

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
29. August 2002 (29.08.2002)

PCT

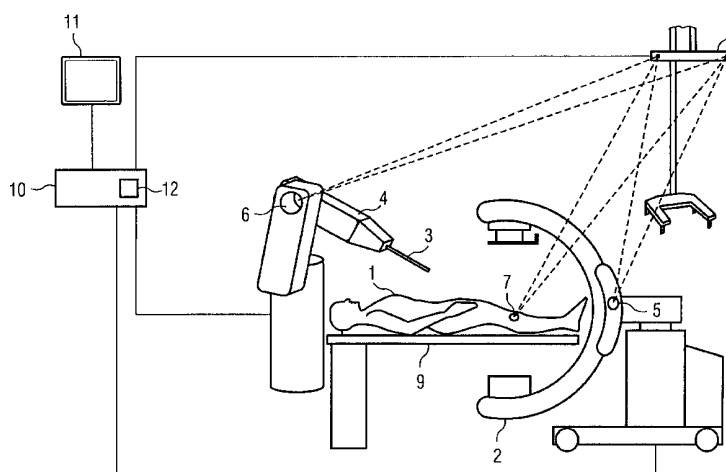
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/065931 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: A61B 19/00 (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/00615
- (22) Internationales Anmeldedatum: 20. Februar 2002 (20.02.2002) (81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 101 08 547.8 22. Februar 2001 (22.02.2001) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GRAUMANN, Rainer [DE/DE]; Graslitzer Strasse 33, 91315 Höchstadt (DE).
- Erklärungen gemäß Regel 4.17:  
— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)  
— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US
- Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING SURGICAL INSTRUMENTS

(54) Bezeichnung: VOORICHTUNG UND VERFAHREN ZUR STEUERUNG VON CHIRURGISCHEN INSTRUMENTEN



(57) Abstract: The invention relates to an operation system for performing surgical interventions by using a surgical instrument (3) on a patient (1). The operation system comprises an X-ray unit (2) for taking an X-ray image of at least one area of the patient (1), whereby the recorded X-ray image is pictorially represented by an output device (11). The operation system also comprises a position detection system for detecting the position of the X-ray unit (2) as well as the position of the surgical instrument (3), and comprises a processing device (10) for processing the detected positions and for continuously superimposing a representation of the surgical instrument (3) in the displayed X-ray image. The superimposition of the X-ray image and of the representation of the surgical instrument ensues to-scale according to the actual spatial positions between the position of the recorded area of the patient (1) and of the position of the surgical instrument (3). The invention also relates to a method, which is used in this operation system and which is provided for controlling a surgical instrument during the intervention.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/065931 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

**(57) Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Operationssystem zum Durchführen von operativen Eingriffen mittels eines chirurgischen Instruments (3) an einem Patienten (1), mit einem Röntgengerät (2) zum Aufnehmen eines Röntgenbildes von mindestens einem Bereich des Patienten (1), wobei das aufgenommene Röntgenbild durch eine Ausgabevorrichtung (11) bildlich dargestellt wird, einem Positionserfassungssystem zum Erfassen der Position des Röntgengerätes (2) der Position des chirurgischen Instruments (3), und eine Verarbeitungsvorrichtung (10) zum Verarbeiten der erfassten Positionen und zum kontinuierlichen Einblenden einer Darstellung des chirurgischen Instruments (3) in das angezeigte Röntgenbild. Die Einblendung des Röntgenbildes und der Darstellung des chirurgischen Instrumentes erfolgt dabei lagerichtig gemäß der tatsächlichen räumlichen Positionen zwischen der Position des aufgenommenen Bereichs des Patienten (1) und der Position des chirurgischen Instruments (3). Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein in diesem Operationssystem angewendetes Verfahren zur Steuerung eines chirurgischen Instruments während des Eingriffs.

## Beschreibung

## VOORICHTUNG UND VERFAHREN ZUR STEUERUNG VON CHIRURGISCHEN INSTRUMENTEN

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Operationssystem zum Durchführen von operativen Eingriffen an einem Patienten und ein in diesem Operationssystem angewendetes Verfahren zur Steuerung eines chirurgischen Instruments während eines operativen Eingriffs.

10

Bei operativen Eingriffen an einem Patienten erfolgt die Steuerung von chirurgischen Instrumenten, wie z.B. Laparoskopie, Endoskope, Nadeln, Roboter usw., entweder auf der Basis der direkten Sicht, wie z.B. beim Laparoskop und Endoskop, der pre-operativen Bildgebung, wie z.B. Robotik in der Orthopädie, oder der intra-operativen Bildgebung, z.B. bei der Nadelbiopsie unter Computertomographie- (CT-) und Ultraschall-Kontrolle.

20

Beispielhaft für einen robotergestützten operativen Eingriff sind Operationen am Knie (beim sog. Total Knee Replacement) und an der Hüfte (beim sog. Total Hip Replacement) zu nennen. Derartige Eingriffe werden beim Stand der Technik ausschließlich unter Verwendung pre-operativer CT-Röntgenbilder durchgeführt, d.h. die Aufnahme des zu operierenden Bereichs erfolgt vor dem operativen Eingriff. Der Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch, das es mit einer aufwendigen Registrierungsprozedur verbunden ist.

30

Andere, komplexere Eingriffe erfordern jedoch laufende Kontrollbilder während des Eingriffs, um eine sichere Durchführung zu gewährleisten. Dazu gehört beispielsweise die Vertebroplastie, bei der eine sterile Substanz (Zement) in brüchig gewordene Wirbelkörper gefüllt wird, um diese Wirbelkörper zu stabilisieren.

35

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist somit, ein Operationssystem zur Durchführung von operativen Eingriffen an einem Patienten und ein in diesem Operationssystem angewendetes Verfahren zur Steuerung von chirurgischen Instrumenten während des Eingriffs bereitzustellen, bei denen eine zuverlässige und exakte Steuerung der chirurgischen Instrumente während des operativen Eingriffs auf der Basis von intra-operativen Röntgenbildern ermöglicht wird.

10 Diese Aufgabe wird durch ein Operationssystem zum Durchführen von operativen Eingriffen mittels eines chirurgischen Instruments an einem Patienten gemäß dem beigefügten Anspruch 1 und ein in diesem Operationssystem angewendetes Verfahren zur Steuerung eines chirurgischen Instruments während eines operativen Eingriffs gemäß dem beigefügten Anspruch 5 gelöst.

Das erfindungsgemäße Operationssystem zum Durchführen von operativen Eingriffen mittels eines chirurgischen Instruments an einem Patienten beinhaltet ein Röntgengerät zum Aufnehmen eines Röntgenbildes von mindestens einem Bereich (Körperteil, Organ) des Patienten, wobei das aufgenommene Röntgenbild durch eine Ausgabevorrichtung bildlich dargestellt wird, und ein Positionserfassungssystem zum Erfassen der Position des Röntgengerätes während der Aufnahme und zum permanenten Erfassen der Position des chirurgischen Instruments während des operativen Eingriffs.

Die erfassten Positionen werden durch eine Verarbeitungsvorrichtung verarbeitet; die Verarbeitungsvorrichtung blendet dabei kontinuierlich während des operativen Eingriffs eine Darstellung des chirurgischen Instruments in das angezeigte Röntgenbild. Die Einblendung des Röntgenbildes und der Darstellung des chirurgischen Instrumentes erfolgt dabei lage-richtig der tatsächlichen räumlichen Positionen zwischen der Position des aufgenommenen Bereichs des Patienten und der Position des chirurgischen Instruments.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird von dem Patienten bzw. von dem Bereich (Körperteil, z.B. Organ), in dem der chirurgische Eingriff erfolgen soll, eine Röntgenaufnahme gemacht und mittels des Positionserfassungssystems die räumliche Position ermittelt, von der die Röntgenaufnahme gemacht wurde. Während des chirurgischen Eingriffs wird durch das Positionserfassungssystem laufend die Position des mindestens einen chirurgischen Instruments ermittelt und eine entsprechende Darstellung (d.h. eine Abbildung des chirurgischen Instruments) in die Anzeige der Röntgenaufnahme eingeblendet. Die Einblendung erfolgt dabei lagerichtig in der relativen Position, in der das chirurgische Instrument aktuell zu dem betroffenen Bereich liegt, d.h. dass das angezeigte räumliche Verhältnis zwischen dem chirurgischen Instrument und der durch das Röntgenbild aufgenommene Körperpartie gleich dem tatsächlichen räumlichen Verhältnis zueinander ist.

Das chirurgische Instrument wird durch einen Roboter oder Manipulator geführt, so dass zum Teil bestimmte Vorgänge automatisch bzw. mit einer wesentlich höheren Präzision als bei einem manuellen Eingriff durchgeführt werden können.

Ein Roboter ermöglicht die automatisierte Durchführung bestimmter Vorgänge, beispielsweise das Ausfräsen bestimmter Bereiche der Hüfte bei einer Hüftoperation, wo genau definierte Bereiche ausgefräst werden.

Ein Manipulator dagegen besteht aus einem Roboterarm, der beispielsweise durch einen Joystick vom Chirurgen geführt wird. Ein Manipulator ermöglicht dem Chirurgen ein wesentlich präziseres Arbeiten als per Hand, da durch den Manipulator beispielsweise die Instrumente aufgrund einer Übersetzung präziser geführt werden können und ggf. Zittern des Chirurgen kompensiert werden kann.

Der Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass während des chirurgischen Eingriffs laufend Röntgenbilder zur

Kontrolle gemacht werden können, um so den Fortschritt des operativen Eingriffs zu verfolgen. Der Verlauf der Operation, der somit auf den Röntgenbildern sichtbar wird, kann damit bei der Führung des chirurgischen Instruments einbezogen werden.  
5

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass einige der bisher manuell durchgeführten Eingriffe am Skelett robotergestützt durchgeführt werden können, da gemäß der vorliegenden Erfindung eine zuverlässige und ausreichende Bildgebung durch Röntgenbilder, beispielsweise von dreidimensionalen Röntgenbildern, während der Operation (d.h. intra-operativ) zur Verfügung steht.  
10

Es wird somit eine Anwendung von Robotern bzw. Manipulatoren in operativen Eingriffen ermöglicht, die eine laufende Kontrolle durch Röntgenbilder erfordern.  
15

Vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen wiedergegeben.  
20

Das Positionserfassungssystem beinhaltet eine erste Positionsmarkierung, die an dem Röntgengerät angebracht ist, z.B. einem C-Bogen Röntgengerät, eine zweite Positionsmarkierung, die an dem chirurgischen Instrument oder an dem Roboter/Manipulator, der das Instrument führt, angebracht ist, und eine Positionserfassungsvorrichtung zum Erfassen der jeweiligen Positionen von Röntgengerät und dem chirurgischen Instrument aufweist. Dabei ist die räumliche Beziehung zwischen der ersten Positionsmarkierung und der räumlichen Position des Körperteils des Patienten, der durch das Röntgengerät erfasst wird, und die räumliche Beziehung zwischen der zweiten Positionsmarkierung und dem Arbeitsbereich (z.B. Spitze) des chirurgischen Instruments bekannt.  
25  
30  
35

Das Positionserfassungssystem kann beispielsweise auf einem optischen, ein akustischen oder einem elektromagnetischen System basieren.

5 Zum Einbeziehen z.B. der Patientenbewegung während der Operation wird der Patient bzw. der Bereich des Patienten, der röntgenbildlich erfasst wird, ebenfalls mittels des Positionserfassungssystems erfasst. Dazu wird in der Umgebung des entsprechenden Bereichs ein dritte Positionsmarkierung zum  
10 Erfassen der Patientenposition (bzw. der Position des entsprechenden Körperteils) angebracht, wobei die Position des dritten Positionssensors permanent erfasst wird und die Verarbeitungsvorrichtung ggf. Patientenbewegungen in das angezeigte Bild einberechnet. Die dritte Positionsmarkierung muss  
15 dabei im Verhältnis zum entsprechenden Bereich (z.B. Knie) fest angebracht sein; hier ist ebenfalls die räumliche Beziehung zwischen dem dritten Positionssensor und dem entsprechenden Körperteil bekannt.

20 Das erfindungsgemäße Operationssystem beinhaltet bei einem Einsatz eines Roboters eine Steuervorrichtung zur automatischen Steuerung des Roboters bei automatisierten, beispielsweise oben beschriebenen, operativen Eingriffen. Die Steuervorrichtung berücksichtigt dabei den aufgenommenen Röntgen-  
25 datensatz (bzw. das Röntgenbild), die Position des Bereichs, der mit dem Röntgenbild dargestellt wird und die Position des chirurgischen Instruments.

Bei Einsatz eines Manipulators kann der operative Eingriff  
30 durch die Steuervorrichtung automatisch kontrolliert werden, so dass beispielsweise der Manipulator nur einen eingeschränkten oder vorbestimmten Arbeitsbereich ansteuern kann, um unbeabsichtigte Verletzungen des Patienten zu vermeiden.

35 Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispieles unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Operationssystems gemäß der vorliegenden Erfindung, und

5 Fig. 2 ein Funktionsdiagramm, das das Konzept der vorliegenden Erfindung zeigt.

Anhand von Fig. 1 wird nachfolgend das erfindungsgemäße Operationssystem beschrieben.

10

Das erfindungsgemäße Operationssystem beinhaltet ein Röntgengerät 2, im Beispiel ein mobiles C-Bogen Röntgengerät zur Aufnahme von zwei- und dreidimensionalen Röntgenbildern (bzw. Röntgendatensätzen). Mittels des Röntgengerätes 2 werden  
15 zwei- bzw. dreidimensionale Röntgendatensätze beispielsweise vom Knie des Patienten 1, der auf einem Operationstisch 9 liegt, aufgenommen.

Die dreidimensionalen Röntgendatensätze werden gewonnen, indem  
20 zuerst durch das Röntgengerät 2 eine Vielzahl von zweidimensionalen Röntgenbildern von einem bestimmten Bereich des Patienten 1 aufgenommen werden. Dabei werden durch den C-Bogen des Röntgengeräts 2 von dem bestimmten Bereich (z.B. Knie) eine Vielzahl von zweidimensionalen Röntgenbildern unter  
25 verschiedenen Winkeln aufgenommen. Die so gewonnenen zweidimensionalen Röntgendatensätze werden durch einen Computer unter Anwendung bekannter Projektionsmatrizen in mindestens einen dreidimensionalen Röntgendatensatz projiziert. Auf diese Weise kann ein dreidimensionaler Bereich mit einem be-  
30 stimmten Volumen aufgenommen und dargestellt werden.

Weiterhin beinhaltet das erfindungsgemäße Operationssystem ein chirurgisches Instrument 3, das durch einen Roboter 4 oder Manipulator geführt wird, und eine Positionserfassungsvorrichtung 8.  
35



Die Positionserfassungsvorrichtung 8 ist Bestandteil des Positionserfassungssystems und dient zur Erfassung der Positionen von dem chirurgischen Instrument 3 und dem Röntgengerät 2. Zu diesem Zweck ist an dem Röntgengerät 2 eine erste  
5 Positionsmarkierung 5 und an dem chirurgischen Instrument bzw. dem Roboter 4, der das chirurgische Instrument 3 führt, eine zweite Positionsmarkierung 6 angebracht.

Das erfindungsgemäße Operationssystem beinhaltet außerdem  
10 eine Steuervorrichtung 12 zur automatischen Steuerung bzw. Kontrolle des Roboters bzw. Manipulators 4.

Die online Bildgebung erlaubt gemäß der vorliegenden Erfindung die Abbildung des interessierenden Organs direkt im Operationsumfeld, d.h. dass die notwendigen Röntgenbilder während der Operation aufgenommen werden; die Aufnahme von Röntgenbildern vor der Operation (pre-operativ), die mit einer aufwendigen Registrierungsprozedur zur Durchführung des operativen Eingriffs verbunden ist, entfällt somit.  
15

Das Problem, dass Objektverschiebungen, Deformationen, Repositionierungen, usw. des betroffenen Bereichs in der Zeit zwischen der pre-operativen Bildgebung und des operativen Eingriffs bzw. während des operativen Eingriffs auftreten  
20 können, wird kompensiert, da durch die intra-operative Bildgebung der betroffene Bereich korrekt und damit geometrisch genau abgebildet wird.  
25

Zur Herstellung der Beziehung zwischen der räumlichen Position des chirurgischen Instruments 3 und der räumlichen Position des Bereichs des Patienten, dessen Röntgenbild zwei- bzw. dreidimensional dargestellt wird, muss die Beziehung zwischen der an dem Roboter 4 bzw. chirurgischen Instrument 3 angebrachten zweiten Positionsmarkierung 6 und dem Arbeitsbereich (z.B. der Spitze) des chirurgischen Instruments 3  
30  
35 bekannt sein.

Weiterhin muss die Beziehung zwischen der an dem Röntgengerät 2 angebrachten ersten Positionsmarkierung 5 und der räumlichen Position des aufgenommenen Röntgenbilds bekannt sein. Diese Beziehung wird ausführlich in der Patentanmeldung „Verfahren zur Ermittlung einer Koordinatentransformation für die Navigation eines Objektes“ der Siemens AG mit der Anmelde-Nr. DE 10042963.7 beschrieben.

Durch diese bekannten Beziehungen kann die direkte räumliche Beziehung zwischen dem Röntgenbild (Röntgendatensatz), dem Patienten (bzw. dem entsprechenden Bereich bzw. Organ) und dem chirurgischen Instrument durch die Verarbeitungsvorrichtung 10 hergestellt und auf einem Bildschirm (Anzeigevorrichtung 11) dargestellt werden, so dass das Instrument direkt mittels der Bildkontrolle geführt und gesteuert werden kann. Diese räumlichen Beziehungen können auch von der Steuervorrichtung 12 wie beschrieben zur Steuerung und Kontrolle des Roboters/Manipulators 4 weiterverarbeitet werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist in dem Bereich des Patienten 1, der durch das Röntgengerät erfasst wird (im Beispiel das Knie), ein dritte Positionsmarkierung 7 angebracht. Diese Positionsmarkierung 7 wird ebenfalls durch die Positionserfassungsvorrichtung registriert. Dadurch wird erreicht, dass eventuelle Bewegungen des Patienten während des Eingriffs bei der bildlichen Darstellung des chirurgischen Instruments 3 berücksichtigt werden können, indem diese Bewegungen durch die Verarbeitungsvorrichtung 10 in die Darstellung des Instruments 3 in die Darstellung des Patienten 1 einberechnet und auf dem Bildschirm 11 ausgegeben werden. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass das angezeigte aktuelle räumliche Verhältnis zwischen dem aufgenommenen Bereich des Patienten 1 und dem chirurgischen Instrument 3 weiterhin mit dem tatsächlichen räumlichen Verhältnis übereinstimmt.

Fig. 2 zeigt ein Funktionsdiagramm, das den Ablauf der Steuerung des chirurgischen Instruments gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

5 Das Röntgengerät 2 liefert zum einen zwei- bzw. dreidimensionale Röntgenbilder 12. Zum anderen wird durch das Positionserfassungssystem eine räumliche Position 13 des Röntgengeräts 2 ermittelt. Aus der räumlichen Position 13 des Röntgengeräts (bzw. dessen Positionsmarkierung) wird, z.B. wie in der zi-

10 tierten Patentanmeldung „Verfahren zur Ermittlung einer Koordinatentransformation für die Navigation eines Objektes“, die tatsächliche räumliche Position 14 des Bereiches, der mit dem Röntgenbild bzw. der Darstellung dieses Röntgenbildes erfasst wird, ermittelt.

15

Weiterhin wird durch das Positionserfassungssystem eine Position 15 des chirurgischen Instruments bzw. des Roboters oder Manipulators, der das chirurgische Instrument führt, erfasst.

20 Das aufgenommene Röntgenbild 12, die Position 14 des aufgenommenen Bereichs und die Position 15 des chirurgischen Instruments wirken auf die Steuerung 16 bzw. Führung des chirurgischen Instruments (Position 15 des chirurgischen Instruments) und somit auf den operativen Eingriff 17 ein. Die

25 Steuerung 16 des chirurgischen Instruments kann dabei manuell durch den Chirurg, manuell mittels eines Manipulators oder automatisch durch einen Roboter erfolgen.

## Patentansprüche

1. Operationssystem zum Durchführen von operativen Eingriffen mittels eines chirurgischen Instruments (3) an einem Patienten (1), mit  
5 einem Röntgengerät (2) zum Aufnehmen eines Röntgenbildes von mindestens einem Bereich des Patienten (1), wobei das aufgenommene Röntgenbild durch eine Ausgabevorrichtung (11) bildlich dargestellt wird,  
10 einem Positionserfassungssystem zum Erfassen der Position des Röntgengerätes (2) während der Aufnahme und zum permanenten Erfassen der Position des chirurgischen Instruments (3) während des operativen Eingriffs, und  
eine Verarbeitungsvorrichtung (10) zum Verarbeiten der erfassten Positionen und zum kontinuierlichen Einblenden einer  
15 Darstellung des chirurgischen Instruments (3) in das angezeigte Röntgenbild, wobei die Einblendung des Röntgenbildes und der Darstellung des chirurgischen Instrumentes lagerichtig gemäß der tatsächlichen räumlichen Positionen zwischen  
20 der Position des aufgenommenen Bereichs des Patienten (1) und der Position des chirurgischen Instruments (3) erfolgt und das chirurgische Instrument (3) durch einen Roboter oder Manipulator (4) geführt wird.
- 25 2. Operationssystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Positionserfassungssystem eine erste Positionsmarkierung (5), die an dem Röntgengerät (2) angebracht ist, eine zweiten Positionsmarkierung (6), an dem chirurgischen Instrument (3) angebracht ist, und eine Positionserfassungsvorrichtung (8) zum Erfassen der jeweiligen Positionen von Röntgengerät (2) und dem chirurgischen Instrument (3) aufweist.  
30
3. Operationssystem gemäß Anspruch 1 oder 2,  
35 gekennzeichnet durch

eine dritte Positionsmarkierung (7) zum Erfassen der Position des mindestens einen Bereichs des Patienten (1) durch die Positionserfassungsvorrichtung (8).

- 5 4. Operationssystem gemäß Anspruch 1, 2 oder 3,  
gekennzeichnet durch  
eine Steuervorrichtung zur automatischen Steuerung des Roboters (4) bzw. zur Kontrolle des Manipulators.
- 10 5. Verfahren zur Steuerung eines chirurgischen Instruments  
(3) während eines operativen Eingriffs an einem Patienten  
(1), mit den Schritten  
Aufnehmen eines Röntgenbildes von mindestens einem Bereich  
des Patienten (1), wobei das aufgenommene Röntgenbild bild-  
15 lich dargestellt wird,  
Erfassen der Position des Röntgengerätes (2) während der Aufnahme und permanentes Erfassen der Position des chirurgischen Instruments (3) während des operativen Eingriffs,  
Verarbeiten der erfassten Positionen und kontinuierliches  
20 Einblenden einer Darstellung des chirurgischen Instruments  
(3) in das angezeigte Röntgenbild, wobei die Einblendung des Röntgenbildes und der Darstellung des chirurgischen Instrumentes lagerichtig gemäß der tatsächlichen räumlichen Positionen zwischen der Position des aufgenommenen Bereichs des  
25 Patienten (1) und der Position des chirurgischen Instruments  
(3) erfolgt, und  
Führung des chirurgischen Instruments (3) durch einen Roboter oder Manipulator (4).
- 30 6. Verfahren gemäß Anspruch 5,  
gekennzeichnet durch  
die Erfassung der Position des mindestens einen Bereichs des Patienten (1) durch die Positionserfassungsvorrichtung (8).
- 35 7. Verfahren gemäß Anspruch 5 oder 6,  
gekennzeichnet durch

eine automatische Steuerung des Roboters (4) bzw. Kontrolle des Manipulators (4).

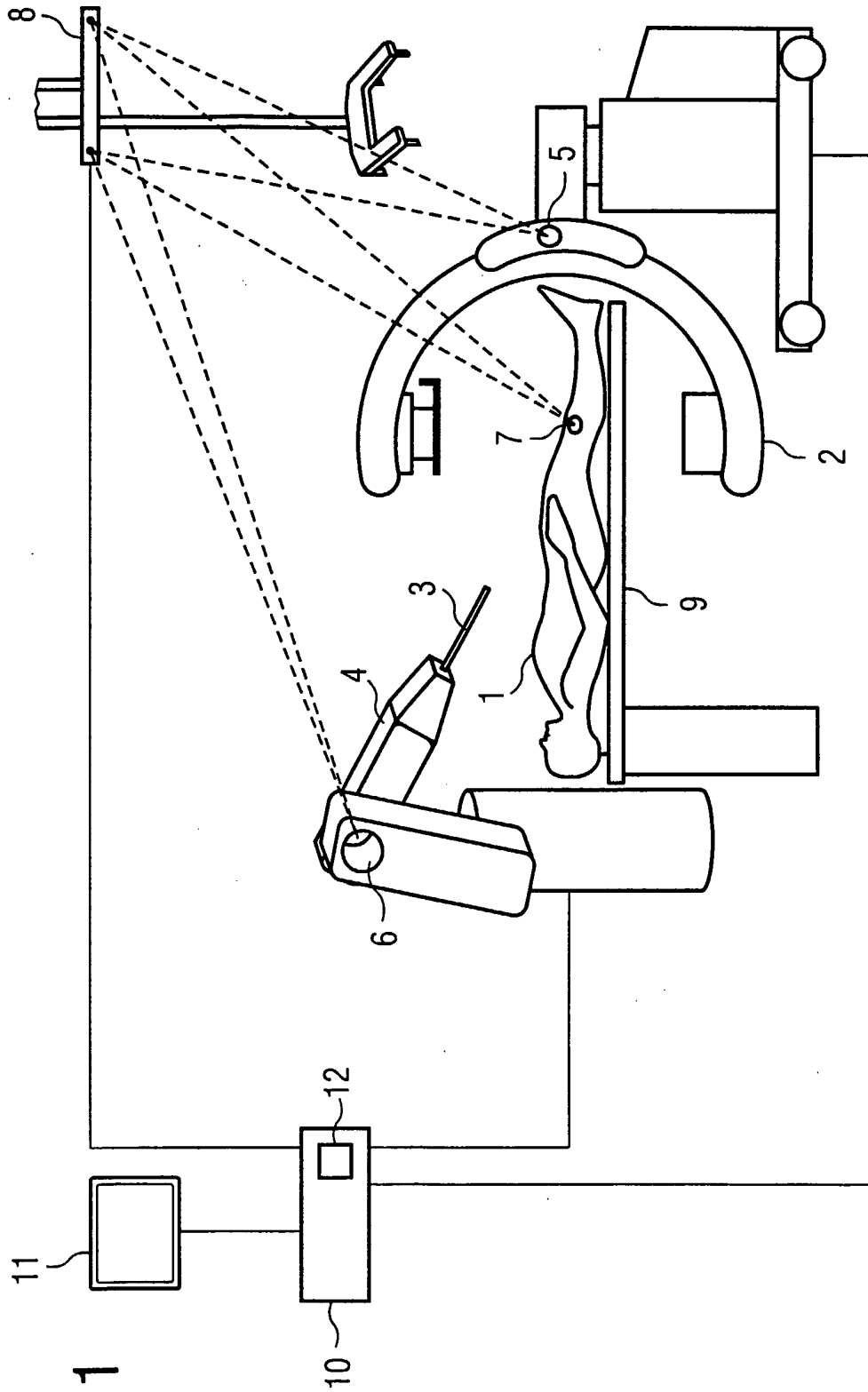
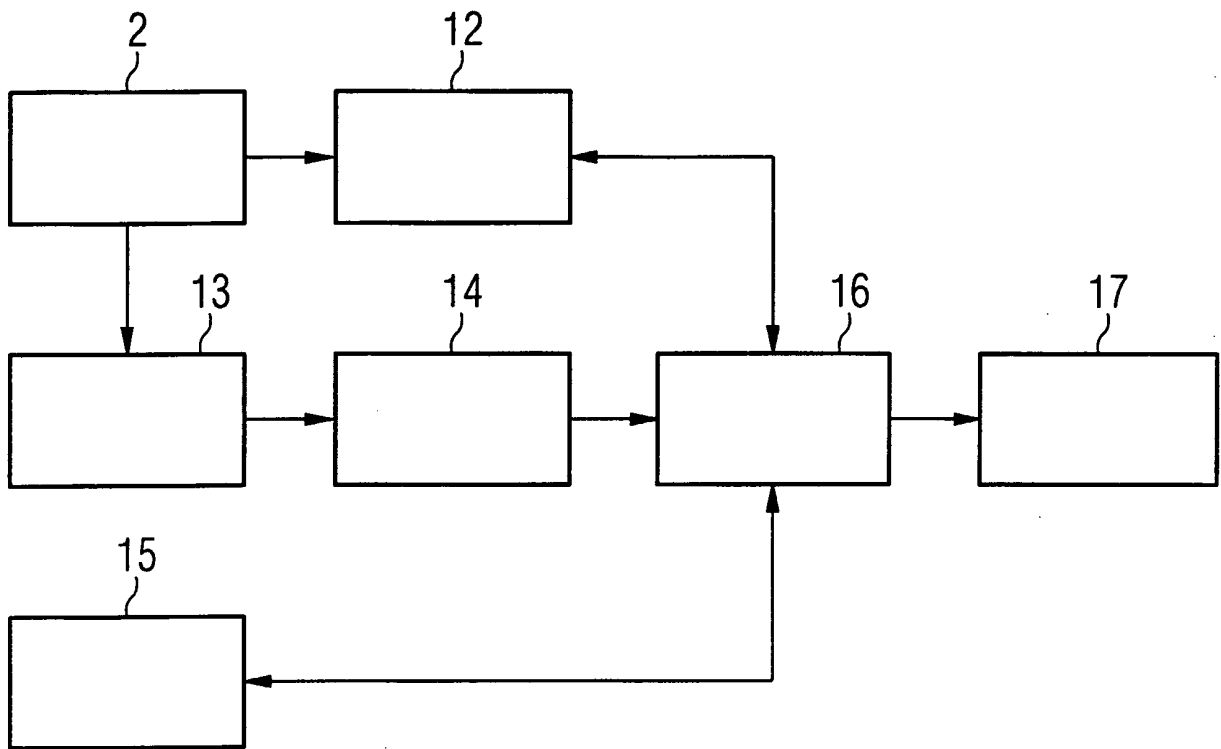


FIG 1

FIG 2





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No  
 PCT/DE 02/00615

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 A61B19/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 A61B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 07 884 A (SCHWEIKARD) 9 September 1999 (1999-09-09) column 3, line 2 - line 5 column 4, line 63 - column 5, line 9 column 5, line 32 - line 34; figures 1,10 ---	1-7
X,P	WO 01 64124 A (MEDTRONIC SURGICAL NAVIGATION) 7 September 2001 (2001-09-07) page 7, line 9 - line 26 page 8, line 22 - line 29 page 11, line 2 - line 3; figure 2 ---	1-7
A	US 5 772 594 A (BARRICK EARL F) 30 June 1998 (1998-06-30) column 5, line 46 - column 6, line 23; figure 2A --- -/--	1,5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
° Special categories of cited documents :		
*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search  21 June 2002		Date of mailing of the international search report  27/06/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Mayer, E

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int ional Application No  
PCT/DE 02/00615

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 17 867 A (BRAINLAB MED COMPUTERSYST GMBH) 9 November 2000 (2000-11-09) column 4, line 15 - line 28 column 4, line 57 - line 67; figure 1 -----	1,5
A	US 5 408 409 A (MITTELSTADT BRENT D ET AL) 18 April 1995 (1995-04-18) abstract; figure 1 -----	1,4,5,7
A	US 4 791 934 A (BRUNETT CARL J) 20 December 1988 (1988-12-20) column 7, line 40 - line 57; figure 2 -----	1,5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 02/00615

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19807884	A	09-09-1999	DE 19807884 A1	09-09-1999
WO 0164124	A	07-09-2001	WO 0164124 A1	07-09-2001
US 5772594	A	30-06-1998	NONE	
DE 19917867	A	09-11-2000	DE 19917867 A1	09-11-2000
US 5408409	A	18-04-1995	US 5299288 A	29-03-1994
US 4791934	A	20-12-1988	NONE	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. ionales Aktenzeichen

PCT/DE 02/00615

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 A61B19/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTER GEBIETE</b>		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) IPK 7 A61B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 07 884 A (SCHWEIKARD) 9. September 1999 (1999-09-09) Spalte 3, Zeile 2 - Zeile 5 Spalte 4, Zeile 63 - Spalte 5, Zeile 9 Spalte 5, Zeile 32 - Zeile 34; Abbildungen 1,10 ---	1-7
X,P	WO 01 64124 A (MEDTRONIC SURGICAL NAVIGATION) 7. September 2001 (2001-09-07) Seite 7, Zeile 9 - Zeile 26 Seite 8, Zeile 22 - Zeile 29 Seite 11, Zeile 2 - Zeile 3; Abbildung 2 ---	1-7
A	US 5 772 594 A (BARRICK EARL F) 30. Juni 1998 (1998-06-30) Spalte 5, Zeile 46 - Spalte 6, Zeile 23; Abbildung 2A ---	1,5
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
21. Juni 2002		27/06/2002
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Mayer, E

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/00615

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 17 867 A (BRAINLAB MED COMPUTERSYST GMBH) 9. November 2000 (2000-11-09) Spalte 4, Zeile 15 - Zeile 28 Spalte 4, Zeile 57 - Zeile 67; Abbildung 1 ---	1,5
A	US 5 408 409 A (MITTELSTADT BRENT D ET AL) 18. April 1995 (1995-04-18) Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,4,5,7
A	US 4 791 934 A (BRUNETT CARL J) 20. Dezember 1988 (1988-12-20) Spalte 7, Zeile 40 - Zeile 57; Abbildung 2 -----	1,5

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**  
 Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen  
**PCT/DE 02/00615**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19807884	A	09-09-1999	DE 19807884 A1	09-09-1999
WO 0164124	A	07-09-2001	WO 0164124 A1	07-09-2001
US 5772594	A	30-06-1998	KEINE	
DE 19917867	A	09-11-2000	DE 19917867 A1	09-11-2000
US 5408409	A	18-04-1995	US 5299288 A	29-03-1994
US 4791934	A	20-12-1988	KEINE	