

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 793 216 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
03.09.1997 Patentblatt 1997/36

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **G10K 9/13**, G10K 13/00

(21) Anmeldenummer: **97103076.2**

(22) Anmeldetag: **26.02.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**ES FR GB IT**

(30) Priorität: **29.02.1996 DE 19607610**  
**29.06.1996 DE 19626236**

(71) Anmelder: **Alexandrov, Svetlomir**  
**30880 Hannover-Laatzten (DE)**

(72) Erfinder: **Alexandrov, Svetlomir**  
**30880 Hannover-Laatzten (DE)**

(74) Vertreter: **Leine, Sigurd, Dipl.-Ing.**  
**LEINE & KÖNIG**  
**Patentanwälte**  
**Burckhardtstrasse 1**  
**30163 Hannover (DE)**

### (54) **Druckkammertreiber**

(57) Druckkammertreiber, mit einer in einem ringförmigen Luftspalt 2 eines Magnetsystems 1 beweglichen Schwingspule 3 und mit einer von der Schwingspule 3 angetriebenen Membran. Die Membran 5 und die Druckkammer 12 sind ringförmig ausgebildet, und die Druckkammer 12 steht über ihren Umfang mit einem zentralen Schallaustrittskanal 14 in Verbindung. Die Membran 5 hat aufgrund ihrer ringförmigen Ausbildung eine große wirksame Fläche bei gleichzeitig geringer Masse. Die Speiseleistung ist daher verhältnismäßig gering, die Resonanzfrequenz ist hoch, und damit ist auch die Wiedergabetreue hoher Frequenzen verbessert. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Membran im Querschnitt V-förmig, vorzugsweise zu dem von ihr eingeschlossenen spitzen Winkel hin gewölbt ausgebildet ist.

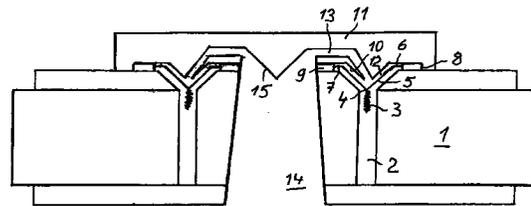


FIG. 1

EP 0 793 216 A2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Druckkammertreiber der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art.

Druckkammertreiber der betreffenden Art sind allgemein bekannt. Sie dienen zur Wiedergabe insbesondere von hohen Tönen und weisen eine in einem ringförmigen Luftspalt eines Magnetsystems bewegliche Schwingspule auf, die eine Membran antreibt. Die Membran ist bei diesen bekannten Druckkammertreibern kalottenförmig ausgebildet und erstreckt sich zwischen Stirnrändern der Schwingspule. Gegenüber der Innenseite der kalottenförmigen Membran verläuft mit Abstand eine komplementär zu der Membran ausgebildete Oberfläche eines festen Körpers, durch den sich strahlenförmig Kanäle von verschiedenen Stellen der Druckkammer zu einem zentralen Schallaustrittskanal hin erstrecken. Da die genannten Kanäle aufgrund ihrer Länge die Phasenlage des in der Schallaustrittsöffnung ankommenden Schalls bestimmen, wird der die Kanäle aufweisende feste Körper häufig als "phasing plug" bezeichnet. Die Schwingspule und damit auch die Membran sind durch innerhalb und außerhalb der Schwingspule sich erstreckende Sickenteile in ihrer Bewegung geführt.

Bei derartigen bekannten Druckkammertreibern muß die kalottenförmige Membran eine hohe mechanische Stabilität haben, damit die durch die Drücke in der Druckkammer auftretenden Verformungen gering bleiben. Diese hohe mechanische Stabilität wird häufig durch Einsatz von Metallfolien oder Kunststoffen mit größerer Materialdicke erreicht. Dadurch erhöht sich aber die Masse der Membran, so daß zu ihrem Antrieb eine höhere Leistung erforderlich ist, was den Wirkungsgrad erniedrigt. Dies gilt insbesondere für höhere Frequenzen. Ist die Membran dagegen leichter, was nur durch geringere Dicke oder leichteres Material zu erreichen ist, so ist sie auch regelmäßig weniger steif, so daß sich insbesondere bei der Wiedergabe hoher Frequenzen Verformungen ergeben, die Verzerrungen zur Folge haben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Druckkammertreiber der betreffenden Art zu schaffen, der die geschilderten Nachteile nicht aufweist, der also einen besseren Wirkungsgrad hat, insbesondere höhere Frequenzen besser und verzerrungsfreier wiedergibt.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebene Lehre gelöst.

Der Grundgedanke dieser Lehre besteht darin, die Membran nicht mehr im Bereich zwischen den Stirnkanten der Schwingspule anzuordnen, sondern nur noch im Bereich der Stirnkanten der Schwingspulen, wodurch sich eine Ringform der Membran ergibt. Dadurch liegen alle Teile der Membran in der maximal möglichen Nähe zur Schwingspule, wobei gleichzeitig die im spulennahen Bereich liegende, wirksame Fläche der Membran im Verhältnis zu ihrer Masse groß ist.

Wegen der relativ verringerten Masse ist die zum Antrieb der Membran benötigte Leistung geringer. Die Eigenresonanz ist erhöht, und die Wiedergabe insbesondere der hohen Frequenzen ist verbessert. Wegen der verringerten Flächenausdehnung ist die Gefahr des Entstehens von Partialschwingungen in der Membran verringert, so daß damit auch Verzerrungen verringert sind. Aufgrund der verringerten Masse sind auch Ein- und Ausschwingvorgänge verbessert.

Eine Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß die Membran im Querschnitt V-förmig ausgebildet ist, wobei die Spitze des Vs mit der Schwingspule verbunden ist. Dadurch ergibt sich eine räumliche Aussteifung der Membran, wodurch die Masse der Membran verringert, die zum Antrieb erforderliche Leistung ebenfalls verringert und die Eigenschaft bezüglich der Bildung von Partialschwingungen der Membran und die Wiedergabetreue insbesondere bei hohen Frequenzen verbessert wird.

Eine zweckmäßige Weiterbildung dieser Ausführungsform der Membran besteht darin, daß die Schenkel der Membran zu dem von ihnen eingeschlossenen spitzen Winkel hin gewölbt sind. Dadurch wird die räumliche Aussteifung weiter verbessert.

Grundsätzlich ist es möglich, die Membran über Sickenteile zu führen und zentrieren. Derartige Sickenteile bringen aber die Gefahr der Bildung von Partialschwingungen mit sich. Eine zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung besteht zur Vermeidung dieses Nachteils darin, daß die Ränder der Schenkel der im Querschnitt V-förmigen Membran unmittelbar eingespannt sind und daß die Membran aus einem wenigstens im Bereich der Einspannung biegsamen Material besteht. Aufgrund der großen Formsteifigkeit der Membran ist eine so wirksame Bewegung jedenfalls des zentralen Teils der Membran im Bereich der Schwingspule durch diese gegeben, daß dadurch auch größere Kräfte aufgrund der unmittelbaren Einspannung der Ränder der Membran überwunden werden können. Diese Kräfte sind allerdings dadurch verringert, daß die Membran wenigstens im Einspannbereich aus einem biegsamen Material besteht.

Im Falle der im Querschnitt V-förmigen Ausbildung der Membran besteht eine zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung darin, daß eine Wandung der Druckkammer, die der Membran auf der der Schwingspule abgewandten Seite gegenüberliegt, komplementär V-förmig zu der Membran ausgebildet ist. Dadurch ergibt sich ein sehr geringes Volumen der Druckkammer, so daß sich die Kompressibilität der darin befindlichen Luft weniger nachteilig auswirkt.

Bei allen vorgenannten Weiterbildungen der Erfindung ist es zweckmäßig, daß von der Druckkammer aus einem Bereich gegenüber der Schwingspule gleichmäßig verteilt einzelne Kanäle gleicher Länge oder ein rotationssymmetrischer Kanal zu einem zentralen Schallaustrittskanal führen. Da die ringförmige Druckkammer an allen Stellen gleichen Abstand von dem zentralen Schallaustrittskanal hat, läßt sich die gleiche

Länge der einzelnen Kanäle in einfacher Weise realisieren, wobei eine besonders günstige Form der Verbindung zwischen der Druckkammer und dem Schallaustrittskanal durch die rotationssymmetrische Ausbildung des verbindenden Kanals gegeben ist. Durch die Rotationssymmetrie ergibt sich ein über den Umfang erstreckender Spalt zwischen der Druckkammer und dem Schallaustrittskanal. Damit ist die Druckkammer an allen Stellen in gleicher Form mit dem Schallaustrittskanal verbunden, so daß sich keine Laufzeitdifferenzen und damit auch keine Beeinträchtigungen der naturgetreuen Wiedergabe von Schall ergeben.

Zweckmäßigerweise münden die einzelnen, die Druckkammer mit dem Schallaustrittskanal verbindenden Kanäle bzw. der rotationssymmetrische Kanal im Bereich eines Bodens des sackförmig ausgebildeten Schallaustrittskanals, wobei es besonders zweckmäßig ist, daß der Boden des Schallaustrittskanals erhaben, insbesondere kegelig ausgebildet ist. Dadurch ergibt sich eine günstige Phasenanpassung zwischen den Kanälen und dem Schallaustrittskanal.

Ist erfindungsgemäß die Schwingspule im Querschnitt V-förmig ausgebildet, wobei die Schwingspule an der Spitze des Vs angreift, so ergibt sich insgesamt eine bezüglich dieser Konfiguration symmetrische Ausbildung, so daß beim Antrieb durch die Schwingspule seitliche Auslenkungen der Membran und auch der Schwingspule vermieden sind. Um dabei auch der Schwingspule ein Höchstmaß an Symmetrie in bezug zu der Kombination von Schwingspule und V-förmiger Membran zu geben, ist es zweckmäßig, auch die Schwingspule im Bereich ihrer Wicklung symmetrisch auszubilden. Dies wird gemäß einer Weiterbildung der Erfindung dadurch erreicht, daß die Schwingspule einen Spulenkörper aufweist und der Draht der Schwingspule zum Teil auf der Innenseite und zum Teil auf der Außenseite des Spulenkörpers angeordnet ist. Diese Anordnung hat den zusätzlichen Vorteil, daß die Kühlung verbessert und die Abhängigkeit von den unterschiedlichen Temperaturendehnungen der Schwingspulenmaterialien verringert ist.

Gemäß einer sehr zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung ist in Abstrahlrichtung vor der Membran eine Trennwand vorgesehen, in der sich in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnete radiale Schlitze befinden. Durch diese Trennwand mit den Schlitzen ist praktisch eine akustische Linse gebildet, die den Zweck hat, den Schall von allen Membranteilen bis zum Ausgang des Druckkammertreibers und damit bis zum Eingang eines angeschlossenen Horns mit minimalem Verlust zu führen. Es wird eine flache akustische Welle geformt, die sich bis zum Horneingang fortsetzt. Außerdem ist durch die akustische Linse die akustische Transformation Membran / Luft verbessert und somit eine optimale Membranauslastung gesichert. Durch die vielen Radialschlitze, die Durchlaßkanäle für den Strahl bilden, ergeben sich auch minimale Wellenverluste.

In der Kammer bzw. dem Hohlraum vor der akustischen Linse werden die einzelnen Teile des von der

Membran erzeugten Schalls phasengerecht summiert und somit flache Wellen geformt. Zweckmäßigerweise erstrecken sich die Schlitze über die gesamte radiale Ausdehnung der Membran.

Nach einer zweckmäßigen Weiterbildung dieser Ausführungsform der Erfindung genügt die Breite  $d$  der Schlitze der Formel

$$d = \frac{\lambda}{1,7}$$

wobei  $\lambda$  die Wellenlänge des übertragenen Schalls ist. Die Breite der Schlitze kann dabei auch kleiner als dieser Wert sein. Bei diesen Werten wird bewirkt, daß sich eine flache Schallwelle ausbreitet. In bezug auf eine solche flache Schallwelle läßt es sich in dem Übertragungskanal zu dem Ausgang des Druckkammertreibers in einfacher Weise sicherstellen, daß der Weg jedes aus einem Schlitz austretenden Schalls zu dem Ausgang des Druckkammertreibers gleich ist, so daß dort die einzelnen Schallwellenteile phasengerecht zusammenlaufen, so daß sich nur minimale Verluste ergeben.

Eine besonders zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß zwei ringförmige Membranen und Druckkammern in Bewegungsrichtung der Membranen gegenüberliegend vorgesehen sind, wobei von den Druckkammern jeweils aus einem Bereich gegenüber der Schwingspule in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilt und abwechselnd einmal von der einen Druckkammer und einmal von der anderen Druckkammer einzelne Kanäle zu einem zentralen Schallaustrittskanal verlaufen. Bei dieser Ausführungsform liegen sich also in Bewegungsrichtung der Membranen und somit in Achsrichtung des Systems zwei Druckkammersysteme gemäß der Grundlehre der Erfindung gegenüber und arbeiten bei entsprechender Speisung gegeneinander. Der von ihnen erzeugte Schalldruck wird dann getrennt durch die abwechselnd einmal von der einen Druckkammer und einmal von der anderen Druckkammer her kommenden einzelnen Kanäle zu dem zentralen Schallaustrittskanal geführt. Dort addiert sich der Schalldruck. Diese Anordnung ist besonders vorteilhaft, wenn die beiden gegenüberliegenden Druckkammersysteme mit verschiedenen Frequenzen bzw. Frequenzbändern gespeist sind, so daß jeweils den durch die verschiedenen Frequenzen bzw. Frequenzbänder gestellten Anforderungen Rechnung getragen werden kann.

Zweckmäßigerweise haben die von einer Druckkammer weg führenden Kanäle untereinander gleiche Länge, und es ist auch zweckmäßig, daß alle von den Druckkammern weg führenden Kanäle untereinander gleiche Länge haben.

Wie bereits erwähnt, ist der Schalldruck im zentralen Schallaustrittskanal eine Zusammenfügung der Schalldrücke der einzelnen Druckkammersysteme. Da die Schallwellen durch die jeweiligen Membranen zunächst in Bewegungsrichtung der Membrane, also in Achsrichtung des Systems gerichtet sind, und der zentrale Schallaustrittskanal radial innerhalb davon liegt,

ergibt sich zwangsläufig ein jedenfalls teilweise radialer Verlauf der die einzelnen Druckkammern mit dem zentralen Schallaustrittskanal verbindenden Kanäle. In diesem Bereich sind die Schallwellen gleich gerichtet. Daher ist es möglich, daß die von den Druckkammern weg führenden Kanäle in diesem Bereich wenigstens teilweise einen gemeinsamen rotationssymmetrischen Kanal bilden.

Anhand der Zeichnung soll die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

- Fig. 1 zeigt geschnitten in prinzipieller Darstellung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung,  
 Fig. 2 zeigt in geringfügig anderer und vergrößerter Darstellungsweise den linken Teil von Fig. 1 ergänzt gemäß einer Abwandlung der Erfindung,  
 Fig. 3 zeigt eine Einzelheit aus Fig. 2,  
 Fig. 4 zeigt einen Teilschnitt ähnlich Fig. 2 einer Ausführungsform der Erfindung mit zwei in Bewegungsrichtung der Membranen gegenüberliegenden Druckkammersystemen und  
 Fig. 5 zeigt ähnlich wie Fig. 3 aus Fig. 2 Einzelheiten aus Fig. 4.

Fig. 1 zeigt einen Druckkammertreiber mit einem Magnetsystem 1, in dessen Luftspalt 2 eine Schwingenspule 3 beweglich angeordnet ist, deren eine Stirnkante mit einer Spitze 4 einer V-förmig ausgebildeten Membran 5 verbunden ist, die mit ihren äußeren biegsamen Rändern 6 und 7 fest mit der Innenwandung eines äußeren Ringes 8 und der Außenwandung eines inneren Ringes 9 verbunden sind.

Zwischen der Membran 5 und einer komplementär dazu ausgebildeten Wandung 10 eines Körpers 11 ist eine ebenfalls V-förmige Druckkammer 12 gebildet, die im Bereich der Spitze des Vs über einen rotationssymmetrischen Kanal 13, der praktisch einen sich über den gesamten Umfang erstreckenden Spalt bildet, mit einem Schallaustrittskanal 14 verbunden ist, dessen Boden 15 kegelförmig ausgebildet ist.

Bei Speisung der Schwingenspule 3 bewegt diese die Membran 5 vorzugsweise im mittleren Bereich der ringförmigen Druckkammer 12, so daß die in der Druckkammer 12 gebildeten Druckschwingungen über den spaltförmigen Kanal 13 in den Bereich des kegelförmigen Bodens 15 des sackförmig ausgebildeten Schallaustrittskanals 14 übertragen werden.

Fig. 2 und 3 dienen der Verdeutlichung einer Abwandlung der Ausführungsform gemäß Fig. 1. Dabei ist Fig. 2 ein vergrößerter Teilschnitt der linken Hälfte der Fig. 1 in etwas veränderter Darstellungsweise. Gleiche oder sich entsprechende Teile sind mit gleichen Bezugsziffern versehen. Die Abwandlung besteht darin, daß in Abstrahlrichtung vor der Membran 5 eine Trennwand 16 vorgesehen ist, die den Raum vor der Membran dicht abschließt, jedoch radiale Schlitze aufweist. Fig. 3 zeigt die Trennwand 3 aus Fig. 2 in Einzeldarstellung, teilweise weggelassen, so daß radiale Schlitze

17 deutlich erkennbar sind, die Durchlässe für den von der Membran 5 abgegebenen Schall darstellen. Die Schlitze 17 sind in Umfangsrichtung dicht nebeneinander angeordnet. Somit ist insgesamt eine akustische Linse gebildet, die für die Bildung einer ebenen Schallwelle sorgt, welche sich dann bis zum Schallaustrittskanal 14 fortsetzt. Der Kanal 13 ist trapezförmig ausgebildet und weist geneigte Flächen 17 und 18 auf. Durch gestrichelte Linien  $S_0$ ,  $S_1$  und  $S_2$  ist verdeutlicht, daß aus den Schlitzen 17 austretende Schallanteile an den geneigten Flächen 17 und 18 umgelenkt werden und im Ergebnis bis zum Eintritt in den Schallaustrittskanal 14 gleiche Wege durchlaufen. Für die andere Hälfte des dargestellten Druckkammersystems gilt natürlich das gleiche. Damit ergibt sich am Fuß des Schallaustrittskanals 14 eine ebene Schallwelle, die sich dann auch eben bis zur Mündung des Schallaustrittskanals 14 fortsetzt. Dadurch ergibt sich eine wirksame Abstrahlung im Verhältnis zu der von der Membran 5 aufgebrachten Leistung.

Fig. 4 zeigt in ähnlicher Darstellung wie Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung. Gleiche oder sich entsprechende Teile sind mit gleichen Bezugsziffern versehen. Der Unterschied zu Fig. 2 besteht darin, daß in Axialrichtung gegenüber der Membran 16 eine Membran 20 angeordnet ist, die von einer Schwingspule 21 angetrieben und vor der eine Druckkammer 22 gebildet ist, die über einen Kanal 23 mit dem zentralen Schallaustrittskanal 14 verbunden ist.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, sind die spaltförmig ausgebildeten Kanäle 13 und 23 in Umfangsrichtung wechselseitig ineinander verschachtelt, so daß sie jeweils die Druckkammern 12 und 22 getrennt mit dem zentralen Schallaustrittskanal 14 verbinden. Die Schallwellen vereinigen sich daher erst bei Eintritt der Kanäle 13 und 23 in den Schallaustrittskanal 14.

Da die spaltförmigen Kanäle 13 und 23 vor Eintritt in den Schallaustrittskanal 14 teilweise radial verlaufen, der Schall also in ihnen gleiche Richtung hat, können die Kanäle 13 und 23 bei radialem Verlauf auch bereits miteinander verbunden sein oder ineinander übergehen.

## Patentansprüche

### 1. Druckkammertreiber,

- mit einer in einem ringförmigen Luftspalt eines Magnetsystems beweglichen Schwingenspule und
- mit einer von der Schwingenspule angetriebenen Membran,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Membran (5) und die Druckkammer (12) ringförmig ausgebildet sind und

- daß die Druckkammer (12) über ihren Umfang mit einem zentralen Schallaustrittskanal (14) in Verbindung steht.
2. Druckkammertreiber nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Membran (5) im Querschnitt V-förmig ausgebildet ist und daß die Spitze (4) des Vs mit der Schwingspule (3) verbunden ist. 5
  3. Druckkammertreiber nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schenkel der Membran (5) zu dem von ihnen eingeschlossenen spitzen Winkel hin gewölbt sind. 10
  4. Druckkammertreiber nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ränder (6, 7) der Schenkel der im Querschnitt V-förmigen Membran (5) unmittelbar eingespannt sind und daß die Membran (5) aus einem wenigstens im Bereich der Einspannung biegsamen Material besteht. 15 20
  5. Druckkammertreiber nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Wandung (10) der Druckkammer (12), die der Membran (5) auf der der Schwingspule (3) abgewandten Seite gegenüberliegt, komplementär V-förmig zu der Membran (5) ausgebildet ist. 25
  6. Druckkammertreiber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß von der Druckkammer (12) aus einem Bereich gegenüber der Schwingspule (3) gleichmäßig verteilt einzelne Kanäle gleicher Länge oder ein rotationssymmetrischer Kanal (13) zu einem zentralen Schallaustrittskanal (14) führen. 30 35
  7. Druckkammertreiber nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kanäle bzw. der rotationssymmetrische Kanal (13) im Bereich eines Bodens (15) des sackförmig ausgebildeten Schallaustrittskanals (14) münden. 40
  8. Druckkammertreiber nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Boden (15) des Schallaustrittskanals (14) erhaben, insbesondere kegelig ausgebildet ist. 45
  9. Druckkammertreiber nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schwingspule (3) einen Spulenkörper aufweist und daß der Draht der Schwingspule (3) zum Teil auf der Innenseite und zum Teil auf der Außenseite des Spulenkörpers angeordnet ist. 50
  10. Druckkammertreiber nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in Abstrahlrichtung vor der Membran (5) eine Trennwand (16) vorgesehen ist, in der sich in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnete radiale Schlitze (17) befinden. 55
  11. Druckkammertreiber nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet-net**, daß sich die Schlitze (17) über die gesamte radiale Ausdehnung der Membran erstrecken.
  12. Druckkammertreiber nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet-net**, daß die Breite d der Schlitze (17) der Formel
 
$$d = \frac{\lambda}{1,7}$$
 entspricht, worin  $\lambda$  die Wellenlänge des übertragenen Schalls ist.
  13. Druckkammertreiber nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kanal (13) von der Membran (5) zum Fuß des Schallaustrittskanals (14) trapezförmig ist, derart, daß alle aus den Schlitzen (17) austretenden Schallanteile den gleichen Laufweg haben.
  14. Druckkammertreiber nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwei ringförmige Membranen (5, 20) und Druckkammern (12, 22) in Bewegungsrichtung der Membranen (5, 20) gegenüberliegend vorgesehen sind und daß von den Druckkammern (12, 22) jeweils aus einem Bereich gegenüber der Schwingspule (3, 21) in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilt und abwechselnd einmal von der einen Druckkammer (12) und von der anderen Druckkammer (22) einzelne Kanäle (13, 23) zu dem zentralen Schallaustrittskanal (14) verlaufen.
  15. Druckkammertreiber nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die von einer Druckkammer (12 oder 22) weg führenden Kanäle (13 oder 23) untereinander gleiche Länge haben.
  16. Druckkammertreiber nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die von beiden Druckkammern (12, 22) weg führenden Kanäle (13, 23) gleiche Länge haben.
  17. Druckkammertreiber nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die von beiden Druckkammern (12, 22) weg führenden Kanäle (13, 23) bei radialem Verlauf wenigstens teilweise einen gemeinsamen, rotationssymmetrischen Kanal bilden.

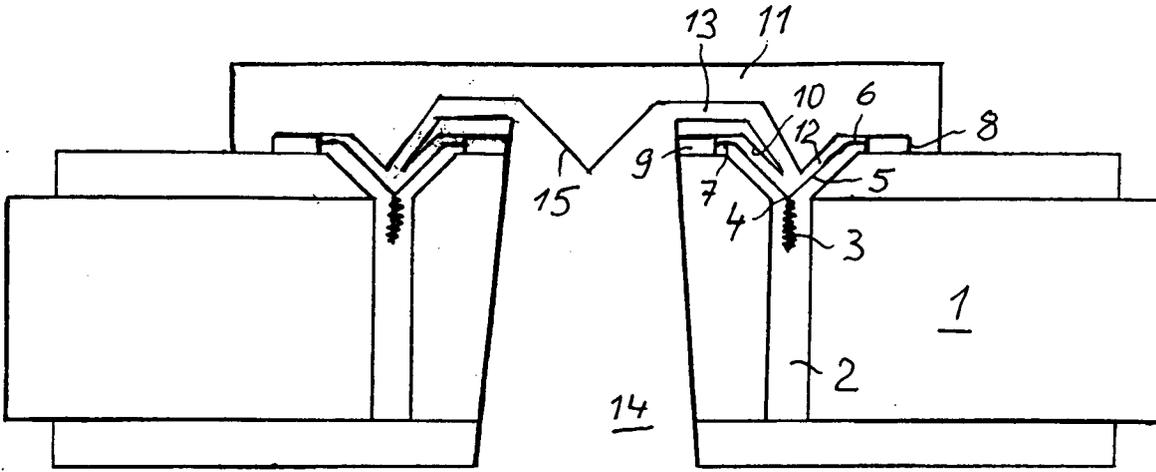


FIG. 1

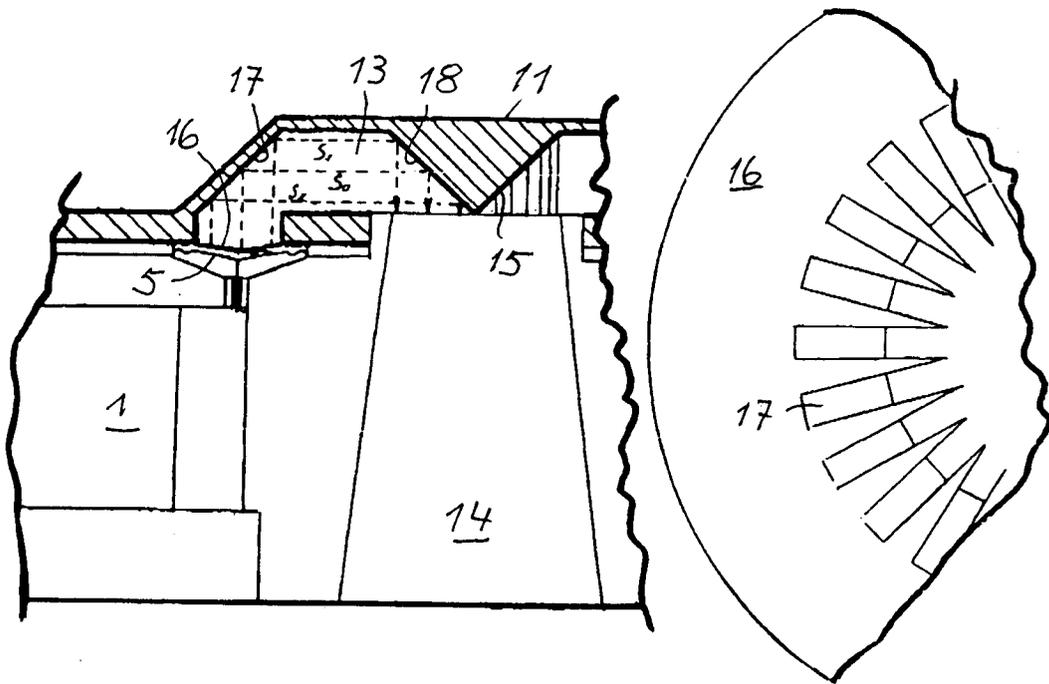


FIG. 2

FIG. 3

FIG. 5

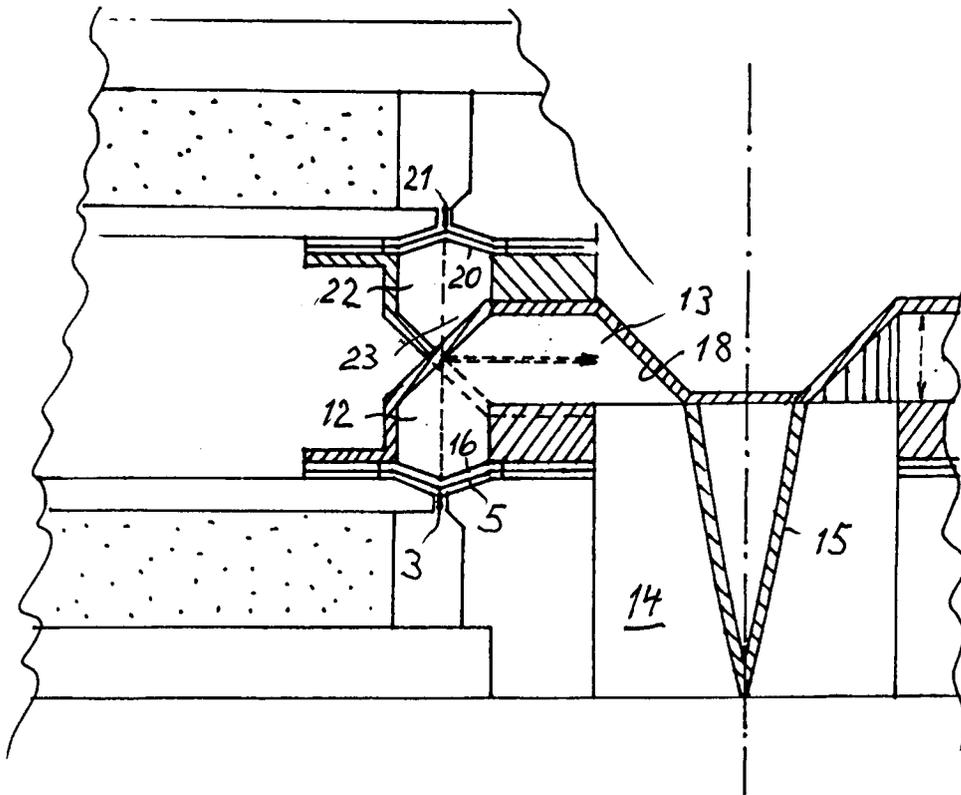
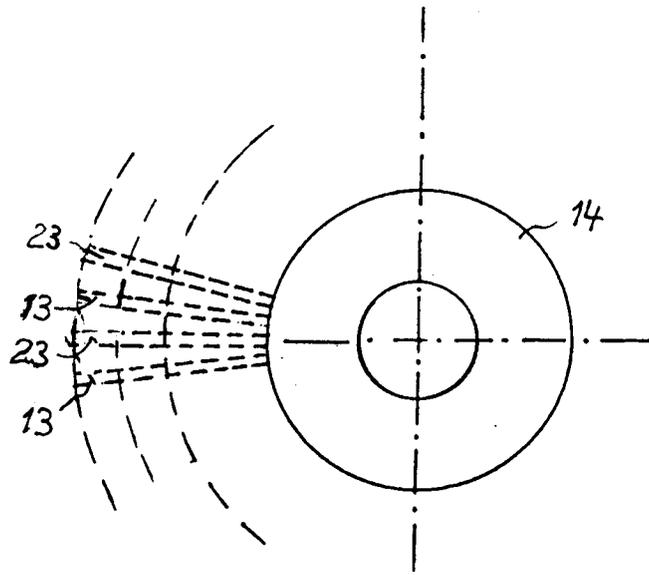


FIG. 4