(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 254 104**
A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **87109622.8**

(51) Int. Cl.⁴: **G10K 11/30** , G10K 9/12

(22) Anmeldetag: **03.07.87**

(30) Priorität: **16.07.86 DE 3624069**
07.04.87 DE 3711639

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.01.88 Patentblatt 88/04

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

(72) Erfinder: **Reichenberger, Helmut, Dr.**
Begonienstrasse 28
D-8501 Eckental(DE)
Erfinder: **Naser, Georg**
Karlstrasse 10
D-8502 Zirndorf(DE)

(54) Stosswellengenerator zur Erzeugung eines akustischen stosswellenimpulses.

(57) Der Stoßwellengenerator (1) ist mit einer Fokussierungseinrichtung (7) und nach einer ersten Ausführung mit einer Umstelleinrichtung (48 bis 56) versehen, die Linsen (7a, 7b) mit nach Wahl unterschiedlicher Bündelcharakteristik in den Weg (L) des Stoßwellenimpulses (10) einbringt, z.B. durch lineare Verschiebung oder durch Hineinschwenken (Figuren 1 bis 7). Die Linsen (7a, 7b) unterscheiden sich speziell nach Brennweite und Bündelungsart. Es sind hierbei zylindrische Linsen zur Bildung eines Linienfokus und sphärische Linsen zur Bildung eines Punktfokus einsetzbar. Nach einer zweiten Ausführung sind in der Fokussierungseinrichtung ebenfalls mehrere Linsen (7a, 7b) vorgesehen. Von diesen kann mindestens eine Linse (7a) in den Weg (L) des Stoßwellenimpulses (p) eingebracht werden, und zwar durch lineare oder rotatorische Verschiebung. Nach dem Einbringen befindet sie sich dort mit einer weiteren Linse (7b) in einer Hintereinander-Anordnung (Figur 8). Der Stoßwellengenerator (1) ist vorzugsweise mit mindestens zwei Kondensatoren ausgerüstet, deren Entladeenergie einzeln oder gemeinsam zur Auslösung des Stoßwellenimpulses herangezogen wird. Speziell sind mehrere umschaltbare Kondensatoren (C_1, C_2) vorgesehen, um eine einstellbare Kapazität zu erreichen. Weiterhin ist bevorzugt eine längenveränderliche Vorlaufstrecke (5) vorgesehen, die sich zwischen der Abstrahlfläche für den Stoßwellenimpuls und der Fokussierungseinrichtung (7) befindet. Die verschiedenen Variationsmöglichkeiten hinsichtlich Entladekapazität, Fokussierung und/oder Vorlaufstrecke erlauben es, den Betriebszustand des Stoßwellengenerators (1) von Patient zu Patient entsprechend der Behandlungssituation bezüglich Korpusumfang, Konkrementausbildung und Behandlungsfortschritt anzupassen.

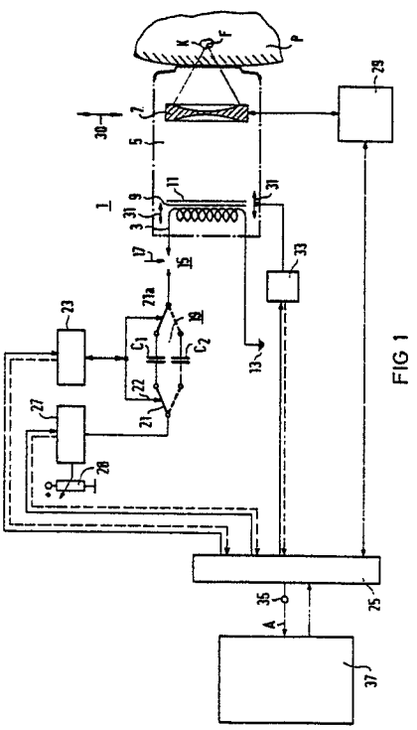


FIG 1

EP 0 254 104 A1

Stoßwellengenerator zur Erzeugung eines akustischen Stoßwellenimpulses

Die Erfindung betrifft einen Stoßwellengenerator zur Erzeugung eines akustischen Stoßwellenimpulses, gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein solcher Stoßwellengenerator ist beispielsweise aus der DE-OS 33 28 051 bekannt. Dort ist ein sogenanntes "Stoßwellenrohr" für die Lithotripsie beschrieben, welches eine elektrische Spule und, von dieser durch eine Isolierfolie getrennt, eine Kupfermembran umfaßt. Wird ein Kondensator schlagartig über die Spule entladen, bilden sich elektromagnetische Kräfte, durch die die Kupfermembran von der Spule weggeschlagen und dadurch ein Stoßwellenimpuls abgestrahlt wird. An die Kupfermembran grenzt eine Vorlaufstrecke an, über welche der Stoßwellenimpuls zu einer Linse als Fokussierungseinrichtung weitergeleitet wird. Im Fokus der Linse befindet sich das Konkrement eines Patienten, welches zerstört werden soll. Geräte dieser Art sind als Lithotripter in der medizinischen Technik eingeführt.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß von Patient zu Patient unterschiedliche Behandlungssituationen auftreten. Diese sind z.B. abhängig von Typ und Größe des zu zerstörenden Konkrements, von der Geometrie des Konkrements (z.B. rund oder länglich), vom Abstand des Konkrements zur Hautoberfläche (durch Lage des Steins oder Körperumfang des Patienten bestimmt) und von der Anzahl der Konkremente. Zu diesen unterschiedlichen Ausgangssituationen aufgrund verschiedener Patienten kommen noch unterschiedliche Bedingungen aufgrund des Behandlungsfortschritts hinzu. So werden zunächst relativ große Fragmente in einer ausgedehnten Wirkungszone erzeugt, und im späteren Verlauf der Behandlung wird überwiegend eine Abtragung und Zer kleinerung zu kleinen Partikeln in einer enger begrenzten Wirkungszone gewünscht.

Um sich diesen unterschiedlichen Behandlungssituationen anzupassen, ist man bisher dazu übergegangen, entweder die Entladespannung des Kondensators zu verändern oder den Abstand der Fokussierungseinrichtung zur Haut bzw. zum Fokusort zu ändern. Diese Maßnahmen sind noch nicht ausreichend, um den Stoßwellengenerator der Vielzahl von unterschiedlichen Behandlungssituationen zufriedenstellend anzupassen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Stoßwellengenerator der eingangs genannten Art so auszubilden, daß er an eine Vielzahl von unterschiedlichen Behandlungssituationen gut anpaßbar ist, so daß er insbesondere eine wirksamere Behandlung in der Lithotripsie ermöglicht.

Bei dem vorausgesetzten Stoßwellengenerator mit einer Linse von vorgegebener Bündelcharakteristik als Fokussierungseinrichtung für den Stoßwellenimpuls auf einen Fokusbereich wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mehrere Linsen mit unterschiedlicher Bündelcharakteristik vorgesehen sind, von denen abwechselnd jeweils eine in den Weg des Stoßwellenimpulses einbringbar ist.

Sofern es sich um einen Stoßwellengenerator mit einer Vorlaufstrecke zwischen der Stoßwellenabstrahlfläche und einer Fokussierungseinrichtung handelt, wird die Anzahl der Variationsmöglichkeiten dadurch erhöht, daß die Länge der Vorlaufstrecke durch Verschieben der Stoßwellen-Abstrahlfläche einstellbar ist.

Eine Erhöhung der Einsatzmöglichkeiten wird auch dadurch erreicht, daß mehrere Kondensatoren vorgesehen sind, die mit wählbarer Kapazität zur Auslösung des Stoßwellenimpulses herangezogen werden.

Bezüglich der Änderung der Kapazität haben Untersuchungen bei einem Stoßwellenrohr mit 12 cm Durchmesser ergeben, daß bei Verringerung der Kapazität von z.B. 1 µF auf 0,5 µF die Dauer des Entladestroms von 5 µs auf 3,5 µs verkürzt werden kann. Eine vorteilhafte Folge davon ist, daß der abgestrahlte Stoßwellenimpuls entsprechend kürzer ist und der Stoßwellenimpuls nach Fokussierung sogar im verstärkten Maß verkürzt ist. Ein kürzerer fokussierter Impuls besitzt bei vergleichbarer Druckamplitude einen geringeren Energieinhalt und eine enger begrenzte Wirkungszone. Die Folge kann eine mehr lokale Abtragung anstatt einer Zertrümmerung sein.

Der Begriff "Bündelcharakteristik" im Zusammenhang mit den Linsen betrifft sowohl die Fokuslänge als auch den Typ der Linse. Bei hautnahen Konkrementen oder bei Kindern kann durch Verwendung einer Linse mit kurzer Brennweite und großem Öffnungswinkel ein besserer Fokussierungsgrad bei reduzierter akustischer Leistung erreicht werden als mit einer Linse mit langer Brennweite und kleinem Öffnungswinkel. Dadurch wird insgesamt eine schonendere Behandlung erreicht. Tiefliegende Konkremente, z.B. bei korpulenten Patienten, erfordern dagegen eine Linse mit längerem Fokus, damit eine optimale Wirkung erzielt werden kann. Die Verwendung von Zylinderlinsen (z.B. bizylindrisch oder sphärisch/zylindrisch) bringt Vorteile bei der Behandlung ausgedehnter Konkremente oder für den Fall, daß mehrere nebeneinanderliegende Konkremente gleichzeitig behandelt werden sollen.

Die Wahl von Kapazität, Linse und/oder Vorlaufstrecke in Verbindung mit einer geeigneten Wahl der Kondensatorspannung und des Abstandes der Fokussierungseinrichtung zur Haut des Patienten kann von Patient zu Patient oder auch bei ein und demselben Patienten während des Behandlungsfortschritts nach Bedarf neu getroffen werden.

Es stellt sich weiter die Aufgabe, einen anpaßbaren Stoßwellengenerator anzugeben, der einen konstruktiv einfachen Aufbau aufweist. Insbesondere soll auf einfache Weise eine Änderung der Brennweiteneinstellung möglich sein. Darüber hinaus soll auf eine gedrungene, nicht zu breite Bauform geachtet werden.

Gemäß einer grundlegenden ersten Ausführungsform wird diese weitere Aufgabe bei einem Stoßwellengenerator, bei dem mehrere Linsen mit unterschiedlicher Bündelcharakteristik vorgesehen sind, von denen jeweils eine in den Weg des Stoßwellenimpulses einbringbar ist, dadurch gelöst, daß die Linsen auf einem gemeinsamen Schlitten angeordnet sind, und daß der Schlitten in einer Führung quer zum Weg des Stoßwellenimpulses linear verschiebbar ist.

Gemäß einer grundlegenden zweiten Ausführungsform wird diese weitere Aufgabe auch dadurch gelöst, daß mehrere Linsen vorgesehen sind, von denen mindestens eine Linse in den Weg des Stoßwellenimpulses einbringbar ist derart, daß sie sich dort mit einer weiteren Linse in Hintereinander-Anordnung befindet.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild eines Stoßwellengenerators mit veränderbarer Kapazität, Linsenstellung und Vorlaufstrecke;

Figur 2 ein Stoßwellenrohr mit Darstellung einer konstruktiven Lösung zur Änderung der Vorlaufstrecke und zur Linsenverstellung und Linsenauswahl im Querschnitt;

Figur 3 einen Blick entlang der Pfeile III-III von Figur 2;

Figur 4 eine Schnittdarstellung eines Stoßwellengenerators mit zwei horizontal in die Vorlaufstrecke seriell einschiebbaren Linsen;

Figur 5 einen Schnitt V-V des Stoßwellengenerators nach Figur 4;

Figur 6 einen weiteren Stoßwellengenerator mit serieller Linsenverstellung mittels eines Hydraulikzylinders;

Figur 7 einen weiteren Stoßwellengenerator mit serieller Linsenverstellung mittels einer Gewindestange und eines Getriebemotors; und

Figur 8 das Frontende eines weiteren Stoßwellengenerators, bei dem wahlweise eine erste Linse, eine zweite Linse oder eine Hintereinanderschaltung beider Linsen in den Weg des Stoßwellenimpulses einbringbar ist/sind.

Für gleiche oder ähnliche Bauelemente werden jeweils dieselben Bezugszeichen verwendet.

In Figur 1 ist ein Stoßwellengenerator 1 dargestellt, der speziell als "Stoßwellenrohr" ausgebildet ist und eine Flachspule 3, eine Vorlaufstrecke 5 und eine Fokussierungseinrichtung 7 umfaßt. Vor der Flachspule 3 ist - durch eine Isolierfolie 9 getrennt - eine Membran 11 aus Bronze oder Kupfer angeordnet. Die Vorlaufstrecke 5 zwischen der Membran 11 und der Fokussierungseinrichtung 7 ist mit einem Koppelmedium, z.B. Wasser, gefüllt.

Wird die Flachspule 3 mit einem Spannungsimpuls beaufschlagt, so wird die Membran 11 aufgrund elektromagnetischer Kraftwirkung - schlagartig abgestoßen. Dadurch wird auf der Vorlaufstrecke 5 ein akustischer Stoßwellenimpuls generiert. Dieser Stoßwellenimpuls, der auf der Vorlaufstrecke 5 im wesentlichen eben ist, wird durch die Fokussierungseinrichtung 7 in einem Fokus F fokussiert. Der Fokus F ist dabei in den Bereich eines Konkrements K im Körper eines zu behandelnden Patienten P gelegt.

Die Flachspule 3 ist mit einem Ende an ein Bezugspotential 13 wie Masse und mit ihrem anderen Ende an eine Funkenstrecke 15 gelegt. Die Funkenstrecke 15 ist mit einer Hilfselektrode 17 versehen, mit deren Hilfe sie gezündet wird. Die Hilfselektrode 17 wird von einer Triggereinrichtung (nicht gezeigt) angesteuert. Die Funkenstrecke 15 ist weiterhin an eine Kondensatorbank 19 angeschlossen. Im schematisch gezeigten Ausführungsbeispiel besteht die Kondensatorbank 19 aus einem Kondensator C_1 und einem Kondensator C_2. Der Kondensator C_1 hat z.B. die Kapazität 1 µF und der Kondensator C_2 den Wert 0,5 µF. Über Umschalter 21, 21a ist entweder der Kondensator C_1 oder der Kondensator C_2 mit der Funkenstrecke 15 verbunden. Die Kondensatorbank 19 kann abweichend davon beispielsweise aus einer Vielzahl n unterschiedlicher Kondensatoren C_i mit i = 1 bis n bestehen, von denen wahlweise jeweils einer an die Funkenstrecke 15 anlegbar ist. Die Kondensatorbank 19 kann alternativ dazu auch aus einer Anzahl gleicher Kondensatoren C_i bestehen, welche über Schaltmittel parallel oder in Serie geschaltet werden können, so daß sich unterschiedliche Kapazitäten ergeben. Es ist auch eine Mischform von unterschiedlichen Kondensatoren C_i bei gleichzeitiger Möglichkeit des Aufbaus von Parallel-und/oder Serienschaltungen möglich.

Ein Stellkontakt 22 des Umschalters 21 ist mit einem ersten Steuer-und Rückmeldegerät 23 verbunden, welches an einen Rechner 25 zur Ermittlung eines Parameters des Stoßwellenimpulses, wie z.B. dessen Druck, dessen Pulsdauer oder dessen Fokusgeometrie, angeschlossen ist. Vom ersten Steuer-und Rückmeldegerät 23 wird eine gewünschte Kapazität an der Kondensatorbank 19 eingestellt.

Zur Versorgung der Kondensatorbank 19 mit Energie ist der Umschalter 21 mit einem Netzgerät 27 mit einstellbarer Ausgangsspannung verbunden. Das Netzgerät 27 ist ebenfalls mit dem Rechner 25 verbunden. Die Ausgangsspannung ist an einem Einstellorgan 28, z.B. in Form eines Potentiometers, wählbar.

Die Fokussierungseinrichtung 7 umfaßt mehrere Linsen, die wahlweise in den Verlauf des Stoßwellenimpulses eingebracht werden können. Ein zweites Steuer-und Rückmeldegerät 29 dient zur Verschiebung, Drehung und Erkennung der Linsen und zur Rückmeldung dieser Daten an den Rechner 25. Die Möglichkeit der linearen Verschiebung quer zur Längsachse des Stoßwellenrohrs und des Austausches von Linsen ist durch einen Doppelpfeil 30 markiert.

Die Möglichkeit einer Verschiebung der Membran 11 zur Veränderung der Länge der Vorlaufstrecke 5 ist durch einen Doppelpfeil 31 angedeutet. Eine konstruktive Durchführung zur Längenänderung der Vorlaufstrecke 5 ist in Figur 2 näher erläutert. Die Position der Membran 11 wird über ein drittes Steuer-und Rückmeldegerät 33 ebenfalls vom Rechner 25 gesteuert, erkannt und ausgewertet.

Der Rechner 25 weist gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel vier Eingänge auf, an welche ein Zustandssignal bezüglich der Kapazitätswahl, der Kondensatorspannung, der Linsenwahl und der Länge der Vorlaufstrecke gelegt ist. Aus diesen Informationen bildet der Rechner 25 ein Ausgangssignal A, welches dem resultierenden Wert eines Parameters des Stoßwellenimpulses entspricht. Ein solcher Parameter kann beispielsweise der Spitzendruck des Stoßwellenimpulses, dessen Pulsdauer oder dessen Fokusgeometrie sein. Der Rechner 25 weist einen Ausgang 35 auf, über den das Ausgangssignal A an ein Bildgerät 37 weitergegeben wird. Das Bildgerät 37 kann dabei ein Gerät zur Darstellung des Röntgen-oder Ultraschallbildes im Untersuchungsbereich des Patienten P sein, wobei die Werte über die Parameter des Stoßwellenimpulses in das Bild eingeblendet sind.

Vorteil des gezeigten Stoßwellengenerators 1 ist die hohe Variationsmöglichkeit bezüglich seiner Betriebsdaten. Über die einstellbare Kapazität der Kondensatorbank 19 können Dauer und Amplitude des Stoßwellenimpulses sowie die Ausdehnung der Fokuszone - z.B. der -6dB-Zone bezogen auf das Druckmaximum - beeinflußt werden. Durch Verschieben der Stoßwellen-Abstrahlfläche, im Ausführungsbeispiel also durch Verschieben der Membran 11, wird die Länge der Vorlaufstrecke 5 verändert. Es kann so die Steilheit des Stoßwellenimpulses am Ort der Fokussierungseinrichtung 7 kontinuierlich verändert werden. Die Möglichkeit des Austausches der Fokussierungseinrichtung 7 gegen eine andere, die z.B. durch den Doppelpfeil 30 angedeutet wurde, ist besonders vorteilhaft. So kann z.B. zu Beginn der Behandlung bei einem ausgedehnten Konkrement K mit einer zylindrischen Linse gearbeitet werden, welche einen Linienfokus aufweist. Zu einem späteren Zeitpunkt wird auf eine sphärische Linse mit punktförmigem Fokusbereich umgeschaltet, um eine bessere Wirkung bei den nun kleineren Fragmenten zu bewirken.

Figur 2 zeigt im wesentlichen konstruktive Ausführungsbeispiele zur Längenänderung der Vorlaufstrecke 5 und zur Auswechslung der Fokussierungseinrichtung 7. Die Flachspule 3 mit Isolierfolie 9 und die Membran 11 sind als ein geschlossener Spulenträger 40 dargestellt. Der Spulenträger 40 ist an mehreren Stangen 42a, 42b befestigt, von denen wenigstens eine als Gewindestange 42a ausgelegt ist und die von einem Traggestell 43 gehalten sind. Durch Drehen der Gewindestange 42a entlang des gekrümmten Doppelpfeils 44 wird der Spulenträger 40 und damit die Abstrahlfläche für den Stoßwellenimpuls (= Fläche der Membran 11) entlang der Längsachse L des Stoßwellengenerators 1 verschoben. Befindet sich die Fokussierungseinrichtung 7 an einer vorgegebenen Koordinate auf der Längsachse L, so ändert sich durch Verschieben des Spulenträgers 40 über die Gewindestange 42a die Länge der Vorlaufstrecke 5. Der die Vorlaufstrecke 5 begrenzende zylinderförmige Mantel ist als ein flexibler Balg 45 ausge bildet, damit Streckenänderungen leicht ausgeglichen werden können.

Es ist keine neue Justierung des Stoßwellengenerators 1 notwendig, falls der Patient P wechselt. Da die Fokussierungseinrichtung 7 ortsfest ist, bleibt die Anordnung von Fokussierungseinrichtung 7, Fokuspunkt F und Konkrement K unverändert. Eine möglicherweise vorhandene Ankoppelschicht 46 liegt beim Verschieben des Spulenträgers 40 unverändert am Patienten P an.

In Figur 3 ist in Verbindung mit Figur 2 eine Möglichkeit der Wahl und des Austausches der Fokussierungseinrichtung 7 dargestellt. Auf einem viertelkreisscheibenförmigen Halter 48 sind zwei Linsen 7a, 7b als Fokussierungseinrichtung 7 angebracht. Die Linsen 7a, 7b haben unterschiedliche Bündelcharakteristiken (Brennweite, Fokusbereich).

Der Halter 48 weist einen Drehpunkt 50 auf. Er ist dort um eine Achse D parallel zur Längsachse L drehbar gehaltert. Der Drehpunkt 50 ist gleichzeitig Mittelpunkt einer Bohrung 52 im Gehäuse 53 des Stoßwellengenerators 1. Durch die Bohrung 52 ist ein Stift 54 geführt, dessen Achse parallel zur Längsachse L des Stoßwellengenerators 1 verläuft und gleichzeitig Drehachse D ist, um welche der Halter 48 drehbar ist. Der Stift 54 ist an der Welle eines Motors 56 angeschlossen. Über den Motor 56 kann die Verstellung der Linsen 7a, 7b und die Rückmeldung, welche Linse 7a, 7b eingeschoben ist, vorgenommen werden.

Der Halter 48 kann auch als volle Kreisscheibe ausgelegt sein mit einer Vielzahl von Fokussierungseinrichtungen oder Linsen 7.

Alternativ ist es möglich, den Halter 48 als Schieber oder Schlittten auszubilden und die Linsen - ähnlich wie bei einem Diaprojektor die Dias - durch lineare Verschiebung in den Verlauf des Stoßwellenimpulses einzubringen. Dies ist in den Figuren 4 bis 8 gezeigt.

Nach den Figuren 4 und 5 ist ein Stoßwellengenerator 1 vorgesehen, der wieder speziell als "Stoßwellenrohr" (vgl. DE-OS 33 28 051) für die Lithotripsie ausgebildet ist. Ein geschlossener Spulenträger 40, der eine Flachspule, eine Isolierfolie und eine Membran enthält, ist an eine mit Koppelflüssigkeit gefüllte Vorlaufstrecke 5 angeschlossen, die im wesentlichen von einem Faltenbalg 45, einem anschließenden Gehäuse 53a, 53b und einer Ankoppelmembran 46 am Frontende gebildet wird. Der im Spulenträger 40 ausgelöste ebene Stoßwellenimpuls p wird entlang einer Längsachse L auf einen Fokus F fokussiert, in dem sich das zu zerstörende Konkrement befindet.

Als Fokussiereinrichtung zur Fokussierung auf den Fokus F ist jeweils eine von zwei Linsen 7a, 7b vorgesehen, die wahlweise in den Weg (symbolisiert durch die Längsachse L) des Stoßwellenimpulses p geschoben werden können. Zu diesem Zweck sind die beiden Linsen 7a, 7b nebeneinander auf einem gemeinsamen Träger, Schieber oder Schlitten 70 angeordnet. Mit Hilfe dieses Schlittens 70 sind die Linsen 7a, 7b quer zur Längsachse L verschiebbar. Die Linsen 7a, 7b sind dabei entweder auf dem Schlitten 70 aufgebracht, z.B. dort eingeschraubt oder eingeklebt, oder aber in diesen integriert, z.B. mit diesem in einem Teil gegossen.

Der gemeinsame rechteckige Schlitten 70 ist an seiner unteren Seite mit einer Zahnung 72, z.B. in Form einer horizontalen Zahnstange, versehen. Mit dieser Zahnung 72 kämmt ein Zahnrad 74, das im unteren Gehäuseteil 53b untergebracht ist. Der Schlitten 70 ist oben und unten durch Führungen 76 bzw. 78, die im Gehäuseteil 53a bzw. 53b befestigt sind, quer zur Längsachse L und horizontal geführt. Der Schlitten 70 ist zwischen zwei Stellungen durch einen motorischen Antrieb 80 in Form eines Elektromotors 82, der das Zahnrad 74 antreibt, verstellbar. Die Drehachse R liegt parallel zur Längsachse L. Die resultierende lineare Hin-oder Herbewegung ist durch einen Doppelpfeil 30 gekennzeichnet. Eine Aktivierung des Elektromotors 82 bewirkt also, daß wahlweise die erste Linse 7a oder die zweite Linse 7b in den Weg L des Stoßwellenimpulses p gefahren wird. Auf diese Weise läßt sich die gewünschte Brennweite einstellen, d.h. der Abstand zwischen Stoßwellengenerator 1 und Fokus F variieren.

Figur 6 entspricht weitgehend der Figur 5. Hier ist als motorischer Antrieb 80 allerdings ein Hydraulikzylinder 84 vorgesehen, der über seine Steueranschlüsse 85, 86 mit einem Hydraulikfluid angetrieben wird. Der Kolben 87 wirkt auf eine Stange 88, die mit einem unteren Ansatzstück 90 am gemeinsamen Schlitten 70 fest verbunden ist. Auch hier wird wieder eine Hin-oder Herbewegung entlang des Doppelpfeils 30 erzielt, und zwar je nach Strömungsrichtung des Fluids.

Auch Figur 7 entspricht weitgehend der Figur 5. Hier ist als motorischer Antrieb 80 allerdings ein Getriebemotor 92 vorgesehen, dessen Welle axial mit einer Gewindestange 94 versehen ist, die in einer Wandermutter oder Nuß 96 läuft. Die Nuß 96 ist am unteren Ende des gemeinsamen Schlittens 70 befestigt. Ein Gegenlager für die Gewindestange 94 ist mit 98 bezeichnet. Beim Drehen des Getriebemotors 92 wird auch hier wieder der gemeinsame Schlitten 70 samt den Linsen 7a, 7b linear in Richtung des Doppelpfeils 30 verstellt.

Bei den Ausführungsformen nach den Figuren 4 bis 7 war davon ausgegangen, daß sich bei der Stoßwellenaussendung jeweils nur eine einzige Linse 7a oder 7b im Schallweg L befindet. Bei der Ausführungsform nach Figur 8 ist dies anders. Hier kann sich wahlweise die erste Linse 7a, die zweite Linse 7b oder es können sich beide Linsen 7a, 7b in Hintereinanderschaltung im Schallweg L befinden. Die beiden Linsen 7a, 7b können dabei durchaus gleiche Brennweite besitzen; im allgemeinen Fall werden sie jedoch unterschiedliche Brennweiten aufweisen, z.B. 15 cm bzw. 12 cm. Im kombinierten Fall ergibt sich daraus z.B. eine Brennweite von 7 cm. Das Einbringen erfolgt auch hier wieder in horizontaler Richtung.

Bei der Ausführung nach Figur 8 sind die Linsen 7a, 7b wahlweise einzeln oder kombiniert mittels der oberen und unteren Querführung 76 bzw. 78 in die Vorlaufstrecke 5 nahe der Ankoppelmembran 46 einbringbar.

Die beiden Linsen 7a, 7b sind vorliegend in einem gewissen Abstand zueinander angeordnet und als bikonkave Linsen ausgeführt. Stattdessen könnten sie auch plan-konkav ausgeführt sein der-

gestalt. daß bei der Hintereinander-Anordnung (wenn sie also beide eingeführt sind) ihre planen Seiten einen bis zur Berührung gehenden minimalen Abstand haben, der mit einem Wasserfilm ausgefüllt ist.

Beide Linsen 7a, 7b sind in einem Schlitten 100a bzw. 100b angeordnet oder untergebracht, die in den Querführungen 76, 78 gleiten und querverschieblich gelagert sind. Beide Schlitten 100a, 100b besitzen an ihrer unteren Kante eine Zahnung 102a bzw. 102b, z.B. in Form jeweils einer Zahnstange. Diese Zahnungen 102a, 102b werden durch ein Antriebsritzel 104 betätigt, das auf der Antriebs-oder Keilwelle 106 eines elektrischen Getriebemotors 108 sitzt. In der in Figur 8 eingenommenen Stellung kämmt das Antriebsritzel 104 speziell mit der Zahnung 102a.

Soll die erste Linse 7a in den Stoßwellenweg L hinein-oder aus diesem herausgefahren werden, wird der Getriebemotor 108 in der entsprechenden Richtung in Drehung versetzt. Soll dasselbe mit der zweiten Linse 7b geschehen, so wird das Antriebsritzel 104 zunächst aus der Verzahnung 102a ausgeklinkt und in Richtung auf die Zahnung 102b des zweiten Schlittens 100b verschoben, bis diese miteinander kämmen. Diese Verschiebung wird mit Hilfe eines Hebels 109 bewirkt, der auf einer Hülse 110 befestigt ist, die ihrerseits wieder auf der Antriebswelle 106 sitzt und das Antriebsritzel 104 trägt oder dieses bildet.

Es ist also ersichtlich, daß über den Getriebemotor 108 und das verschiebbare Antriebsritzel 104 wahlweise die erste Linse 7a oder die zweite Linse 7b oder aber beide Linsen 7a, 7b in - schalltechnischer Hintereinanderschaltung in den Stoßwellenweg L gebracht werden können.

Abweichend davon kann auch entsprechend Figuren 4 und 5 vorgegangen werden. Das heißt, die Verstellung der Linsen 7a, 7b kann nach einer Modifikation auch über zwei getrennte Antriebe mit jeweils eigener Zahnung und eigenem Ritzel erfolgen. Nach einer weiteren Modifikation kann die Linsenverstellung auch über zwei getrennte Antriebe mittels Gewindestange und zugehöriger Nuß, wie in Figur 7 dargestellt, erfolgen.

Schließlich kann auch bei der Ausführung nach Figur 8 auf eine lineare Verschiebung der beiden Linsen 7a, 7b verzichtet werden. Stattdessen können die beiden Linsen 7a, 7b jeweils getrennt in den Stoßwellenweg L geschwenkt, d.h. durch eine Drehbewegung eingebracht werden. Auch bei dieser Ausführung kann mindestens ein motorischer Antrieb eingesetzt werden.

Die Hintereinander-Anordnung der beiden Linsen 7a, 7b und ihrer Schlitten 100a, 100b nach Figur 8 hat gegenüber der Ausführung nach den Figuren 4 bis 7 den Vorteil, daß -trotz Veränderbarkeit der Brennweite - Platz nach der Seite hin eingespart wird.

Ansprüche

1. Stoßwellengenerator zur Erzeugung eines akustischen Stoßwellenimpulses mit einer Linse von vorgegebener Bündelcharakteristik als Fokussierungseinrichtung für den Stoßwellenimpuls auf einen Fokusbereich, **dadurch gekennzeichnet,** daß mehrere Linsen (7a, 7b) mit unterschiedlicher Bündelcharakteristik vorgesehen sind, von denen abwechselnd jeweils eine in den Weg des Stoßwellenimpulses einbringbar ist.

2. Stoßwellengenerator zur Erzeugung eines akustischen Stoßwellenimpulses mit einer Linse von vorgegebener Bündelcharakteristik als Fokussierungseinrichtung für den Stoßwellenimpuls auf einen Fokusbereich, **dadurch gekennzeichnet,** daß mehrere Linsen (7a, 7b) vorgesehen sind, von denen mindestens eine Linse (7a) in den Weg (L) des Stoßwellenimpulses (p) einbringbar ist derart, daß sie sich dort mit einer weiteren Linse (7b) in Hintereinander-Anordnung befindet (Figur 8).

3. Stoßwellengenerator nach Anspruch 1 oder 2, mit einer Vorlaufstrecke zwischen der Stoßwellen-Abstrahlfläche und einer Fokussierungseinrichtung, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Vorlaufstrecke (5) durch Verschieben der Stoßwellen-Abstrahlfläche in ihrer Länge einstellbar ist.

4. Stoßwellengenerator nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß mehrere Kondensatoren (C_1, C_2) vorgesehen sind, die mit wählbarer Kapazität zur Auslösung des Stoßwellenimpulses herangezogen werden.

5. Stoßwellengenerator nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Kondensatoren (C_1, C_2) zu einer in der Kapazität einstellbaren Kondensatorbank (19) zusammengefaßt sind.

6. Stoßwellengenerator mit einer Längsachse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Linsen (7a, 7b) auf einem gemeinsamen Schlitten (70) angeordnet sind, welcher quer zur Längsachse (L) und vorzugsweise horizontal verschiebbar ist.

7. Stoßwellengenerator nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Schlitten (70) zwischen mindestens zwei Stellungen durch einen motorischen Antrieb (80) verstellbar ist (Figuren 4 bis 7).

8. Stoßwellengenerator mit einer Längsachse nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Linsen (7a, 7b) auf einem Halter (48) angeordnet sind, welcher um eine Achse (D) parallel zur Längsachse (L) drehbar ist.

9. Stoßwellengenerator nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Entladespannung der Kondensatoren (C) einstellbar ist.

10. Stoßwellengenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Linsen (7a, 7b) unterschiedliche Brennweiten aufweisen.

11. Stoßwellengenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Linsen (7a, 7b) unterschiedliche Fokusbereiche aufweisen.

12. Stoßwellengenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet,** daß ein Steuergerät (25) vorgesehen ist, an dessen Eingang ein Zustandssignal bezüglich Kapazitätswahl, Kondensatorspannung, Linsenwahl und/oder Länge der Vorlaufstrecke (5) gelegt ist, und an dessen Ausgang (35) ein errechneter resultierender Wert eines Para meters des Stoßwellenimpulses (wie z.B. dessen Druck, dessen Pulsdauer oder dessen Fokusgeometrie) anliegt.

13. Stoßwellengenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet,** daß er ein Stoßwellenrohr mit einer Metallmembran (11) umfaßt.

14. Stoßwellengenerator nach einem der Ansprüche 2 bis 13, **dadurch gekennzeichnet,** daß zwei Linsen (7a, 7b) bevorzugt durch einen motorischen Antrieb (108) wahlweise jeweils einzeln oder räumlich hintereinander in den Weg (L) des Stoßwellenimpulses (p) einbringbar sind (Figur 8).

15. Stoßwellengenerator nach einem der Ansprüche 2 bis 14, **dadurch gekennzeichnet,** daß die eine Linse (7a, 7b) mittels eines Schlittens (100a, 100b), der in einer Führung (76, 78) gehaltert ist, quer zum Weg (L) des Stoßwellenimpulses (p) linear verschiebbar ist (Figur 8).

16. Stoßwellengenerator nach einem der Ansprüche 2 bis 14, **dadurch gekennzeichnet,** daß die eine Linse (7a, 7b) um eine Achse (D'), die parallel ist zum Weg (L) des Stoßwellenimpulses (p), in den Weg (L) des Stoßwellenimpulses (p) einschwenkbar ist.

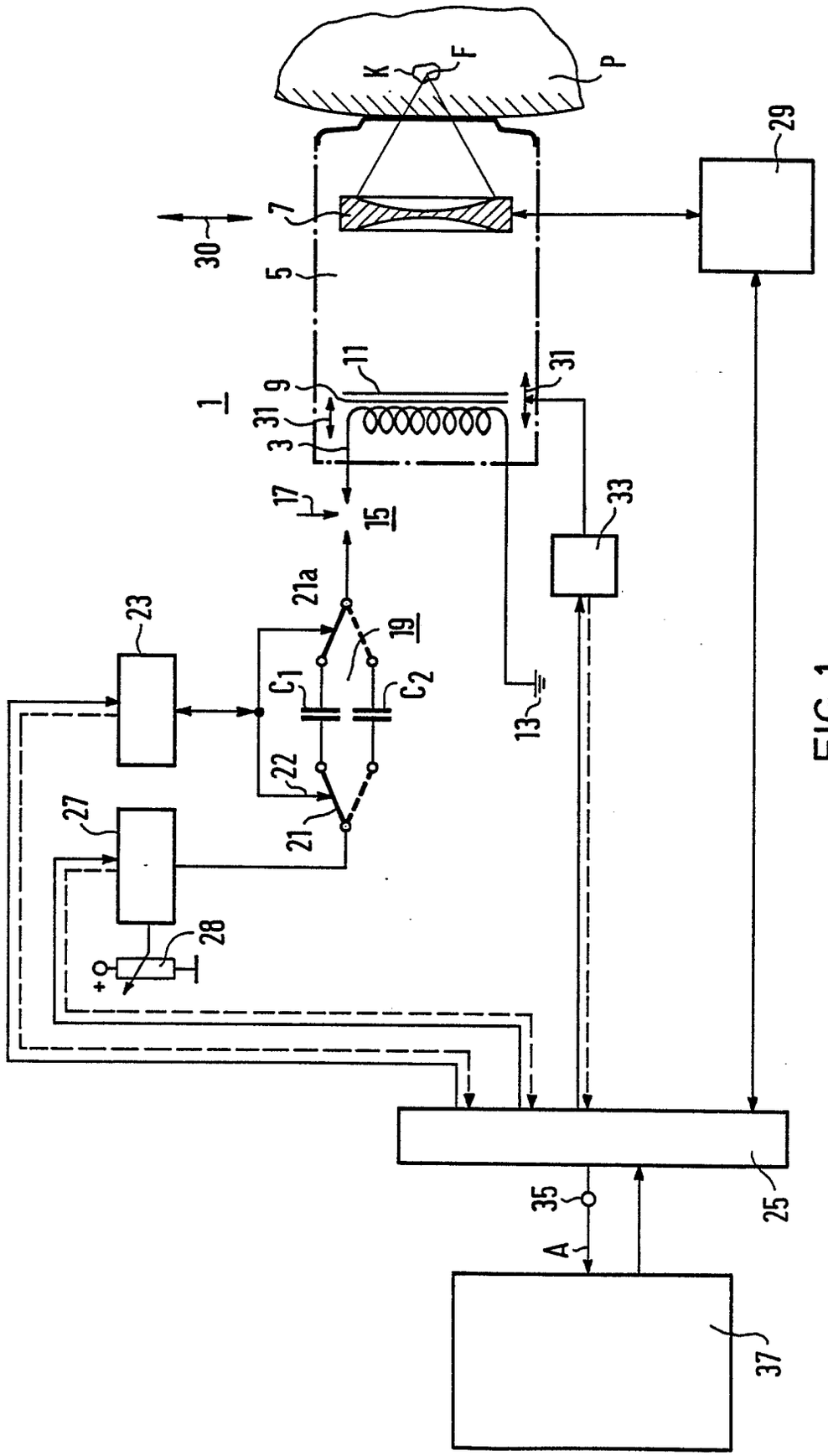

K
F
P
29
7
30
5
1
11
9
31
3
17
15
33
21a
19
23
C1
C2
13
22
21
27
28
25
35
A
37

FIG 1

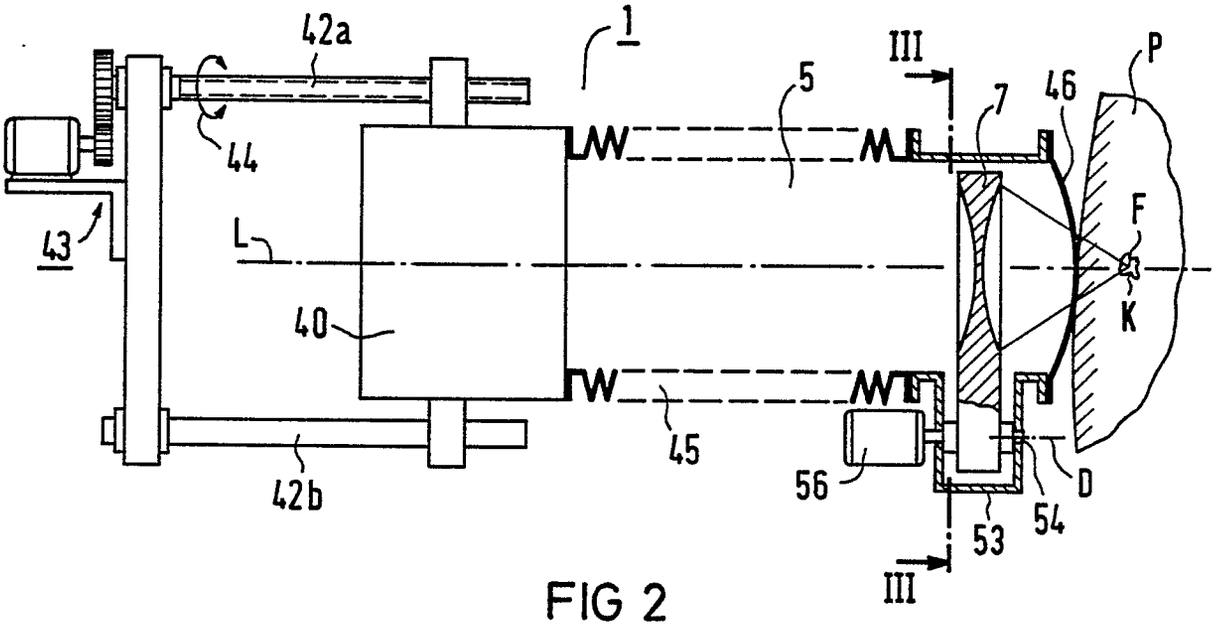


FIG 2

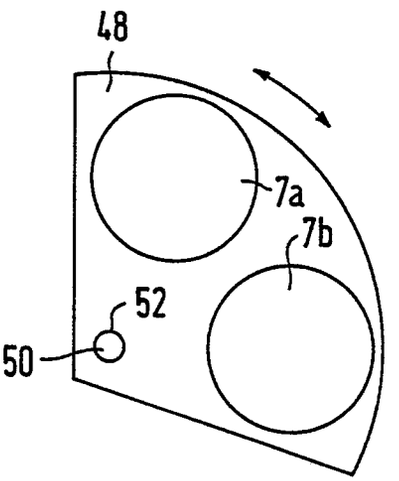


FIG 3

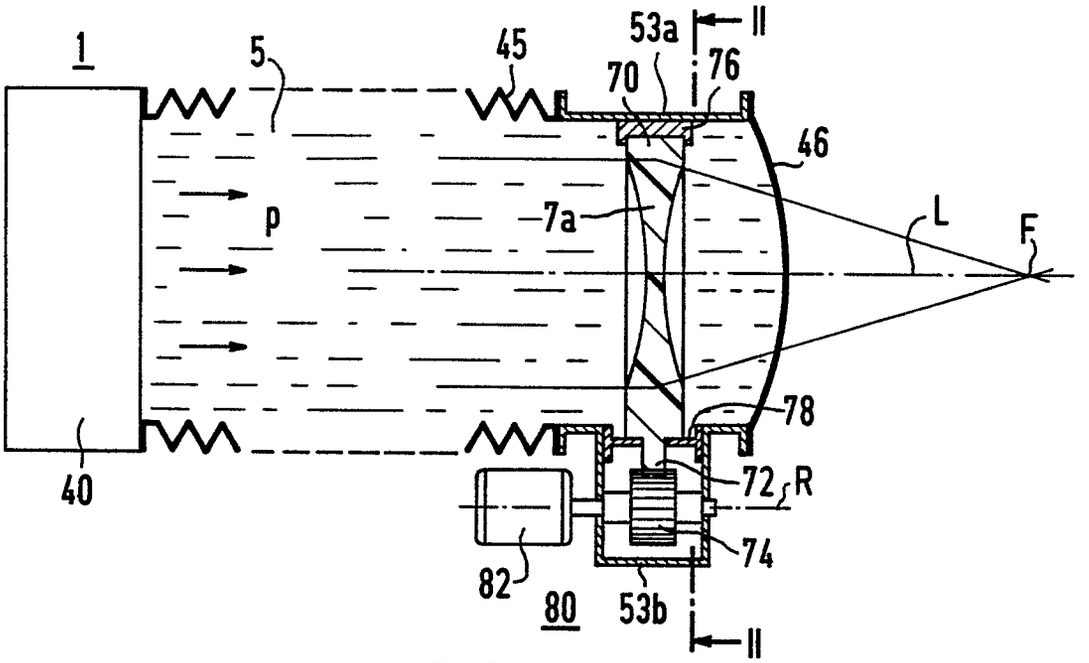

1
5
45
53a
II
70
76
46
p
7a
L
F
78
40
72
R
74
82
80
53b
II

FIG 4

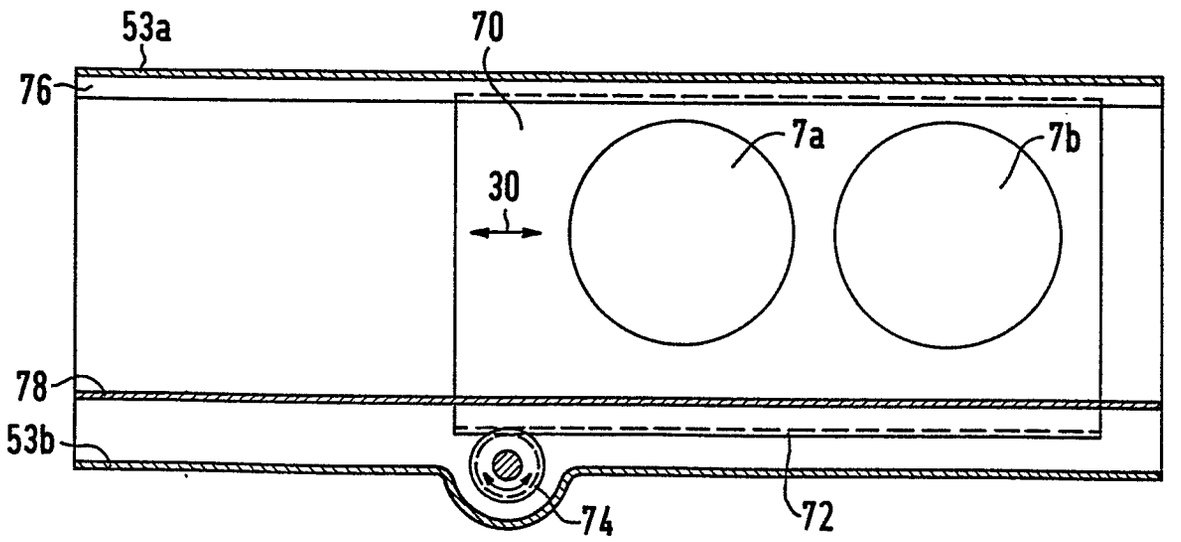

53a
70
76
7a
7b
30
78
53b
74
72

FIG 5

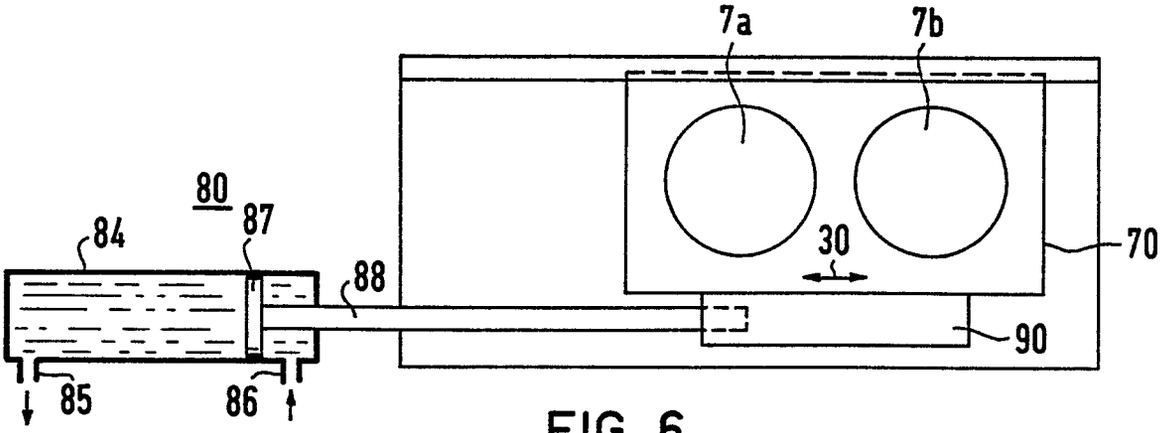


FIG 6

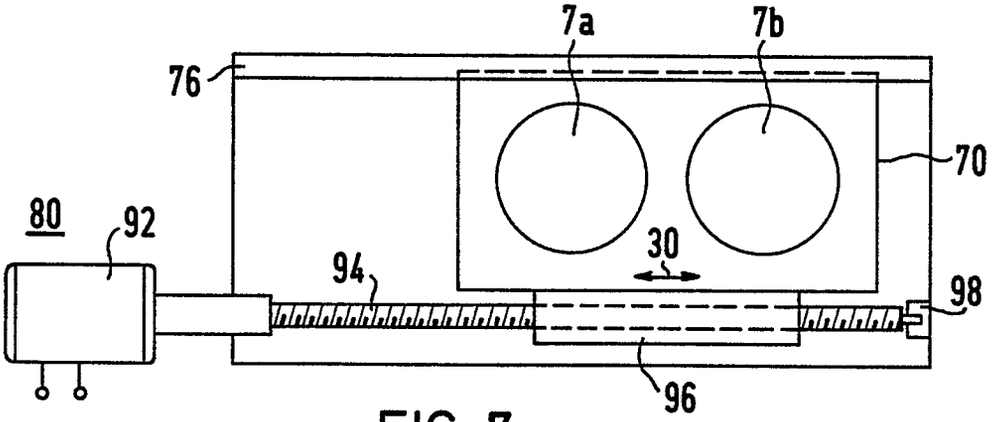


FIG 7

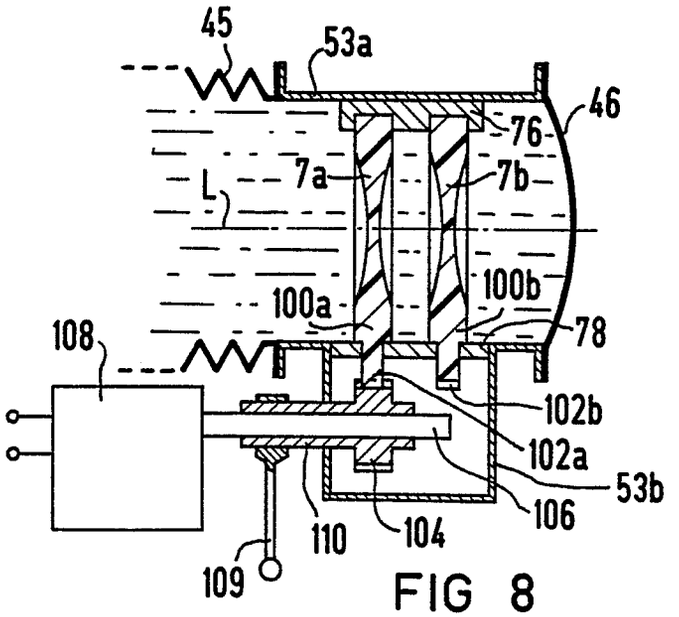


FIG 8

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 87 10 9622

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	EP-A-0 133 665 (SIEMENS) * Figur 1 * & DE-A-3 328 051 (Kat. D) ---	1,13	G 10 K 11/30 G 10 K 9/12
A	US-A-4 213 344 (ROSE) * Zusammenfassung; Figur 1 * ---	1,8,11	
A	DE-B-1 269 922 (LICENTIA-PATENT-VERWALTUNGS-GmbH) * Anspruch * ---	3	
A	US-A-4 191 189 (BARKAN) * Spalte 2, Zeile 56 - Spalte 3, Zeile 13; Figur 2 * -----	4,5,9	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)

G 10 K
A 61 B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	27-10-1987	ANDERSON A.TH.

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze

E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument