

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

0 188 750
A1

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 85116021.8

51

Int. Cl.4: A61B 17/22

22

Anmeldetag: 16.12.85

30

Priorität: 27.12.84 DE 3447440

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.07.86 Patentblatt 86/31

64

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)

54

Stoßwellenrohr für die Zerrümmung von Konkrementen.

57

Bei einem Stoßwellenrohr (1) für die Konkrementzerrümmung in einem Patienten ist die Spule als ebene Flachspule (9) ausgebildet. Eine rohrartige Verbindung (39) führt vom Bereich zwischen der Flachspule (9) und einer vorgelagerten Membran (13) zu der Saugseite einer Vakuumpumpe (41). Im Betrieb des Stoßwellenrohrs (1) ist die Membran (13) an die Flachspule (9) angesaugt. Vorteil der Anordnung ist es, daß eine Druckkammer zum Anpressen der Membran (13) von außen entfällt. Die Stoßwellen brauchen deswegen keine Austrittsfenster zu durchlaufen, wodurch Störungen aufgrund von Rissen in dem Austrittsfenster entfallen. Das Stoßwellenrohr (1) kann sehr kompakt in Verbindung mit Reflektoren (69; 81, 83) aufgebaut werden. Die Reflektoren (69; 83) weisen bevorzugt eine parabolische Form mit einem Brennpunkt (F) auf, in welchem das Konkrement (75) des Patienten plaziert wird.

EP 0 188 750 A1

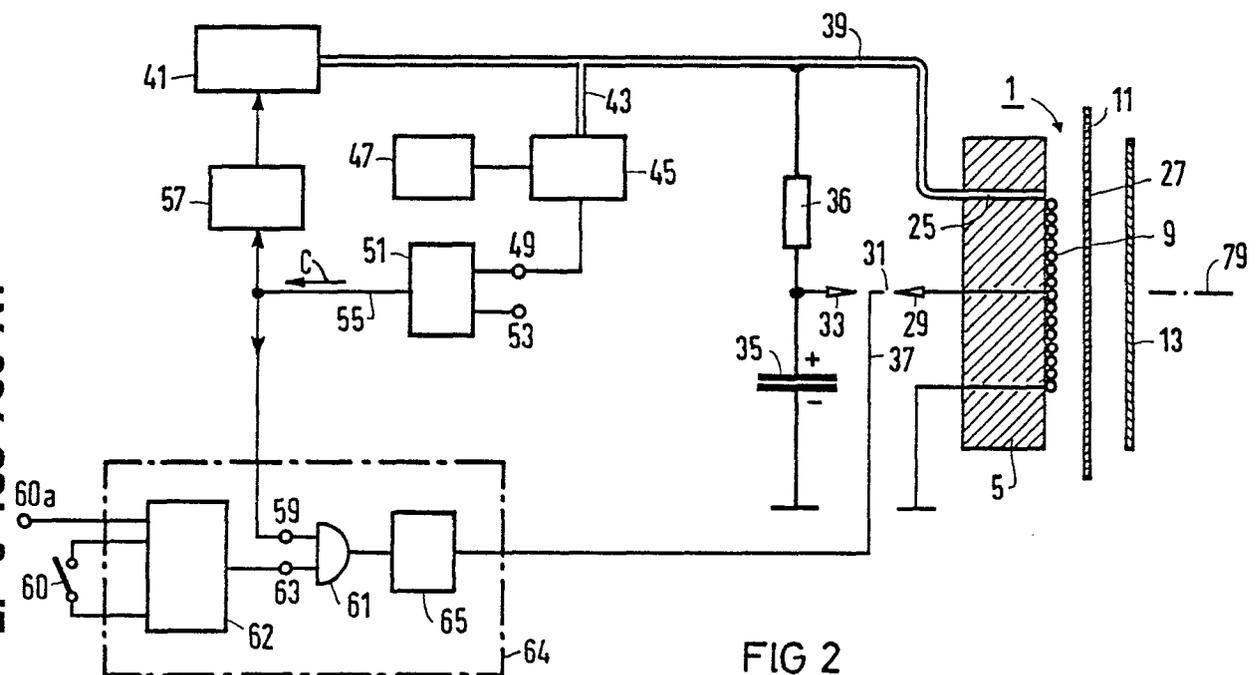


FIG 2

Stoßwellenrohr für die Zertrümmerung von Konkrementen

Die Erfindung betrifft ein Stoßwellenrohr mit einer Spule, an welcher eine Membran angrenzt. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf ein Stoßwellenrohr, das zur Konkrementzertrümmerung in der Therapie eingesetzt wird.

Stoßwellenrohre dieser Art sind an sich seit längerer Zeit bekannt und können nach neueren Untersuchungen, wie z. B. in der DE-OS 33 12 014 beschrieben, in der Medizintechnik zur Zertrümmerung von Konkrementen im Körper eines Patienten eingesetzt werden. Dort ist ein Stoßwellenrohr beschrieben, dessen Spule eine gekrümmte Form aufweist, so daß die ausgesandte Stoßwelle in einem Fokus zusammenläuft. Vor der Spule sind eine Isolierfolie und eine Metallmembran angeordnet. Um eine wirkungsvolle Stoßwelle zu erzielen, ist es nötig, daß die Membran eng an der Spule anliegt. Dazu wird vor der Membran ein Hohlraum gebildet, der mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, welche unter einem gewissen Druck steht.

Es hat sich herausgestellt, daß diejenigen Materialien, die unter dem zum Anpressen der Membran nötigen Druck stehen, aufgrund der dadurch bestehenden andauernden Vorspannung von der durchlaufenden Stoßwelle besonders stark beansprucht werden. Bei gewöhnlichen Austrittsfenstern für die Stoßwelle, z. B. aus Plexiglas, hat sich gezeigt, daß diese Druckvorbelastung nach Durchlauf mehrerer Stoßwellen zur Ribildung führen kann. Der Überdruck kann dann nicht mehr aufrecht erhalten werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Stoßwellenrohr der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß es solchen zerstörerischen Beanspruchungen nicht mehr ausgesetzt ist. Die Erfindung beruht auf der Überlegung, daß sich dies erreichen läßt, wenn die Stoßwellen außer der Membran keine weiteren Teile durchlaufen, die mit einer andauernden Druckdifferenz beaufschlagt sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Membran mit Unterdruck gegenüber der Umgebung an die Spule angesaugt ist.

Vorteil dieses Stoßwellenrohres ist es, daß ein Überdruck zum Andrücken der Membran gegen die Spule entfällt. Damit entfällt auch die notwendige Kammer zum Halten des Überdrucks und die in dieser Kammer als Austrittsfenster vorgesehene Materialschiicht, die von der Stoßwelle durchlaufen wird. Durch den Wegfall dieser Materialschiicht ergibt sich weiter als wesentlicher Vorteil, daß keine Wechselwirkung mit dieser Materialschiicht stattfinden kann, welche die Amplitude sowie den zeitlichen und räumlichen Verlauf der Stoßwelle andernfalls nachteilig beeinflussen würde.

Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, daß die Spule als ebene Flachspule ausgebildet ist, und daß eine rohrartige Verbindung vorgesehen ist, deren eines Ende im Bereich zwischen der Membran und der Flachspule liegt und deren anderes Ende an die Saugseite einer Vakuumpumpe anschließbar ist, die zur Erzeugung des Unterdrucks vorgesehen ist.

Aufgrund des Unterdrucks zwischen der Flachspule und der Membran liegt diese bis in ihren Randbereich an der Flachspule an. Bei Auslösung der Stoßwelle wird die Membran schlagartig aus ihrer Ruhelage ausgelenkt; danach wird sie durch die Rücksaugkraft schnell gedämpft, wobei gleichzeitig eine definierte Rückführung der Membran erfolgt.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen in Verbindung mit den Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1 ein Stoßwellenrohr mit gegen die Flachspule ange-

saugter Membran,

Fig. 2 ein schematisch dargestelltes Stoßwellenrohr mit angeschlossener Vakuumpumpe und Überwachungseinrichtungen,

Fig. 3 eine erste Reflektorordnung zur Fokussierung der emittierten ebenen Stoßwelle,

Fig. 4 eine zweite Reflektorordnung zur Fokussierung der emittierten ebenen Stoßwelle,

Fig. 5 eine dritte Reflektorordnung zur Fokussierung der emittierten ebenen Stoßwelle,

Fig. 6 eine vierte Reflektorordnung zur Fokussierung der emittierten ebenen Stoßwelle und

Fig. 7 ein Linsensystem zur Fokussierung der emittierten ebenen Stoßwelle.

In Figur 1 ist mit 1 ein Stoßwellenrohr bezeichnet. Das Stoßwellenrohr 1 weist ein zylindrisches Gehäuse 3 auf, im Bereich von dessen Stirnseite innen ein kreisförmiger Spulenträger 5 befestigt ist. Der Spalt zwischen dem Spulenträger 5 und dem Gehäuse 3 ist mittels eines ersten O-Ringes 7 abgedichtet. Auf der Oberseite des Spulenträgers 5 ist eine ebene einlagige Flachspule 9 eingegossen. Die Flachspule 9 ist spiralförmig gewickelt, so daß sich in der Mitte und am Rand jeweils ein Anschluß zum Anlegen einer elektrischen Spannung befindet. Oberhalb der eingegossenen Flachspule 9 ist eine kreisförmige Isolierfolie 11 angeordnet, die denselben Querschnitt hat wie das Gehäuse 3 des Stoßwellenrohres 1. Oberhalb der Isolierfolie 11 befindet sich eine kreisförmige Membran 13 von gleichem Querschnitt. Die Membran 13 ist aus elektrisch gut leitendem Material gefertigt. Zwischen der Membran 13 und der Isolierfolie 11 ist ein Abstandsring 15 eingelegt, so daß ein kleiner Luftspalt 14 zwischen der Isolierfolie 11 und der Membran 13 vorhanden ist. Oberhalb der Membran 13 ist ein profilierter Haltering 17 angeordnet. In einer peripheren Ringnut des Halterings 17 befindet sich ein zweiter O-Ring 19. Damit ist die Unterseite des Halterings 17 gegen die Membran 13 abgedichtet.

Das Gehäuse 3 ist im Anschluß an den Haltering 17 rechtwinklig nach innen abgebogen, so daß ein Anschlag für den Haltering 17 entsteht. In diesem Anschlag oder abgebogenen Teil des Gehäuses 3 ist von innen eine Ringnut 21 eingefräst, die zur Aufnahme eines dritten O-Rings 23 dient. Mit diesem O-Ring 23 wird die Oberseite des Halterings 17 gegen das Gehäuse 3 dicht abgeschlossen.

Der Spulenträger 5 ist in seinem Randbereich mit einer Bohrung oder Öffnung 25 versehen, die parallel zur Hauptachse ganz durch ihn hindurchführt. Abweichend davon könnte die kanalartige Öffnung 25 auch in der Innenseite des Gehäuses 3 verlaufen. Die am einen Ende der kanalartigen Öffnung 25 gelegene Isolierfolie 11 ist mit einem Loch 27 versehen. An das andere Ende der Öffnung 25 ist über einen (nicht gezeigten) Stutzen eine Vakuumpumpe (in Fig. 1 nicht gezeigt) angeschlossen.

Ist die Vakuumpumpe eingeschaltet, so wird durch die Bohrung 25 und das Loch 27 aus dem Spalt 14, der zwischen der Isolierfolie 11 und der Membran 13 liegt, Luft angesaugt. Die Membran 13 bewegt sich dann in die strich-

punktiert gezeichnete durchgebogene Position. Sie liegt sodann aufgrund der Saugkraft eng an der Isolierfolie 11 und damit indirekt an der Flachspule 9 an. Wird auf die Flachspule 9 mittels eines (in Fig. 2 gezeigten) Kondensators ein steiler, hoher Spannungsimpuls gegeben, so wird aufgrund der resultierenden starken elektromagnetischen Kräfte die Membran 13 von der Flachspule 9 und der Isolierfolie 11 abgestoßen. Nach dem Spannungsimpuls wird die Membran 13 aufgrund des Unterdrucks wieder in eine definierte Position an die Isolierfolie 11 zurückgeführt.

Das Volumen zwischen der Membran 13 und der Isolierfolie 11 ist gegenüber dem Volumen der Bohrung 25 und der Zuleitung zur Vakuumpumpe sehr gering. Es hat sich gezeigt, daß das Stoßwellenrohr 1 bei guter Abdichtung mehrere Stunden mit dem einmal erzeugten Unterdruck arbeiten kann, ohne daß die Vakuumpumpe erneut eingeschaltet zu werden braucht.

In einer realisierten Ausführungsform betrug die axiale Länge des Stoßwellenrohrs 1 etwa 10 cm, der Innendurchmesser des Gehäuses 3 etwa 15 cm, die Dicke der Membran 13 etwa 0,2 mm, die Dicke des Abstandsrings 15 etwa 0,2 mm und der Durchmesser der Bohrung 25 ca. 2 mm. Der im Luftspalt 14 aufrecht erhaltene Druck betrug weniger als 50 mbar (= 50 Hektopascal).

In Figur 2 ist nochmals das Stoßwellenrohr 1 mit seinen wesentlichen Bauelementen, nämlich dem Gehäuse 3, dem Spulenträger 5, der Flachspule 9, der Isolierfolie 11 und der Membran 13, dargestellt. Der erste elektrische Anschluß der Flachspule 9, der in ihrem Zentrum sitzt, ist herausgeführt und an die erste Elektrode 29 einer Funkenstrecke 31 geführt. An die zweite Elektrode 33 der Funkenstrecke 31 ist ein geerdeter Kondensator 35 gelegt. Dieser wird über einen Vorwiderstand 36 durch ein nicht gezeigtes Ladegerät aufgeladen. Die Ladespannung beträgt ca. 20 kV. Zwischen der ersten Elektrode 29 und der zweiten Elektrode 33 der Funkenstrecke 31 befindet sich eine Hilfselektrode 37, über die die Funkenstrecke 31 gezündet werden kann. Im Falle der Zündung entlädt sich der Kondensator 35 schlagartig über die Flachspule 9, woraufhin die metallene Membran 13 aufgrund der elektromagnetischen Wechselwirkung von der Flachspule 9 abgestoßen wird.

Die Bohrung 25 ist hier Teil einer rohrartigen Verbindung. Insbesondere beinhaltet diese noch einen Schlauch 39, der zu der Saugseite einer Vakuumpumpe 41 führt. Der Schlauch 39 besitzt eine Abzweigung 43, von welcher eine Stichleitung zu einem Druckmeßgerät oder Manometer 45 führt. An dem Manometer 45 ist eine Anzeigevorrichtung 47 zur Darstellung des momentanen Unterdruckes angeschlossen. Das Manometer 45 ist so ausgebildet, daß es ausgangsseitig ein elektrisches Signal abgibt, das ein Maß für den Unterdruck ist. Es ist ausgangsseitig über eine Leitung an den ersten Eingang 49 eines Komparators 51 angeschlossen. An den zweiten Eingang 53 des Komparators 51 wird eine elektrische Spannung gelegt, die einem oberen Grenzwert für den Druck zwischen der Isolierfolie 11 und der Membran 13 entspricht. Dieser Grenzwert, der z. B. 100 mbar betragen kann, wird mit dem momentan gemessenen Druck-Istwert des Manometers 45 verglichen, und das Ergebnis des Vergleichs wird am Ausgang 55 des Komparators 51 als elektrisches Ausgangssignal C abgegeben. Das Ausgangssignal C des Komparators 51 ist zum einen an eine Steuerschaltung 57 für die Vakuumpumpe 41 geführt. Über die Steuerschaltung 57 wird die Vakuumpumpe 41 ein und ausgeschaltet. Bei Überschreiten des genannten oberen Grenzwertes wird sie eingeschaltet. Zum anderen ist das Ausgangssignal C des Komparators 51 an den ersten Eingang 59 eines UND-Tores 61 gelegt. Dieses

wird gesperrt, wenn der obere Grenzwert überschritten ist. An den zweiten Eingang 63 des UND-Tores 61 ist ein Triggersignal angelegt. Dieses wird von einer Triggerschaltung 62 geliefert. Das Triggersignal kann beispielsweise von Hand über einen Schalter 60 ausgelöst werden. Bei Schließen des Schalters 60 kann also beispielsweise ein einziger Triggerimpuls ausgelöst werden. Es kann aber auch dadurch eine Folge von Triggerimpulsen ausgelöst werden. Es kann aber auch dadurch eine Folge von Triggerimpulsen mit vorwählbarem Zeitabstand, der die Aufeinanderfolge der Stoßwellen bestimmt, ausgelöst werden. Darüber hinaus kann das Triggersignal von einem Gerät zur Überwachung der Herzaktivität und/oder aber von einem Gerät zur Überwachung der Atmung abgeleitet sein. Ein solches Gerät wäre dann über den Eingang 60a mit der Triggerschaltung 62 verbunden. Der Ausgang des UND-Tores 61 ist zu einer Auslöseinrichtung 65 geführt, die die Zünd- oder Hilfselektrode 37 bedient. Das UND-Tor 61, die Triggerschaltung 62 und die Auslöseschaltung 65 bilden somit zusammen das Teil 64 einer Steuereinrichtung für das Stoßwellenrohr 1. Dieses wird nur dann gezündet, wenn der genannte Druck unter dem Grenzwert liegt.

Ziel des dargestellten Stoßwellenrohres 1 samt Überwachungseinrichtung ist es, einen Impuls auf das Stoßwellenrohr 1 zu geben, und zwar die Erzeugung einer Stoßwelle immer nur dann auszulösen, wenn die Bedingungen für ein einwandfreies Funktionieren gegeben sind. Diese Bedingungen sind das Vorhandensein eines ausreichenden Unterdrucks im Luftspalt 14 und das Vorhandensein eines Triggersignals von einem angeschlossenen Triggersignalgeber 62. Das UND-Tor 61 kann dabei mehr als zwei Eingänge aufweisen, um gegebenenfalls noch weitere Auslösekriterien für die Stoßwelle zu berücksichtigen. Es können also sowohl patientenseitige als auch geräteseitige Voraussetzungen festgelegt werden.

In den Figuren 3 bis 7 ist jeweils ein ebenes Stoßwellenrohr 1 schematisch gezeigt, und zwar mit der Membran 13 und der Flachspule 9. In den Figuren 3 und 4 ist auch die Funkenstrecke 31 gezeigt. Jenseits der Membran 13 setzt sich dort noch das Gehäuse 3 fort.

In Figur 3 ist das Stoßwellenrohr 1 im wesentlichen parallel zu der Körperoberfläche 67 eines Patienten ausgerichtet. Die ausgesendete Stoßwelle trifft auf einen parabolisch gekrümmten Reflektor 69, der ausgangsseitig gegenüber der Membran 13 angeordnet ist. Die Parabelachsen sind mit x, y bezeichnet. Das Stoßwellenrohr 1 und der Reflektor 69 befinden sich hier in einem gemeinsamen Gerätegehäuse 71. Das Gerätegehäuse 71 enthält seitlich, und zwar auf Höhe des Reflektors 69, eine Ankoppelschicht 73. Die Ankoppelschicht 73 besteht beispielsweise aus EPDM-Gummi oder einem anderen Material mit niedrigem Schubmodul. Solche Materialien sind an sich in der Ultraschalltechnik bekannt. Das Gerätegehäuse 71 ist innen zumindest zwischen dem Reflektor 69 und der Membran 13 mit Wasser gefüllt. Die Ankoppelschicht 73 wird vorzugsweise über ein Gel als Ankoppelmedium an die Körperoberfläche 67 des Patienten gelegt. Dabei wird der Patient so ausgerichtet, daß sich ein zu zerstörendes Konkrement 75 in seinem Inneren im Brennpunkt F des parabolischen Reflektors 69 befindet. Die Parabel die die Krümmung des Reflektors 69 bestimmt, weist dabei eine Symmetrieachse 77 auf, die parallel zur Hauptachse 79 des Stoßwellenrohres 1 verläuft.

Der Reflektor 69 kann sowohl parallel zur x- als auch parallel zur y-Richtung verschoben werden, d.h. senkrecht zur bzw. in Stoßwellen-Ausbreitungsrichtung. Die mechanische Verstellmöglichkeit ist durch Doppelpfeile 80a bzw. 80b angedeutet. Darüber hinaus ist der Reflektor 69 auch

senkrecht hierzu, also in z-Richtung verschiebbar. Dies hat den Vorteil, daß eine Änderung der Fokusslage möglich ist, ohne das Gerätegehäuse 71 mit Ankoppelschicht 73 oder den Patienten zu verschieben.

Wird die Membran 13 aufgrund eines Spannungsimpulses ausgelenkt, so breitet sich eine ebene Stoßwelle in Richtung des Reflektors 69 aus. Sie wird von da zur Seite hin um etwa 90° abgelenkt. Die Stoßwelle tritt durch die Ankoppelschicht 73 hindurch in den Patienten ein und sammelt sich im Brennpunkt F des Reflektors 69. Dort befindet sich das Konkrement 75, z. B. ein Nierenstein, und wird durch Druck- und Zugkräfte der Stoßwelle zerkleinert.

Vorteil der gezeigten Anordnung ist es, daß ein relativ großer Eintrittswinkel β bei Verwendung von nur einer reflektierenden Oberfläche verwendet wird.

In Figur 4 befindet sich gegenüber der Membran 13 ein Kegel 81, dessen Spitze der Membran 13 zugewandt ist. Der Kegel 81 dient in dieser Anordnung als erster Reflektor für die ebene Stoßwelle und ist insbesondere aus Messing gefertigt. Die ebene Mantellinie des Kegels 81 weist eine Neigung von $\alpha = 45^\circ$ gegenüber der Hauptachse 79 des Stoßwellenrohrs 1 auf. Die Kegelachse k und die Hauptachse 79 sind hier gleich gerichtet. Somit wird die ebene Stoßwelle, die aufgrund der kreisförmigen Membran 13 auch einen kreisförmigen Querschnitt hat, an dem Kegel 81 zu einer darauf senkrecht stehenden zylindrischen Welle umgeformt, die nach außen läuft. In Höhe des Kegels 81 ist dieser von einem zweiten Reflektor 83 umgeben, der die senkrecht nach außen laufende Stoßwelle in einen Fokus F fokussiert. Der zweite Reflektor 83, der sich ringförmig um den Kegel 81 erstreckt, kommt aufgrund der Rotation eines Bogens einer Parabel 85 (Koordinaten x, y) zustande. Die Parabel 85 ist dabei so gelegt, daß ihre Hauptachse 87 senkrecht auf der Achse 79 des Stoßwellenrohrs 1 steht. Das Konkrement 75 befindet sich im Brennpunkt F des Parabelringes 83. Auch hier ist die Anordnung aus Stoßwellenrohr 1 mit den zugehörigen Reflektoren 81, 83 in einem gemeinsamen Gerätegehäuse 71 untergebracht. Der von der Stoßwelle durchlaufene Weg ist mit Wasser ausgefüllt. Endseitig am Gerätegehäuse 71 befindet sich wiederum eine Ankoppelschicht 73, um die Apparatur an die Körperoberfläche 67 des Patienten anzulegen. Vorteil dieser Anordnung ist es, daß die Stoßwelle mit besonders großer Apertur in den Körper des Patienten eingekoppelt wird. Da der zweite Reflektor 83 rotationssymmetrisch zur Achse 79 des Stoßwellenrohrs 1 geformt ist, befindet sich der Brennpunkt F auf dieser Achse 79. Die Anordnung ist somit leicht auf das Konkrement 75 im Patienten auszurichten. Darüber hinaus ergibt sich eine besonders kompakte Konstruktion. Ein Stoßwellenrohr 1 mit relativ kleinem Durchmesser, z. B. von fünf Zentimetern, kann hier Anwendung finden.

Figur 5 stellt eine Anordnung mit einem Stoßwellenrohr 1 dar, bei der die Stoßwelle ebenfalls axial auf einen Kegel 81 trifft und von diesem rechtwinklig nach außen reflektiert wird, so daß sich eine zylinderförmige Stoßwelle ergibt. Auch hier ist ein zweiter Reflektor 83 vorgesehen, der kreisringförmig um den Kegel 81 angeordnet ist. Der zweite Reflektor 83 ist hier durch Rotation des Bogens einer Parabel 85 um die Achse 79 des Stoßwellenrohrs 1 entstanden. In Abweichung zur Anordnung gemäß Figur 4 fällt hier jedoch die Parabelachse x, die dem Bogen zugeordnet ist und die zum Kreisring des zweiten Reflektors 83 gehört, mit der Achse 79 des Stoßwellenrohrs 1 und der Achse k des Kegels 81 zusammen. Die Geometrie der Anordnung ist hier fest vorgegeben. Der Mittelpunkt A des Kegels 81 hat vom Scheitelpunkt S der Parabel 85 den dreifachen Abstand wie der Brennpunkt F vom Scheitelpunkt S. Die

Anordnung ist so auf den Patienten ausgerichtet, daß sich das Konkrement 75 des Patienten auf der gemeinsamen Achse 79, k von Stoßwellenrohr 1 und Kegel 81 befindet. Es bildet sich eine Fokusszone, deren scheitelnächster Punkt B den neunfachen Abstand vom Scheitelpunkt S hat wie der Brennpunkt F. Hier wird das Konkrement 75 positioniert.

Figur 6 zeigt eine weitere Möglichkeit der Fokussierung mittels Reflektoren. Dort trifft die ebene Stoßwelle auf einen Kegel 81, dessen konkaver Mantel durch Rotation eines Bogens einer Parabel um die Kegelachse k zustande gekommen ist. Auf Höhe des Kegels 81 ist dieser von einem zweiten Reflektor 83 umgeben, der durch Rotation einer Geraden um die Achse k des Kegels 81 gebildet ist. Von dort wird die Schallwelle auf den Fokus F fokussiert.

Es lassen sich noch weitere günstige Reflektorkonstellationen finden, mit Hilfe deren die Stoßwelle konzentriert werden kann. Bei allen Reflektoranordnungen ergibt sich als Vorteil, daß infolge des Wegfalls eines Austrittsfensters für den Überdruckraum wenige Grenzflächen in Wechselwirkung mit der Stoßwelle treten und daß sich große Öffnungswinkel (Aperturen) erzielen lassen.

Nach Figur 7 ist das Stoßwellenrohr 1 mit einem Linsensystem versehen. Dieses umfaßt einen ebenen Reflektor 89, der in Normalposition unter einem Winkel von 45° zur Ausbreitungsrichtung der Stoßwellen angeordnet wird, und eine Sammellinse 91, auf die die Stoßwellen vom Reflektor 89 gelenkt werden. Im Prinzip kann die Anordnung von Sammellinsen 81 und Reflektor 89 vertauscht werden. Auch kann der Reflektor 89 eine gekrümmte Oberfläche aufweisen. Zur Tiefenverstellung ist eine Verschiebeeinrichtung für die Sammellinse 91 vorgesehen. Deren Funktion ist durch den Doppelpfeil 93 gekennzeichnet. Der Reflektor 89 ist mittels eines Kugelgelenkes 95 kippbar. Dadurch ist eine Einstellung des Fokus senkrecht zur Ausbreitungsrichtung möglich. Die Sammellinse 91 ist hier kaum einem Verschleiß ausgesetzt.

Ansprüche

1. Stoßwellenrohr mit einer Spule, an welcher eine Membran angrenzt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Membran (13) mit Unterdruck gegenüber der Umgebung an die Spule (9) angesaugt ist.
2. Stoßwellenrohr nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spule als ebene Flachspule (9) ausgebildet ist und daß eine rohrartige Verbindung (39) vorgesehen ist, deren eines Ende im Bereich zwischen der Membran (13) und der Flachspule (9) liegt und deren anderes Ende an die Saugseite einer Vakuumpumpe (41) anschließbar ist, die zur Erzeugung des Unterdrucks vorgesehen ist.
3. Stoßwellenrohr nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flachspule (9) im Bereich einer Stirnseite eines zylindrischen Trägers (5) aus elektrisch isolierendem Material angebracht ist.
4. Stoßwellenrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die rohrartige Verbindung (39) eine durch den Träger (5) führende Öffnung (25) umfaßt.
5. Stoßwellenrohr nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Öffnung (25) am Rand des Trägers (5) befindet.
6. Stoßwellenrohr nach einem der Ansprüche 2 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, daß im Verlauf der rohrartigen Verbindung (39) ein Druckmeßgerät (45) angeschlossen ist.

7. Stoßwellenrohr nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der von dem Druckmeßgerät (45) ermittelte Druck als elektrisches Signal zu einem ersten Eingang (49) eines Komparators (51) geführt ist, daß am Komparator (51) ein zweiter Eingang (53) zur Eingabe eines maximalen Grenzwertes des Drucks vorhanden ist, und daß der Komparator (51) ausgangsseitig mit einer Steuereinrichtung - (64) verbunden ist, die zur Freigabe eines Spannungsimpulses auf die Flachspule (9) vorgesehen ist.

8. Stoßwellenrohr nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinrichtung (64) ein UND-Tor - (61) umfaßt, an dessen ersten Eingang (59) das Ausgangssignal (C) des Komparators (51) und an dessen zweiten Eingang (63) das Ausgangssignal einer Triggerschaltung - (62) gelegt ist.

9. Stoßwellenrohr nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Komparator (51) ausgangsseitig mit einer Pumpensteuerschaltung (57) für die Vakuumpumpe (41) verbunden ist, die in Abhängigkeit des vom Komparator (51) durchgeführten Vergleichs die Vakuumpumpe (41) ein- und ausschaltet.

10. Stoßwellenrohr nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Eingang der Triggerschaltung - (62) mit einem Gerät zur Überwachung der Herzrätigkeit verbunden ist.

11. Stoßwellenrohr nach Anspruch 8, 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Eingang der Triggerschaltung - (62) mit einem Gerät zur Überwachung der Atmung verbunden ist.

12. Stoßwellenrohr nach einem der Ansprüche 2, 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das eine Ende der rohrartigen Verbindung (39) als Ringnut ausgestaltet ist, an den Randbereich der Membran (13) anschließt und die Flashspule (9) kreisförmig umschließt.

13. Stoßwellenrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flashspule (9) eben ist, und daß in Stoßwellen-Ausbreitungsrichtung hinter der Membran (13) ein Reflektorsystem (69; 81, 83) angeordnet ist.

14. Stoßwellenrohr nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Reflektorsystem einen Kegel (81) umfaßt, dessen Achse (k) parallel zur Stoßwellenrohr-Achse ist, daß der Kegel (81) von einem Reflektoring (83) umgeben ist, daß die Form des Reflektoringes (83) durch Rotation eines Bogens einer Parabel (85) um die Achse (k) des Kegels (81) gebildet ist, wobei die Parabel-Hauptachse - (87) senkrecht auf der Achse (k) des Kegels (81) steht, und wobei der Brennpunkt (F) der Parabel (85) auf der Achse - (k) des Kegels (81) liegt (Fig. 4).

15. Stoßwellenrohr nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Reflektorsystem einen Kegel (81)

umfaßt, dessen Achse (k) parallel zur Stoßwellenrohr-Achse ist, daß der Kegel (81) von einem Reflektoring (83) umgeben ist, welcher ein Ausschnitt eines Rotationsparaboloiden (85) ist, dessen Rotationsachse mit der Achse (k) des Kegels (81) zusammenfällt, und daß der Mittelpunkt (A) des Kegels (81) vom Scheitel (S) des Rotationsparaboloiden (85) dreimal so weit entfernt ist wie der Brennpunkt (F) des Rotationsparaboloiden (85) vom Scheitel (S), wodurch eine Fokuszzone (B) des Reflektorsystems neunmal so weit vom Scheitel (S) entfernt ist wie der Brennpunkt (F) des Rotationsparaboloiden (85) (Fig. 5).

16. Stoßwellenrohr nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Reflektorsystem einen Kegel (81) umfaßt, dessen Mantellinie parabolisch gekrümmt ist, und daß der Kegel (81) von einem Reflektoring (83) umgeben ist, dessen Mantellinie eine Gerade ist (Fig. 6).

17. Stoßwellenrohr nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß in Stoßwellen-Ausbreitungsrichtung hinter der Membran (13) ein Ausschnitt aus einem Rotationsparaboloiden (69) angeordnet ist, dessen Rotationsachse (77) parallel zur Stoßwellenrohr-Achse (79) ausgerichtet ist (Fig. 3).

18. Stoßwellenrohr nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Reflektorsystem (69; 81, 83) in Richtung der Stoßwellenrohr-Achse (79) verschiebbar ist.

19. Stoßwellenrohr nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ausschnitt aus dem Rotationsparaboloiden (69) in einer Richtung senkrecht zur Stoßwellenrohr-Achse (79) verschiebbar ist (Fig. 3).

20. Stoßwellenrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flachspule (9) eben ist, und daß in Stoßwellenrichtung hinter der Membran (13) ein Linsensystem angeordnet ist.

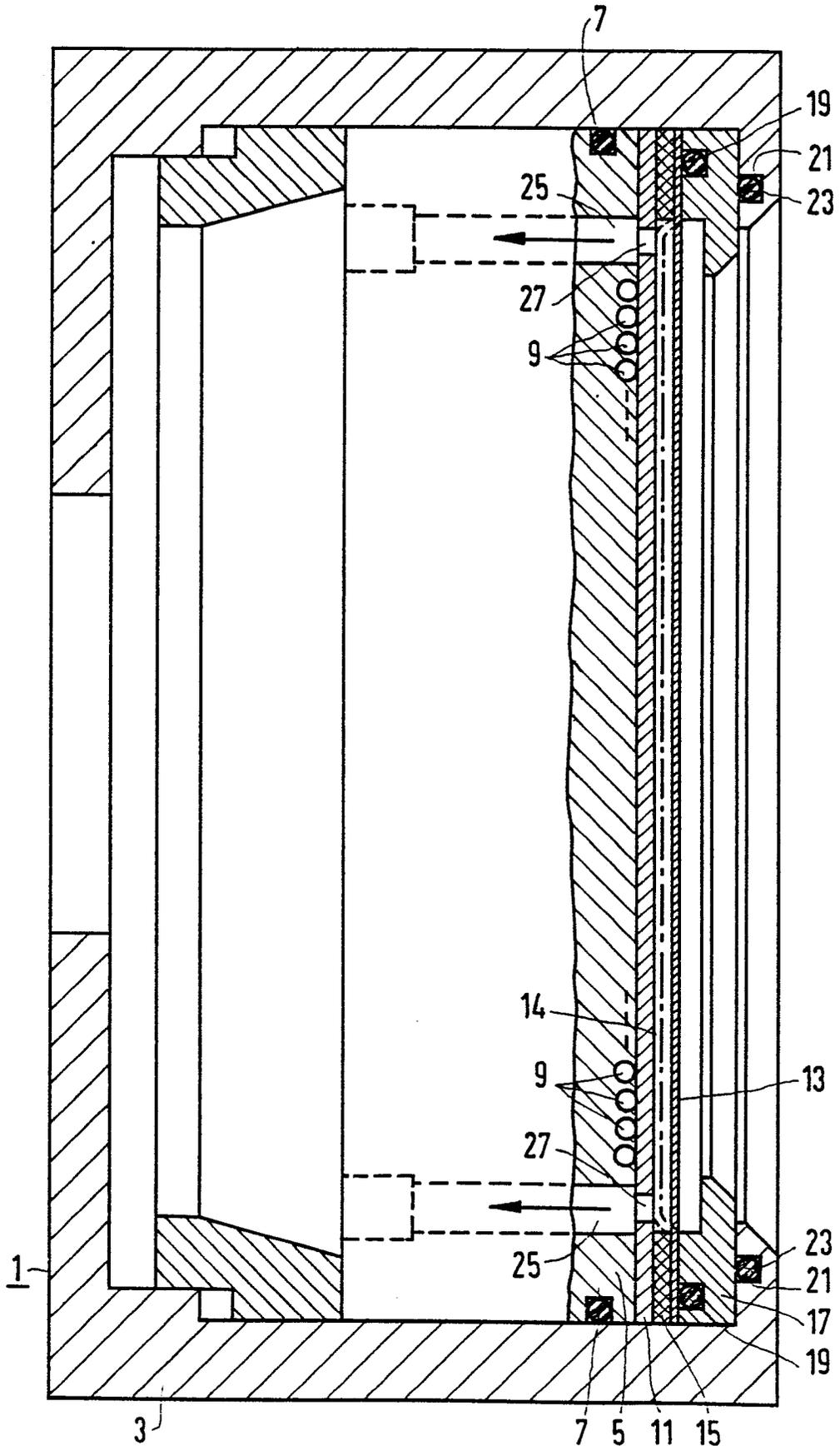
21. Stoßwellenrohr nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Linsensystem eine Sammellinse umfaßt.

22. Stoßwellenrohr nach einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Reflektorsystem (69; 81, 83) aus Messing gefertigt ist.

23. Stoßwellenrohr nach einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß es zusammen mit dem Reflektorsystem (69; 81, 83) in einem gemeinsamen Gehäuse (71) untergebracht ist.

24. Stoßwellenrohr nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Linsensystem aus einem Reflektor (89) und einer Sammellinse (91) besteht, und daß die Sammellinse in Stoßwellenrichtung verschiebbar ist (Fig. 7).

25. Stoßwellenrohr nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Reflektor (89) um eine Achse senkrecht oder parallel zur Stoßwellenrichtung kippbar ist (Fig. 7).



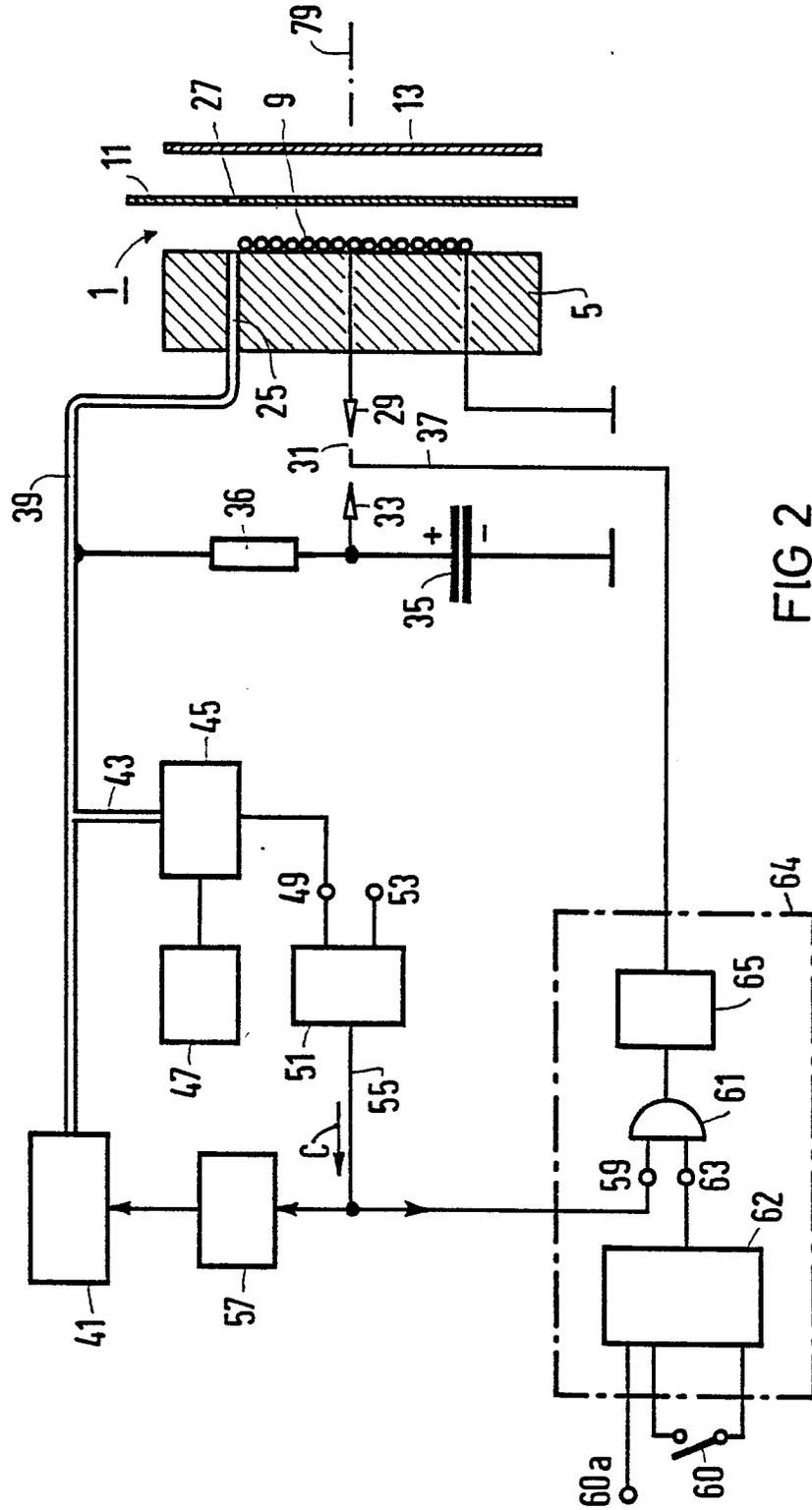


FIG 2

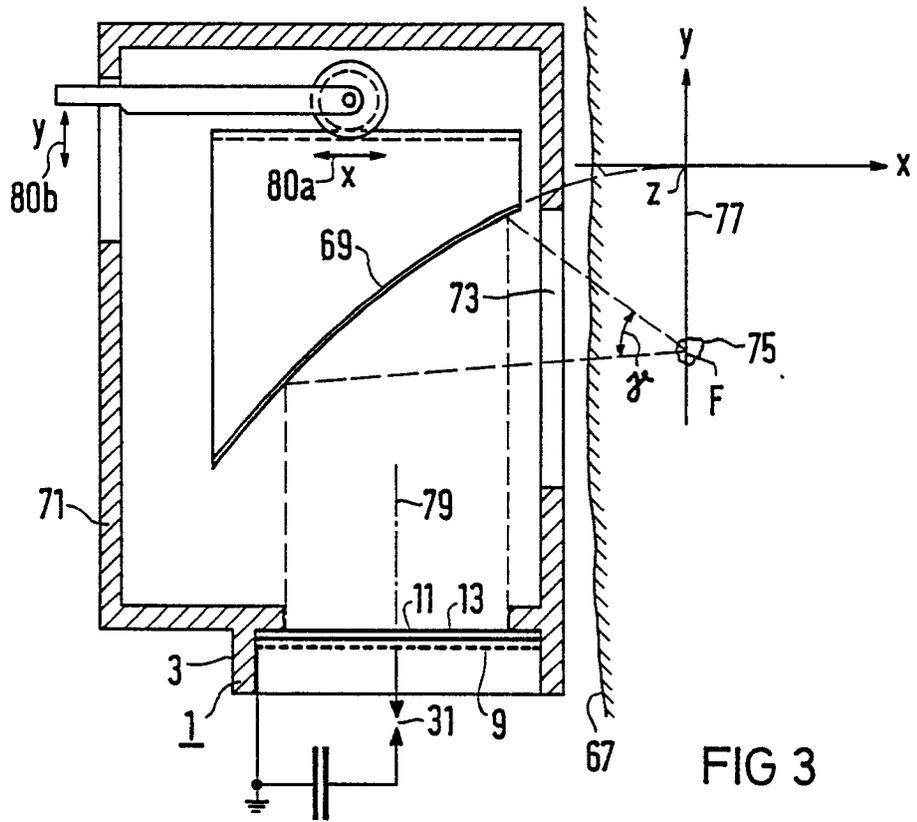


FIG 3

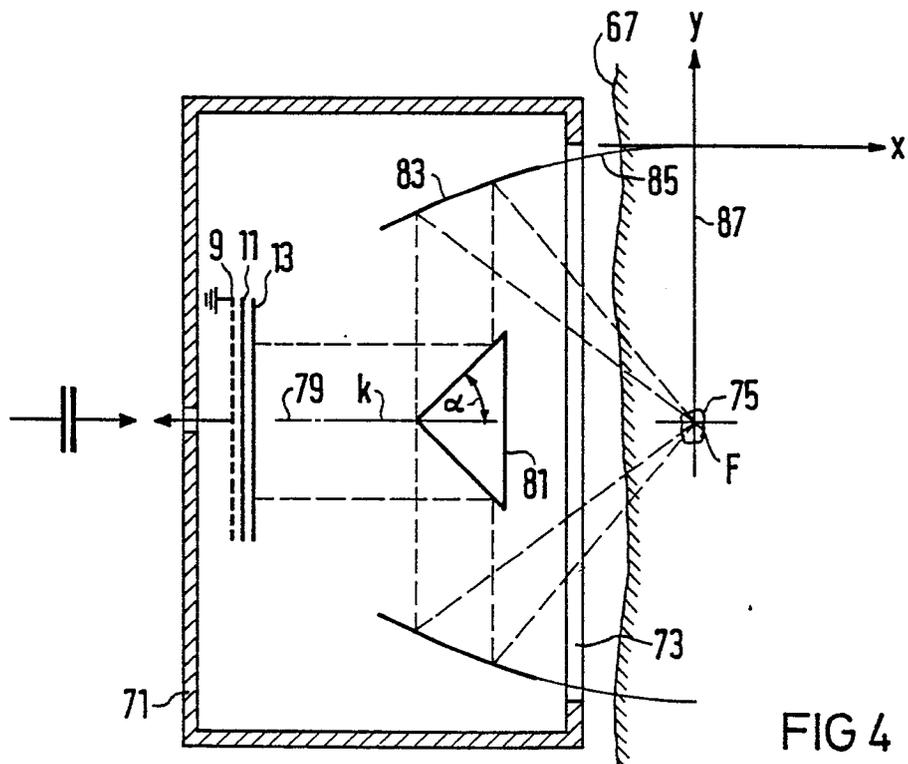


FIG 4

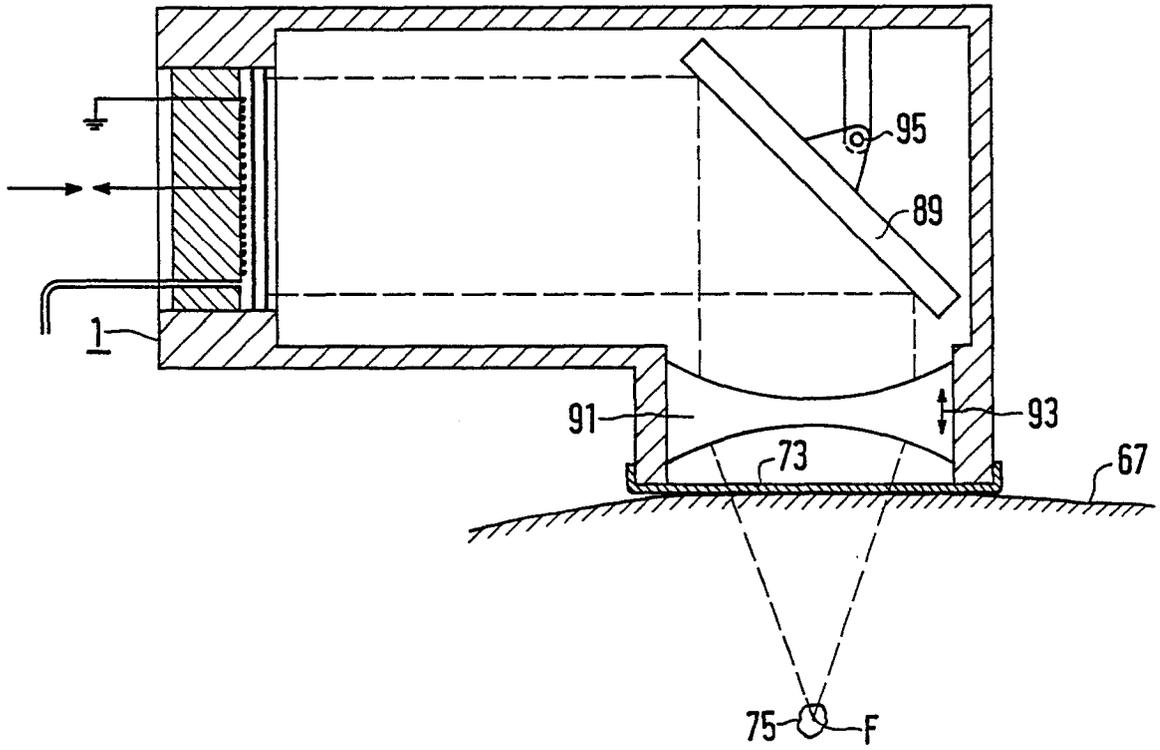


FIG 7



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
D,A	DE-A-3 312 014 (EISENMENGER) * Seiten 11-14; Abbildung 1 *	1	A 61 B 17/22

A	DE-B-1 191 720 (SIEMENS) * Insgesamt *	1,2,12	

A	EP-A-0 081 051 (DORNIER SYSTEM) * Insgesamt *	10,11	

A	DE-C- 760 163 (HÜTE) * Seite 1, Zeile 16 - Seite 2, Zeile 101; Abbildung *	14,18	

A	FR-A- 528 145 (LUMIERE) * Seite 1, Zeilen 18-53; Abbildung 1 *	16	

A	DE-A-2 436 856 (GENERAL ELECTRIC) * Seite 4, Zeile 1 - Seite 7, Zeile 9; Abbildungen 1-5 *	20,21	A 61 B G 10 K B 06 B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21-04-1986	Prüfer KNAUER F.E.

EPA Form 1500 (1/85)

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 Patentedokument, 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