10 verwendet, das auf einer roll- und feststellbaren Basis 12 steht. Am Arm 11 ist die Führung 13 für den in dieser verschieblich und fixierbar gehaltenen Bogen 14 angebracht. Der Bogen hat an seinem Oberteil eine Röntgenstrahlungsquelle 15 und diametral gegenüber einen Bildverstärker 16, dessen Bildsignale mittels eines Kabels 19 an den ebenfalls am Arm 11 befestigten Rechner (Computer C) mit Bildschirm S weitergegeben werden.

[0028] Auf dem Bildverstärker 16 ist über eine nur strichweise angedeutete, in Fig. 1 nicht bezeichnete Halterung eine Referenzstruktur 17 angebracht. Der Rechner C erhält ferner Positionsinformationen durch die Kameraeinheit 20 über das Kabel 23. Die Kameraeinheit 20 weist zwei Infrarotkameras 21 und eine Infrarot-Strahlungsquelle 22 auf. Sie kann ohne weiteres auf dem Röntgengerät 10 befestigt sein. Mittels dieser Kameraeinheit wird die Position von Reflektorensätzen von Adaptern an verwendeten Instrumenten (Behandlungsgeräten) bestimmt und dadurch auch die Position der Instrumente selbst. Auch die Referenzstruktur 17 trägt, wie hier vereinfacht schematisch dargestellt, einen Adapter 18, so daß ihre Lage vom kameraunterstützten Navigationssystem erfasst werden kann.

[0029] Ferner weist die Referenzstruktur 17 im Röntgenbild sichtbare Marker M auf, die beispielsweise in der unteren Einsicht in die Kegelstumpf-Referenzstruktur in Fig. 4 sichtbar sind. Diese Marker M sind auf der Innenfläche des Kegelstumpfes nach oben hin in einem Muster angeordnet, dessen Röntgenbildinformation (-projektion) eine eindeutige Lagebestimmung durch den Rechner C gestattet, wobei zusätzlich Verzerrungen rechnerisch eliminiert werden können. Die Marker M der Referenzstruktur 17 werden vom System vollautomatisch erkannt (im Röntgenbild gesucht und markiert). Das Markermaterial ist vorzugsweise Wolfram.

[0030] Eine räumliche Darstellung der Kegelstumpf-Referenzstruktur 17 von außen ist der Fig. 3 zu entnehmen. Die Referenzstruktur muss nicht unbedingt kegelstumpfförmig sein; sie kann auch die Form eines Würfels 17' aufweisen, welcher ebenfalls innerhalb seiner Außengeometrie im Röntgenbild sichtbare Marker aufweist. Ein solcher Würfel 17' ist in Fig. 2 gezeigt ist, in der auch die Anbringung des Adapters mit der Reflektorenanordnung (drei kugelförmige Reflektoren für Infrarotlicht) dargestellt wird. Ferner muss die Referenzstruktur nicht unbedingt am Bildverstärker 16 angebracht werden. Sie kann irgendwo zwischen Röntgenstrahlungsquelle 15 und

Bildverstärker 16 angeordnet sein, z.B. auch am Patienten.

[0031] In der Fig. 5 wird in Explosion nochmals schematisch aufgezeigt, wie eine Kegelstumpf-Referenzstruktur 17 mit Hilfe eines Halteringes 9 auf den oberen Teil des Bildverstärkers aufbringbar ist.

[0032] Der Operateur kann seine Arbeit nunmehr mittels der dargestellten Einrichtung anhand einer einzigen Bildschirmausgabe S überwachen, auf welcher die Positionen seiner Behandlungsgeräte verknüpft mit dem Röntgenbild ausgegeben werden. Dabei werden nach der Fixierung des Patienten 1 anfangs bevorzugt zwei, drei oder vier Röntgenaufnahmen aus verschiedenen Lagen des Bogens 14 erstellt, und die Röntgenbilddaten (mit dem positions- und raumlagegebenden Markermuster) werden mittels des Reflektorensatzes 18 an der Referenzstruktur 17 im kameraunterstützten Navigationssystem referenziert und zugeordnet. Die Röntgenaufnahmen können jeweils doppelt, nämlich einmal mit der am Bildverstärker 16 angebrachten Referenzstruktur 17 und danach ohne Lageveränderung mit abgenommener Struktur erstellt werden, damit bei der Operation diese Bilder ohne Störungen durch die Struktur 17 verwendet werden können, welche jedoch mindestens einmal bei der Referenzierung jedes Bildes notwendig ist.

[0033] Nun wird dafür gesorgt, dass der Patient und das Röntgengerät 1 nicht mehr bewegt werden, und es wird mittels der kameragestützten Navigation operiert, und zwar mit Instrumenten, die ebenfalls durch die Kameras in ihren Positionen erfasst und verfolgt werden können. An dieser Stelle sollte noch angemerkt werden, dass als Navigationssysteme nicht nur solche verwendet werden können, die aktiv oder passiv (wie im Ausführungsbeispiel) mit Infrarotstrahlung arbeiten. Auch alle anderen Trackingsysteme können verwendet werden, beispielsweise magnetische, akustische etc..

[0034] Die Strahlungsbelastung wird stark reduziert. Der Art sieht das Röntgenbild auf dem Schirm und gleichzeitig die Position seiner Instrumente und zwar mit einer für die derzeit zur Verfügung stehenden Navigationssysteme sehr hohen Genauigkeit. Weil die verwendete Recheneinheit mit Bildschirm die Informationen aus der Röntgenaufnahme und diejenigen der kameraunterstützten Navigation gleichzeitig verarbeitet, kann apparativer Aufwand eingespart werden und das Gerät wird insgesamt transportabel.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bildunterstützung bei der Behandlung von Behandlungszielen, bei dem – mittels eines Röntgengeräts (10) bei der Behandlung mindestens eine Röntgenaufnahme eines Be-

handlungsgebietes erstellt wird, wobei gleichzeitig ein Abbild einer Referenzstruktur (17) erfasst wird,
 – wobei als Referenzstruktur (17) ein für Röntgenstrahlen durchlässiger Körper verwendet wird, der charakteristisch abbildbar verteilte, in der Röntgenaufnahme sichtbare Marker (M) aufweist;
 – die räumliche Lage der Referenzstruktur (17) über ein kameraunterstütztes Navigationssystem ermittelt wird; und bei dem
 – die Positionsdaten des Behandlungsziels (T), die aus der Röntgenaufnahme und vom Navigationssystem ermittelt wurden, in einer einzigen Rechneinheit (C) mit einer einzigen Bildschirmausgabe (S) so verknüpft werden, dass Positionsdaten von Behandlungsgeräten, die bei der Behandlung von dem Navigationssystem ermittelt werden, auf dem Bildschirm (S) in richtiger Lagezuordnung zu den Positionen auf der Röntgenaufnahme ausgegeben werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zur räumlichen Lageerfassung der Referenzstruktur (17) wenigstens zwei Röntgenaufnahmen aus verschiedenen Lagen erstellt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem mehrere Röntgenaufnahmen verschiedener, bevorzugt überlappender Bereiche des Behandlungsgebietes erstellt und zu einem Gesamtbild zusammengesetzt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem nach der Erstellung der mindestens einen Röntgenaufnahme, bei der die Referenzstruktur (17) mit erfasst wird und die Positionsdaten zugeordnet werden, eine weitere Röntgenaufnahme aus gleicher Lage ohne Referenzstruktur (17) erstellt wird, wobei die weitere Aufnahme dann auf dem Bildschirm (S) ausgegeben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die mindestens eine Röntgenaufnahme eine Einzelaufnahme oder die Röntgenaufnahmen Einzelaufnahmen sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die mindestens eine Röntgenaufnahme eine Aufnahme längerer Dauer ist oder die Röntgenaufnahmen Aufnahmen längerer Dauer umfassen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem als Referenzstruktur (17) ein für Röntgenstrahlen durchlässiger Körper in Form eines Kegelstumpfes verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem als kameraunterstütztes Navigationssystem ein System mit an den Behandlungsgeräten und an der Referenzstruktur angebrachten Reflektoren (18) für die Strahlung einer Infrarot-Strahlungsquelle (22) verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem als kameraunterstütztes Navigationssystem ein System mit an den Behandlungsgeräten und an der Referenzstruktur angebrachten Strahlungsemittern verwendet wird.

10. Vorrichtung zur Bildunterstützung bei der Behandlung von Behandlungszielen, mit
 – einem Röntgengerät (10), mit dem bei der Behandlung mindestens eine Röntgenaufnahme eines Behandlungsgebietes erstellt wird,
 – einer Referenzstruktur (17), deren Abbild gleichzeitig von dem Röntgengerät (10) erfasst wird, wobei als Referenzstruktur (17) ein für Röntgenstrahlen durchlässiger Körper verwendet wird, der charakteristisch abbildbar verteilte, in der Röntgenaufnahme sichtbare Marker (M) aufweist;
 – einem von einer Kameraanordnung (20) unterstützten Navigationssystem, das die räumliche Lage der Referenzstruktur (17) ermittelt;
 – einer einzigen Rechneinheit (C) mit einer einzigen Bildschirmausgabe (S), welche die Positionsdaten des Behandlungsziels (T), die aus der mindestens einen Röntgenaufnahme und vom Navigationssystem ermittelt wurden, so verknüpft, dass Positionsdaten von Behandlungsgeräten, die bei der Behandlung von dem Navigationssystem ermittelt werden, auf dem Bildschirm in richtiger Lagezuordnung zu den Positionen auf der Röntgenaufnahme ausgegeben werden.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei das Röntgengerät (10) zur räumlichen Lageerfassung der Referenzstruktur (17) mit Röntgenaufnahmen aus wenigstens zwei verschiedenen Lagen ein C-Bogen-Röntgengerät mit variabler Lageverstellung ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Referenzstruktur (17) ein Körper in Form eines Kegelstumpfes ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei das kameraunterstützte Navigationssystem ein System mit an den Behandlungsgeräten und an der Referenzstruktur (17) angebrachten Reflektoren (18) für die Strahlung einer Infrarot-Strahlungsquelle (22) ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei das kameraunterstützte Navigationssystem ein System mit an den Behandlungsgeräten und an der Referenzstruktur angebrachten Strahlungsemittern ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei das Röntgengerät (10) eine Röntgenstrahlungsquelle (15) und einen dieser gegenüberliegend vorgesehenen Bildverstärker (16) aufweist, wobei die Referenzstruktur (17) direkt über dem Bildverstärker (16) des Röntgengeräts (10) befestigt, insbesondere

lösbar befestigt, ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, wobei sowohl die Rechneinheit (C) als auch die Bildschirmausgabe (S) und auch die Kameraanordnung (**20**) als integrale Einheit mit dem Röntgengerät (**10**) ausgebildet sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

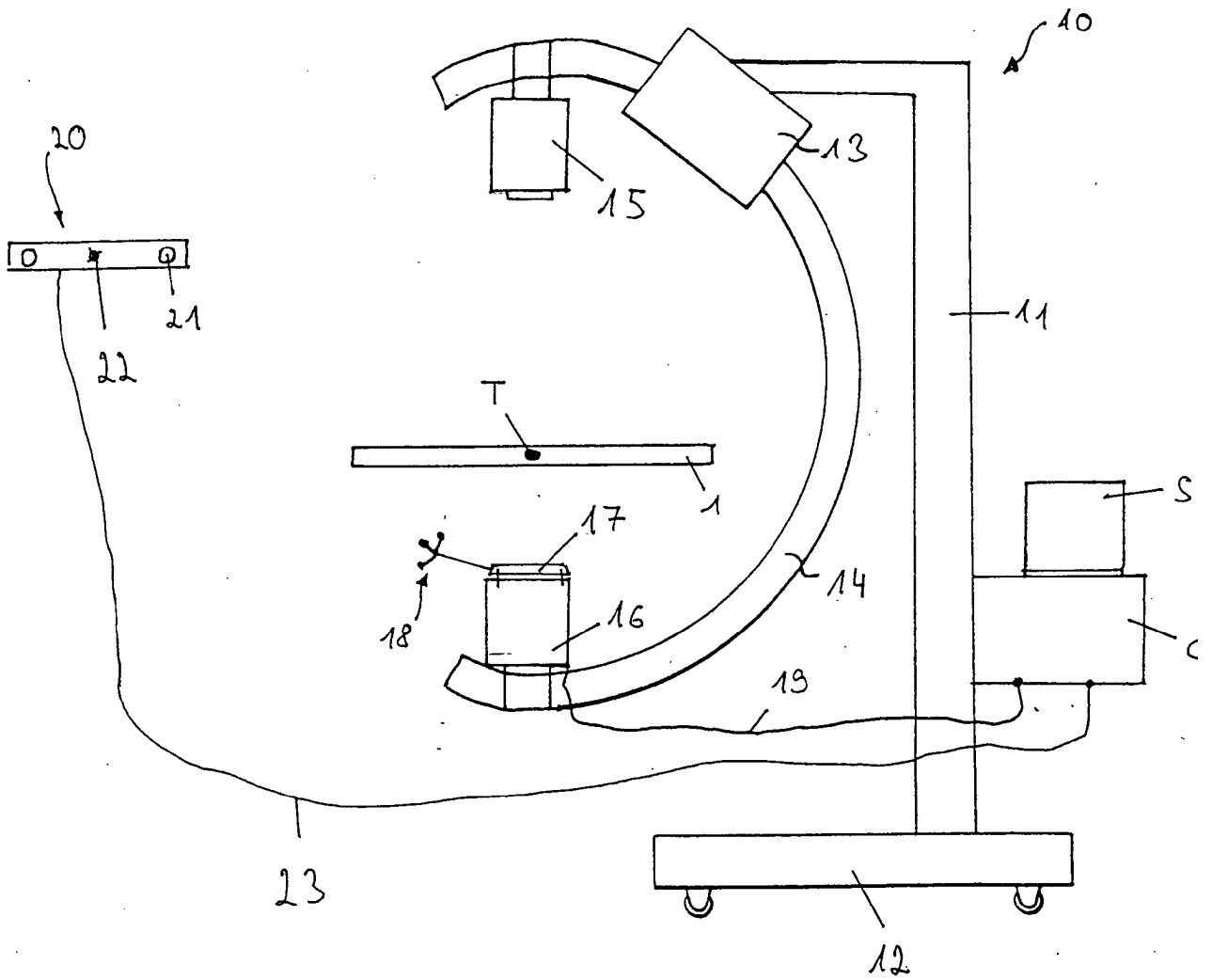


Fig. 1

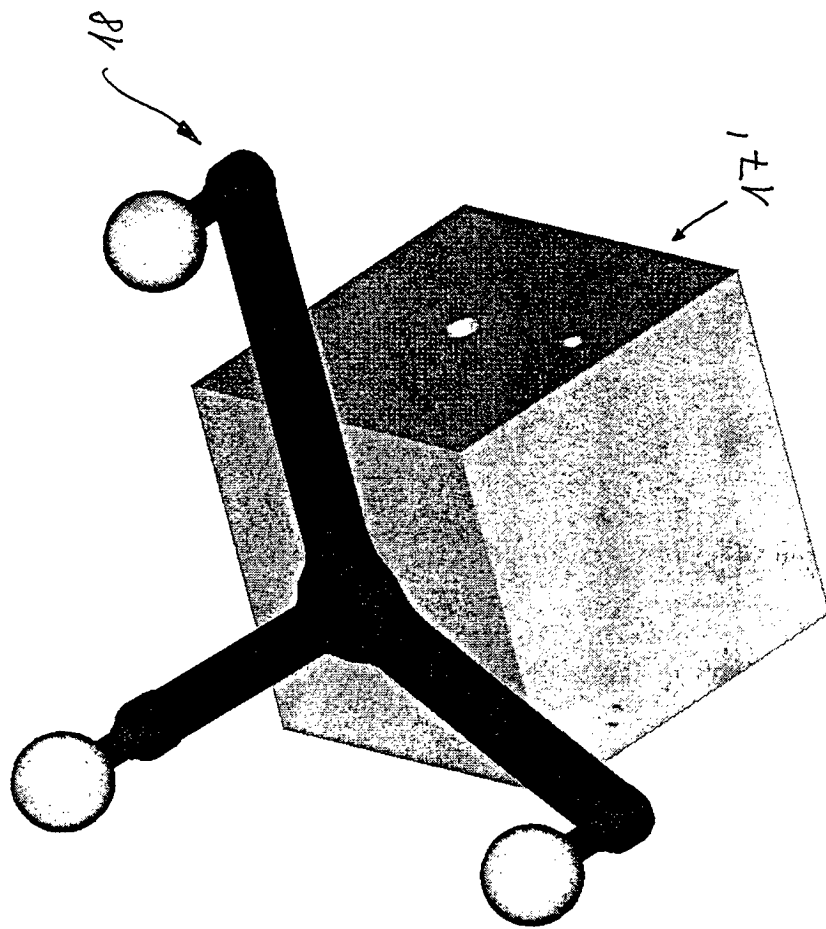


Fig. 2

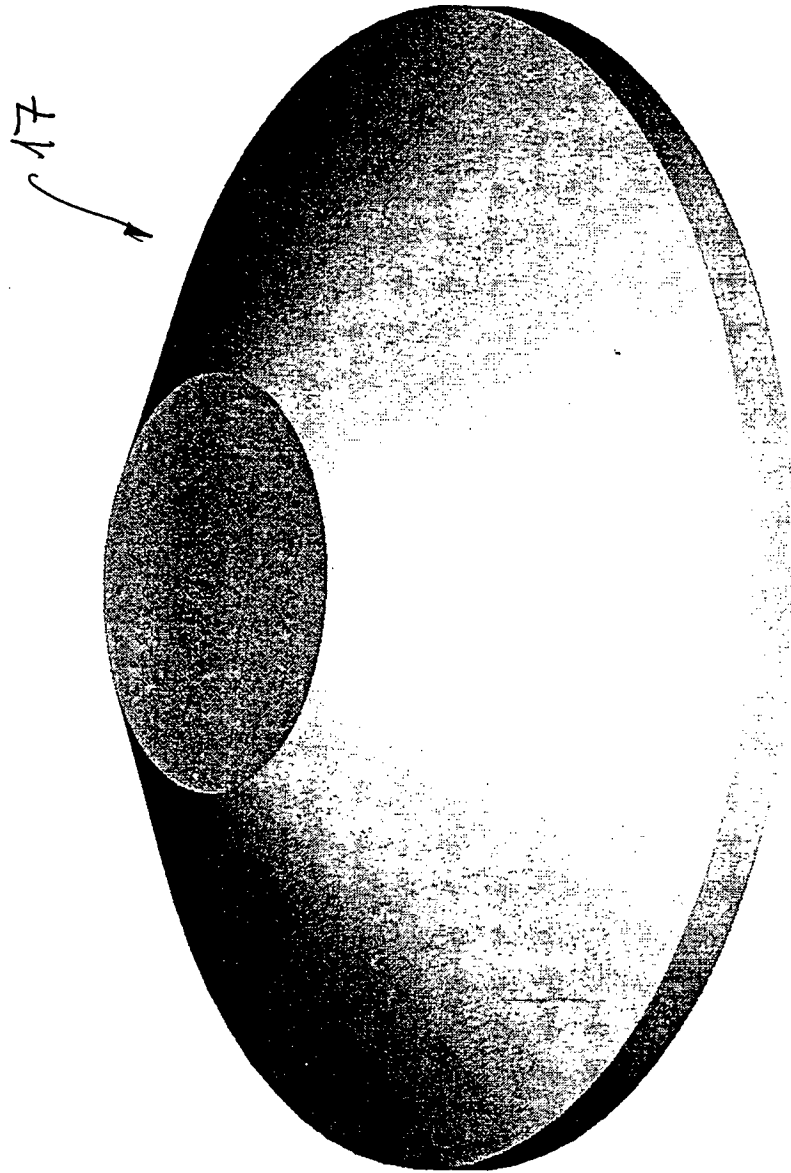


Fig. 3

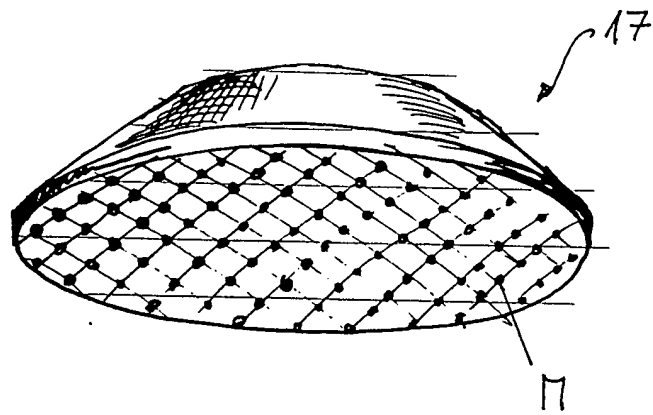


Fig. 4

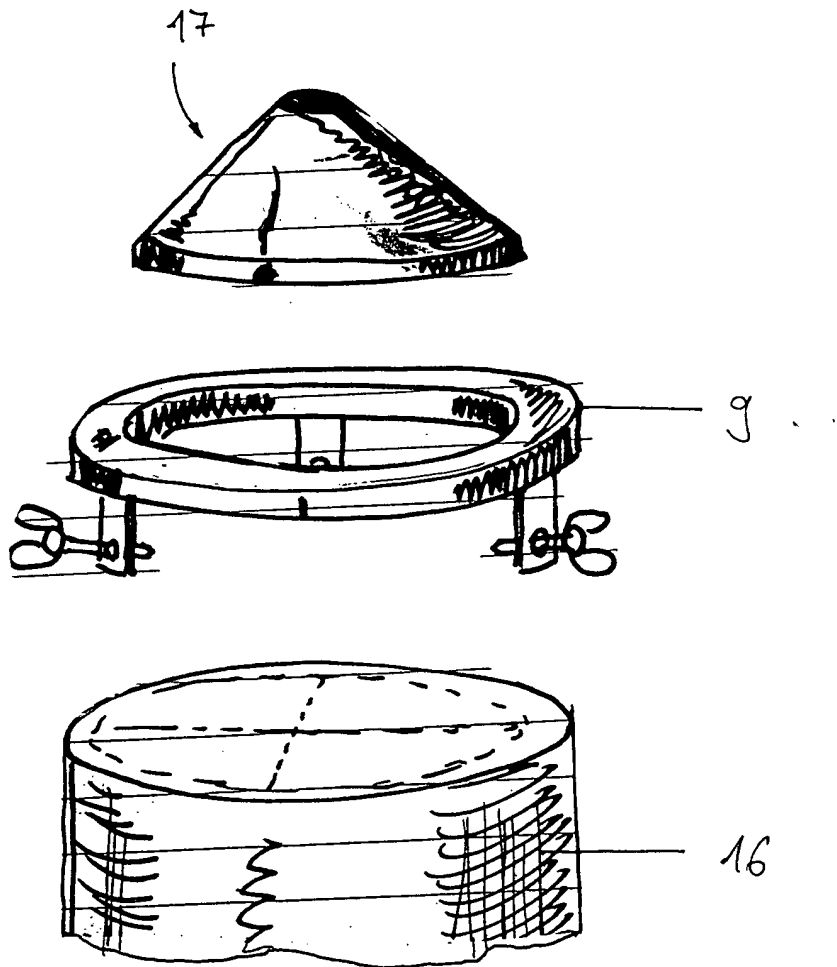


Fig. 5