

(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  
1. Dezember 2011 (01.12.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2011/147651 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**A61B 19/00** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/056438

(22) Internationales Anmeldedatum:  
21. April 2011 (21.04.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2010 029 275.3 25. Mai 2010 (25.05.2010) 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): **BÄRWINKEL, Ronny** [DE/DE]; Tulpenweg 3, 91077 Dormitz (DE). **HORNUNG, Oliver** [DE/DE]; Heilstättenstr. 160, 90768 Fürth (DE). **MAIER, Karl-Heinz** [DE/DE]; Fichtenweg 7, 90518 Altdorf b. Nürnberg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

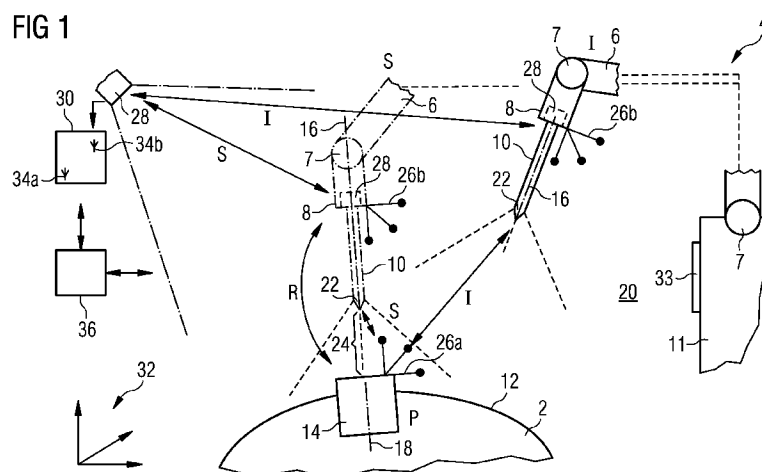
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD FOR MOVING AN INSTRUMENT ARM OF A LAPAROSCOPY ROBOT INTO A PREDETERMINABLE RELATIVE POSITION WITH RESPECT TO A TROCAR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BEWEGEN EINES INSTRUMENTENARMS EINES LAPAROSKOPIEROBOTERS IN EINE VORGEGBARE RELATIVLAGE ZU EINEM TROCAR

FIG 1



(57) Abstract: A method for moving an instrument arm (6) of a laparoscopy robot (4) into a predeterminable relative position (R) relative to a trocar (14) placed in a patient (2), in which: a spatial marker (26a) that can be localized from outside of the patient (2) is applied to the trocar (14), the spatial position (P) of the trocar (14) is detected on the basis of the spatial marker (26a), the intended position (S) of the instrument arm (6) is established from the spatial position (P) and the relative position (R), the actual position (I) of the instrument arm (6) is detected, and the instrument arm (6) is moved into the intended position (S) on the basis of the actual position (I), the intended position (S) and an error minimization method (36).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



---

Verfahren zum Bewegen eines Instrumentenarms (6) eines Laparoskopieroboters (4) in eine vorgebbare Relativlage (R) relativ zu einem in einem Patienten (2) platzierten Trokar (14), bei dem: am Trokar (14) ein von außerhalb des Patienten (2) ortbarer Ortsmarker (26a) angebracht wird, die Ortsposition (P) des Trokars (14) anhand des Ortsmarkers (26a) erfasst wird, die Soll-Position (S) des Instrumentenarms (6) aus der Ortsposition (P) und der Relativlage (R) ermittelt wird, die Ist-Position (I) des Instrumentenarms (6) erfasst wird, anhand der Ist-Position (I), der Soll-Position (S) und eines Fehlerminimierungsverfahrens (36) der Instrumentenarm (6) in die Soll-Position (S) bewegt wird.

## Beschreibung

Verfahren zum Bewegen eines Instrumentenarms eines Laparoskopieroboters in eine vorgebbare Relativlage zu einem Trokar

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bewegen eines Instrumentenarms eines Laparoskopieroboters in eine vorgebbare Relativlage relativ zu einem in einem Patienten platzierten Trokar.

10

Minimalinvasive Eingriffe nehmen im Bereich der klinischen Chirurgie einen zunehmend größeren Stellenwert ein. Wurden für kleine chirurgische Eingriffe noch vor wenigen Jahren relativ große Bereiche des Situs eröffnet, um eine Navigation des Chirurgen durch natürliche Landmarken zu ermöglichen, so lässt sich beobachten, dass eine Vielzahl dieser Eingriffe heute mittels Laparoskopie und optischer Unterstützung in Form von Endoskopie durchgeführt wird. Als Weiterentwicklung der klassischen Laparoskopie hat die robotergestützte Chirurgie inzwischen in einigen Bereichen der Medizin Einzug gehalten, z.B. in der Urologie, Gynäkologie oder Kardiologie. Sie ist dabei, sich im medizinischen Alltag durchzusetzen.

15

20

Ein Laparoskopieroboter ist zum Beispiel in Form des Modells „da Vinci“ der Firma „Intuitive Surgical“ bekannt. Dieser Roboter weist einen ersten Instrumentenarm auf, der an seinem vorderen Ende ein Endoskop trägt. Bis zu drei weitere Instrumentenarme tragen laparoskopische Instrumente.

25

Sowohl für das Endoskop als auch jedes der Instrumente wird im Patienten jeweils ein Trokar platziert, durch welchen das jeweilige Werkzeug in den Patienten einzuführen ist, um so dann einen roboterassistierten, minimalinvasiven Eingriff am Patienten durchzuführen.

30

35

Im klinischen Workflow eines derartigen Eingriffs lässt sich beobachten, dass ein wesentlicher Anteil der Operationsvorbereitungszeit darin besteht, die vom Roboter an den Instrumen-

tenarmen geführten Werkzeuge in die bereits im Vorfeld der Operation gesetzten Trokare einzuführen bzw. dieses Einführen vorzubereiten. Am jeweiligen Roboterarm werden hierzu dessen Einzelgelenke, Linearaktoren etc. kraftfrei geschaltet und  
5 der Instrumentenarm so von Hand eingestellt, dass durch die entsprechenden Gelenkstellungen beziehungsweise der zu Grunde liegenden Kinematik des Roboters das Instrument - noch außerhalb des Patienten - in einer vorgegebenen Relativlage, die auch als Ziellage verstanden werden kann, zum Trokar zu liegen  
10 gen kommt. Der Trokar ist hierbei in einer individuellen Ortslage bereits im Patienten - mehr oder weniger ortsfest - gesetzt. Ein Trokar gibt hierbei eine Trokarachse vor, in der Regel dessen Mittellängsachse als Richtung, in der die länglichen Werkzeuge axial durch den Trokar in den Patienten ein-  
15 geführt werden.

Beim da Vinci-System ist der Instrumentenarm zusammen mit dem Instrument so - in der Regel in drei Dimensionen - auszurichten, dass die Längsachse des gehaltenen Instruments koaxial  
20 zur Trokarachse verläuft, sich das Instrument jedoch noch zum Trokar beabstandet und außerhalb des Patienten liegt. Mit anderen Worten ist die vorgegebene Relativlage so, dass das Instrument am Instrumentenarm den Trokar mit einer geradlinigen Bewegung treffen bzw. durchdringen kann. Das Instrument ist  
25 dann noch in dieser axialen Richtung eindimensional bis zur Berührung an den Trokar anzufahren. Der Instrumentenarm wird dann wieder kraftgekoppelt; robotisch erfolgt dann die geradlinige Einführung der Instrumente in den jeweiligen Trokar. Mit anderen Worten existiert also eine anzusteuern vorgegebene Relativlage für den Instrumentenarm, die relativ zu ei-  
30 nem in einem Patienten platzierten Trokar vorgebar ist.

Dieser Vorgang der manuellen Justage setzt einige Erfahrung des vorbereitenden Personals voraus und ist sehr zeitaufwändig.  
35 Die händische Verstellung ist selbst bei mechanisch ausgefeilten Systemen sehr kraftaufwendig, da die Reibung in den Gelenken aus Sicherheitsgründen auch bei kraftlosem Betrieb sehr hoch gewählt werden muss. Im Fall des oben genannten da

Vinci-Systems muss dieses Prozedere bei Verwendung aller Roboterarme viermal wiederholt werden.

5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zum Bewegen eines Instrumentenarms eines Laparoskopieroboters in eine vorgebbare Relativlage relativ zu einem in einem Patienten platzierten Trokar anzugeben.

10 Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1. Gemäß der Erfindung wird am Trokar ein von außerhalb des Patienten ortbarer Ortsmarker angebracht. Die Ortsposition des Trokars wird anhand des Ortsmarkers erfasst. Zum Beispiel wird also von einem Navigationssystem die Raumlage, also Position und Orientierung des Trokars in z.B. einem im  
15 Operationssaal ortsfesten Koordinatensystem anhand des Ortsmarkers erfasst. Aus der Ortsposition und der vorgegebenen Relativlage des Instrumentenarms zum Trokar wird dann die Sollposition des Instrumentenarms im Raum ermittelt.

20 In einem nächsten Schritt wird die Ist-Position des Instrumentenarms im Raum erfasst. Hierzu kann zum Beispiel auch am Instrumentenarm ein ortbarer Ortsmarker angebracht werden, um so die Raumlage als Ist-Position des Instrumentenarms zu erfassen. Die Raumlage kann aber auch anhand von Positionsaufnahmen im Roboterarm bei bekannter Position eines Grundträgers des Roboters oder anhand anderer Methoden erfasst werden.  
25

Anhand der Ist-Position und der Soll-Position des Instrumentenarms wird dann mit Hilfe eines Fehlerminimierungsverfahrens der Instrumentenarm in die Soll-Position bewegt. Mit anderen Worten wird die ständige Ist-Position des Instrumentenarms stets weiterverfolgt d.h. während der Bewegung wiederholt erfasst und anhand des Fehlerminimierungsverfahrens erreicht, dass sich die Ist-Position immer mehr der Soll-  
35 Position annähert und schließlich in diese überführt wird. In der Soll-Position liegt dann der Instrumentenarm in der vorgebbaren Relativlage relativ zum Trokar.

Grundlage zur Ortung bilden zum Beispiel mindestens drei statisch auf dem Trokar auf der Außenseite des Körpers des Patienten angeordnete bzw. mit diesem verbundene Marker. Diese  
5 werden dann z.B. von einer CCD-Kamera in deren Kamerabild erfasst und verfolgt. Vorteilhaft ist die Auswahl von im Kamerabild sehr gut segmentierbaren Markern. Zum Beispiel können Infrarot(IR)-reflektierende Marker und eine IR-Lichtquelle aus Richtung der Kamera verwendet werden. Eine solche Vor-  
10 richtung ist zum Beispiel aus Trackinggeräten wie dem System „Polaris“ der Firma NDI bekannt.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich sowohl für einen einzelnen Instrumentenarm eines mehrarmigen Roboters wie auch  
15 für den oben genannten einarmigen Single-Port-Roboter. Der Gewinn an wertvoller Operationszeit, eine kürzere Narkosezeit und eine einfachere Bedienung des Gerätes sind die direkten Folgen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

20 Die Bewegung des Roboterarms gemäß dem Verfahren kann hierbei weiterhin von Hand erfolgen. Zum Beispiel werden dem Bediener jedoch als Ergebnis der verfahrensgemäßen Fehlerminimierung durchzuführende Verstellbewegungen für einzelne Gelenke oder Freiheitsgrade des Roboters vorgeschlagen. So kann auch die  
25 händische Bewegung des Instrumentenarms zielgerichtet bzw. ergebnisorientiert und daher deutlich verbessert durchgeführt beziehungsweise beschleunigt werden. Das zuständige OP-Personal muss nun nicht mehr „nach Gefühl oder Augenmaß“ den Roboterarm verstellen, sondern erhält konkrete Hilfestellung  
30 dank des erfindungsgemäßen Verfahrens durch konkret angewiesene Verstellvorschläge.

In einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens jedoch wird der Instrumentenarm automatisch in die Soll-Position be-  
35 wegt. Somit erfolgt eine vollständig automatisierte, also vom Roboter selbst motorisch vollzogene Ausrichtung des Instrumentenarms zum Trokar. Anschließend kann dann sofort mit der eigentlichen Behandlung des Patienten beziehungsweise deren

erstem Schritt, nämlich dem robotergestützten Einführen der Instrumente in den Patienten begonnen werden.

Die Relativlage kann noch einen Freiheitsgrad enthalten: Ist  
5 zum Beispiel die Relativlage so vorgegeben, dass das Instrument  
koaxial zur Durchtrittsachse des Trokars liegt, reduziert sich eine verbleibende händische Operationsvorbereitung  
für das Personal von einem dreidimensionalen zu einem eindimensionalen Problem: Das Instrument muss lediglich noch entlang  
10 einer Linie, nämlich der Mittellängsachse des Trokars  
zum Beispiel axial bis zum Trokar vorgeschoben werden, um den Roboter endgültig am Patienten zu justieren. Dieser händische  
Schritt ist z.B. der, das Instrument auf Berührung am Trokar  
zu platzieren und so eine Nulllage im System zu definieren.

15 In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird als  
Relativlage eine solche gewählt, die eine koaxiale Ausrichtung  
eines axial in den Trokar einföhrbaren, am Instrumenten-  
arm angebrachten Instruments gewährt. Es erfolgt genauer ge-  
20 sagt eine koaxiale Ausrichtung einer Instrumentenachse als  
z.B. Mittellängsachse eines Instruments mit einer Trokarachse  
als z.B. Mittellängsachse des Trokars. Die Position des Instruments  
wird also als Relativlage bzw. Ziellage definiert.  
Dies eignet sich besonders für Roboter, bei denen das Instru-  
25 ment selbst in axialer Richtung - z.B. zur händischen Erreichung  
einer berührenden Nulllage am Trokar - verstellbar ist.  
Als Relativlage kann dann die o.g. Lage außerhalb des Patienten  
und mit einem Sicherheitsabstand zum Trokar gewählt werden.

30 In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird die  
Ortsposition des Trokars und/oder die Ist- und Soll-Position  
des Instrumentenarms durch eine optische Erfassung mittels  
einer Kamera ermittelt. Mit anderen Worten wird zur Ortung  
35 dann ein optisch arbeitendes Navigationssystem benutzt. Die  
optische Erfassung geschieht zum Beispiel an Hand einer Kamera,  
die Ortsmarker sind dann optisch sichtbar. Denkbar sind  
als Marker zum Beispiel mindestens drei am Trokar angebrachte

Markerpunkte, welche durch die Kamera erfassbar sind. Bekannte Kamerasysteme arbeiten mit sichtbarem Licht oder Infrarotlicht.

5 In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die oben genannte optische Erfassung der entsprechenden Positionen bzw. Marker derart gelöst, dass hierzu ein Endoskop, welches an einem der Instrumentenarme eines Roboters angeordnet ist, als Kamera verwendet wird. Mit anderen Worten wird gemäß  
10 dieser Ausgestaltung das Endoskop, welches ohnehin Kamerafunktionalität aufweist, als Navigationskamera außerhalb des Patienten mitbenutzt. Ist außerdem das Endoskop an demjenigen Instrumentenarm angeordnet, der zur Relativlage bewegt werden soll, entfällt ein zusätzlicher Schritt bei der Positionsbestimmung des Instrumentenarms: Die Kamera selbst beinhaltet  
15 dann die zu ortende Position des Instrumentenarms in sich. Mit anderen Worten entartet die jeweilige Ist-Position bzw. die Soll-Position zur Kameraposition. Die Kamera kann dann auch direkt durch optische Erfassung des Ortsmarkers am Trokar die Relativlage zwischen Trokar und Kamera und damit dem  
20 Instrumentenarm ermitteln.

Auch für mehrarmige Roboter entfällt bei Verwendung eines Endoskops an einem Instrumentenarm die Notwendigkeit die Positionen der anderen Arme zusätzlich zu erfassen: Die Position  
25 der Instrumentenarme sind hierbei jeweils stets bekannt, da ohnehin das gesamte System aus seiner Natur heraus bezüglich seiner Geometrie kalibriert beziehungsweise ortsregistriert ist.

30 Wie oben erwähnt, ist in einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens als Instrumentenarm ein Kombinationsarm für eine Single-Port-Technik verwendet. Insbesondere wenn das Endoskop des Single-Port-Roboters als Kamera verwendet wird,  
35 muss nur eine einzige Positionserfassung erfolgen, die bereits die Relativlage zum Trokar widerspiegelt. Die Geometrien der restlichen Instrumente zum Endoskop sind ohnehin aus der Geometrie ihrer Fixanordnung am Instrumentenarm bekannt.



In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird als Fehlerminimierungsverfahren ein Visual-Servoing-Verfahren durchgeführt. Insbesondere in Verbindung mit der Verwendung  
5 des Endoskops als Ortungskamera sind Visual-Servoing-Ansätze besonders zur Ausrichtung zwischen Instrumentenarm und Trokar geeignet. Die Lage der Marker beziehungsweise Bildmerkmale im aktuellen Kamerabild ist bekannt. So können zwei verschiedene Visual-Servoing-Ansätze durchgeführt werden:

10

Ein erster Ansatz ist das positionsbasierte Visual-Servoing. Aus den Projektionen der Marker im Kamerabild, also der Lage der Bildmerkmale, wird bei bekannter Geometrie zwischen den Markern, z.B. am Trokar und der kalibrierten Kamera die Lage  
15 - also Position und Orientierung - des Trokars in Bezug auf das Kamerakoordinatensystem geschätzt bzw. ermittelt. Durch ein geeignetes Regelgesetz als Fehlerminimierungsverfahren können dann das Endoskop oder Instrument bzw. ein Instrumentenarm in die zuvor vorgegebene Relativlage überführt werden.

20

Als zweiter Ansatz dient ein bildbasiertes Visual-Servoing: Die wie oben gewonnenen Projektionen des Ortsmarkers im Kamerabild werden hier durch ein geeignetes Regelgesetz als Fehlerminimierungsverfahren auf gewünschte festgegebene Bildpo-  
25 sitionen geführt. Hier werden also durch Vorgabe der Relativlage feste Positionen der Abbildungen des Ortsmarkers im Kamerabild festgelegt.

30

Insbesondere für das bildbasierte Visual-Servoing gilt, wenn die Kamera am zu justierenden Instrumentenarm angebracht ist: Sobald sich die Ortsmarker in einer gewünschten Bildlage im Kamerabild befinden, befindet sich automatisch auch der Instrumentenarm in der gewünschten Lage, da die Kamera am Instrumentenarm in einer festen und bekannten Position fixiert  
35 angeordnet ist und mit diesem mitbewegt wird.

Prinzipiell sind beide Visual-Servoing-Ansätze bzw. - Verfahren im vorliegenden Fall verwendbar, wobei beide Ver-

fahren Vor- und Nachteile aufweisen. Beim bildbasierten Visual-Servoing überwiegen hier jedoch die Vorteile, weshalb dieses Verfahren zu bevorzugen ist.

- 5 In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird daher ein bildbasiertes Visual-Servoing-Verfahren durchgeführt.

Um bei einem derartigen Verfahren und einer fest am Instrumentenarm angebrachten Kamera die Kamera so zu bewegen, dass  
10 die gewünschten Bildpunkte in einer vorher festgelegte Referenzposition wandern, ist es notwendig die Abbildungsvorschrift zwischen einer gewünschten Bildpunktänderung, d.h. der Änderung des Markerabbilds und der korrespondierenden Kameralageänderung herzustellen:

15

In einer bevorzugten Ausführungsform wird die gesuchte Lageänderung über eine Bild-Jacobi-Matrix als Vorschrift ermittelt. Die Bild-Jacobi-Matrix ist beispielsweise in „A.C. Sanderson, L.E. Weiss and C.P. Neuman, 'Dynamic sensor-based  
20 control of robots with visual feedback', IEEE Journal of Robotics and Automation 3(5) (1987), 404-417" bekannt und wird erfindungsgemäß im Fehlerminimierungsverfahren verwendet. Dessen Regelverhalten lässt sich daraufhin über ein proportional-integrales Regelgesetz sehr gut beeinflussen.

25

Die oben genannte Relativlage kann jeweils abstrakt, z.B. in Form von 3D-Koordinaten und Winkellagen in einem ortsfesten 3D-Korrdinatensystem des OP-Saales vorgegeben werden.

- 30 In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird jedoch die Relativlage durch ein Lernverfahren bzw. einen sogenannten tech-in-Schritt gewonnen. Zum Beispiel wird dabei einmalig ein Instrumentenarm mit fest angebrachter Endoskopkamera händisch in eine gewünschte Relativlage zu einem Trokar gebracht und vom Endoskop ein Zielbild des Trokarmarkers  
35 aufgenommen. Die Relativlage gibt hierbei die absolute Ziel- lage zwingend vor. So ergibt sich im Zielbild eine Soll-Lage der Markerpunkte im Kamerabild, die zu einem späteren Zeit-

punkt wieder einzunehmen ist. Die Ziellage der Markerpunkte im Bild ist dann durch den oben erläuterten teach-in-Schritt vorgegeben.

- 5 Ein Visual-Servoing-Verfahren ist zum Beispiel aus „J. Wang and W.J. Wilson, '3D relative position and orientation estimation using Kalman filter for robot control', 1992 IEEE Int. Conf. On Robotics and Automation, pp. 2638-2645 (1992)“ bekannt.

10

Für eine weitere Beschreibung der Erfindung wird auf die Ausführungsbeispiele der Zeichnungen verwiesen. Es zeigen, jeweils in einer schematischen Prinzipskizze:

- 15 Fig.1 einen Patienten mit Endoskopieroboter,  
Fig.2 ein Visual-Servoing-Verfahren mit Bildjacobimatrix.

Fig. 1 zeigt einen Patienten 2, an dem ein laparoskopischer Eingriff durchgeführt werden soll. Am Patienten 2 befindet  
20 sich daher ein Laparoskopie-Roboter 4, der einen über mehrere Gelenke 7 beweglichen Instrumentenarm 6 aufweist. Der Instrumentenarm 6 trägt an seinem Ende 8 als Instrument 10 eine Greifzange, mit der der Eingriff durchgeführt werden soll.

- 25 Um einen Patientenzugang zu schaffen, ist in den Patienten 2, bzw. in eine Öffnung in dessen Bauchdecke 12, ein Trokar 14 eingesetzt. Um in den Patienten 2 zu gelangen, muss das Instrument 10 mit seiner Mittellängsachse, nämlich der Instrumentenachse 16, coaxial zur Mittellängsachse des Trokars 14,  
30 also der Trokarachse 18, nämlich dessen nicht dargestellter zentraler Öffnung ausgerichtet werden. Dies sowie die stilisierte Verbindung des Instrumentenarms 6 zu einem Grundträger 11 des Roboters 4 ist in Fig. 1 gestrichelt dargestellt.

- 35 Die Ausrichtung soll noch außerhalb des Patienten 2, das heißt im Außenraum 20 erfolgen, wobei die Spitze 22 des Instruments 10 noch einen vorgegebenen Abstand 24 zum Trokar 14 aufweisen soll. Fig. 1 zeigt die entsprechende Position des

Instrumentenarms 6 als Soll-Position S und gleichzeitig die tatsächliche Ist-Position I, in welcher er sich gerade befindet. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren soll der Instrumentenarm 6 aus der Ist-Position I in die Soll-Position S über-  
5 führt werden.

Hierzu ist am Trokar 14 ein Ortsmarker 26a angebracht. Der Ortsmarker 26a wird durch eine Kamera 28 erfasst. Die Kamera 28 bildet den Ortsmarker 26a in einem Kamerabild 30 ab.  
10 Auf Grund der Auswertung des Kamerabildes 30 beziehungsweise des Abbildes des Ortsmarkers 26a und der bekannten Abbildungsgeometrie der Kamera 28 sowie der Position der Kamera 28, zum Beispiel in einem raumfesten Koordinatensystem 32, wird die Ortsposition P des Trokars 14 im Raum, also dem Ko-  
15 ordinatensystem 32 ermittelt.

In einem nächsten Schritt wird die Ist-Position I des Instrumentenarms 6 ermittelt, wozu am Instrumentenarm 6 ebenfalls ein Ortsmarker 26b angebracht wird, welcher in gleicher Weise  
20 von der Kamera 28 erfasst und ausgewertet wird. Dargestellt sind die jeweiligen Abbilder 34a,b der Ortsmarker 26a,b im Kamerabild 30.

Die Soll-Position S für den Instrumentenarm 6 ist nun bestimmt durch die tatsächliche Ortsposition P des Trokars 14  
25 sowie eine vorgebbare Relativlage R, die der Instrumentenarm 6 relativ zum Trokar 14 einnehmen soll.

Da nun im Koordinatensystem 32 sämtliche geometrischen Informationen vorliegen, bestimmt ein schematisch dargestelltes Fehlerminimierungsverfahren 36 anhand des Kamerabildes 30 beziehungsweise der Ist-Position I und der Soll-Position S geeignete Bewegungen für den Instrumentenarm 6 beziehungsweise dessen Gelenke 7, nämlich wie diese zu verstellen sind, um  
30 den Instrumentenarm 6 in die Soll-Position S und damit die gewünschte Relativlage R zum Trokar 14 zu bringen.  
35

In einer ersten Ausführungsformen wird, z.B. an einer Anzeige 33 oder in anderer geeigneter Weise, einem nicht dargestellten Bediener angezeigt, wie er jeden Freiheitsgrad des Instrumentenarms, im Beispiel die Gelenke 7, zu verstellen hat, um zur Soll-Position S zu gelangen.

In einer alternativen Ausführungsform werden die Gelenke 7 durch den Roboter 4 an Hand des Fehlerminimierungsverfahrens 36 automatisch bzw. motorisch verstellt.

10

In einer alternativen Ausführungsform ist der Trokar 14 ein Single-Port-Trokar. Das Instrument 10 besteht dann aus einer Reihe parallel angeordneter, nicht dargestellter Einzelinstrumente, von denen eines auch in der Regel ein Endoskop ist, so dass das im folgenden beschriebene Verfahren zur Erreichung der Soll-Position S verwendet werden kann, da sämtliche Teilinstrumente in fester und bekannter Relativanordnung zueinander auch als Kombinationsinstrument 10 betrachtet werden können.

20

In einer alternativen Ausführungsform ist das Instrument 10 ein Endoskop, angedeutet durch eine gestrichelt gezeichnete Kamera 28 im Instrumentenarm 6. Der jeweilige Bildbereich bzw. Blickwinkel der Kamera 28 geht von der Spitze 22 des Instruments 10 aus (gestrichelt angedeutet). Die Ortsmarker 26b sind in diesem Fall nicht vorhanden, die Kamera 28 ortet alleine den Ortsmarker 26 am Trokar 14. Da in dieser Ausführungsform die Kamera jeder Bewegung des Instrumentenarms 6 zwangsläufig folgt, ist das Kamerabild 30 und die daraus gewonnene Geometrieinformation unweigerlich mit der tatsächlichen Ist-Position I des Instrumentenarms 6 verknüpft. Die Soll-Position S entspricht dann der Relativlage R.

Hier wird das Fehlerminimierungsverfahren 36 derart durchgeführt, dass im Kamerabild 30 einzig das Abbild 34a des Ortsmarkers 26a an eine fest vorgebbare Soll-Lage zu bringen ist. Diese Soll-Lage des Abbilds 34a gibt dann zwangsläufig sowohl die Soll-Position S als auch die gewünschte Relativlage R vor

beziehungsweise stimmt mit dieser überein. Das Fehlerminimierungsverfahren 36 ist in diesem Fall ein bildbasiertes Visual-Servoing-Verfahren.

5 Fig. 2 zeigt zur Verdeutlichung des bildbasierten Visual-Servoing-Verfahrens für die oben genannte endoskopische Verfahrensvariante stellvertretend für die Kamera 28 deren Kamerakoordinatensystem 38 an der Ist-Position I und stellvertretend für das Kamerabild 30 die Abbildungsebene 40 der Kamera 28. Zusätzlich ist die tatsächliche Raumlage, das heißt  
10 die Ortsposition P des Ortsmarkers 26a symbolisch dargestellt. In der Abbildungsebene 40 erscheint deshalb dessen Abbild 34a. Die Abbildungsebene 40 spannt ein Bildkoordinatensystem 42 auf.

15

Durch einen vorherigen teach-in-Schritt, bei welchem sich in einem Kalibrierverfahren der Instrumentenarm 6 bereits an der Soll-Position S, das heißt in gegebener Relativposition R gegenüber dem Ortsmarker 26a befunden hatte, ist die Soll-  
20 Position S des Abbildes 34a des Ortsmarkers 26a bekannt. Hierzu wurde einmalig ein Kamerabild 30 als Referenzbild aufgenommen. Gesucht ist nun der Verfahrensweg, den das Kamerakoordinatensystem 38 - und damit die Kamera 28 - von der Ist-Position I zur Soll-Position S ausführen müsste, damit das  
25 Abbild 34a in der Abbildungsebene 40 von der Ist-Position I in die Soll-Position S wandert. Die Berechnung erfolgt anhand einer Bild-Jacobi-Matrix 44, die die bekannte Verschiebung  $\Delta s$  des Abbildes 34a in die tatsächlich notwendige Verschiebung  $\Delta x$  des Kamerakoordinatensystems 38 und damit der Kamera 28 und damit des Instrumentenarms 6 überführt.  
30

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Bewegen eines Instrumentenarms (6) eines Laparoskopieroboters (4) in eine vorgebbare Relativlage (R) relativ zu einem in einem Patienten (2) platzierten Trokar (14), bei dem:

- am Trokar (14) ein von außerhalb des Patienten (2) ortbarer Ortsmarker (26a) angebracht wird,

10 - die Ortsposition (P) des Trokars (14) anhand des Ortsmarkers (26a) erfasst wird,

- die Soll-Position (S) des Instrumentenarms (6) aus der Ortsposition (P) und der Relativlage (R) ermittelt wird,

- die Ist-Position (I) des Instrumentenarms (6) erfasst wird,

15 - anhand der Ist-Position (I), der Soll-Position (S) und eines Fehlerminimierungsverfahrens (36) der Instrumentenarm (6) in die Soll-Position (S) bewegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Instrumentenarm (6) automatisch in die Soll-Position (S) bewegt wird.

20

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als Relativlage (R) eine solche gewählt wird, die eine koaxiale Ausrichtung eines mit seiner Instrumentenachse (16) entlang einer Trokarachse (18) axial in den Trokar (14) einföhrbaren, am Instrumentenarm (6) angebrachten Instruments (10) gewöhrt.

25

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Ortsposition (P) und/oder Ist- (I) und Soll-Position (S) durch eine optische Erfassung durch eine Kamera (28) ermittelt werden.

30

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem am Instrumentenarm (6) ein Endoskop als Kamera (28) angeordnet wird.

35

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als Instrumentenarm (6) ein Kombinationsarm für eine Single-Port-Technik verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als Fehlerminierungsverfahren (36) ein Visual-Servoing-Verfahren durchgeführt wird.

5

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem als Fehlerminierungsverfahren (36) ein bildbasiertes Visual-Servoing-Verfahren durchgeführt wird.

10 9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem das Fehlerminierungsverfahren (36) anhand einer Bildjacobimatrix (44) durchgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei  
15 dem die Relativlage (R) durch Lernverfahren gewonnen wird.



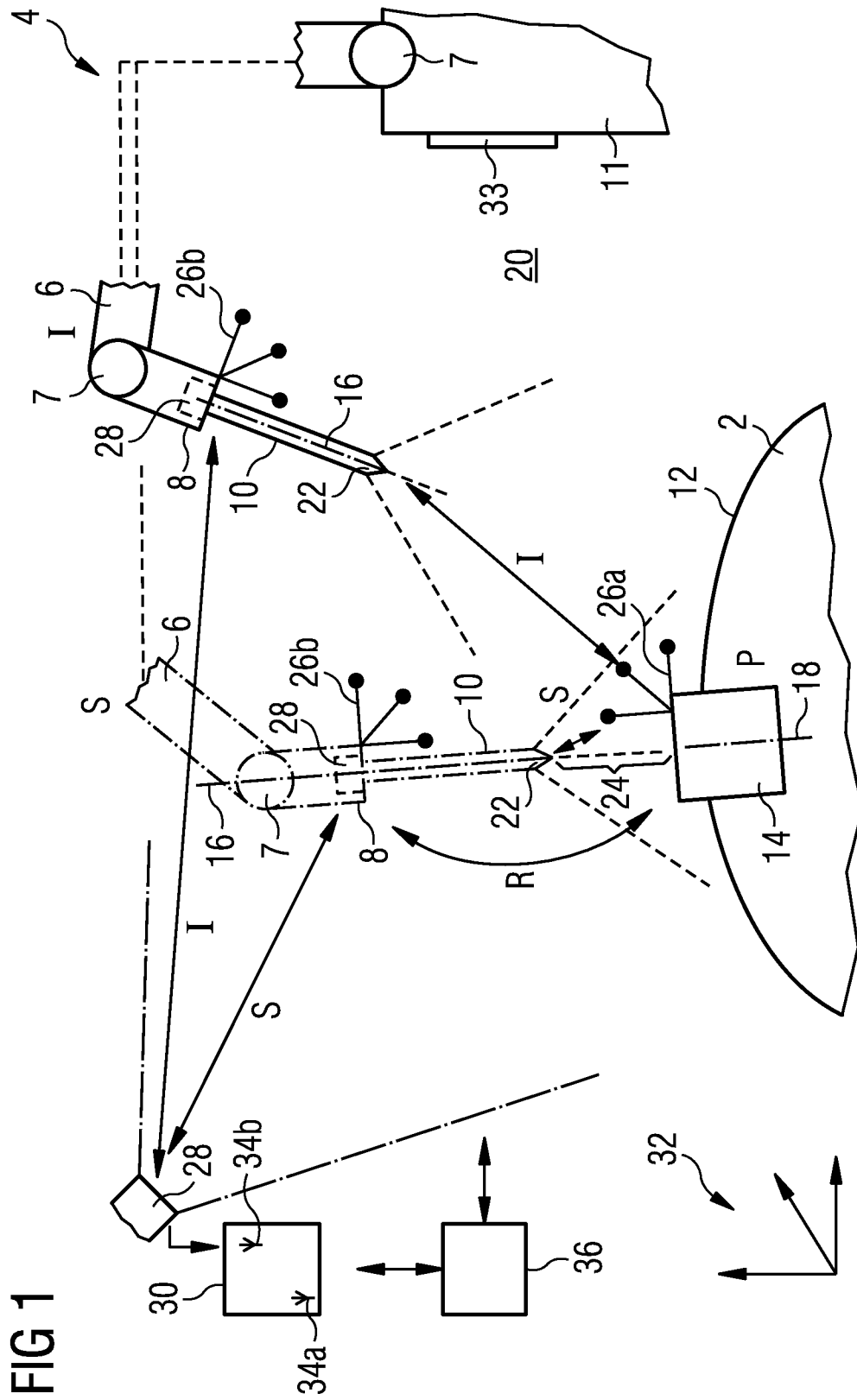
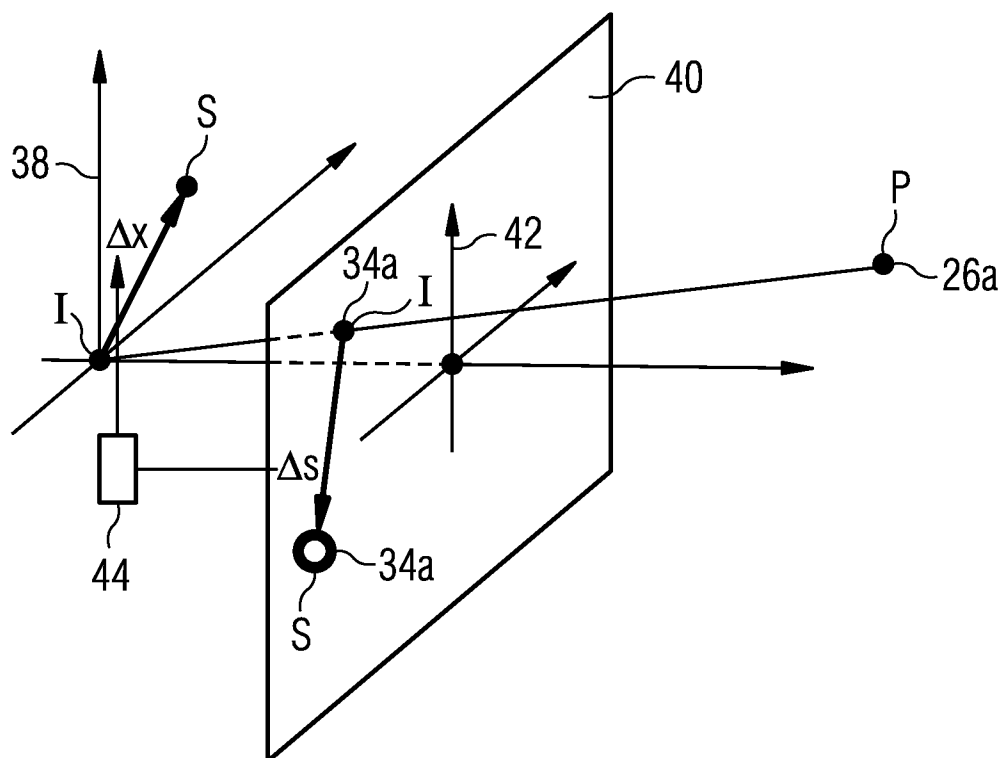


FIG 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/056438

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. A61B19/00

ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 854 425 A1 (BRAINLAB AG [DE]) 14 November 2007 (2007-11-14)	1-6
Y	paragraph [0024]; figure 1 paragraph [0025] paragraph [0026] paragraph [0027] paragraph [0029] paragraph [0033] paragraph [0032]	7-10
X	----- WO 01/46577 A2 (KARLSRUHE FORSCHZENT [DE]; EPPLER WOLFGANG [DE]; MIKUT RALF [DE]; VOGE) 28 June 2001 (2001-06-28) pages 1,2,11,1; figures 1,2,6 ----- -/-	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family 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.

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 July 2011

Date of mailing of the international search report

15/07/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hausmann, Alexander

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/056438

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2006/258938 A1 (HOFFMAN BRIAN D [US] ET AL) 16 November 2006 (2006-11-16)	9
A	paragraph [0088] paragraph [0100] - paragraph [0101] -----	1
Y	US 2009/088897 A1 (ZHAO WENYI [US] ET AL) 2 April 2009 (2009-04-02)	10
A	paragraph [0121] paragraph [0101] paragraph [0182] -----	9
Y	US 2010/081875 A1 (FOWLER DENNIS [US] ET AL) 1 April 2010 (2010-04-01) page 12 -----	7,8
A	DOIGNON C ET AL: "Autonomous 3-d positioning of surgical instruments in robotized laparoscopic surgery using visual servoing", IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS AND AUTOMATION, IEEE INC, NEW YORK, US, vol. 19, no. 5, 1 October 2003 (2003-10-01), pages 842-853, XP011102058, ISSN: 1042-296X, DOI: DOI:10.1109/TRA.2003.817086 the whole document -----	7,8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2011/056438

## Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: 1 - 10 (in part)  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:  
  
See Annex PCT/ISA/210
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

### Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box II.1

Claims 1-10 (in part)

Claims 1-10 relate to methods for the treatment of the human or animal body by surgery (PCT Rule 39.1(iv)) for which a search does not need to be carried out: According to the current version of claim 1, the method includes an insertion into the body of a patient. This is not admissible according to the above-mentioned rule. For this reason, the examiner has carried out a search in respect of a device which can carry out the method claimed in claim 1.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/056438

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1854425	A1	14-11-2007	US	2007265527 A1		15-11-2007
-----						
WO 0146577	A2	28-06-2001	DE	19961971 A1		26-07-2001
			EP	1240418 A1		18-09-2002
			US	2002156345 A1		24-10-2002
-----						
US 2006258938	A1	16-11-2006	CN	101222882 A		16-07-2008
			EP	1893118 A1		05-03-2008
			KR	20080027256 A		26-03-2008
			WO	2006124388 A1		23-11-2006
-----						
US 2009088897	A1	02-04-2009	NONE			
-----						
US 2010081875	A1	01-04-2010	WO	2010148361 A1		23-12-2010
-----						

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. A61B19/00  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

#### B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
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

#### C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 854 425 A1 (BRAINLAB AG [DE]) 14. November 2007 (2007-11-14)	1-6
Y	Absatz [0024]; Abbildung 1 Absatz [0025] Absatz [0026] Absatz [0027] Absatz [0029] Absatz [0033] Absatz [0032]	7-10
X	----- WO 01/46577 A2 (KARLSRUHE FORSCHZENT [DE]; EPPLER WOLFGANG [DE]; MIKUT RALF [DE]; VOGE) 28. Juni 2001 (2001-06-28) Seiten 1,2,11,1; Abbildungen 1,2,6 ----- -/-	1-6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



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

6. Juli 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/07/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hausmann, Alexander



C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2006/258938 A1 (HOFFMAN BRIAN D [US] ET AL) 16. November 2006 (2006-11-16)	9
A	Absatz [0088] Absatz [0100] - Absatz [0101] -----	1
Y	US 2009/088897 A1 (ZHAO WENYI [US] ET AL) 2. April 2009 (2009-04-02)	10
A	Absatz [0121] Absatz [0101] Absatz [0182] -----	9
Y	US 2010/081875 A1 (FOWLER DENNIS [US] ET AL) 1. April 2010 (2010-04-01) Seite 12 -----	7,8
A	DOIGNON C ET AL: "Autonomous 3-d positioning of surgical instruments in robotized laparoscopic surgery using visual servoing", IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS AND AUTOMATION, IEEE INC, NEW YORK, US, Bd. 19, Nr. 5, 1. Oktober 2003 (2003-10-01), Seiten 842-853, XP011102058, ISSN: 1042-296X, DOI: DOI:10.1109/TRA.2003.817086 das ganze Dokument -----	7,8

**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☒ Ansprüche Nr. 1-10 (teilweise)  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich  
siehe BEIBLATT PCT/ISA/210
2. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

**Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Fortsetzung von Feld II.1

Ansprüche Nr.: 1-10(teilweise)

Ansprüche 1-10 beinhalten Verfahren zur chirurgischen Behandlung des menschlichen oder tierischen Körpers Regel 39.1(iv) PCT. Eine Recherche ist daher nicht erforderlich: In der gegenwärtigen Fassung des Anspruchs 1, beinhaltet das Verfahren eine Einführung in den Körper des Patienten. Dies ist nicht zulässig nach der oben genannten Regel. Der Prüfer hat aus diesem Grund eine Recherche bezüglich einer Vorrichtung ausgeführt, die das in Anspruch 1 beanspruchte Verfahren ausführen kann.

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/056438

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1854425	A1	14-11-2007	US 2007265527 A1	15-11-2007
WO 0146577	A2	28-06-2001	DE 19961971 A1	26-07-2001
			EP 1240418 A1	18-09-2002
			US 2002156345 A1	24-10-2002
US 2006258938	A1	16-11-2006	CN 101222882 A	16-07-2008
			EP 1893118 A1	05-03-2008
			KR 20080027256 A	26-03-2008
			WO 2006124388 A1	23-11-2006
US 2009088897	A1	02-04-2009	KEINE	
US 2010081875	A1	01-04-2010	WO 2010148361 A1	23-12-2010

专利名称(译)	用于将腹腔镜检查机器人的器械臂移动到相对于套管针的可预定的相对位置的方法		
公开(公告)号	<a href="#">EP2575662A1</a>	公开(公告)日	2013-04-10
申请号	EP2011717552	申请日	2011-04-21
[标]申请(专利权)人(译)	西门子公司		
申请(专利权)人(译)	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT		
当前申请(专利权)人(译)	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT		
[标]发明人	BARWINKEL RONNY HORNUNG OLIVER MAIER KARL HEINZ		
发明人	BÄRWINKEL, RONNY HORNUNG, OLIVER MAIER, KARL-HEINZ		
IPC分类号	A61B19/00 A61B34/00		
CPC分类号	A61B90/11 A61B34/30 A61B2034/2055 A61B2034/301 A61B2090/3612		
优先权	102010029275 2010-05-25 DE		
其他公开文献	EP2575662B1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

一种用于将腹腔镜检查机器人(4)的器械臂(6)相对于放置在患者(2)中的套管针(14)移动到可预先确定的相对位置(R)的方法,其中:空间标记(26a)可以从患者体外定位(2)应用于套管针(14),基于空间标记(26a),预期位置(S)检测套管针(14)的空间位置(P)从空间位置(P)和相对位置(R)建立仪器臂(6),检测仪器臂(6)的实际位置(I),并移动仪器臂(6)基于实际位置(I),预期位置(S)和误差最小化方法(36)进入预期位置(S)。