



(10) **DE 10 2006 045 100 B4** 2014.11.06

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2006 045 100.7**
(22) Anmeldetag: **21.09.2006**
(43) Offenlegungstag: **10.04.2008**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.11.2014**

(51) Int Cl.: **A61B 19/00 (2006.01)**
G06F 3/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Universität Oldenburg, 26129 Oldenburg, DE

(74) Vertreter:
Scheffler, Jörg, Dipl.-Ing., 30159 Hannover, DE

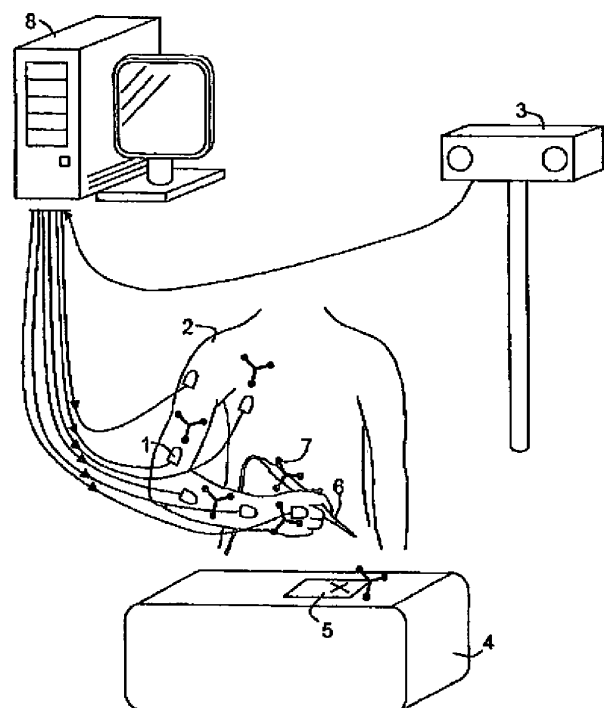
(72) Erfinder:
**Hein, Andreas, Dipl.-Ing., Univ.-Prof., Dr.-Ing.,
26133 Oldenburg, DE; Brell, Melina, Dr., 26129
Oldenburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	101 10 093	A1
DE	102 59 250	A1
DE	195 09 680	A1
WO	2004/ 001 569	A2

(54) Bezeichnung: **Navigationseinrichtung für ein medizinisches Instrument**

(57) Hauptanspruch: Navigationseinrichtung für ein medizinisches Instrument (6), welche mittels einer Steuereinrichtung (8) die von einem Positionsmessgerät (3) aufgenommenen Koordinaten eines Operators (2) und des Instruments (6) in eine Anweisung für den Operator (2), der das Instrument (6) manuell führt, umrechnet und Signalgeber (1) ansteuert, wobei mittels der Signalgeber (1) taktile Signale erzeugbar sind, deren Signale für den Operator (2) wahrnehmbar sind, wobei die Signalgeber (1) dem Operator (2) die erforderliche Bewegung des Instruments (6) signalisieren und die Signale durch den Operator (2) unmittelbar und intuitiv für eine Bewegung des Instruments (6) in eine vorbestimmte Position und/oder Orientierung des Instruments (6) nutzbar sind, wobei die Navigationseinrichtung auf die individuellen Besonderheiten eines einzelnen Operators (2) kalibrierbar ausgeführt ist, indem vor dem Gebrauch der Navigationseinrichtung eine von dem Operator (2) durchgeführte festgelegte Abfolge von Bewegungen und/oder Bewegungsmustern mit dem Instrument (6) erfassbar ist und indem sowohl die aktuelle Stellung von dem Instrument (6) und der Hand des Operators (2) als auch von einem Operationsfeld (5) erfasst werden, aus denen Korrekturwerte für die Signalberechnung abgeleitet werden, wobei unter Berücksichtigung einer bestimmten Zielstellung in dem Operationsfeld (5) die notwendige Stellungsänderung der Hand des Operators (2) berechnet wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Navigationseinrichtung für ein medizinisches Instrument, welche mittels einer Steuereinrichtung die von einem Positionsmessgerät aufgenommenen Koordinaten eines Operateurs und/oder des Instruments und/oder eines Körpers in eine Anweisung für den Operateur, der das Instrument manuell führt, umrechnet und Signalgeber ansteuert, die dem Operateur die erforderliche Bewegung des Instruments signalisieren.

[0002] In der medizinischen Praxis werden solche Navigationseinrichtungen bereits vielfach eingesetzt. Zahlreiche Quellen, unter anderem EP 1 652 487 A1 und WO 2004/016 178 A2 zeigen, wie Instrumente mit Hilfe von computergestützter Raumpositionierung in ihrer Lage und Orientierung erfasst werden. Diese Raumdaten stehen dann für weitere Behandlungen und Untersuchungen zur Verfügung oder werden während des Eingriffs verwendet. Beispielsweise werden aus anderen Untersuchungen wie der Kernspintomografie gewonnene Koordinatenpunkte mittels einer Navigationseinrichtung gezielt erreicht, dabei kann eine Biopsienadel zunächst auf Basis der errechneten Relativposition in eine optimale Position gebracht und anschließend orientiert werden. Abschließend muss die Nadel nur noch axial verschoben werden, bis der gewünschte Koordinatenpunkt erreicht ist. Die Annäherung des Instruments an den Koordinatenpunkt kann dabei vom Operateur in einer grafischen Darstellung auf einem Bildschirm verfolgt werden.

[0003] Nach dem Stand der Technik werden im medizinischen Bereich, insbesondere im Operationsfeld, Navigationsgeräte und Navigationsverfahren zur manuellen Positionierung eines Objekts eingesetzt. Diese Navigationsverfahren haben im Allgemeinen die Bestandteile der Zielfestlegung, der Positionsmessung, einer Berechnungsmethodik, einer Signalisierung und der Handlung eines Operateurs. Vor Beginn der Tätigkeit gibt der Operateur der Steuereinrichtung einen festgelegten Zielpunkt im Körper vor. Die aktuellen Positionen von dem manuell geführten Instrument und dem Körper werden von einem Positionsmesssystem erfasst und der Steuereinrichtung bereitgestellt. Die Steuereinrichtung berechnet aus dem Sollwert des Zielpunkts und den aufgenommenen Ist-Werten von Instrument und Körper die notwendige Lageänderung des Instruments. Die notwendige Positionsänderung wird dem Operateur auf einem Bildschirm oder mit einem anderen visuellen Mittel dargestellt. Der Operateur kann die Lage des Instrumentes entsprechend der dargestellten Information ändern, was einen neuen Berechnungsgang der Steuereinrichtung auslöst.

[0004] Dabei hat sich im medizinischen Bereich die Visualisierung der Raumnavigation von Instrumenten

aus unterschiedlichen Gründen als nachteilig herausgestellt. Es obliegt im Wesentlichen dem Geschick des Operateurs, die auf dem Bildschirm erkennbare Darstellung oder die Informationen von anderen visuellen Signalgebern in die erforderliche Handhabung des Instruments umzusetzen. Dieser Nachteil wird in der Praxis noch dadurch verstärkt, dass der Bildschirm und der zu behandelnde Körper unterschiedlich im Raum orientiert sind und die Bildschirmdarstellung lediglich ein zweidimensionales Bild vermittelt.

[0005] Weiterhin nutzt der Operateur im starken Maße seine visuelle Wahrnehmung zur Bewältigung der ihm gestellten Aufgabe. Zusätzliche visuelle Informationsträger können in einer solchen Situation zur Reizüberflutung und damit zu verminderter Aufmerksamkeit führen.

[0006] Eine ebenso ungünstige Wirkung obliegt der Tatsache, dass der Bildschirm oder die Signallampen außerhalb des Operationsfelds und so außerhalb des Blickfelds liegen. Das führt dazu, dass der Operateur seinen Blick vom Operationsfeld abwenden muss. Die effektive Kontrolle über die auszuführende Handlung, das Führen eines Instruments, wird so erschwert.

[0007] Die WO 2004/001569 A2 beschreibt bereits eine Navigationseinrichtung für ein medizinisches Instrument, welche mittels einer Steuereinrichtung die von einem Positionsmessgerät aufgenommenen Koordinaten in eine Anweisung für den Operateur, der das Instrument manuell führt, umrechnet und Signalgeber ansteuert. Hierzu wird ein Signalgeber so angesteuert, dass taktile Signale als Fehlerhinweis für den Operateur wahrnehmbar sind. Die zur Korrektur des Fehlers erforderlichen Maßnahmen bleiben dem Operateur überlassen.

[0008] Die DE 101 10 093 A1 beschreibt ebenfalls bereits eine Navigationseinrichtung mit einer bildgestützten Instrumentennavigation für ein medizinisches Instrument, bei der ein Signalgeber angesteuert wird, der dem Operateur die erforderliche Bewegung des Instruments signalisiert. Insbesondere werden aufgrund eines Ist-/Sollwertvergleichs der Positionsdaten Korrektursignale in Form von Richtungspfeilen visualisiert. In alternativen Ausgestaltungen werden akustische Signale, nämlich Sprachkommandos, oder Vibrationen als Richtungshinweis sowie als Hinweis auf das Maß der Abweichung erzeugt und genutzt.

[0009] Der Einsatz von Robotern zur Durchführung solcher Eingriffe und Tätigkeiten hat sich als unpraktikabel herausgestellt, da der Operateur mit seiner Erfahrung und seinem Wissen stets einem Abwägungsprozess unterstellt ist und so aus der Situation heraus eventuell anders handelt, als es ursprünglich festge-

legt wurde. Ein Roboter kann hingegen nur festgelegte Abläufe ausführen.

[0010] Der Einsatz von taktilen Reizen für Navigationszwecke im Gesundheitswesen ist für die Unterstützung sehbehinderter Menschen aus der DE 697 16 888 T2 mit einem Leitsystem für eine sich bewegende Person mit mindestens zwei beabstandeten Bereichen, taktil kontrastierender Bodenbeläge bekannt. Die Führung sehbehinderter Menschen hat aber immer die Bewegung des Operateurs zum Merkmal, wobei dessen Bewegung in einer zweidimensionalen Ebene stattfindet. Weitere Konzepte zur Führung sehbehinderter Menschen, auch rein mobile Konzepte ohne feste Einbauten in der Umwelt, existieren, jedoch sind anwendungstaugliche Produkte außerhalb einer Laborumgebung bisher nicht bekannt, da weder die Erkennung der Orientierung des Benutzers, noch die Feststellung seiner Position mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden kann. Denn bei satellitengestützten Navigationseinrichtungen muss sich der Empfänger für die Feststellung einer Orientierung bewegen und die Positionsgenauigkeit ist in der zivilen Nutzung für die Führung eines Fußgängers nicht ausreichend.

[0011] Navigationssysteme für Kraftfahrzeuge sind allgemein bekannt. Dabei wird aus empfangenen Satellitensignalen die Position des Kraftfahrzeuges bestimmt und während der Fahrt aus der Positionsdifferenz die Orientierung abgeleitet. Dabei handelt es sich prinzipiell um eine ebene Bewegung, die in festgelegten Bahnen verläuft, welche aus einer elektronisch gespeicherten Landkarte ausgelesen werden. Systembedingt ist der Bewegungsraum deutlich eingeschränkt und die Genauigkeit liegt im Bereich von Metern, was für diesen Anwendungszweck ausreichend ist. Die aus der Navigationseinrichtung des Kraftfahrzeugs errechneten Anweisungen an den Fahrer sind lediglich eine zweidimensionale Richtungsangabe, wobei die Kenntnis der Orientierung im Stillstand weder notwendig, noch erfassbar ist. Die Signalisierung der Richtungsangabe erfolgt in der Regel akustisch und visuell.

[0012] In der Kraftfahrzeugtechnik sind auch taktile Reize zur Signalübermittlung bekannt. Die DE 10 2004 019 505 A1 und die DE 10 2004 000 060 A1 betreffen Warneinrichtungen, die DE 102 20 426 A1 betrifft eine Einparkhilfe. In diesen Schriften bewegt der Benutzer ein Objekt, dessen Bewegung in einer Ebene stattfindet und absolut ist, da der Zielpunkt unveränderlich ist.

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zu schaffen, durch welche dem Benutzer die manuelle Zielführung eines Instrumentes derart möglich ist, dass dieser seinen Blick und seine Aufmerksamkeit stets auf ein Operationsfeld richten kann. Insbesondere soll die Konzentration des Benut-

zers gefördert werden, um so eine Verbesserung der Qualität seiner Tätigkeit zu ermöglichen.

[0014] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Vorrichtung gemäß den gegenständlichen Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die weitere Ausgestaltung der Erfindung ist den Unteransprüchen zu entnehmen. Die Unteransprüche betreffen besonders zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung. Hierdurch ist es möglich, dass der Operateur seinen Blick stets auf das Operationsfeld richten kann, denn die taktile Signalübermittlung fordert vom Operateur eine geringere geistige Transferleistung und führt nicht zur visuellen Reizüberflutung. Des Weiteren wirken die taktilen Reize direkt, sodass der Operateur die notwendige Bewegung fast intuitiv ausführen kann. Das alles entlastet den Operateur und das Verletzungsrisiko kann minimiert werden.

[0015] Vorteilhaft ist es, dass die Signalgeber zur vorübergehenden Befestigung am Operateur ausgeführt sind. Hierdurch werden die taktilen Reize direkt an den gewünschten Körperteilen aufgebracht und der Operateur kann nahezu intuitiv auf das ihm vermittelte Signal reagieren. Der direkte Hautkontakt ermöglicht eine schnelle Erkennung der Signale.

[0016] Ein entscheidender Vorteil ist es, wenn die Signalgeber zur Befestigung an der Hand des Operateurs ausgeführt sind. Hierdurch werden die Richtungsinformationen auf das körpereigene Koordinatensystem der Hand projiziert. Die Signale der Akteure können intuitiv und direkt ohne weitere kognitive Anstrengung umgesetzt werden.

[0017] Möglich ist es selbstverständlich auch, dass die Signalgeber zur Befestigung am Arm und/oder am Torso des Operateurs ausgeführt sind. Hierdurch wird es möglich, die Hand frei von Signalgebern zu halten, da eine Positionierung des Instrumentes auch über die kinematische Kette des Arms möglich ist. Ebenso ist die räumliche Signalisierung für den Operateur besser erkennbar, wenn diese zusätzlich zur Hand auch am Torso erfolgt.

[0018] Vorteilhaft ist es, wenn die Signalgeber an einem Gewebe, Gewirke oder Gestricke, insbesondere an einem Gurt, einer Stulpe oder einem Handschuh angeordnet sind. Hierdurch ist ein leichteres Anlegen der Signalgeber möglich, welche sich dann automatisch an der richtigen Position befinden.

[0019] Ebenso ist es möglich, dass die Signalgeber am Instrument im Bereich der Grifffläche befestigt sind. Hierdurch kann die Fixierung von Signalgebern am Operateur entfallen. Der Operateur tritt nur dann mit den Signalgebern in Kontakt, wenn das Instrument benutzt wird, was mit positiven psychologischen Effekten behaftet ist.

[0020] Vorteilhaft ist es, wenn mindestens sechs Signalgeber an der Hand des Operateurs fixierbar sind. Hierdurch ist es insbesondere möglich, das Instrument im Raum zu positionieren oder eine bestimmte Orientierung des Werkzeugs einzustellen.

[0021] Weiterhin von Vorteil ist es, wenn mindestens zwölf Signalgeber an Hand, Arm und/oder Torso des Operateurs fixierbar sind. Hierdurch werden dem Operateur genaue Informationen zur Lage des Instruments übermittelt, insbesondere zur direkten Positionierung des Instrumentes im dreidimensionalen Raum und/oder zur Orientierung und Neigung, also zu sechs Freiheitsgraden des Instruments.

[0022] Zweckmäßig ist es, wenn die Signalgeber Lichtquellen, insbesondere Leuchtdioden aufweisen. Hierdurch kann gleichzeitig mit der taktilen Signalgebung eine visuelle Signalgebung erfolgen.

[0023] Von Vorteil ist es, wenn die Signalgeber einen auf dem Handrücken des Operateurs fixierbaren Bildschirm aufweisen. Hierdurch werden zusätzliche Informationen an den Operateur weitergegeben, insbesondere ein Bild aus dem Inneren des Körpers auf dem die aktuelle Position des Instruments dargestellt wird. Diese zusätzlichen visuellen Informationen sind mit einem Bildschirm auf dem Handrücken des Operateurs in seinem Blickfeld darstellbar und stehen somit unmittelbar zur Verfügung.

[0024] Das Navigationsverfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass ein und/oder mehrere taktile Signale von der Navigationseinrichtung derart erzeugt werden, dass der Operateur die Lage, Position und/oder Orientierung des Instruments entsprechend der Signalisierung intuitiv und unmittelbar ändern kann. Hierdurch wird es dem Operateur ermöglicht, seinen Blick stets auf das Operationsfeld zu richten. Die benötigte geistige Transferleistung ist geringer und die Interaktion mit der Navigationseinrichtung erfolgt unmittelbar. Das Navigationsverfahren kann damit präziser als bekannte Navigationsverfahren von Navigationseinrichtungen sein. Die Unterstützung des Operateurs wird stärker und dessen Konzentration und Arbeitssicherheit nehmen zu. Damit wird das mögliche Verletzungsrisiko minimiert.

[0025] Von Vorteil ist es, dass die Signale dem Operateur eine Abweichung von einer bestimmten Bewegungsbahn signalisieren. Hierdurch wird der Operateur dahingehend unterstützt, dass er das Instrument entlang der bestimmten Bewegungsbahn führen kann. So ist es möglich, einen bestimmten Punkt in einem Körper ohne Sichtkontakt anzusteuern.

[0026] Ebenso von Vorteil ist es, wenn die Signale dem Operateur die Grenzen eines bestimmten Bewegungsraumes signalisieren. Hierdurch wird der Operateur dahingehend unterstützt, dass er das Instru-

ment in einem bestimmten Raum frei führen kann. Eine solche Unterstützung ist insbesondere bei flächigen und räumlichen Tätigkeiten wie dem Fräsen oder Absaugen notwendig.

[0027] Vorteilhaft ist es, wenn die taktilen Reize der Signalgeber Vibrationen sind. Hierdurch ist eine schnellstmögliche Detektion des Signals durch den menschlichen Körper möglich. Außerdem können Differenzen bei Änderungen der Signale am leichtesten detektiert werden, wenn die Signale Vibrationen sind.

[0028] Ferner ist es von Vorteil, wenn die Informationsbereitstellung in Form pulsierender Signale, welche zwischen einem Impuls (Signal) und einer Pause (kein Signal) alternieren, wobei die Signal- und Pausenlänge unterschiedliche Zeitspannen einnehmen können, erfolgt. Hierdurch werden einem einfachen Signal vielfältige Informationen aufgeprägt. So können sowohl Impuls als auch Pause unterschiedliche Informationen übermitteln.

[0029] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Informationsbereitstellung durch unterschiedlich starke Schwingungsamplituden erfolgt. Hierdurch können Signale unterschiedlicher Stärke erzeugt werden, die dem Operateur insbesondere anzeigen, wie stark er von der bestimmten Bewegungsbahn abweicht.

[0030] Günstig ist es auch, wenn die Informationsbereitstellung auf einer Variation der Schwingungsfrequenz basiert. Hierdurch ist die Erzeugung unterschiedlich starker Signale möglich, woraus für den Operateur insbesondere die Größe der Abweichung von der bestimmten Bewegungsbahn erkennbar ist.

[0031] Günstig ist es, wenn erfindungsgemäß vor dem Gebrauch der Navigationseinrichtung der Operateur eine festgelegte Abfolge von Bewegungen und/oder Bewegungsmustern mit dem Instrument durchführt, aus denen Korrekturwerte für die Signalberechnung abgeleitet werden. Hierdurch wird die Navigationseinrichtung auf die individuellen Besonderheiten eines einzelnen Operateurs kalibriert.

[0032] Die Erfindung lässt verschiedene Ausführungsformen zu. Zur weiteren Verdeutlichung ihres Grundprinzips ist eine davon in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Diese zeigt in

[0033] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Navigationseinrichtung mit Signalgebern auf der Hand eines Operateurs.

[0034] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Navigationseinrichtung mit Signalgebern an Torso, Arm und Hand des Operateurs.

[0035] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Navigationseinrichtung mit Signalgebern am Instrument.

[0036] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung des Verfahrensprinzips einer Navigationseinrichtung mit taktilen Signalgebern.

[0037] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Navigationseinrichtung mit Signalgebern 1 auf der Hand eines Operators 2. Ein Positionsmesssystem 3 erfasst die Lage und Orientierung der Hand des Operators 2, die eines Körpers 4 und eines Operationsfelds 5 und die eines Instruments 6, in dem es mehrere an diesen Elementen angebrachte Marker 7 erkennt. Eine Steuereinrichtung 8 berechnet aus den gewonnenen Raumdaten der Elemente die notwendige Lage- und Positionsänderung des Instruments 6. Der Operator 2 führt das Instrument 6, wobei er von der Steuereinrichtung 8 unterstützt wird, indem er, insbesondere bei Abweichungen gegenüber einer Vorgabe, von den Signalgebern 1 einen taktilen Reiz empfängt. Die Signalgeber 1 auf dem Handrücken des Operators 2 können auch mit Lichtquellen 9, insbesondere Leuchtdioden zur zusätzlichen visuellen Unterstützung ausgestattet sein. Ebenso ist ein kleiner Bildschirm 10 auf dem Handrücken des Operators 2 abgebildet.

[0038] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Navigationseinrichtung mit Signalgebern 1 an Torso, Arm und Hand des Operators 2. Mit dieser Anordnung der Signalgeber 1 ist eine sechsdimensionale Darstellung der Positionsänderung des Instruments 6 möglich. Für die Berechnung der erforderlichen Signale werden neben der Stellung der Hand auch die Stellungen von Arm und Torso des Operators 2 mit Markern 7 versehen und vom Positionsmesssystem 3 erfasst.

[0039] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Navigationseinrichtung mit Signalgebern 1 am Instrument 6. Die Signalgeber 1 sind in mehreren Reihen auf der Oberfläche des Instruments 6 angeordnet. Damit ist eine sechsdimensionale Darstellung der Positionsänderung des Instruments 6 möglich. Der Operator 2 braucht bei dieser Anordnung nicht vom Positionsmesssystem 3 erfasst werden.

[0040] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung des Verfahrensprinzips einer Navigationseinrichtung mit taktilen Signalgebern 1. Während des Navigationsprozesses soll das Instrument 6 in eine bestimmte Zielstellung in Bezug auf den zu behandelnden Körperbereich, das Operationsfeld 5 gebracht werden. Dafür werden vom Positionsmesssystem 3 durch die Marker 7 an den beteiligten Elementen sowohl die aktuelle Stellung vom Instrument 6 und der Hand des Operators 2 als auch vom Operationsfeld 5 erfasst, indem die einzelnen Marker 7 durch ein Posi-

tionmessverfahren 13 detektiert werden. Die erfassten Koordinaten des Markerkoordinatensystems 11 vom Instrument 6 und Operationsfeld 5 werden an die Steuereinrichtung 8 weitergegeben 14. Dieser berechnet, unter Berücksichtigung 15 einer bestimmten Zielstellung im Operationsfeld 5, die notwendige Stellungsänderung der Hand des Operators 2. Diese wird dann in das für den Benutzer intuitive Handkoordinatensystem transformiert, welches sich durch das Signalgeberkoordinatensystem 12 ergibt. Die Steuereinrichtung gibt dann die Stellungsänderung an die Signalgeber 1 weiter (Informationsbereitstellung 16), welche dem Operator in Form von taktilen Signalen angezeigt wird.

Patentansprüche

1. Navigationseinrichtung für ein medizinisches Instrument (6), welche mittels einer Steuereinrichtung (8) die von einem Positionsmessgerät (3) aufgenommenen Koordinaten eines Operators (2) und des Instruments (6) in eine Anweisung für den Operator (2), der das Instrument (6) manuell führt, umrechnet und Signalgeber (1) ansteuert, wobei mittels der Signalgeber (1) taktile Signale erzeugbar sind, deren Signale für den Operator (2) wahrnehmbar sind, wobei die Signalgeber (1) dem Operator (2) die erforderliche Bewegung des Instruments (6) signalisieren und die Signale durch den Operator (2) unmittelbar und intuitiv für eine Bewegung des Instruments (6) in eine vorbestimmte Position und/oder Orientierung des Instruments (6) nutzbar sind, wobei die Navigationseinrichtung auf die individuellen Besonderheiten eines einzelnen Operators (2) kalibrierbar ausgeführt ist, indem vor dem Gebrauch der Navigationseinrichtung eine von dem Operator (2) durchgeführte festgelegte Abfolge von Bewegungen und/oder Bewegungsmustern mit dem Instrument (6) erfassbar ist und indem sowohl die aktuelle Stellung von dem Instrument (6) und der Hand des Operators (2) als auch von einem Operationsfeld (5) erfasst werden, aus denen Korrekturwerte für die Signalberechnung abgeleitet werden, wobei unter Berücksichtigung einer bestimmten Zielstellung in dem Operationsfeld (5) die notwendige Stellungsänderung der Hand des Operators (2) berechnet wird.

2. Navigationseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Signalgeber (1) zur vorübergehenden Befestigung am Operator (2) ausgeführt sind.

3. Navigationseinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Signalgeber (1) zur Befestigung an der Hand des Operators (2) ausgeführt sind.

4. Navigationseinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Signalgeber (1) zur

Befestigung am Arm und/oder am Torso des Operateurs (2) ausgeführt sind.

5. Navigationseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Signalgeber (1) an einem Gewebe, Gewirke oder Gestricke, insbesondere an einem Gurt, einer Stulpe oder einem Handschuh des Operateurs (2) angeordnet sind.

6. Navigationseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Signalgeber (1) am Instrument (6) im Bereich der Grifffläche befestigt sind.

7. Navigationseinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens sechs Signalgeber (1) an der Hand des Operateurs (2) fixierbar sind.

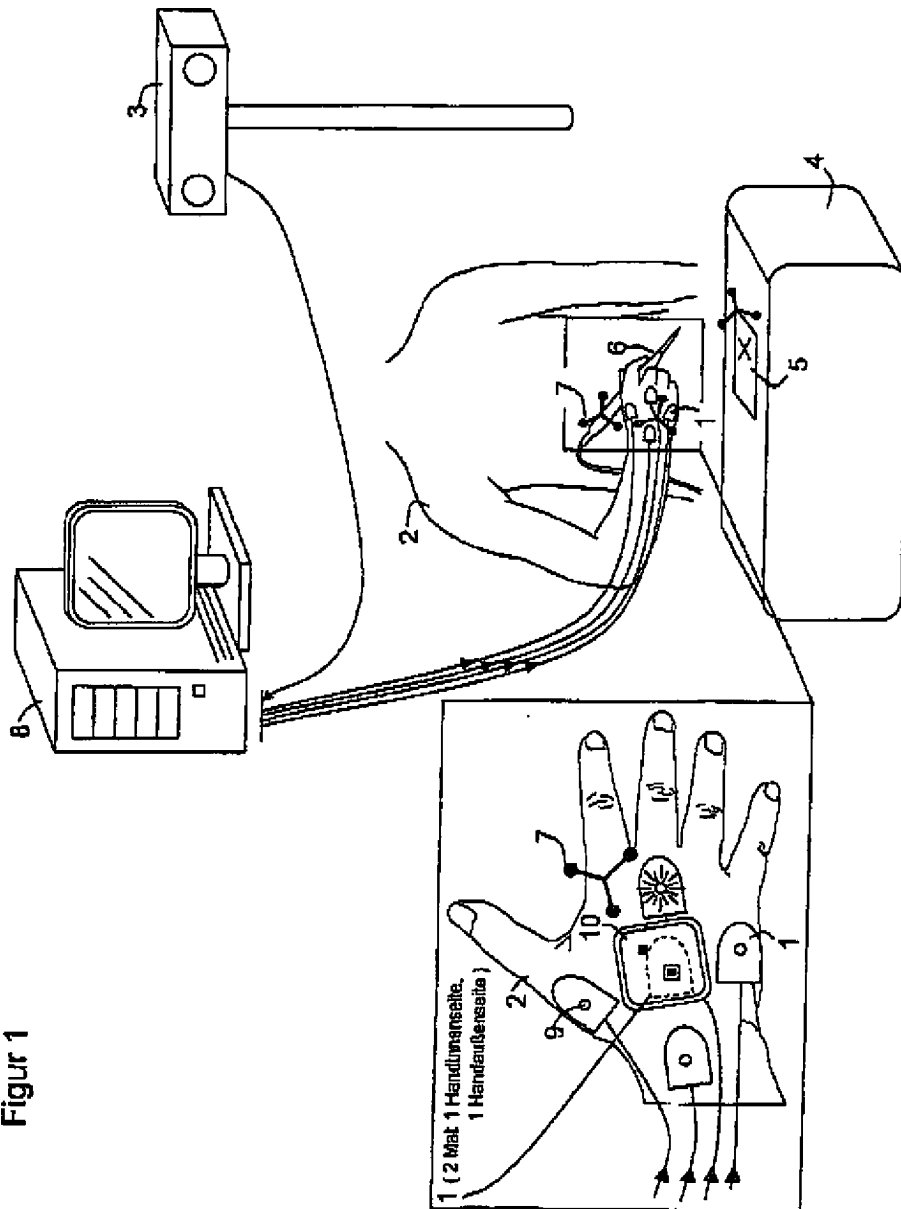
8. Navigationseinrichtung nach Anspruch 3 und/oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwölf Signalgeber (1) an Hand, Arm und/oder Torso des Operateurs (2) fixierbar sind.

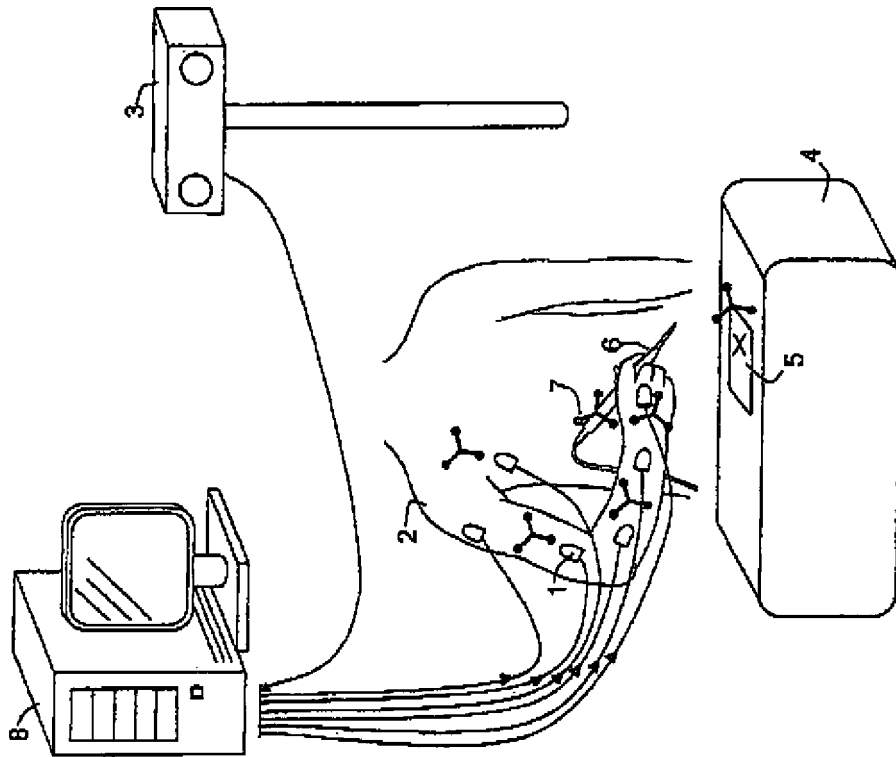
9. Navigationseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Signalgeber (1) Lichtquellen (9), insbesondere Leuchtdioden, aufweisen.

10. Navigationseinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Signalgeber (1) einen auf dem Handrücken des Operateurs fixierbaren Bildschirm aufweisen.

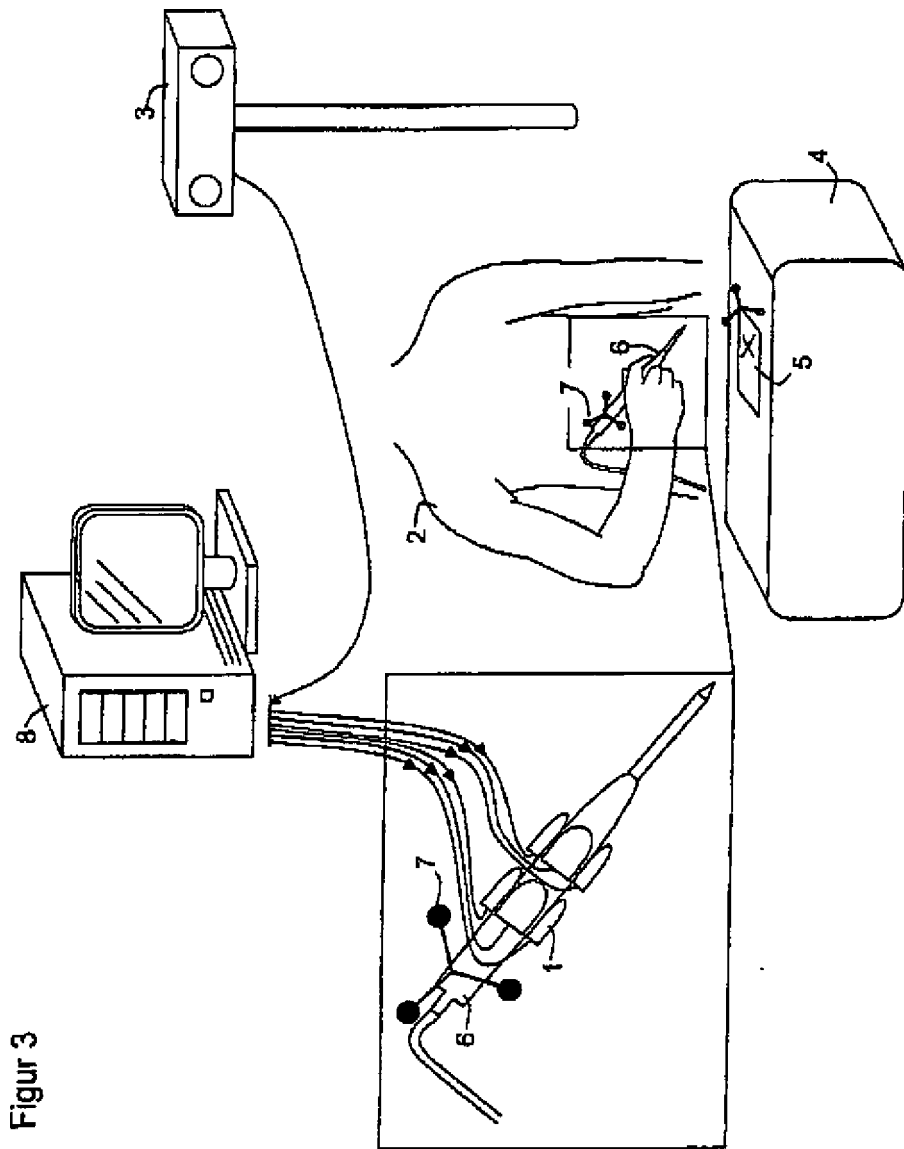
Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





Figur 2



Figur 3

Figur 4

