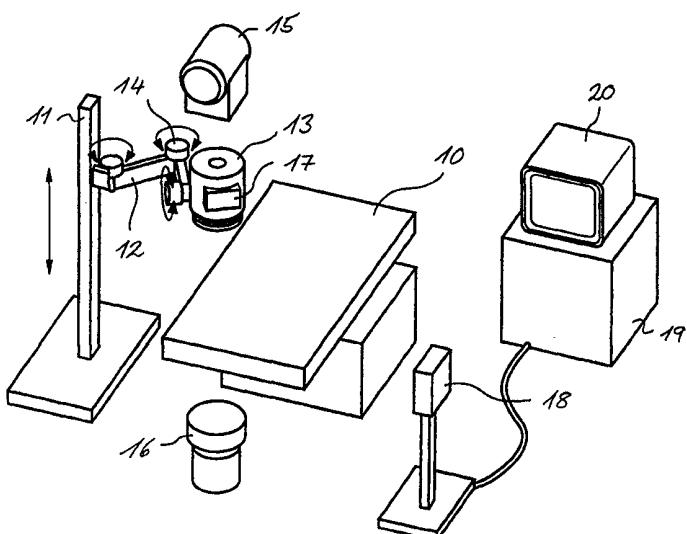


(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : A61B 17/22		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/15121
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 23. März 2000 (23.03.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02913		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 14. September 1999 (14.09.99)		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(30) Prioritätsdaten: 198 41 951.1 14. September 1998 (14.09.98) DE			
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): STORZ MEDICAL AG [CH/CH]; Unterseestrasse 47, CH-8280 Kreuzlingen (CH).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAGELAUER, Ulrich [DE/CH]; Moosfeldstrasse 6, CH-8598 Bottighofen (CH).			
(74) Anwalt: MÜNICH, Wilhelm; Kanzlei Dr. Münich & Kollegen, Wilhelm-Mayr-Strasse 11, D-80689 München (DE).			
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR VISUALIZING THE ORIENTATION OF THERAPEUTIC SOUND WAVES IN AN AREA TO BE TREATED OR MANIPULATED			
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR VISUALISIERUNG DER AUSRICHTUNG VON THERAPEUTISCHEN SCHALLWELLEN AUF EINEN ZU BEHANDELNDEN BZW. ZU BEARBEITENDEN BEREICH			
(57) Abstract			
<p>The invention relates to a method and a device for visualizing the orientation of therapeutic sound waves in an area to be treated or manipulated, using a display unit having a screen on which the orientation of the therapeutic sound waves in relation to the area to be treated is represented symbolically. The invention is characterized in that the sound wave source and the spatial area in which said sound waves propagate, as well as the area to be treated or manipulated (referred to below as treatment area) are represented in perspective by assignment to physical figures, and in that said perspective changes correctly in line with any change in the location or orientation of the sound wave source and/or the treatment area and/or the position or orientation of the screen.</p>			
<p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Beschrieben wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Visualisierung der Ausrichtung von therapeutischen Schallwellen auf einen zu behandelnden bzw. zu bearbeitenden Bereich unter Verwendung einer Anzeigeeinheit mit einem Bildschirm, auf dem die Ausrichtung der therapeutischen Schallwellen in Bezug auf den zu behandelnden Bereich symbolisiert dargestellt ist. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass auf dem Bildschirm die Schallwellenquelle und der Raumbereich, durch den sich die Schallwellen ausbreiten, sowie der zu behandelnde bzw. zu bearbeitende Bereich (i.f. Behandlungsbereich) perspektivisch durch Zuordnung körperlicher Figuren dargestellt sind, und dass sich die perspektivische Ansicht bei einer Änderung des Ortes bzw. der Ausrichtung der Schallwellenquelle und/oder des Behandlungsbereichs und/oder des Standortes bzw. der Orientierung des Bildschirms bewegungsrichtig ändert.</p>			



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun			PT	Portugal		
CN	China	KR	Republik Korea	RO	Rumänien		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SG	Singapur		
EE	Estland	LR	Liberia				

Verfahren und Vorrichtung zur Visualisierung der Ausrichtung von therapeutischen Schallwellen auf einen zu behandelnden bzw. zu bearbeitenden Bereich

BESCHREIBUNG

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Visualisierung der Ausrichtung von therapeutischen Schallwellen auf einen zu behandelnden bzw. zu bearbeitenden Bereich sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Stand der Technik

Geräte für die Anwendung von therapeutischen Schallwellen sind allgemein bekannt:

Beispielsweise werden für die Lithotripsie intra- oder extrakorporal erzeugte pulsförmige Druck- bzw. Stoßwellen eingesetzt, während kontinuierliche Schallwellen z.B. zur Gewebeerwärmung verwendet werden.

In jedem Falle ist es erforderlich, den therapeutisch wirksamen Anteil des Schallfeldes - im folgenden verkürzt als "Schallwellenfokus" bezeichnet - auf die zu therapierende bzw. zu bearbeitende Behandlungsregion auszurichten. Das kann durch Bewegung der Schallquelle und/oder des Patienten sowie durch eine Beeinflussung der räumlichen Druckverteilung im Schallfeld und damit

durch eine Fokusverlagerung relativ zur Schallquelle erfolgen.

Dieser Ausrichtvorgang, der im folgenden als „Positionierung“ bezeichnet wird, soll aus einer Reihe von Gründen - beispielsweise aus Haftungsgründen - in der Regel nicht selbsttätig, sondern vom Anwender, also beispielsweise einem Arzt ausgeführt werden. Damit der Anwender die Positionierung durchführen kann, ist eine numerische oder graphische Anzeige erforderlich, die es dem Anwender erlaubt, den Schallwellenfokus auf die Behandlungsregion auszurichten.

Bei Geräten für die Lithotripsie mit extrakorporal erzeugten Druckwellen erfolgt die Anzeige z.B. durch Einblenden eines Fadenkreuzes in ein zweidimensionales Röntgen- oder Ultraschallbild:

Eine technisch einfache, für das Gerätekonzept aber evtl. ergonomisch und bezüglich des Bauaufwands nachteilige Lösung besteht darin, die Komponenten für die Bilderzeugung - also die Röntgenröhre/Bildverstärker bzw. den Ultraschallschwinger - mechanisch mit der Schallquelle zu verbinden, so dass eine feste Ortsbeziehung zwischen den bilderzeugenden Komponenten und der Ultraschallquelle besteht.

Bei neueren Entwicklungen wird vorgeschlagen, die Schallquelle beweglich anzuordnen und die räumliche Position der bilderzeugenden bzw. -gebenden Komponenten relativ zur Schallquelle über geeignete Messverfahren zu erfassen. Eine derartige Vorrichtung ist beispiels-

weise in der DE-A-195 12 956 beschrieben, auf die bezüglich aller hier nicht erläuterten Einzelheiten ausdrücklich Bezug genommen wird.

Da bei dieser Vorrichtung keine feste räumliche Zuordnung zwischen dem bilderzeugendem System und der Schallquelle mehr besteht, entfällt die Möglichkeit, feste Marken o.ä. einzublenden. Vielmehr muss die jetzt variable räumliche Lage des Schallwellenfokus relativ zur Behandlungsregion angezeigt oder dargestellt werden.

Technisch einfach ist es, diese Information numerisch als Abstand in einem räumlichen Koordinatensystem anzuzeigen. Die Positionierung wird damit aber zu einem zeitraubenden Vorgang, da der Anwender diese numerische Information in eine räumliche Bewegung umsetzen muss.

Eine weitere Positionierungs-Anzeige ist in der Abb. 4 der DE-A-195 12 956 beschrieben. Hierbei wird die Lage des Schallwellenfokus in einer Ebene und einer auf ihr senkrecht stehenden Achse dargestellt. Nachteilig ist hierbei, dass der Anwender stets zwei bewegliche Marken im Auge behalten muss, um die räumliche Lage zu beurteilen. Fehlinterpretationen werden bei dieser - nicht pseudo-dreidimensionalen - Anzeige zwar vermieden, aber die Umsetzung der Bildinformation erlaubt keine ausreichend rasche und ermüdfreie Positionierung.

Weiterhin ist es beispielsweise bei Computer-Spielen - nicht jedoch in medizinischen Anwendungen - Stand der Technik, stereoskopische bzw. pseudo-dreidimensionale

Darstellungen mit Hilfe von zwei in einem Kopfhelm angebrachten, kleinen Bildschirmen zu erzeugen: die beiden Bildschirme führen die Bildinformation dem linken und rechten Auge getrennt zu ("head mounted displays").

Andere bekannte Anordnungen verwenden nur einen Bildschirm, auf dem die Bildinformation für das linke und rechte Auge mit verschiedenen Techniken getrennt wird („Shutter-Brillen“, Polarisationsbrillen, Rot-Grün-Brillen).

Aus diesen Anwendungen außerhalb der Medizintechnik ist es bekannt, dass nicht alle Menschen in der Lage sind, aus Stereodisplays einen räumlichen Eindruck zu entwickeln. Aber auch dann, wenn ein räumlicher Eindruck entwickelt werden kann, treten bei längerer Anwendung Ermüdungserscheinungen auf, die u.a. zu Fehlinterpretationen führen können.

Für eine Lageanzeige in einer medizinischen Anwendung ist aber ein ermüdfreies Arbeiten und die Sicherheit gegen Fehlinterpretationen zu fordern. Schließlich hängt von der richtigen Umsetzung der Bildinformation der Erfolg und die Nebenwirkungsarmut eines therapeutischen Eingriffs ab.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Visualisierung der Ausrichtung von therapeutischen Schallwellen auf einen zu behandelnden bzw. zu bearbeitenden Bereich sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens anzugeben, bei dem die Positio-

nierungs-Information durch eine einfach zu interpretierende graphischen Anzeige erfolgt.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren, das diese Aufgabe löst, ist im Anspruch 1 angegeben. Weiterbildungen sind Gegenstand der Ansprüche 2 folgende. Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist im Anspruch 23 angegeben.

Die Erfindung geht dabei von folgender Erkenntnis aus: Der erfindungsgemäße Lösungsansatz basiert auf Erkenntnissen des Entwerfens dreidimensionaler Körper auf Computern ("computer aided design", "CAD") und der darauf aufbauenden Anwendung der künstlichen Realität ("virtual reality", "VR"). Das Grundprinzip der VR-Darstellungstechniken liegt darin, dass sich die Perspektive der dargestellten Körper mit dem Standort des Betrachters ändert. Im Gegensatz zur stereoskopischen Darstellung entsteht aus dem ruhenden Bild allein noch kein räumlicher Eindruck, da linkes und rechtes Auge die gleiche Information erhalten.

Erzeugt man hingegen eine Bildfolge, in der sich der Beobachterstandort kontinuierlich verändert, so entsteht der Eindruck, der Betrachter bewege sich durch eine Anordnung von Objekten (im folgenden Szene genannt).

Aus einer derartigen Bildfolge kann das menschliche Gehirn Schlüsse über die Größe und die relative Lage der dargestellten Objekte ziehen. Gleich verhält es sich, wenn man dem Betrachter erlaubt, Gegenstände in der

Szene scheinbar zu ergreifen (virtuelle Hand) und sie relativ zueinander zu bewegen. Die Ähnlichkeit der realen mit der auf dem Bildschirm erzeugten Szene rufen beim Betrachter die Illusion hervor, er befände sich tatsächlich in der Szene ("immersion", Immersion).

Der Grundgedanke der Erfindung ist es, solche Darstellungstechniken zur Positionierung des Schallwellenfokus auf eine Behandlungsregion zu nutzen.

Hierzu werden auf dem Bildschirm die Schallwellenquelle und der Raumbereich, durch den sich die Schallwellen ausbreiten, sowie der zu behandelnde bzw. zu bearbeitende Bereich (i. f. Behandlungsbereich) perspektivisch durch Zuordnung körperlicher Figuren dargestellt. Dabei ändert sich die perspektivische Ansicht bei einer Änderung des Ortes bzw. der Ausrichtung der Schallwellenquelle und/oder des Behandlungsbereichs und/oder des Standortes bzw. der Orientierung des Bildschirmes bewegungsrichtig.

Die Darstellung gibt die reale Lage der Schallquelle und der Behandlungsregion perspektivisch richtig wieder, um dem Anwender einen zutreffenden Eindruck über die Größe und die Abstände der Figuren zu geben. Zur Ausrichtung auf die Behandlungsregion bewegt sich die dem Schallwellenfokus entsprechende Figur in der dargestellten Szene genau so wie in der Realität. Der Anwender erhält damit den Eindruck, er befände sich in der virtuellen Szene und führe dort die Schallquelle auf die Behandlungsregion zu (Immersion, virtuelle Hand).

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn sich die perspektivische Ansicht bei einer Änderung des Standortes einer Bedienungsperson entsprechend der Ansichtsänderung der Szene für die Bedienungsperson ändert bzw. manuell ändern lässt. Insbesondere werden die von einem Meßsystem, das die relative Lage zwischen Schallquelle und Behandlungsbereich bzw. Ortungseinrichtung erfasst, erhaltenen Signale über die räumliche Lage der Schallquelle nahezu in Echtzeit in eine äquivalente virtuelle Bewegung umgesetzt.

Bei fokussierten therapeutischen Schallwellen werden diese bevorzugt als Kegel dargestellt, dessen Mantel in etwa dem Übergang zwischen fokussierter Welle und Randbeugungswelle entspricht. Bei einer Weiterbildung wird der Mantel des dargestellten Kegels mit einer derart durchbrochenen Oberfläche dargestellt, dass der Behandlungsbereich nicht verdeckt wird. Insbesondere kann der Mantel des dargestellten Kegel semitransparent dargestellt werden.

Weiterhin ist es bevorzugt, wenn der Behandlungsbereich in etwa in der Größe dargestellt wird, in der die Schallwellen eine therapeutische bzw. bearbeitende Wirkung entfalten. Insbesondere kann bei fokussierten Schallwellen der Behandlungsbereich als Kugel oder Ellipsoid dargestellt werden.

Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist eine Annäherungs-Anzeige auf, die die Annäherung bzw. Übereinstimmung des Bereichs, in dem die Schallwellen eine therapeutische bzw. bear-

beitende Wirkung entfalten, an den Behandlungsbereich angibt. Durch eine zusätzliche numerische Anzeige oder andere geeignete Mittel erhält der Anwender eine quantitative Information, wie genau er die Positionierung durchgeführt hat.

Die Annäherungs-Anzeige kann akustisch - beispielsweise durch eine Veränderung der Tonhöhe (Tonfrequenz) und/ oder der Ton-Wiederholfrequenz - erfolgen. Weiterhin kann die Annäherungs-Anzeige durch einen Umschlag der Farbe erfolgen, in der wenigstens eine der körperlichen Figuren dargestellt ist. Ferner ist es möglich, dass die Annäherungsanzeige numerisch erfolgt.

Um Ermüdungserscheinungen zu vermeiden, ist es bevorzugt, wenn die dargestellten Objekte Oberflächen besitzen ("Rendering"). Dabei ist es von Vorteil, wenn auf den dargestellten Oberflächen Lichteinfall und Lichtreflexion simuliert wird, wie sich beispielsweise bei einem endoskopischen oder chirurgischen Eingriff ergeben würden.

Hierzu kann eine virtuelle Beleuchtungsquelle an der Decke des Behandlungs- bzw. Bearbeitungsraums angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich kann eine virtuelle Beleuchtungsquelle im Zentrum des Behandlungsbereichs angeordnet sein. Eine Lichtquelle befindet sich über dem Anwender. Dies ist der gewohnte Lichteinfall, so dass heller erleuchtete Partien auf der Kegel- und Kugeloberfläche lagerichtig als oben eingeschätzt werden. Eine zweite Lichtquelle befindet sich in der Mitte der Behandlungsregion, so dass sich eine Aufhellung im

Bereich der Kegelspitze ergibt, wenn man sich dem Ziel annähert. Damit werden unerwünscht starke Abschattungen bei Zielannäherung von oben vermieden.

Um die Orientierung des Anwenders zu erleichtern, ist es von Vorteil, wenn in das dargestellte Bild ortsfeste Teile des Behandlungs- bzw. Bearbeitungsraums eingeblendet werden. Bei den ortsfesten Teilen kann es sich um eine Behandlungsliege und/oder eine Positioniereinrichtung für eine Ortungseinrichtung - beispielsweise einen Röntgen-C-Bogen oder eine Ultraschall-Ortungseinrichtung - handeln.

Für den Anwender es ferner von Vorteil, wenn eine Zoomfunktion realisiert ist, mit der die Umgebung des Behandlungsbereichs vergrößert dargestellt werden kann.

Weiterhin kann die Lage des Behandlungsbereichs in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal einer Ortungseinrichtung dargestellt werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben, auf die im übrigen hinsichtlich der Offenbarung aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 die Darstellung der Verteilung des Schalldrucks durch einen durchbrochenen Kegel,

- Fig. 2 eine Behandlungsszene, in die zur Erläuterung der Eingabemöglichkeit für den Benutzerstandort ein Röntgen C-Bogen eingeblendet ist,
- Fig. 3 eine Darstellung zur Erläuterung der Annäherung des therapeutischen Schallwellenfeldes an die Behandlungsregion, und
- Fig. 4 eine Vorrichtung zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt, wie die Verteilung des Schalldrucks durch einen durchbrochenen Kegel 1 dargestellt wird. Mit 2 ist der Bereich bezeichnet, auf den das Schallwellenfeld ausgerichtet werden soll, und der mit dem in dieser Figur nicht dargestellten Schallwellenfokus „zur Deckung“ gebracht werden soll.

Bei dieser Darstellung nutzt man die beim Anwender meist schon vorhandene Vorstellung des Eintrittskegels. Der Kegelmantel entspricht dem Übergang zwischen fokussierter Welle und Randbeugungswelle und stellt damit in erster Näherung den Raumbereich dar, innerhalb dem eine therapeutisch wirksame Schallenergie übertragen wird.

Die Unterbrechung des Kegelmantels dient dazu, eine Verdeckung der Behandlungsregion 2 zu vermeiden. Eine weitere Möglichkeit hierfür ist die halbtransparente Darstellung des Kegels ("rendering" im "transparent mode").

Der Schallwellenfokus kann nicht nur als Spitze des Kegels 1, sondern anschaulich auch in Form einer Kugel oder eines Rotationsellipsoids dargestellt werden, deren Größe der Größe des Schallwellenfokus entspricht. Somit ist der Anwender in der Lage, die erreichte Positioniergenauigkeit abzuschätzen. Bei einer Annäherung durchdringen Kegel 1, Kugel bzw. Ellipsoid (Schallwellenfokus) und Behandlungsregion 2 einander.

Dies ist in Fig. 3 dargestellt. Die entstehende Überschneidungsfigur erlaubt noch genauere Rückschlüsse auf die relative Lage von Kegel und Kugel im Vergleich zu der Situation, dass beide Objekte in einem Abstand voneinander dargestellt werden. Somit erhöht sich die Genauigkeit der Positionierung gerade auf den letzten Millimetern der Annäherung, was im Sinne der Anwendung erwünscht ist.

Fig. 2 erläutert eine Möglichkeit für die Darstellung des Benutzerstandorts. In Fig. 2 ist hierzu eine Behandlungsszene dargestellt, in die ein Röntgen C-Bogen 3 eingeblendet ist. Der C-Bogen 3 gibt dem Benutzer eine Orientierung über seinen Standort in der Szene. Mit Hilfe einer Maussteuerung, eines berührungssensitiven Bildschirms ("touch screen") o. dgl. kann die Szene gedreht werden. Durch Vergleich mit seinem wahren Standort wählt der Anwender die Perspektive, die seinem tatsächlichen Standort entspricht, so dass er in einer realen Szene arbeiten kann, ohne dass er zwischen Bildschirmdarstellung und tatsächlichem Behandlungsszenario „umdenken“ müsste.

Weitere Möglichkeiten zur Verbesserung der räumlichen Orientierung bestehen in der (zusätzlichen oder alternativen) Einblendung einer Behandlungsliege oder anderer ortsfester Teile des Behandlungsplatzes.

Weiterhin ist es möglich, eine veränderliche Vergrößerung ("Zoom-Funktion") vorzusehen. Abhängig vom momentanen Abstand zwischen Kegelspitze und Kugelmitte wird die Vergrößerung verändert, so dass beim Anwender der Eindruck entsteht, er nähert sich selbst der Behandlungsregion. Einerseits wird dadurch der Effekt der Immersion verstärkt, andererseits wird die Feinabstimmung auf den letzten Millimetern der Annäherung verbessert.

Fig. 4 zeigt eine typische Konfiguration für einen Behandlungsplatz mit Schallwellen, wie sie im Rahmen der Erfindung weitergebildet wird.

Der Behandlungsplatz weist eine Patientenliege 10 auf, die zur Positionierung eines nicht dargestellten Patienten in an sich bekannter Weise horizontal verschiebbar, höhenverstellbar und/oder drehbar ist. An einem Stativ 11 ist ein verstellbarer Haltearm 12 für eine therapeutische Schallquelle 13 angebracht. Die Schallquelle 13 kann dabei in an sich bekannter Weise ausgebildet sein und beispielsweise zur Zerstörung von Körperkonkrementen, zur Schmerzbehandlung, zur Behandlung des Herzens, zur Erwärmung von Körperregionen oder dgl. dienen. Ausdrücklich soll klargestellt werden, dass die vorstehende Aufzählung von Möglichkeiten für die Ausbildung der Schallquelle

bildung der Schallquelle bzw. deren Anwendung nicht abschließend ist !

Mit 14 ist eine Bremse für die Bewegungen der Schallquelle 13 bezeichnet, die eine genaue Justierung der Schallquelle 13 relativ zum Patienten bzw. der Patientenliege 10 erlaubt. Die Schallquelle 13 kann damit in gewünschter Weise relativ zu einem auf der Patientenliege 10 liegenden Patienten von Hand- oder gegebenenfalls mit einer Servo-Verstellung - positioniert werden.

Eine Röntgenröhre 15 mit einem Bildverstärker 16, die beispielsweise an einem nicht dargestellten C-Bogen angebracht sein können, dient zur Erfassung des zu behandelnden Bereichs, also beispielweise eines Körperkonkремents in der Niere, der Blase oder den Harnwegen eines auf der Patientenliege 10 liegenden Patienten. Zusätzlich oder alternativ können auch andere Ortungssysteme, wie Ultraschall-Ortungssysteme vorgesehen sein.

An der Schallquelle 13 ist ein Sensor 17 angebracht, der die Erfassung der Position der Schallquelle 13 relativ zur Patientenliege 10 bzw. dem erkannten, zu behandelnden Bereich des Patienten mittels eines Positionserfassungssystems 18 erlaubt, dessen Ausgangssignal an eine Auswerte- und Steuereinheit, beispielsweise ein Computersystem 19 angelegt ist, das einen Bildschirm 20 aufweist, auf dem mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Anzeigen für eine Bedienungs- person, im Falle medizinischer Anwendungen also eines

Arztes dargestellt werden. Nicht dargestellt sind geeignete Eingabemöglichkeiten, wie eine Tastatur, eine Maussteuerung, ein Touch-Screen oder eine Sprachsteuerung des Systems 19.

Während des Behandlungsvorgangs liefert das Positions erfassungssystem 18 kontinuierlich Daten über die Lage der Schallquelle 13 relativ zur Liege 10 an die Steuer und Auswerteeinheit bzw. das Computersystem 19.

Das Computerprogramm des Computersystems 19 beinhaltet schnelle Algorithmen zur Berechnung der Perspektive ("VR-Programme"), zur Erzeugung einer Oberfläche ("Rendering") und zur Berechnung der Lichtreflexion ("ray tracing"). Derartige Programme sind aus anderen - nichtmedizinischen - Anwendungen - beispielsweise CAD Anwendungen - bekannt, so dass an dieser Stelle auf die Ausbildung derartiger Programme nicht näher eingegangen werden muss.

Anhand der Lagedaten wird die auf dem Bildschirm 20 dargestellte Szene mehrmals pro Sekunde aktualisiert, so dass sich die für eine Immersion erforderliche Echt zeit-Simulation ergibt.

Es können gleichzeitig auch andere Objekte wie z.B. der Bildverstärker 16 des Röntgengerätes oder ein Ultraschall schwinger erfasst und zur Verbesserung der Orientierung mit in der Szene dargestellt werden. Ebenso lassen sich mit dem gleichen Computersystem Bilder z.B. des Röntgensystems einlesen ("frame grabber") und aus der Lage des Bildverstärkers in zwei Projektionen die

räumliche Lage der Behandlungsregion ermitteln, wie dies in der DE-A-195 12 956 beschrieben ist.

Quantitative Informationen über den Abstand der Kegel spitze zum Zentrum des Schallwellenfokus lassen sich auf verschiedene Art übermitteln. Zum Beispiel lässt sich eine numerische Anzeige des Abstands einblenden.

Eine andere Möglichkeit ist ein akustisches Signal, das bei größerer Entfernung mit niedriger Wiederholfrequenz ertönt. Mit abnehmendem Abstand wird die Wiederholfrequenz kontinuierlich erhöht. Bei Unterschreiten eines vorgegebenen Abstand wird die Tonhöhe angehoben.

Eine dritte Möglichkeit besteht in einem Farbumschlag von Kegel und/oder Kugel, der kontinuierlich oder bei Unterschreitung eines vorgegebenen Abstands erfolgt. Weiter kann vorgesehen werden, dass bei Unterschreiten eines vorgegebenen Zielabstands ein Signal erzeugt wird, das auf die Bremsvorrichtung 14 für die Bewegungen der Schallquelle 13 einwirkt.

Eine weiterführende Lösungsmöglichkeit besteht darin, das Lagesignal auf eine motorische Verstellung der Schallquelle 13 wirken zu lassen oder die räumlichen Druckverteilung der Schallquelle zu beeinflussen und somit die Positionierung zu automatisieren.

Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, von einer dreidimensionalen Darstellung des Körperinneren auszugehen, wie sie u.a. mittels CT, NMR oder Ultraschall zu gewinnen ist. Die Kegelfigur kann dieser Darstellung überla-

gert werden, um die Lage des Schallwellenfeldes im Bezug auf anatomische Strukturen darzustellen. Dies kann die Therapie verbessern und Nebenwirkungen verringern, indem man beispielsweise vermeidet, dass sich gasgefüllte Hohlräume oder Knochenstrukturen im Schallfeld befinden.

Selbstverständlich kann das vorstehend beschriebene Verfahren außer im Bereich der Medizin auch in anderen Bereichen, wie der Materialbearbeitung eingesetzt werden, in denen ein fokussiertes Wellenfeld (beliebiger Wellen) eingesetzt wird, dessen Fokus mit einem Bearbeitungsbereich zur Deckung gebracht werden soll.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Visualisierung der Ausrichtung von therapeutischen Schallwellen auf einen zu behandelnden bzw. zu bearbeitenden Bereich unter Verwendung einer Anzeigeeinheit mit einem Bildschirm, auf dem die Ausrichtung der therapeutischen Schallwellen in Bezug auf den zu behandelnden Bereich symbolisiert dargestellt ist,
dadurch **gekennzeichnet**, dass auf dem Bildschirm die Schallwellenquelle und der Raumbereich, durch den sich die Schallwellen ausbreiten, sowie der zu behandelnde bzw. zu bearbeitende Bereich (i.f. Behandlungsbereich) perspektivisch durch Zuordnung körperlicher Figuren dargestellt sind, und dass sich die perspektivische Ansicht bei einer Änderung des Ortes bzw. der Ausrichtung der Schallwellenquelle und/oder des Behandlungsbereichs und/oder des Standortes bzw. der Orientierung des Bildschirmes bewegungsrichtig ändert.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**, dass sich die perspektivische Ansicht bei einer Änderung des Standortes einer Bedienungsperson entsprechend der Ansichtsänderung der Szene für die Bedienungsperson ändert bzw. manuell ändern lässt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch **gekennzeichnet**, dass bei fokussierten therapeutischen Schallwellen diese als Kegel darge-

stellt werden, dessen Mantel in etwa dem Übergang zwischen fokussierter Welle und Randbeugungswelle entspricht.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Mantel des dargestellten Kegels mit einer derart durchbrochenen Oberfläche dargestellt wird, dass der Behandlungsbereich nicht verdeckt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Mantel des dargestellten Kegel semitransparent dargestellt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Behandlungsbereich in etwa in der Größe dargestellt wird, in der die Schallwellen eine therapeutische bzw. bearbeitende Wirkung entfalten.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass bei fokussierten Schallwellen der Behandlungsbereich als Kugel oder Ellipsoid dargestellt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine Annäherungs-Anzeige vorgesehen ist, die die Annäherung bzw. Übereinstimmung des Bereichs, in dem die Schallwellen eine therapeutische bzw. bearbeitende Wirkung entfalten, an den Behandlungsbereich angibt.

9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Annäherungs-
Anzeige akustisch erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Annäherungs-
Anzeige durch eine Veränderung der Tonhöhe (Tonfre-
quenz) und/oder der Ton-Wiederholfrequenz erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Annäherungs-
Anzeige durch einen Umschlag der Farbe erfolgt, in
der wenigstens eine der körperlichen Figuren darge-
stellt ist.

12. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Annäherungsanzeige
numerisch erfolgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch **gekennzeichnet**, dass auf den dargestellten
Oberflächen Lichteinfall und Lichtreflexion simu-
liert wird.

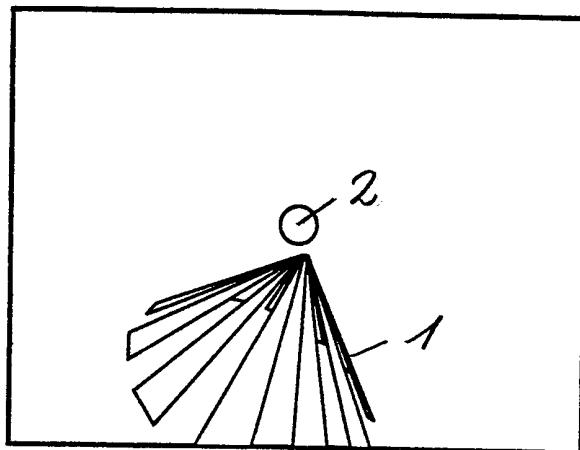
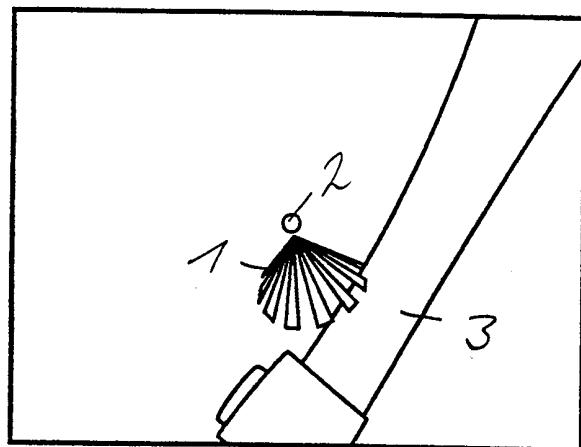
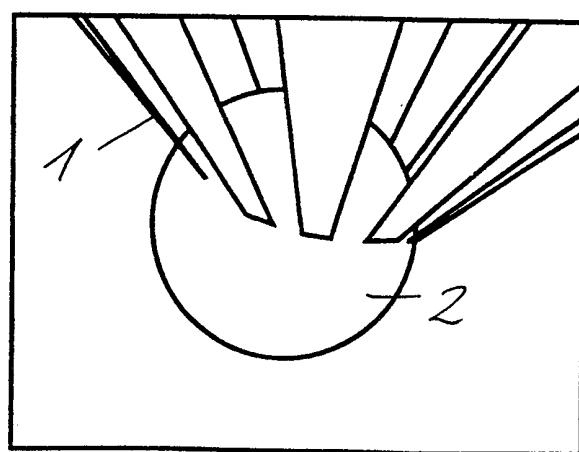
14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch **gekennzeichnet**, dass eine virtuelle Be-
leuchtungsquelle an der Decke des Behandlungs- bzw.
Bearbeitungsraums angeordnet ist.

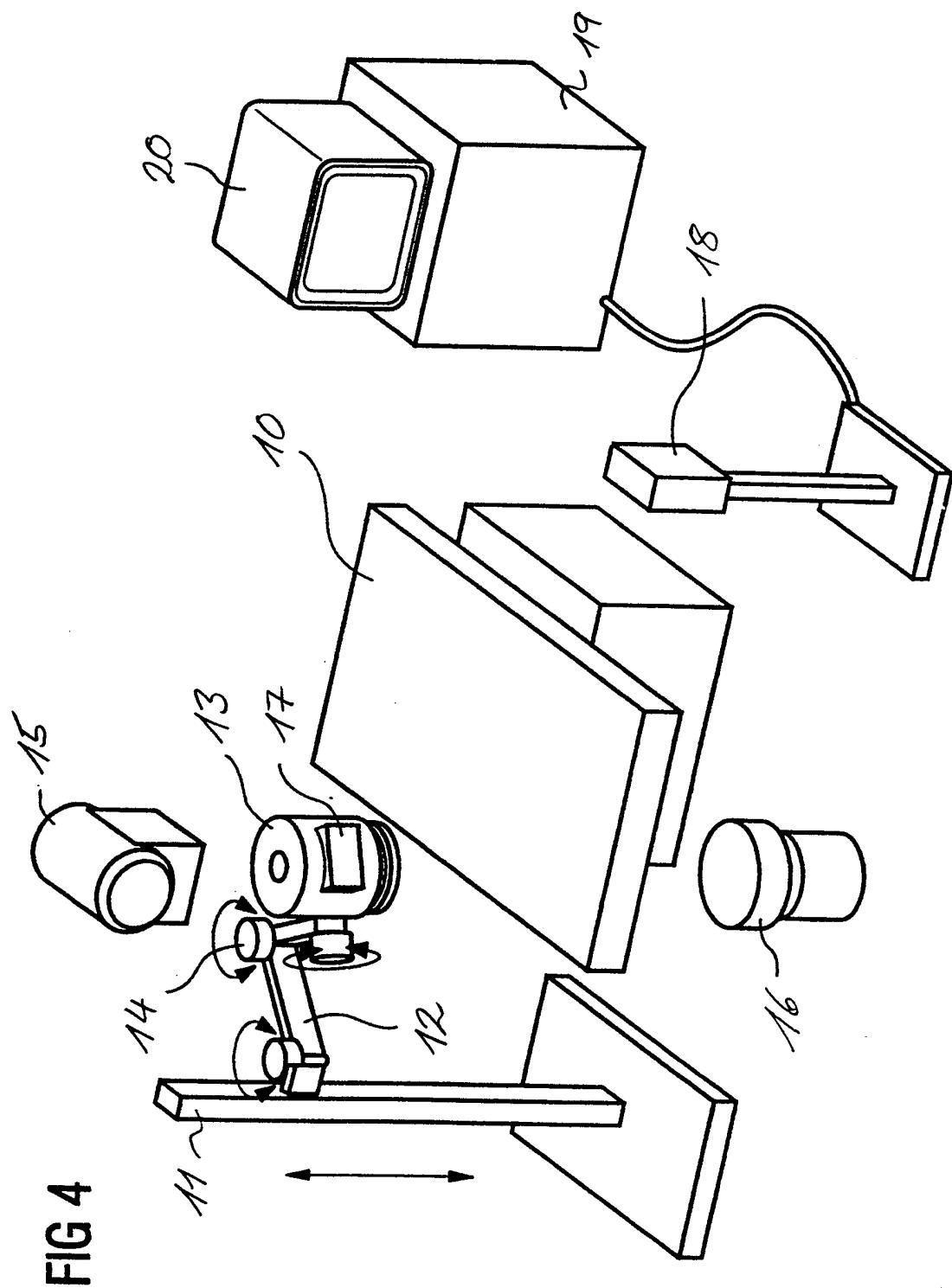
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch **gekennzeichnet**, dass eine virtuelle Be-

leuchtungsquelle im Zentrum des Behandlungsbereichs angeordnet ist.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch **gekennzeichnet**, dass in das dargestellte Bild ortsfeste Teile des Behandlungs- bzw. Bearbeitungsraums eingeblendet werden-
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch **gekennzeichnet**, dass es sich bei den ortsfesten Teilen um eine Behandlungsliege und/oder eine Positioniereinrichtung für eine Ortungseinrichtung handelt.
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Positioniereinrichtung ein Röntgen-C-Bogen ist.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine Zoomfunktion realisiert ist, mit der die Umgebung des Behandlungsbereichs vergrößert dargestellt werden kann.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Lage des Behandlungsbereichs in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal einer Ortungseinrichtung dargestellt wird.
21. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein Positionserfassungssystem (17,18) vorgesehen ist, das die Lage

der Schallquelle (13) relativ zu dem zu therapierenden bzw. zu bearbeitenden Bereich erfasst, und dessen Ausgangssignal an eine Auswerte- und Steuer-Einheit (19) mit einem Bildschirm (20) angelegt ist, auf dem die Zuordnung zwischen Schallwellenfokus und zu behandelndem bzw. zu bearbeitenden Bereich perspektivisch durch Zuordnung körperlicher Figuren dargestellt ist.

FIG 1**FIG 2****FIG 3**



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 99/02913

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 A61B17/22

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)
IPC 7 A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 526 814 A (CLINE HARVEY E ET AL) 18 June 1996 (1996-06-18) column 3, line 32 -column 4, line 15; figure 1	1,2,6,21
A	DE 195 12 956 A (STORZ MEDICAL AG) 17 October 1996 (1996-10-17) cited in the application the whole document	3-7
A	US 4 829 986 A (EICHLER JUERGEN ET AL) 16 May 1989 (1989-05-16) column 2, line 32 -column 3, line 61; figure 1	1,8-10, 18,21
A	WO 91 07726 A (I S G TECHNOLOGIES INC) 30 May 1991 (1991-05-30) abstract; figure 1	1-21
		1,21
		-/--

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

² 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	Date of mailing of the international search report
21 February 2000	01/03/2000
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Hansen, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 99/02913

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 687 737 A (COX JAMES L ET AL) 18 November 1997 (1997-11-18) abstract; figure 1 ---	1,21
A	DE 38 11 872 A (WOLF GMBH RICHARD) 26 October 1989 (1989-10-26) abstract; figure 1 ---	1,21
A	DE 195 15 748 A (SIEMENS AG) 31 October 1996 (1996-10-31) abstract; figure 1 -----	1,21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. onal Application No

PCT/DE 99/02913

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5526814	A 18-06-1996	NONE		
DE 19512956	A 17-10-1996	NONE		
US 4829986	A 16-05-1989	DE 3779834 A EP 0257429 A		23-07-1992 02-03-1988
WO 9107726	A 30-05-1991	CA 2003497 A AU 6726990 A DE 69030926 D DE 69030926 T EP 0501993 A JP 5504694 T		21-05-1991 13-06-1991 17-07-1997 18-09-1997 09-09-1992 22-07-1993
US 5687737	A 18-11-1997	NONE		
DE 3811872	A 26-10-1989	EP 0337056 A US 4991604 A		18-10-1989 12-02-1991
DE 19515748	A 31-10-1996	WO 9633666 A EP 0822784 A JP 11503943 T US 5944663 A		31-10-1996 11-02-1998 06-04-1999 31-08-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/02913

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes
IPK 7 A61B17/22

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ²	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 526 814 A (CLINE HARVEY E ET AL) 18. Juni 1996 (1996-06-18)	1,2,6,21
A	Spalte 3, Zeile 32 -Spalte 4, Zeile 15; Abbildung 1 ---	3-7
A	DE 195 12 956 A (STORZ MEDICAL AG) 17. Oktober 1996 (1996-10-17) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1,8-10, 18,21
A	US 4 829 986 A (EICHLER JUERGEN ET AL) 16. Mai 1989 (1989-05-16) Spalte 2, Zeile 32 -Spalte 3, Zeile 61; Abbildung 1 ---	1-21
A	WO 91 07726 A (I S G TECHNOLOGIES INC) 30. Mai 1991 (1991-05-30) Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,21
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

² 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 erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher 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

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21. Februar 2000

01/03/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hansen, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/02913

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ³	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 687 737 A (COX JAMES L ET AL) 18. November 1997 (1997-11-18) Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,21
A	DE 38 11 872 A (WOLF GMBH RICHARD) 26. Oktober 1989 (1989-10-26) Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,21
A	DE 195 15 748 A (SIEMENS AG) 31. Oktober 1996 (1996-10-31) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1,21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02913

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5526814 A	18-06-1996	KEINE		
DE 19512956 A	17-10-1996	KEINE		
US 4829986 A	16-05-1989	DE 3779834 A EP 0257429 A		23-07-1992 02-03-1988
WO 9107726 A	30-05-1991	CA 2003497 A AU 6726990 A DE 69030926 D DE 69030926 T EP 0501993 A JP 5504694 T		21-05-1991 13-06-1991 17-07-1997 18-09-1997 09-09-1992 22-07-1993
US 5687737 A	18-11-1997	KEINE		
DE 3811872 A	26-10-1989	EP 0337056 A US 4991604 A		18-10-1989 12-02-1991
DE 19515748 A	31-10-1996	WO 9633666 A EP 0822784 A JP 11503943 T US 5944663 A		31-10-1996 11-02-1998 06-04-1999 31-08-1999