

(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  
19. Januar 2012 (19.01.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/007841 AI**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
*A61B 19/00* (2006.01) *A61B 5/107* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/IB20 11/0023 16
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
14. M i 201 1 (14.07.2011)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2010 027 336.8 15. Juli 2010 (15.07.2010) DE
- (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): NAVISWISS AG [CH/CH]; Hauptstrasse 21, 4242 Laufen (CH).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **KNOBEL, Bruno** [CH/CH]; Bierkellerweg 18, 4242 Laufen (CH). **FINDEISEN, Charles** [CH/CH]; Bachstr. 1, 5430 Wettingen (CH).
- (74) **Anwalt:** CASTELL, Klaus; Liermann-Castell, Gutenbergstrasse 12, 52349 Düren (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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) **Title:** METHOD FOR ASCERTAINING SPATIAL COORDINATES

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG VON RAUMKOORDINATEN

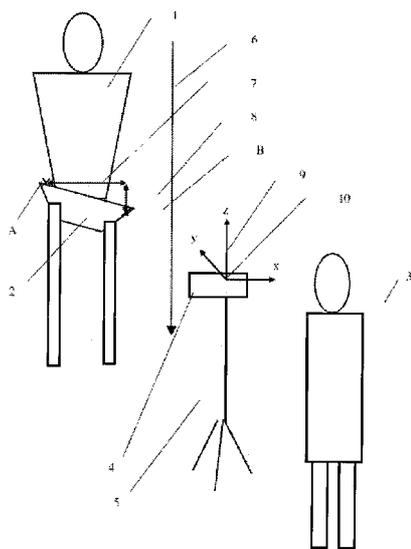


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for ascertaining spatial coordinates in which at least two markers are put on a living being and at least two cameras in a stereo arrangement are used to ascertain the spatial coordinates of said markers, wherein the spatial coordinates of the markers are compared with a reference and the difference is calculated and Output. The invention also relates to quantitative length and angle measurements using optical, Stereometrie measurement Systems for medical applications.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung von Raumkoordinaten, bei dem an einem Lebewesen mindestens zwei Markierungen angebracht werden und mit mindestens zwei Kameras in Stereoanordnung die Raumkoordinaten dieser Markierungen ermittelt werden, wobei die Raumkoordinaten der Markierungen mit einer Referenz verglichen und die Abweichung berechnet und ausgegeben wird. Ferner betrifft die Erfindung quantitative Längen- und Winkelmessungen mit optischen, stereometrischen Mess-Systemen für medizinische Anwendungen.

WO 2012/007841 AI

## Verfahren zur Ermittlung von Raumkoordinaten

[01] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung von Raumkoordinaten, bei dem an einem Lebewesen mindestens zwei Markierungen angebracht werden und mit mindestens zwei Kameras in Stereoanordnung die Raumkoordinaten dieser Markierungen ermittelt werden. Ferner betrifft die Erfindung quantitative Längen- und Winkelmessungen mit optischen, stereometrischen Mess-Systemen für medizinische Anwendungen.

[02] Heute werden pro Jahr mehr als 1.3 Millionen (mit zweistelliger Zuwachsrate) künstliche Hüftgelenke bei Patienten eingesetzt. Bei diesem Eingriff wird angestrebt, die ursprüngliche oder biomechanisch optimale Beinlänge nach Einsetzung des Gelenkersatzes wieder zu erreichen. Je nach Geschick und Erfahrung des Orthopäden und je nach Anatomie des Patienten kann dieses Ziel erreicht werden. Dabei orientiert sich der Orthopäde beispielsweise an charakteristischen Knochenteilen wie beispielsweise an Femur und Pelvis oder an spezifischen Stellen der Fußgelenke.

[03] Bei den meisten Eingriffen dieser Art steht allerdings keine geeignete Vorrichtung zum Messen von Beinlängen zu Verfügung. Damit basieren Details des Eingriffs auf der visuellen Beurteilung des Orthopäden.

[04] Mit den heute zur Verfügung stehenden Navigationssystemen könnte diese Aufgabe grundsätzlich gelöst werden. Jedoch ist deren Einsatz und

Handhabung aufwendig und ergonomisch wenig sinnvoll. Des Weiteren sind sehr viele OP- Räume damit nicht ausgestattet.

[05] Therapeuten und Chiropraktiker protokollieren beim Patienten dessen Zustand und/oder den Einfluss ihrer Behandlung unter anderem mittels  
5 Photos und/oder Messmitteln wie Längen- oder Winkelmass.

[06] Als Anwender werden im folgenden Chirurgen, Orthopäden, Chiropraktiker, Therapeuten und andere Personen mit entsprechenden medizinischen Kenntnissen bezeichnet. Anwender können aber auch Mitarbeiter sein, die für eine medizinisch ausgebildete Person die Messungen vorneh-  
10 men.

[07] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem Lebewesen schnell und einfach vermessen werden können.

[08] Diese Aufgabe wird mit einem gattungsgemäßen Verfahren gelöst, bei dem die Raumkoordinaten der Markierungen mit einer Referenz ver-  
15 glichen und die Abweichung berechnet und ausgegeben wird.

[09] Vorteilhafte Ausführungsvarianten sind Gegenstand der Unteransprüche.

[10] Die Erfindung geht vom Grundgedanken aus, dass dem Anwender einfache und mit wenig Aufwand zu handhabende Verfahren mit dem  
20 Messsystem zur Verfügung gestellt werden. Damit kann der Anwender die ihn unterstützenden Messaufgaben schnell und zuverlässig durchführen.

## 3

Die Resultate der Messungen dienen dem Anwender zur Beurteilung der Situation, als Hilfe bei der Durchführung der nächsten Arbeitsschritte oder zur Dokumentieren.

[11] Eine Referenz ist in diesem Sinne entweder ein Datensatz einer früheren Messung, der einen früheren Zustand beschreibt, oder ein Soll-Datensatz, der ein anzustrebendes Ergebnis oder einen Zwischenzustand beschreibt.

[12] Im Folgenden wird unter einem optischen, stereometrischen Messsystem (kurz: Messsystem) die Kombination aus einem Kamerasystem und Referenzmarkierungen (kurz Markierungen) verstanden.

[13] Ein solches Messsystem ist Stand der Technik. Im Folgenden werden weitere Eigenschaften des Messsystems vorgestellt um die Grundgedanken der Erfindung des Verfahrens zu erläutern.

[14] Das Kamerasystem besteht aus mit mindestens zwei stereometrisch ausgerichteten Kameras und Mitteln für die Analyse der Bilddaten und die Ausgabe der Resultate.

[15] Das Kamerasystem erfasst die Markierungen, analysiert die Bilddaten mittels bekannten Methoden für Kamerabildanalyse, bestimmt mittels bekannten photogrammetrischen Methoden die räumliche Lage der Markierungen in einem Koordinatensystem des Kamerasystems und stellt dem Anwender die gewünschten Abstände zwischen Markierungen und/oder Winkel zwischen Abständen zur Verfügung.

[16] Das Kamerasystem kann in die Einrichtung des Behandlungsraums fest integriert sein. Alternativ kann das Kamerasystem an einem mobilen Stativ angebracht sein. Das Kamerasystem kann so ausgerichtet sein, dass beispielsweise eine Koordinatenachse des Kamerakoordinatensystems parallel zum Lot ist. Damit können beispielsweise die Abweichungen von zwei Markierungen zur Horizontalen quantitativ gemessen werden.

[17] Alternativ kann sich das nicht ausgerichtete Kamerasystem mittels bekannten Methoden für Kamerabildanalyse an Objekten orientieren. Diese Objekte können beispielsweise mit Markierungen versehene geneigte Referenzebenen sein.

[18] Eine weitere Möglichkeit ist, dass das Kamerasystem mobil und manuell gehalten bedient wird.

[19] Die Markierungen werden vom Anwender an oder in der Nähe von biomechanisch optimalen und/oder anatomisch geeigneten Stellen des Patienten oder an Objekten angebracht. Die Markierungen können beispielsweise kleine mit einem Filzstift auf der Haut aufgezeichnete Kreise, Kreuze oder Linien unmittelbar oberhalb von oder zwischen markanten Knochenpartien sein. Eine weitere Möglichkeit für Markierungen sind entfernbare Tätowierungen auf der Haut oder klebende Markierungen mit oder ohne aus der Photogrammetrie bekannte Kodierung für die Identifikation der Markierungen.

[20] Markierungen auf der Haut können sich durch eine Behandlung des Lebewesens oder während der Behandlung relativ zur markanten Knochenpartie verschieben. Sie können auch während der Behandlungsdauer ausgelöscht werden. Der Anwender kann in einem solchen Fall die Markierungen erneuern oder ergänzen.

[21] In der Praxis wird mit einem eingangs beschriebenen Messgerät gearbeitet, wobei der Anwender an geeigneten Stellen Markierungen am Patienten anbringt und mit dem Messgerät die Raumkoordinaten der Markierungen sowie deren Beziehungen untereinander in Form von Strecken oder Winkeln ermittelt.

[22] Die Messungen können zur quantitativen Bestimmung eines Zustandes für eine Diagnose dienen. Die Messungen können auch der quantitativen Bestimmung eines Zustandes vor und nach bestimmten therapeutischen oder chirurgischen Eingriffen dienen.

[23] Die Resultate der Messungen können vom Anwender für die Dokumentation verwendet werden.

[24] Der allgemeine Erfindungsgedanke besteht in einem Messverfahren zur Begleitung von medizinischen Eingriffen und therapeutischen Maßnahmen unter Verwendung eines optischen Kamerasystems mit mindestens zwei Kameras in Stereoanordnung und mindestens zwei an geeigneten Stellen eines Lebewesens angebrachten Markierungen, bei dem diese Markierungen zumindest vor und nach einer Behandlung des Lebewesens

mit dem optischen Kamerasystem erfasst werden, die dreidimensionalen Koordinaten dieser Muster im Kamerakoordinatensystem ermittelt und in geeigneter Form dem Anwender zur Verfügung gestellt werden.

[25] Vorzugsweise beinhaltet das Verfahren die Verwendung eines fix  
5 installierten Kamerasystems. Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass mobile Kamerasysteme verwendet werden.

[26] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass das Ver-  
fahren eine Hüftoperation betrifft. Weitere Anwendungsbereiche sind Wir-  
belsäulenoperationen, chiropralctische oder therapeutische Behandlungen  
10 und die Messung der Beweglichkeit eines Körperteils.

[27] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemei-  
nen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Be-  
zugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben, auf die im übrigen  
bezüglich der Offenbarung aller im Text nicht näher erläuterten erfin-  
15 dungsgemässen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch die Vermessung der Ausrichtung des Beckens mit  
zwei Markierungen und einem zum Lot ausgerichteten Kame-  
rasystem,

Fig. 2 schematisch die Messung der Beweglichkeit einer Hand mit  
20 zwei Markierungen,

- Fig. 3 schematisch die Messung der Beweglichkeit eines Arms mit drei Markierungen,
- Fig. 4 schematisch die Messung der Beweglichkeit eines Arms mit vier Markierungen,
- 5 Fig. 5 schematisch die Vermessung der Wirbelsäule mit mehreren Markierungen,
- Fig. 6 schematisch einen Patienten, ein Kamerasystem und vier Markierungen während einer Hüftgelenkoperation.
- Fig. 7 schematisch den messtechnisch relevanten Bereich des optimal ausgerichteten Patienten bei einer Hüftgelenkoperation vor dem Eingriff,
- 10 Fig. 8 schematisch den messtechnisch relevanten Bereich nach gewissen Arbeitsschritten des nicht optimal ausgerichteten Patienten nach einer Hüftgelenkoperation und
- 15 Fig. 9 schematisch den messtechnisch relevanten Bereich nach gewissen Arbeitsschritten des optimal ausgerichteten Patienten bei einer Hüftgelenkoperation mit resultierender Verkürzung der Beinlänge.

[28] Die Figur 1 zeigt schematisch die Messung der Ausrichtung des Beckens 2 eines aufrecht stehenden Patienten 1. Der Patient 1 hat auf der Haut zwei Markierungen A und B, die vom Anwender 3 unmittelbar in der

20

Nähe von zwei spezifischen Beckenknochen aufgebracht wurden. Das Messsystem 4 auf dem Stativ 5 ist so auf den Patienten 1 ausgerichtet, dass beispielsweise die z-Achse des Kamerakoordinatensystems 9 parallel zum Lot 6 ist und der Nullpunkt 10 etwa die gleiche Höhe wie die beiden Markierungen A und B hat.

[29] Der Anwender 3 misst die Raumkoordinaten der Markierungen A und B. Damit berechnet das Messsystem den horizontalen Abstand 7 und die Höhendifferenz 8 der Markierungen A und B. Bei horizontal ausgerichtetem Becken wird die Höhendifferenz 8 gegenüber dem Abstand 7 sehr klein sein. Die Höhendifferenz 8 kann beispielsweise bei ungleich langen Beinen einige Zentimeter betragen.

[30] Die Figur 2 zeigt schematisch die Beweglichkeit einer Hand 11 mit zwei Markierungen A an der Kuppe des Zeigefingers 12 und B an der Kuppe des Daumens 13. Das hier nicht eingezeichnete Messsystem braucht für diese Messung nicht speziell ausgerichtet zu sein, da in diesem Beispiel nur der Abstand 14 zwischen den Markierungen A und B für den Anwender von Interesse ist.

[31] Die Figur 3 zeigt schematisch die Messung der Beweglichkeit eines Arms 20 mit den drei Markierungen A auf dem Oberarm 21 als Kreis, B am Ellbogen 22 und C auf dem Unterarm 23 als Kreuze. Als Maß für die Beweglichkeit dient der Winkel 24 zwischen der Strecke AB 25 und der Strecke BC 26. Das hier nicht eingezeichnete Messsystem braucht für diese Messung beispielsweise nicht auf das Lot ausgerichtet zu sein.

[32] Die Figur 4 zeigt schematisch die Messung der Beweglichkeit eines Arms 30 mit vier Markierungen A und B auf dem Oberarm 31 als Kreise und C und D auf dem Unterarm 33 als Kreuze. Als Maß für die Beweglichkeit dient der Winkel 34 zwischen den beiden Strecken AB 35 und CD 36. Das hier nicht eingezeichnete Messsystem braucht für diese Messung beispielsweise nicht auf das Lot ausgerichtet zu sein.

[33] Die Figur 5 zeigt schematisch bei einem aufrecht stehenden Patienten 40 die Messung der Form der Wirbelsäule 42 mit mehreren Markierungen A, B, C, D, ...Z, die am Rücken 41 auf der Haut beispielsweise unmittelbar über den Dornfortsätzen der Wirbel aufgebracht sind. Das hier nicht eingezeichnete Messsystem kann für diese Messung beispielsweise bezüglich dem Lot ausgerichtet sein. Die Koordinaten der gemessenen Markierungen werden dem Anwender aufbereitet zur Verfügung gestellt.

[34] Die Figur 6 zeigt schematisch den Patienten 51, das Messsystem 54, 57, 58 mit vier Markierungen A, B, C, D bei einer Hüftgelenkoperation. Der Patient 51 liegt für den Anwender 52 optimal ausgerichtet auf der OP-Liege 53. Das Kamerasystem 54 befindet sich bei der Messung oberhalb der Markierungen A, B, C und D. Dieses Kamerasystem 54 ist oberhalb der OP-Liege 53 fix angebracht. Die mit dem Kamerasystem 54 erfassten Bilder werden dem Modul 57 mit Recheneinheit und Bildschirm über die Kommunikations Verbindung 58 übermittelt und die Ergebnisse dem Anwender 52 zur Verfügung gestellt.

[35] Eine schematische Darstellung der relevanten Bereichs der OP-Anordnung zeigt Figur 7. Die vier Markierungen A, B, C und D werden vom Anwender vor dem Eingriff auf die Haut des Patienten 60 an für ihn biomechanisch und/oder anatomisch richtigen Stellen beispielsweise mittels Filzstift gezeichnet. Diese Stellen können vom Anwender so ausgewählt werden, dass das erfindungsgemässe Verfahren seine gewohnte Arbeitsweise unterstützt. Die beiden Punkte A und C befinden sich auf der Haut über den vorstehenden Beckenknochen (anterior superior iliac spine). Die beiden Punkte B und D sind auf Hautstellen nahe geeigneten Teilen der Fussgelenke gezeichnet. Die Punkte 65 und 66 sind die Drehzentren der Hüftgelenke. Der Drehpunkt 65 befindet sich typischerweise nahe der Strecke AB. Der Drehpunkt 66 befindet sich typischerweise nahe der Strecke CD. Die rechten und linken Beinknochen (Femur, Tibia, Fibula) 61 und 62 sowie das rechte Bein 63 und das linke Bein 64 vom Patienten sind schematisch eingezeichnet.

[36] Aus der für den Anwender optimalen biomechanischen Ausrichtung des Patienten und den Positionen der Markierungen resultiert eine Spiegelsymmetrie, die bei der Analyse der Messungen nützlich und zweckmässig ist.

[37] Folgende Beziehungen zwischen Strecken und Winkeln können damit ermittelt werden: Alle vier Markierungen A, B, C und D liegen typischerweise ungefähr auf der gleichen Ebene. Die Strecke BD ist etwas kürzer als die Strecke AC, falls beide Füße nahe beieinander liegen. Die Stre-

cken AC und BD sind zueinander ungefähr parallel. Die diagonalen Strecken AD und BC sind ungefähr gleich lang. Der Winkel 67 zwischen den Strecken AB und AC ist ungefähr gleich dem Winkel 68 zwischen den Strecken AB und BD. Der Winkel 69 zwischen den Strecken AB und BD ist ungefähr gleich dem Winkel 70 zwischen den Strecken CD und BD. Als Beinlängen werden für dieses Beispiel die Strecken AB und CD definiert.

[38] Damit sind die in der Figur 7 eingezeichneten bei der ersten Messung ermittelten sechs Strecken AB, AC, AD, CD, CB und BD und vier Winkel 67, 68, 69, 70 für die Ausgangslage bekannt.

10 [39] Eine durch den Eingriff resultierende Beinlängenänderung kann durch Vergleich der nach dem Eingriff durchgeführten zweiten Messung mit der ersten Messung unter Verwendung der sechs Strecken AB, AC, AD, CD, CB und BD und der vier Winkel 67, 68, 69, 70 mathematisch beschrieben werden.

15 [40] Wird beispielsweise die linke Hüfte operiert, kann sich die Länge des Vektors CD bezüglich der ersten Messung ändern. Die Beinlängenänderung ist im wesentlichen die Differenz der Strecken CD vor dem Eingriff und der Strecke CD nach dem Eingriff. Des weiteren zeigen die beiden Diagonalen AD und CB und die beiden Winkel 67 und 68 wie der Patient bei  
20 den Messungen auf der OP-Liege ausgerichtet wurde. Dabei muss der Patient nicht an derselben Stelle im Raum und in derselben Lage sein bezüglich dem Kamerasystem wie bei der ersten Messung. Für die Messung nach dem Eingriff wird angestrebt, dass der Patient ungefähr die gleiche optima-

le biomechanischen Ausrichtung einnimmt wie bei der ersten Messung. Damit kann die Änderung der Beinlänge durch den Eingriff berechnet werden. Kleinere Abweichungen der biomechanischen Patientenausrichtung bei der zweiten Messung bezüglich der ersten Messung werden durch die Analyse erkannt und bei der Berechnung der Beinlängenänderung berücksichtigt.

[41] Die Figur 8 zeigt schematisch die Lage der Markierungen bei einem nicht optimal ausgerichteten Patienten nach dem Eingriff ohne Änderung der linken Beinlänge. Die nicht optimale Ausrichtung des Patienten manifestiert sich beispielsweise durch die nicht gleich langen diagonalen Strecken AD und BC, durch die geänderte Länge der Strecke BD und durch die geänderten Winkel 77, 78, 79, 80. Der Anwender kann mit Hilfe dieser Angaben den Patienten für die Messung und Beurteilung der Qualität des Eingriffs optimal ausrichten.

[42] Die Figur 9 zeigt schematisch die Lage der Markierungen bei einem optimal ausgerichteten Patienten jedoch mit einer durch den Eingriff verursachten Verkürzung der Länge des Beins 82. Das nicht optimale Ergebnis des Eingriffs manifestiert sich durch die nicht gleichen diagonalen Strecken AD und BC, durch die geänderte Länge der Strecke BD und durch die geänderten Winkel 88, 89, 90. Der Anwender kann mit Hilfe dieser Angaben den weiteren Verlauf des Eingriffs dieser Situation anpassen und die nötigen Korrekturen anbringen.

[43] Am Ende des Eingriffs kann der Patient ein letztes Mal vermessen werden. Diese Messung dient für den Anwender als Qualitätskontrolle für den Eingriff.

[44] Die erfassten Bilder und Analyseprotokolle können für spätere Ver-  
5 Wendungen archiviert werden.

[45] Die Erfindung eignet sich in ihrer Anwendung nicht nur für Hüftge-  
lenksoperationen. Überall wo eine biomechanische Änderung durch eine  
medizinische Behandlung möglich ist, kann dies mit dem beschriebenen  
Verfahren messtechnisch erfasst werden und die Ergebnisse der Analysen  
10 können dem Anwender zur Verfügung gestellt werden.

[46] Die Vermessung beinhaltet eine Stereoaufnahme oder eine Serie von  
Stereoaufnahmen, bei der der Anwender den Patienten in geeigneter Weise  
behandelt, bewegt oder umlagert oder der Patient bestimmte Körperteile  
bewegen muss.

15 [47] Ein großer Anwendungsbereich ist die Chirurgie an der Wirbelsäule,  
die chiropraktische Behandlung,, die Überprüfung und Messung der Be-  
weglichkeit eines Körperteils wie beispielsweise der Wirbelsäule, eines  
Hand-, Finger-, Fuß oder Schultergelenks.

[48] Eine weitere Anwendung der Erfindung ist beispielsweise während  
20 einem Heilungsverlauf die Kontrolle und /oder Modifikation für die Nach-  
behandlung.

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Ermittlung von Raumkoordinaten, bei dem an einem Lebewesen mindestens zwei Markierungen angebracht werden und mit mindestens zwei Kameras in Stereoanordnung die Raumkoordinaten dieser Markierungen ermittelt werden, *dadurch gekennzeichnet, dass* die Raumkoordinaten der Markierungen mit einer Referenz verglichen und die Abweichung berechnet und ausgegeben wird.  
5
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet, dass* die Raumkoordinaten zumindest vor und nach einer durch eine Behandlung des Lebewesens hervorgerufenen Veränderung des Abstandes der Markierungen ermittelt werden.  
10
3. Verfahren nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet, dass* das Lebewesen vor der Behandlung anders im Raum positioniert ist als nach der Behandlung.
- 15 4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet, dass* während der Behandlung weitere Markierungen an dem Lebewesen angebracht werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet, dass* aus den Raumkoordinaten die Änderung eines Abstandes zwischen zwei Markierungen berechnet wird.  
20

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** aus den Raumkoordinaten die Änderung eines Winkels zwischen drei Markierungen berechnet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Markierungen auf der Haut des Lebewesens angebracht werden.  
5
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Markierungen oberhalb von prägnanten Knochenpunkten des Lebewesens angebracht werden.
- 10 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** durch Vergleich mit einer Referenz eine Längen- oder Winkeländerung ermittelt wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** durch Vergleich mit einem von den Kameras erfassten vorbekannten Maß, eine absolute Länge bestimmt wird.  
15
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Kameras stationär im Raum angeordnet sind.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 10, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Kameras fest miteinander verbunden aber mobil im Raum angeordnet sind.  
20

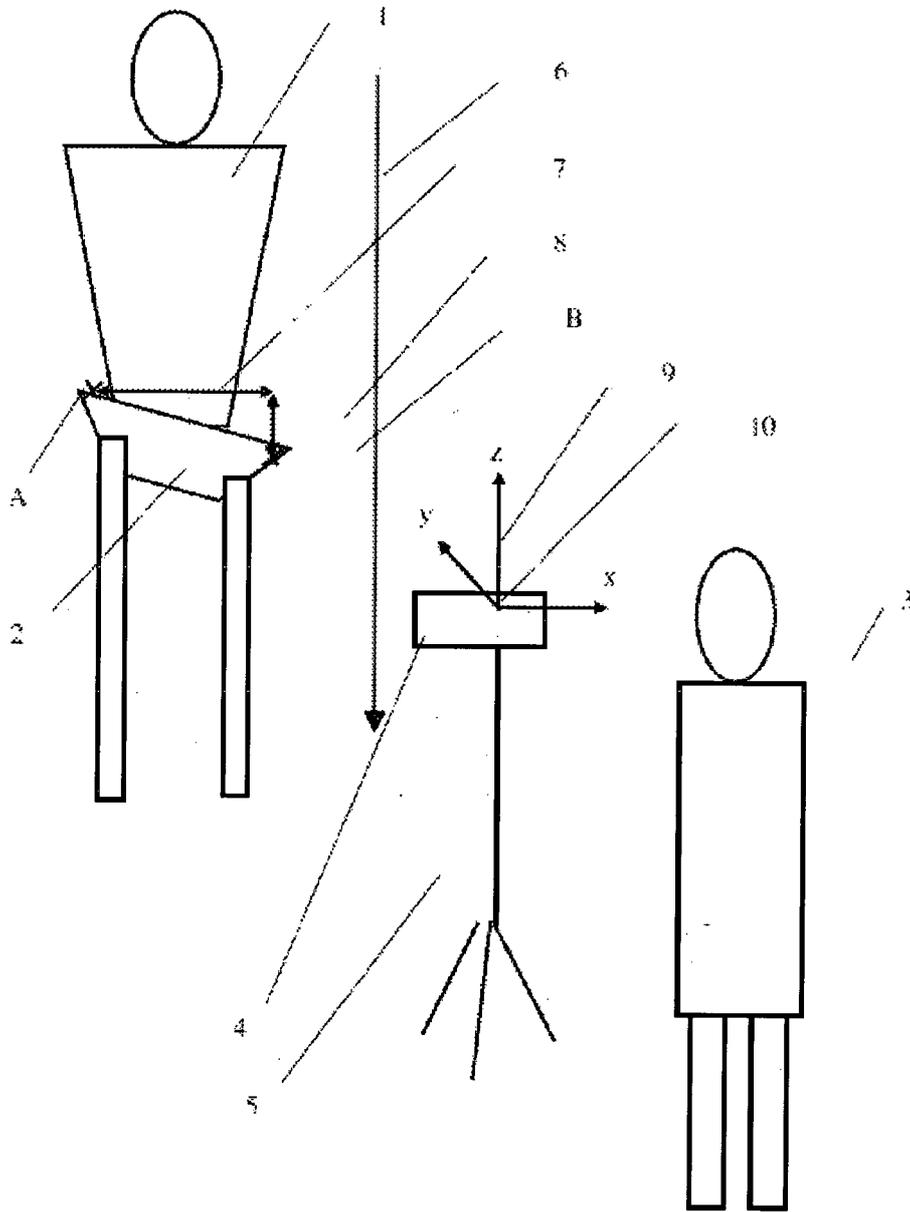


Fig. 1

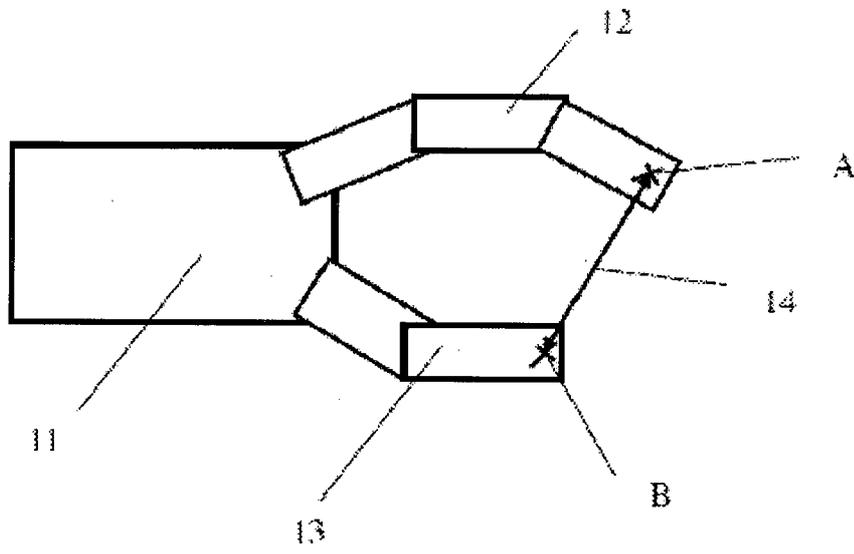


Fig. 2

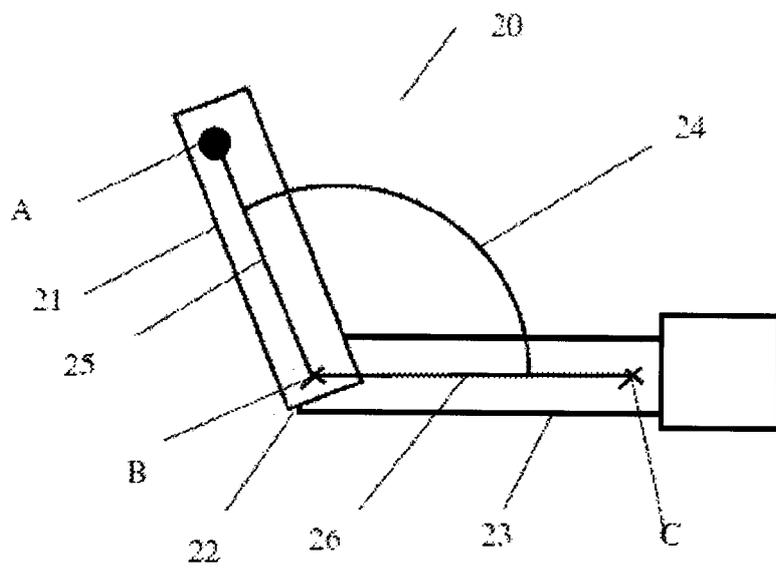


Fig. 3

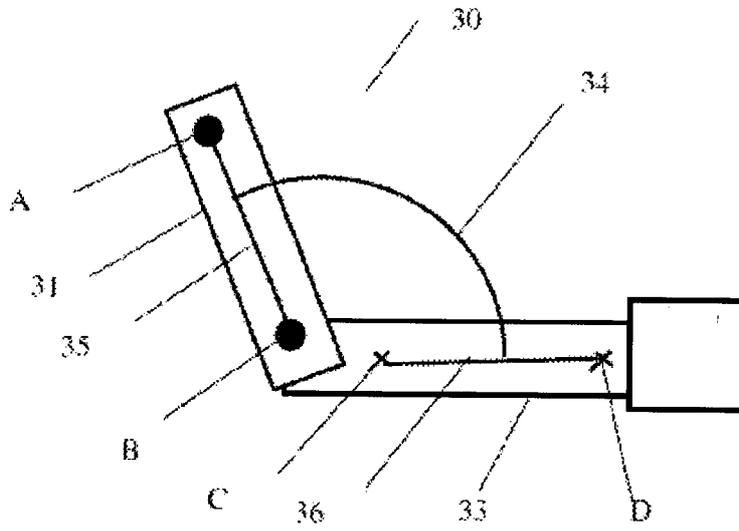


Fig. 4

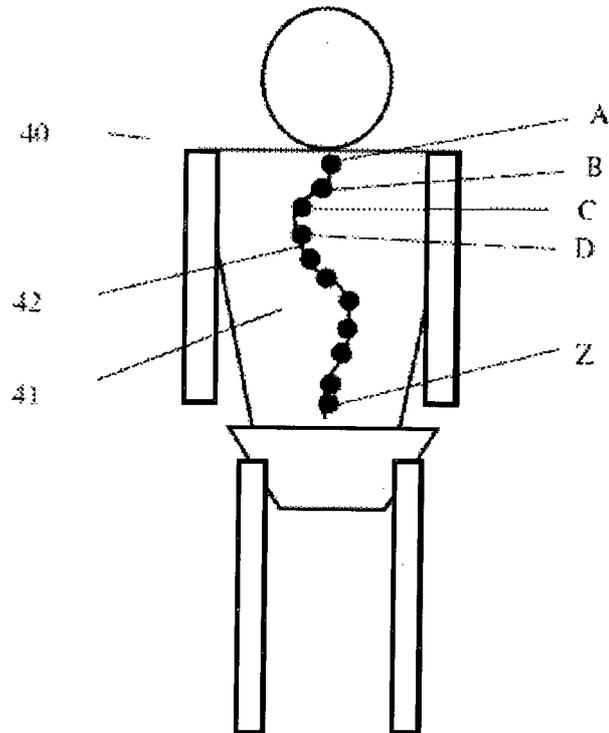


Fig. 5

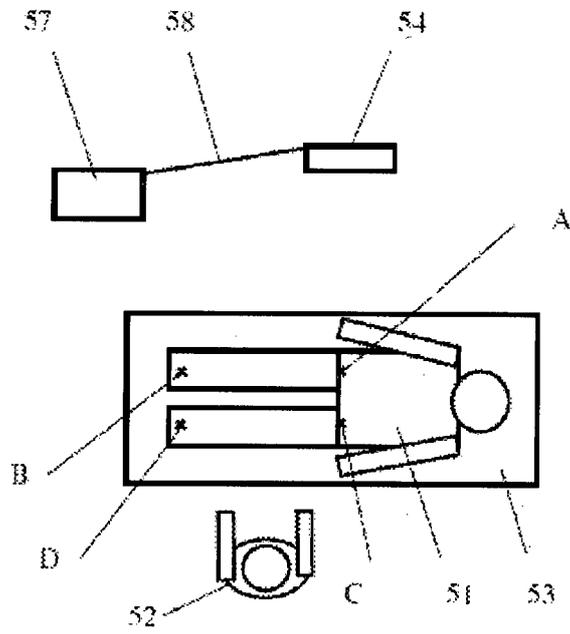


Fig. 6

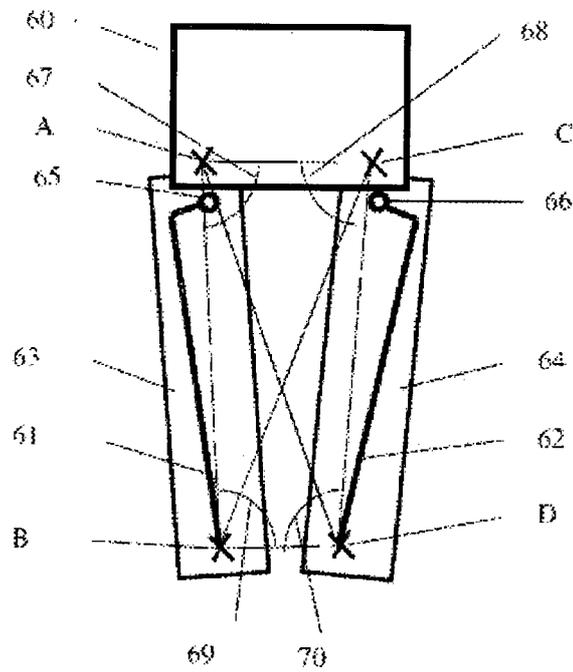


Fig. 7

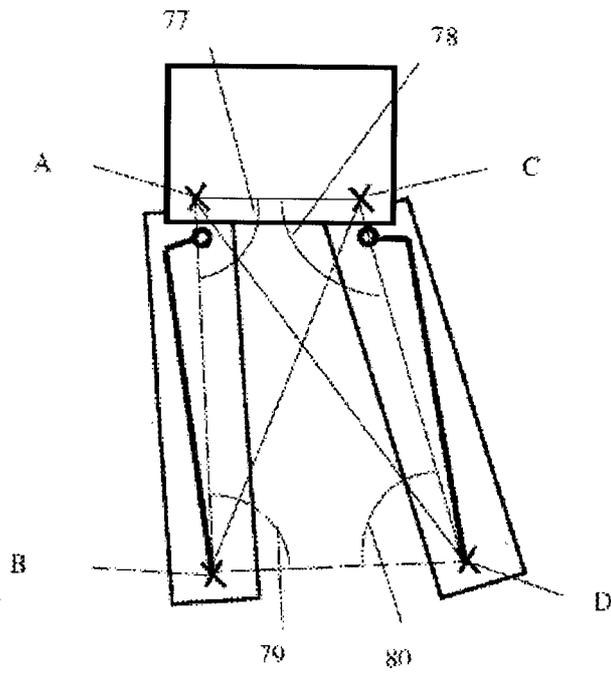


Fig. 8

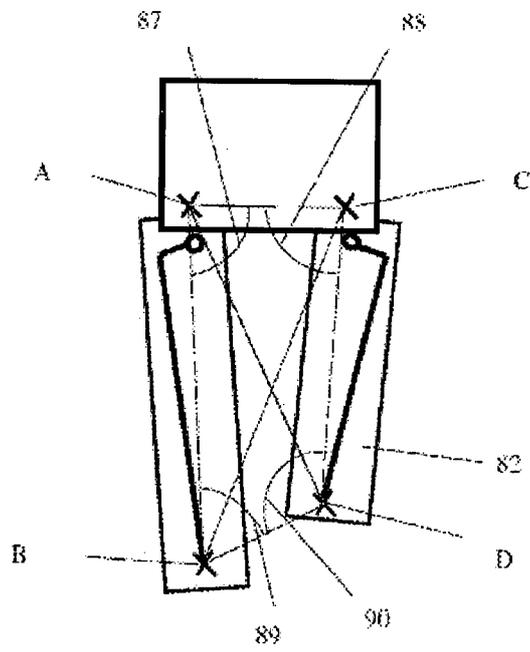


Fig. 9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/IB2011/002316

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. A61B19/00 A61B5/107  
 ADD.  
 According to International Patent Classification (IPC) onto 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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                      | Relevant to Claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X         | EP 0 310 901 A2 (DIAGNOSPINE RES INC [CA])<br>12 April 1989 (1989-04-12)<br>page 9 - page 15; figures 1,4<br>-----      | 1-3 ,5-12             |
| X         | US 4 631 676 A (PUGH JAMES W [US])<br>23 December 1986 (1986-12-23)<br>column 3; figures 1,3,5-9<br>-----               | 1-3 ,5-11             |
| X         | US 5 249 581 A (HORBAL MARK T [US] ET AL)<br>5 October 1993 (1993-10-05)<br>columns 3,5,6; figures 1-3 ,8, 10<br>-----  | 1-3 ,5,8,<br>10-12    |
| X         | EP 1 563 810 AI (TORNIER SA [FR])<br>17 August 2005 (2005-08-17)<br>paragraphs [0013] , [0035] ; figures 1,3,6<br>----- | 1-4,6,8,<br>9, 11, 12 |
| A         | US 2004/106861 AI (LEITNER FRANCOIS [FR])<br>3 June 2004 (2004-06-03)<br>-----  | 1-12                  |

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.  
 "&" document member of the same patent family

|   |  |
|---|--|
| Date of the actual completion of the international search<br><br>16 December 2011 | Date of mailing of the international search report<br><br>04/01/2012 |
|---|--|

|  |   |
|--|---|
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer<br><br>Herberhold, C |
|--|---|

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

|  |
|--|
| International application No<br><b>PCT/IB2011/002316</b> |
|--|

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date             |
|--|------------------|-------------------------|------------------------------|
| EP 0310901                             | A2               | 12-04-1989              | CA 1297952 C 24-03-1992      |
|  |                  |                         | DE 3887058 DI 24-02-1994     |
|  |                  |                         | DE 3887058 T2 25-08-1994     |
|  |                  |                         | EP 0310901 A2 12-04-1989     |
|  |                  |                         | US 4971069 A 20-11-1990      |
| -----                                  |                  |                         |                              |
| US 4631676                             | A                | 23-12-1986              | NONE                         |
| -----                                  |                  |                         |                              |
| US 5249581                             | A                | 05-10-1993              | NONE                         |
| -----                                  |                  |                         |                              |
| EP 1563810                             | AI               | 17-08-2005              | AT 462384 T 15-04-2010       |
|  |                  |                         | EP 1563810 AI 17-08-2005     |
|  |                  |                         | FR 2865928 AI 12-08-2005     |
|  |                  |                         | JP 2005224613 A 25-08-2005   |
|  |                  |                         | US 2005203536 AI 15-09-2005  |
| -----                                  |                  |                         |                              |
| US 2004106861                          | AI               | 03-06-2004              | AT 355012 T 15-03 -2006      |
|  |                  |                         | AU 2003292163 AI 23-06 -2004 |
|  |                  |                         | DE 60312210 T2 22-11 -2007   |
|  |                  |                         | EP 1569554 AI 07-09 -2005    |
|  |                  |                         | ES 2282684 T3 16-10 -2007    |
|  |                  |                         | JP 4331113 B2 16-09 -2009    |
|  |                  |                         | JP 2006508719 A 16-03 -2006  |
|  |                  |                         | US 2004106861 AI 03-06 -2004 |
|  |                  |                         | US 2006282023 AI 14-12 -2006 |
|  |                  |                         | Wo 2004049941 AI 17-06 -2004 |
| -----                                  |                  |                         |                              |

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. A61B19/00 A61B5/107  
 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

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                          | Betr. Anspruch Nr.    |
|------------|---|-----------------------|
| X          | EP 0 310 901 A2 (DIAGNOSPINE RES INC [CA])<br>12. April 1989 (1989-04-12)<br>Seite 9 - Seite 15; Abbildungen 1,4<br>-----   | 1-3, 5-12             |
| X          | US 4 631 676 A (PUGH JAMES W [US])<br>23. Dezember 1986 (1986-12-23)<br>Spalte 3; Abbildungen 1,3,5-9<br>-----              | 1-3, 5-11             |
| X          | US 5 249 581 A (HORBAL MARK T [US] ET AL)<br>5. Oktober 1993 (1993-10-05)<br>Spalten 3,5,6; Abbildungen 1-3, 8, 10<br>----- | 1-3, 5, 8,<br>10-12   |
| X          | EP 1 563 810 A1 (TORNIER SA [FR])<br>17. August 2005 (2005-08-17)<br>Absätze [0013], [0035]; Abbildungen 1,3,6<br>-----     | 1-4,6,8,<br>9, 11, 12 |
| A          | US 2004/106861 A1 (LEITNER FRANCOIS [FR])<br>3. Juni 2004 (2004-06-03)<br>-----   | 1-12                  |



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

16. Dezember 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/01/2012

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

Herberhold, C

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB2011/002316

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0310901   | A2                            | 12-04-1989                        | CA 1297952 C 24-03-1992       |
|  |                               |                                   | DE 3887058 D1 24-02-1994      |
|  |                               |                                   | DE 3887058 T2 25-08-1994      |
|  |                               |                                   | EP 0310901 A2 12-04-1989      |
|  |                               |                                   | US 4971069 A 20-11-1990       |
| -----  |                               |                                   |                               |
| US 4631676   | A                             | 23-12-1986                        | KEINE                         |
| -----  |                               |                                   |                               |
| US 5249581   | A                             | 05-10-1993                        | KEINE                         |
| -----  |                               |                                   |                               |
| EP 1563810   | AI                            | 17-08-2005                        | AT 462384 T 15-04-2010        |
|  |                               |                                   | EP 1563810 AI 17-08-2005      |
|  |                               |                                   | FR 2865928 AI 12-08-2005      |
|  |                               |                                   | JP 2005224613 A 25-08-2005    |
|  |                               |                                   | US 2005203536 AI 15-09-2005   |
| -----  |                               |                                   |                               |
| US 2004106861                                      | AI                            | 03-06-2004                        | AT 355012 T 15-03-2006        |
|  |                               |                                   | AU 2003292163 AI 23-06-2004   |
|  |                               |                                   | DE 60312210 T2 22-11-2007     |
|  |                               |                                   | EP 1569554 AI 07-09-2005      |
|  |                               |                                   | ES 2282684 T3 16-10-2007      |
|  |                               |                                   | JP 4331113 B2 16-09-2009      |
|  |                               |                                   | JP 2006508719 A 16-03-2006    |
|  |                               |                                   | US 2004106861 AI 03-06-2004   |
|  |                               |                                   | US 2006282023 AI 14-12-2006   |
|  |                               |                                   | Wo 2004049941 AI 17-06-2004   |
| -----  |                               |                                   |                               |