



PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation 5 : A61B 17/22</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 90/10419</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20. September 1990 (20.09.90)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP90/00411</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 14. März 1990 (14.03.90)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 39 08 274.1 14. März 1989 (14.03.89) DE</p> <p>(71) Anmelder (nur für JP): STORZ MEDICAL AG [CH/CH]; Unterseestr. 47, CH-8280 Kreuzlingen (CH).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MARLINGHAUS, Ernst, H. [CH/CH]; Rigistrasse 9, CH-8598 Bottighofen (CH).</p> <p>(74) Anwalt: MÜNICH, Wilhelm; München, Steinmann, Schiller, Willibaldstr. 36, D-8000 München 21 (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>

(54) Title: DEVICE FOR GENERATING FOCUSED ACOUSTIC WAVE FIELDS

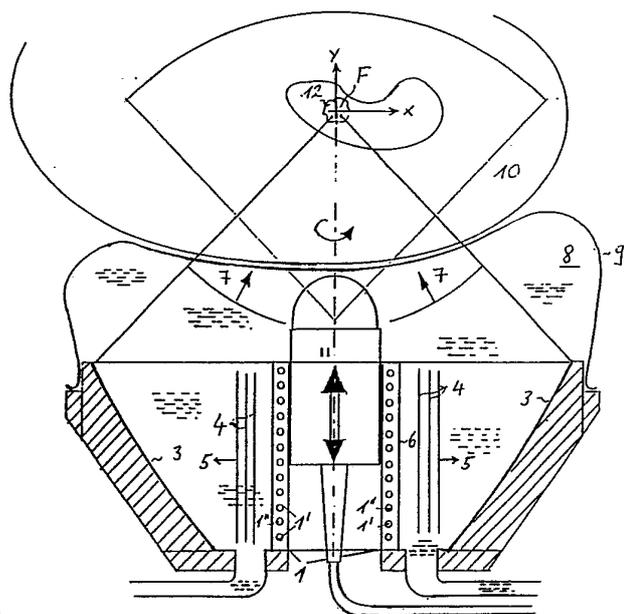
(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG VON FOKUSSierten AKUSTISCHEN WELLENFELDERN

(57) Abstract

The description concerns a device for generating focussed acoustic wave fields for therapeutic purposes and especially for the destruction of concretions, calculi, etc., with an ultrasonic generating unit which, in a coupling medium, produces a wave field which is focussed by the shape of the radiant surface and/or the components which reflect and/or deflect the wave field. The device of the invention is remarkable in that the wavelengths of the radiated sound waves may be varied by varying the size of the focal spot.

(57) Zusammenfassung

Beschrieben wird eine Vorrichtung zur Erzeugung von fokussierten akustischen Wellenfeldern für therapeutische Anwendungen und insbesondere zur Zerstörung von Konkrementen, Körpersteinen etc. mit einer Schallerzeugungseinheit, die in einem Koppelmedium ein Wellenfeld erzeugt, das durch die Formgebung der Abstrahlfläche und/oder das Wellenfeld reflektierende und/oder beugende Elemente fokussiert wird. Die erfindungsgemässe Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass zur Variation der Fokusgrösse die Wellenlänge der abgestrahlten Schallwellen variierbar sind.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MR	Mauritanien
BB	Barbados	FR	Frankreich	MW	Malawi
BE	Belgien	GA	Gabon	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BJ	Benin	IT	Italien	SD	Sudan
BR	Brasilien	JP	Japan	SE	Schweden
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

Vorrichtung zur Erzeugung von fokussierten akustischen
Wellenfeldern

B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Erzeugung von fokussierten akustischen Wellenfeldern für therapeutische Anwendungen und insbesondere zur Zerstörung von Konkrementen, Körpersteinen etc. mit einer Schallerzeugungseinheit, die in einem Koppelmedium ein Wellenfeld erzeugt, das durch die Formgebung der Abstrahlfläche und/oder das Wellenfeld reflektierende und/oder beugende Elemente fokussiert wird.

Eine Vorrichtung zur Erzeugung von fokussierten akustischen Wellenfeldern für therapeutische Anwendungen und insbesondere zur Zerstörung von Konkrementen, Körpersteinen etc., gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist beispielsweise aus den deutschen Offenlegungsschriften 32 41 026, 33 18 871, 34 25 992 oder 34 37 862 sowie aus der nicht vorveröffentlichten älteren Patentanmeldung P 38 35 318.0 bekannt.

Bei der aus der DE-OS 32 41 026 bekannten Vorrichtung wird als "Schallerzeugungseinheit" eine Funkenstrecke verwendet, deren Wellenfeld von einem Ellipsoid reflektiert und so fokussiert wird.

Die in den DE-OSen 33 19 871 und 34 25 992 beschriebenen Vorrichtungen verwenden als Schallerzeugungseinheit piezoelektrische Wandler, die auf der Innenseite einer Kugelkalotte angeordnet sind. Aufgrund der Formgebung der Abstrahlfläche entsteht ein fokussiertes Wellenfeld.

Aus der nicht vorveröffentlichten Patentanmeldung P 38 35 318.0 derselben Anmelderin ist eine Schallerzeugungseinheit bekannt, die eine Zylindergeometrie (im allgemeinen Sinne) aufweist. Durch einen entsprechend ausgebildeten Reflektor wird das Wellenfeld der Schallerzeugungseinheit dann fokussiert.

Weiterhin ist es bekannt, ebene Schallerzeugungseinheiten, die auf elektromagnetischer Basis arbeiten, in "rohrähnlichen" und als Linsen wirkende Schall-Führungs- und Bündelungssystemen anzuordnen.

Die aus den vorveröffentlichten Druckschriften bekannten Vorrichtungen zur Erzeugung von fokussierten akustischen Wellenfeldern für therapeutische Anwendungen und insbesondere zur Zerstörung von Konkrementen, Körpersteinen etc. weisen eine feste Fokusgröße auf, die sich vom Anwender nicht verändern läßt; damit kann der Anwender die Fokusgröße nicht an die Steingröße, -lage oder -art anpassen:

Beispielsweise haben Vorrichtungen, bei denen auf der Innenseite einer Kugelkalotte piezoelektrische Schallwandler angeordnet sind, einen vergleichsweise kleinen Fokus, während Vorrichtungen mit ebenen Schallerzeugungseinheiten auf elektromagnetischer Basis einen vergleichsweise ausgedehnten "Fokus" haben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Erzeugung von fokussierten akustischen Wellenfeldern für therapeutische Anwendungen und insbesondere zur Zerstörung von Konkrementen, Körpersteinen etc. anzugeben, die eine leichte Einstellung der Fokusgröße erlaubt.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist mit ihren Weiterbildungen in den Patentansprüchen gekennzeichnet.

Überraschenderweise kann die erfindungsgemäße Aufgabe dadurch gelöst werden, daß weiterhin von einer Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, also von einer Vorrichtung mit einer Schallerzeugungseinheit, die in einem Koppelmedium ein Wellenfeld erzeugt, das durch die Formgebung der Abstrahlfläche und/oder das Wellenfeld reflektierende und/oder beugende Elemente fokussiert wird, ausgegangen wird.

Der Erfindung geht dabei von dem Grundgedanken aus, daß bei einer Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 die Fokussierung des Wellenfeldes "beugungsbegrenzt" ist. Damit ist gemeint, daß der Einfluß der Wellenlänge des Wellenfeldes, das durch die Formgebung der Abstrahlfläche und/oder reflektierende und/oder beugende Elemente "abgebildet" und insbesondere fokussiert wird, vergleichsweise groß ist.

Anders ausgedrückt, kann die Größe des Fokus in gewissen Grenzen bei ansonsten gleichen Geometriedaten der das Wellenfeld beeinflussenden Elemente dadurch variiert werden, daß die Wellenlänge des abgestrahlten Wellenfeldes variiert wird. Die in technischem Maßstab problemlos darstellbaren Wellenlängen-Änderungen sind dabei hinreichend, um die Fokusgröße an medizinische Forderungen anzupassen,

die sich beispielsweise durch die Steingröße, -art und/oder -lage ergeben.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

In den Ansprüchen 2 bis 4 sind verschiedenen Maßnahmen angegeben, mit denen bei einer Vorrichtung, bei der die Schallerzeugungseinheit mittels einer Entladeeinheit ansteuerbar ist, die eine Kondensator-Bank zur Energiespeicherung aufweist, die Wellenlänge des erzeugten Wellenfeldes ohne großen Aufwand variierbar ist:

Gemäß Anspruch 2 sind zur Variation der Wellenlänge die einzelnen Kondensatoren der Kondensator-Bank wahlweise parallel und/oder in Reihe schaltbar, während gemäß Anspruch 3 zur Variation der Wellenlänge lastseitig Kondensatoren und/oder Induktivitäten zuschaltbar sind.

Diese Maßnahmen können im Prinzip bei beliebigen Vorrichtungen, also auch bei Vorrichtungen mit piezoelektrischen Schallwandlern angewendet werden.

Im Anspruch 4 ist beansprucht, daß zur Variation der Frequenz lastseitig die Induktivität schaltbar sind. Diese Lösung ist insbesondere von Vorteil bei einer Vorrichtung gemäß der älteren Patentanmeldung P 38 35 318.0, bei der die Schallerzeugungseinheit als elektromagnetische Druckwellenerzeugungseinheit ausgebildet ist, die Zylindergeometrie im allgemeinen Sinne aufweist, und mittels einer Entladeeinheit ansteuerbar ist, die eine Kondensator-Bank zur Energiespeicherung aufweist, und deren Wellenfeld ein insbesondere als Paraboloid ausgebildeter Reflektor fokussiert. Bei einer derartigen Vorrichtung kann die Variation

der Wellenlänge des Wellenfeldes beispielsweise wie folgt erzielt werden:

Durch die vergleichsweise große Oberfläche der Abstrahlfläche der Schallerzeugungseinheit ist es möglich, daß die Schallerzeugungseinheit mehrere ineinander gewickelte Spulen aufweist, die alternativ oder miteinander verschaltet vom Strom der Entladeeinheit durchflossen werden.

Dies bedeutet, daß durch einen externen Umschaltvorgang, der beispielsweise vom behandelnden Arzt oder von einer Steuereinheit ausgelöst werden kann, die einzelnen Spulen, die die Schallerzeugungseinheit aufweist, alternativ oder in einer (teilweisen) Reihen- und/oder Parallelschaltung von der Entladeeinheit angesteuert werden. Da die verschiedenen Spulen unterschiedliche Induktivitäten aufweisen, ändern sich die Parameter des von den Spulen und den Kondensatoren der Kondensator-Bank zur Energiespeicherung gebildeten Schwingkreises, und damit auch die Wellenlänge des erzeugten Druckwellenfeldes.

Die in den vorstehend besprochenen Ansprüchen angegebenen Maßnahmen haben den Vorteil, daß es durch sie möglich ist, während eines Behandlungsvorgangs die Fokusgröße an die Charakteristiken des zu zerstörenden Konkremments, das beispielsweise mittels einer Ortungseinheit erfaßt wird, anzupassen. Das Umschalten kann dabei mittels "Knopfdruck" durch den behandelnden Arzt, aber auch durch eine entsprechende Steuereinheit, an die beispielsweise die Signale der Ortungseinheit angelegt sind, erfolgen.

Selbstverständlich ist es aber auch möglich, die Vorrichtung zur Erzeugung von fokussierten akustischen Wellenfeldern für therapeutische Anwendungen und insbesondere zur

Zerstörung von Konkrementen, Körpersteinen etc. derart auszugestalten, daß die Spule bzw. Spulen austauschbar sind. Dabei ist es bevorzugt, daß sich die austauschbaren Spulen hinsichtlich Durchmesser, Windungszahl und Membranmaterial unterscheiden (Anspruch 6).

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die einzige Figur der Zeichnung näher beschrieben, die einen Querschnitt durch eine Vorrichtung zur Erzeugung von fokussierten akustischen Wellenfeldern zeigt.

Die dargestellte Vorrichtung zur Erzeugung von fokussierten akustischen Wellenfeldern ist in der nicht vorveröffentlichten Anmeldung P 38 35 318.0 näher beschrieben und weist eine Schallerzeugungseinheit 1 für die Therapiewelle auf, deren Abstrahlfläche 6 die Form eines Zylinders hat. Koaxial zur Zylinderachse 2 der Abstrahlfläche 6 der Schallerzeugungseinheit 1 ist ein rotationssymmetrischer Reflektor 3 angeordnet, dessen Innenfläche in jedem Schnitt die Form einer Parabel hat.

Da die Schallerzeugungseinheit zylindrische Wellenfronten 4 erzeugt, die sich in Radialrichtung 5 von der Quelle 1 wegbewegen, ergeben sich nach Reflexion an dem Reflektor 3 mit paraboloider Innenkontur fokussierte Wellenfelder 7, die im Fokuspunkt F zusammenlaufen und dort Leistungsdichten erzeugen, die therapeutisch wirksam sind.

Die Parabel, die sich in jedem die Achse 2 enthaltenden Schnitts des Reflektors 3 ergibt, ist durch die folgende Gleichung gegeben:

$$y^2 = 2px$$

wobei $p/2$ der Abstand des Brennpunktes F vom Koordinatenursprung ist; die Lage des verwendeten Koordinatensystems x, y ist der Figur zu entnehmen.

Innerhalb der zylindrischen Abstrahlfläche 1 der Schallerzeugungseinheit befindet sich eine Ultraschallortungseinrichtung 11, z. B. in Form eines Ultraschall-B-Bild-Geräts, die zur Darstellung der Fokuszone F im Körper eines Lebewesens 10 dient.

Für die Einkoppelung akustischer Wellen in Körper von Lebewesen ist es in bekannter Weise vorteilhaft, die Wellen bereits in einem Medium mit gewebeähnlichen akustischen Eigenschaften zu erzeugen, um die Reflexionsverluste gering zu halten. Derartige Medien sind beispielsweise Wasser, Öle oder andere Flüssigkeiten, deren akustischen Impedanzen $\delta * c$ (Dichte * Schallgeschwindigkeit) der Impedanz von lebendem Gewebe im Einkoppelbereich der Therapiewelle nahekkommt. Deshalb ist der Reflektor 3 von einer schalldurchlässigen, akustisch angepaßten Membran 9 abgeschlossen. In dem von dem Reflektor 3 und der Membran 9 gebildeten Raum befindet sich eine Koppelflüssigkeit, so daß sich ein flexibles Kissen ergibt, das unter Vermeidung von Gaseinschlüssen akustisch an den Körper 10 angekoppelt wird.

Die Therapiewellen 4 breiten sich - wie bereits beschrieben - zunächst radial bezüglich der Rotationsachse 2 des Systems aus, und werden anschließend vom Reflektor 3 zum Fokuspunkt F reflektiert. Der akustische Reflektor besitzt dabei die vorstehend beschriebene Form und besteht aus einem Material mit einem hohen Reflexionsgrad in Bezug auf die Koppelflüssigkeit 8.

Das akustische fokussierte Wellenfeld 7 wird über die Membran 9 in den Körper 10 eingekoppelt und mit Hilfe der Ultraschall-Ortungseinheit 11 auf das therapeutische Zielgebiet 12 ausgerichtet. Die Ultraschallsonde ist zur Optimierung der Bildqualität des Ultraschallbildes längs der Achse 2 verschiebbar angeordnet, so daß sie wahlweise bis an den Körper herangeschoben oder aber zur Vermeidung von Abschattungen des Therapiewellenfeldes zurückgezogen werden kann. Ein entsprechender Positionsmelder sorgt dafür, daß der Fokuspunkt des Therapiefeldes kontinuierlich im Ultraschallbild dargestellt wird. Weiterhin ist die Ultraschallsonde um die Achse 2 drehbar angeordnet, so daß das Ultraschallbild wahlweise verschiedene Schnittebene zur Darstellung bringt.

Die Therapieeinheit besitzt neben den notwendigen Versorgungsanschlüssen für die Therapiequelle und die Ultraschallsonde hier nicht näher interessierende Anschlüsse für einen Volumenausgleich des Koppelkissens durch Zu- bzw. Ableitung geeignet präparierter Koppelflüssigkeiten, so daß eine akustisch günstige Anlegung der Membran 9 an den Körper 10 möglich wird. Die entsprechenden Versorgungsgeräte wie Pumpen, Steuereinheiten, Entgasungsvorrichtungen usw. sind nicht dargestellt.

Weiterhin ist ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens die Schallerzeugungseinheit 1 exemplarisch als elektromagnetisches System dargestellt, das innerhalb der Abstrahlfläche 1 eine Spule aufweist. Es können selbstverständlich zur Schallerzeugung auch andere Elemente, beispielsweise piezoelektrische Quellen in Zylinderform verwendet werden.

Der Erfindung geht nun von dem Grundgedanken aus, daß bei einer vorstehend beschriebenen Vorrichtung die Fokussierung des Wellenfeldes "beugungsbegrenzt" ist. Damit ist gemeint, daß der Einfluß der Wellenlänge des Wellenfeldes, das durch die Formgebung der Abstrahlfläche 6 und/oder reflektierende und/oder beugende Elemente 3 "abgebildet" und insbesondere fokussiert wird, vergleichsweise groß ist.

Anders ausgedrückt, kann die Größe des Fokus F in gewissen Grenzen bei ansonsten gleicher Geometrie der das Wellenfeld beeinflussenden Elemente, also insbesondere der Elemente 1 und 3 dadurch variiert werden, daß die Wellenlänge des abgestrahlten Wellenfeldes 4 variiert wird. Die in technischem Maßstab problemlos darstellbaren Wellenlängenänderungen sind dabei hinreichend, um die Fokusgröße an medizinische Forderungen anzupassen, die sich beispielsweise durch die Größe, Art und/oder Lage des zu zertrümmern- den Konkrements 12 ergeben.

Bei der in der Figur dargestellten Vorrichtung kann die Schallerzeugungseinheit insbesondere mittels einer nicht dargestellten Entladeeinheit ansteuerbar ist, die eine Kondensator-Bank zur Energiespeicherung aufweist.

Zur Variation der Wellenlänge des Schallfeldes 4 können beispielsweise die einzelnen Kondensatoren der Kondensator-Bank wahlweise parallel und/oder in Reihe schaltbar sein. Ferner ist es auch möglich, lastseitig, d.h. auf der Seite der Spule Kondensatoren und/oder Induktivitäten zuzuschalten.

Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn zur Variation der Frequenz lastseitig die Induktivität schaltbar ist.

Durch die vergleichsweise große Oberfläche der Abstrahlfläche der Schallerzeugungseinheit ist es möglich, daß die Schallerzeugungseinheit mehrere ineinander gewickelte Spulen 1' und 1" aufweist, die alternativ oder miteinander verschaltet vom Strom der (nicht dargestellten) Entladeeinheit durchflossen werden.

Dies bedeutet, daß durch einen externen Umschaltvorgang, der beispielsweise vom behandelnden Arzt oder von einer Steuereinheit ausgelöst werden kann, die einzelnen Spulen 1' und 1", die in der Schallerzeugungseinheit 1 angeordnet sind, alternativ oder in einer (teilweisen) Reihen- und/oder Parallelschaltung von der Entladeeinheit angesteuert werden. Da die verschiedenen Spulenkonfigurationen unterschiedliche Induktivitäten aufweisen, ändern sich die Parameter des von den Spulen und den Kondensatoren der Kondensator-Bank zur Energiespeicherung gebildeten Schwingkreises, und damit auch die Wellenlänge des erzeugten Druckwellenfeldes 4.

Die in den vorstehend beschriebenen Maßnahmen haben den Vorteil, daß es durch sie möglich ist, während eines Behandlungsvorgangs die Fokusgröße an die Charakteristiken des zu zerstörenden Konkrements 12, das beispielsweise mittels der Ortungseinheit 11 erfaßt wird, anzupassen. Das Umschalten kann dabei mittels "Knopfdruck" durch den behandelnden Arzt, aber auch durch eine nicht dargestellte Steuereinheit, an die beispielsweise die Signale der Ortungseinheit 11 angelegt sind, erfolgen.

Selbstverständlich ist es aber auch möglich, die Vorrichtung zur Erzeugung von fokussierten akustischen Wellenfeldern für therapeutische Anwendungen und insbesondere zur Zerstörung von Konkrementen, Körpersteinen etc. derart

auszugestalten, daß die Schallerzeugungseinheit 1 bzw. die Spulen 1' und 1" austauschbar sind. Dabei ist es bevorzugt, daß sich die austauschbaren Spulen hinsichtlich Durchmesser, Windungszahl und Material der Membran 6 unterscheiden.

Ausdrücklich soll darauf hingewiesen werden, daß bei sehr hohen Amplituden der akustischen Therapiewellen deren Ausbreitungsverhalten vom linearen Ausbreitungsverhalten abweichen kann, so daß sich Veränderungen der Fokusgeometrie ergeben können; diese Veränderungen der Fokusgeometrie können durch entsprechende Anpassung der Reflektorfläche, beispielsweise durch geringfügige Abweichungen von der Parabelform kompensiert werden.

Ebenso können gezielte Änderungen des fokussierten Therapiewellenfeldes durch definierte Abweichungen von der Parabelform und/oder durch eine entsprechende Änderung des Reflexionsverhaltens der Oberfläche erreicht werden.

Es versteht sich von selbst, daß innerhalb des erfindungsgemäßen Grundgedankens - durch eine Änderung der Wellenlänge des Wellenfeldes die "Korrekturbedingungen der akustooptischen Abbildung und damit die Fokusgröße zu variieren - die verschiedensten Modifikationen möglich sind: So ist es beispielsweise möglich, einzelne Maßnahmen beispielsweise zur Variation der Schwingkreisparameter und damit der Wellenlänge miteinander zu kombinieren, und zusätzlich auch austauschbare Spulen vorzusehen.

Ferner ist es natürlich möglich, daß zusätzlich auch die Anstiegszeit variierbar ist, wie dies beispielsweise in dem deutschen Gebrauchsmuster 87 09 692 beschrieben ist.

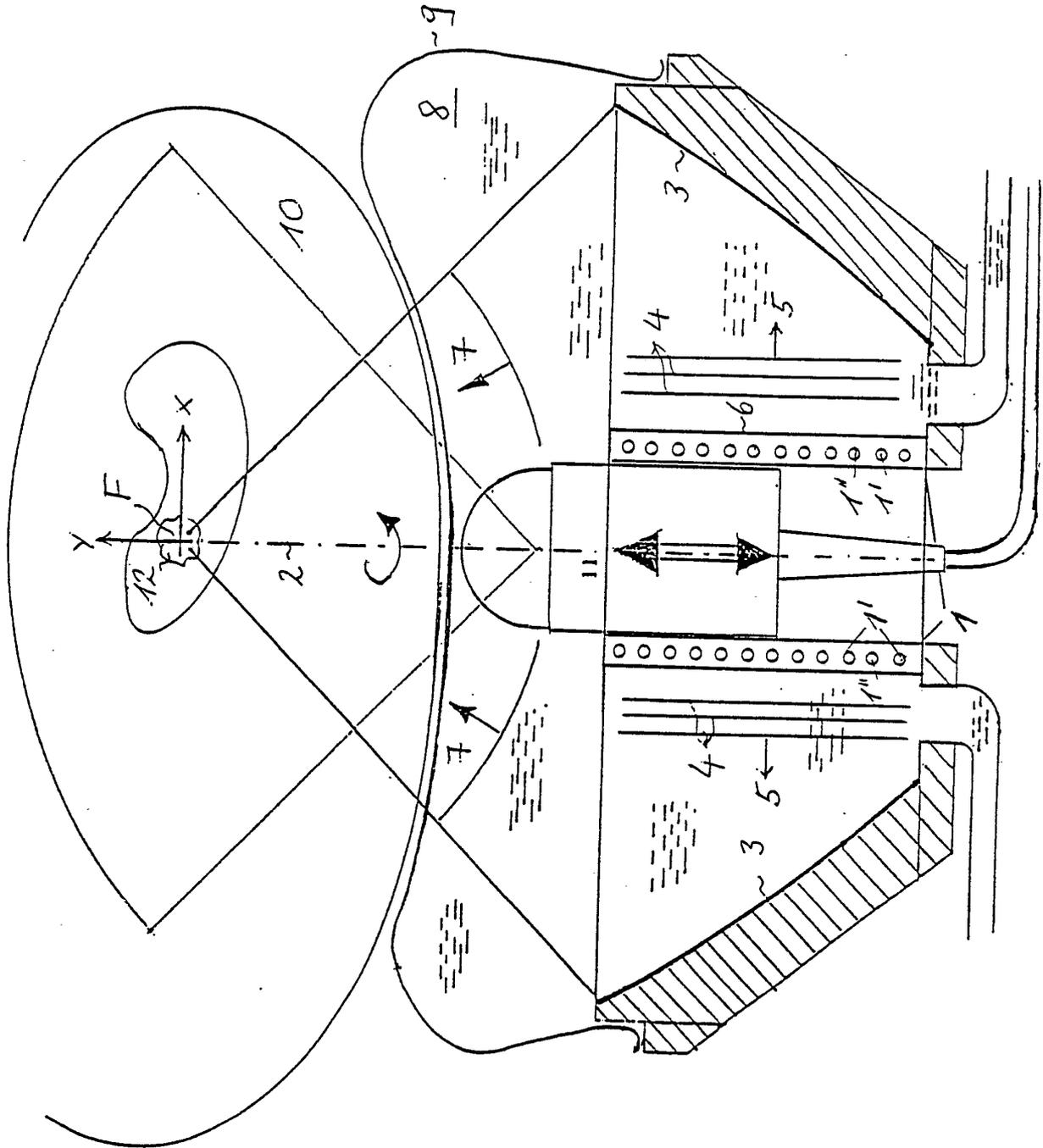
P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zur Erzeugung von fokussierten akustischen Wellenfeldern für therapeutische Anwendungen und insbesondere zur Zerstörung von Konkrementen, Körpersteinen etc. mit einer Schallerzeugungseinheit, die in einem Koppelmedium ein Wellenfeld erzeugt, das durch die Formgebung der Abstrahlfläche und/oder das Wellenfeld reflektierende und/oder beugende Elemente fokussiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß zur Variation der Fokusgröße die Wellenlänge der abgestrahlten Schallwellen variierbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Schallerzeugungseinheit mittels einer Entladeeinheit ansteuerbar ist, die eine Kondensator-Bank zur Energiespeicherung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß zur Variation der Wellenlänge die einzelnen Kondensatoren der Kondensator-Bank wahlweise parallel und/oder in Reihe schaltbar sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Schallerzeugungseinheit mittels einer Entladeeinheit ansteuerbar ist, die eine Kondensator-Bank zur Energiespeicherung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß zur Variation der Wellenlänge lastseitig Kondensatoren und/oder Induktivitäten zuschaltbar sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Schallerzeugungseinheit mittels einer Entladeeinheit ansteuerbar ist, die eine Kondensator-Bank zur Energiespeicherung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß zur Variation der Frequenz lastseitig die Induktivität schaltbar sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Schallerzeugungseinheit als elektromagnetische Druckwellenerzeugungseinheit ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule austauschbar ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich die austauschbaren Spulen hinsichtlich Durchmesser, Windungszahl und Membranmaterial unterscheiden.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der die Schallerzeugungseinheit als elektromagnetische Druckwellenerzeugungseinheit ausgebildet ist, die Zylindergeometrie im allgemeinen Sinne aufweist, und mittels einer Entladeeinheit ansteuerbar ist, die eine Kondensator-Bank zur Energiespeicherung aufweist, und deren Wellenfeld ein insbesondere als Paraboloid ausgebildeter Reflektor fokussiert, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckwellenerzeugungseinheit mehrere ineinander gewickelte Spulen aufweist, die alternativ oder miteinander verschaltet vom Strom der Entladeeinheit durchflossen werden.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich die Anstiegszeit variierbar ist.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 90/00411

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁵ A 61 B 17/22		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁵	A 61 B; G 10 K	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
X	EP, A, 0254104 (SIEMENS) 27 January 1988, see column 4, lines 34 - 55, see column 5, line 55 - column 6, line 3, see column 6, lines 21 - 26; figures 1, 2	1, 2, 5
Y	---	3, 4, 6-8
Y	DE, A, 827418 (FRUNDEL) 10 January 1952, see page 2 lines 9 - 23; figure 3	3, 4
Y	---	6, 7
Y	US, A, 2964730 (BLANCHARD) 13 December 1960, see column 1, line 63 - column 2, line 37; figure 1	8
Y	DE, U, 8709692 (SIEMENS) 5 November 1987, see page 3, line 25 - page 4, line 3 (cited in the application)	

<p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"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.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
7 June 1990 (07.06.90)	27 June 1990 (27.06.90)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
European Patent Office		

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

EP 9000411
SA 35119

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 19/06/90

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0254104	27-01-88	JP-A- 63023775	01-02-88
DE-A-827418		None	
US-A-2964730		None	
DE-U-8709692	24-09-87	None	

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int. Kl. 5 A61B17/22		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int. Kl. 5	A61B ; G10K	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art. ¹⁰	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
X	EP,A,0254104 (SIEMENS) 27 Januar 1988 siehe Spalte 4, Zeilen 34 - 55 siehe Spalte 5, Zeile 55 - Spalte 6, Zeile 3 siehe Spalte 6, Zeilen 21 - 26; Figuren 1, 2	1, 2, 5
Y	---	3, 4, 6-8
Y	DE,A,827418 (FRÜNGEL) 10 Januar 1952 siehe Seite 2, Zeilen 9 - 23; Figur 3	3, 4
Y	---	6, 7
Y	US,A,2964730 (BLANCHARD) 13 Dezember 1960 siehe Spalte 1, Zeile 63 - Spalte 2, Zeile 37; Figur 1	8
Y	DE,U,8709692 (SIEMENS) 05 November 1987 siehe Seite 3, Zeile 25 - Seite 4, Zeile 3 (in der Anmeldung erwähnt)	

<p>¹⁰ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"I" 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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
07. JUNI 1990	27 JUNI 1990	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des berechnigten Bediensteten	
EUROPAISCHES PATENTAMT	MISS T. TAZELAAR	

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 9000411
 SA 35119

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19/06/90

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0254104	27-01-88	JP-A- 63023775	01-02-88
DE-A-827418		Keine	
US-A-2964730		Keine	
DE-U-8709692	24-09-87	Keine	

EPO FORM P0473