

⑤

Int. Cl. 2:

H 04 R 9-00

H 04 R 7-04

H 04 R 31-00

1  
M  
2

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 22 36 374 C3

⑪

# Patentschrift 22 36 374

⑫

Aktenzeichen: P 22 36 374.2-31

⑬

Anmeldetag: 25. 7. 72

⑭

Offenlegungstag: 7. 3. 74

⑮

Bekanntmachungstag: 30. 5. 74

⑯

Ausgabetag: 16. 1. 75

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

⑤④

Bezeichnung: Elektroakustisches Wandlersystem

⑦③

Patentiert für: Manger, Josef Wilhelm, 8725 Arnstein

⑦②

Erfinder: gleich Patentinhaber

⑤⑥

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-PS 8 15 494

DT-PS 8 25 097

DT-PS 8 73 260

DT-PS 9 72 978

DT-PS 9 43 412

DT-AS 20 03 815

DT-AS 11 54 516

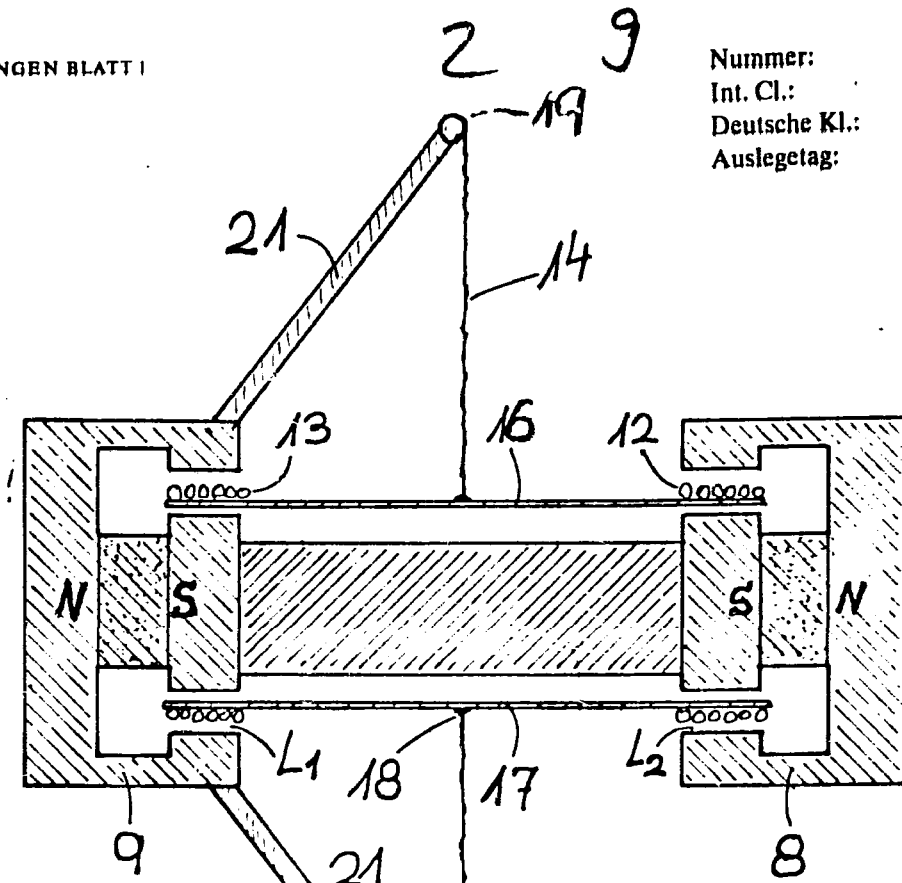


Fig. 1

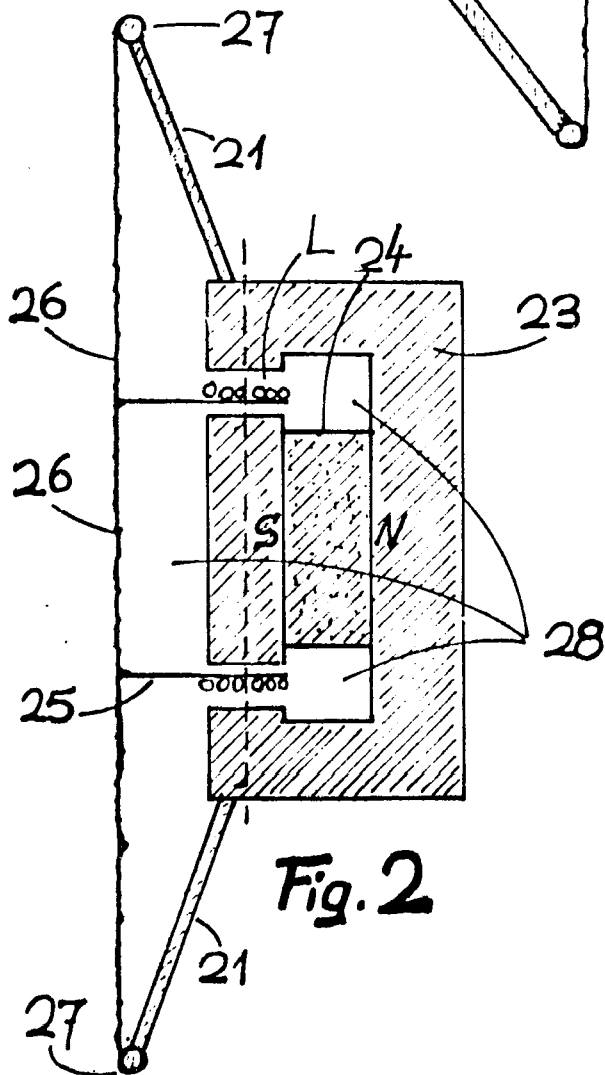


Fig. 2

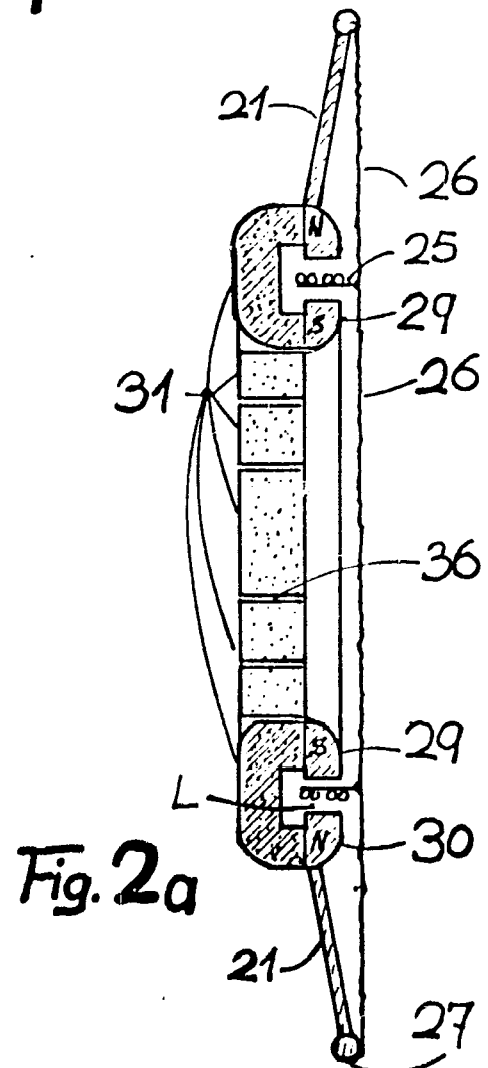


Fig. 2a

## Patentansprüche:

1. Membran für ein elektroakustisches Wandler-  
system, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus einem in der Einspannebene zähelastischen, in der Richtung der Anregung nahezu keine Rückstellelastizität aufweisenden Material besteht. 5
2. Membran nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Träger aus einem in der Einspannebene elastischen und äußerst dehnfähigen, in der Richtung der Anregung dagegen nahezu unelastisch biegbaren, keine Rückstellelastizität aufweisenden Material enthält, der mit einem dämpfungsstarken Füllmaterial imprägniert ist. 10
3. Membran nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger aus Fadenmaterial mit maschenartig verschlungenen Fäden besteht. 15
4. Membran nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger aus einem Strick- oder Kettenwirkstoff besteht. 20
5. Membran nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger sandwichartig von beiden Seiten her mit dem Füllmaterial belegt ist. 25
6. Membran nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Füllmaterial unter geringer Vorspannung des Trägers auf diesen aufgebracht ist. 30
7. Elektroakustisches Wandler-System mit einer an eine Schwingspule gekoppelten Membran nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (14, 26) an mindestens einer Stelle an einem ortsfesten Teil des Wandler-Systems befestigt ist. 35
8. Wandler-System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Rand der Membran (14, 26) an einem mit einem ortsfesten Teil des Wandler-Systems verbundenen Außenring (19, 27) befestigt ist. 40
9. Wandler-System nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (14, 26) an einem mit der Schwingspule gekoppelten Schwingspulenring (18, 25) befestigt ist. 45
10. Wandler-System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (14, 26) durch den Schwingspulenring (18, 25) in zwei annähernd gleich große Flächenabschnitte geteilt ist.
11. Wandler-System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (14, 26) eine kreisrunde Form besitzt und der Durchmesser des Schwingspulenrings (18, 25) im wesentlichen gleich dem Radius der Membran (14, 26) ist. 50
12. Wandler-System nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (26) in ihrem Zentrum ortsfest gehalten ist. 55
13. Wandler-System nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (14, 26) in der Ruhelage eine im wesentlichen ebene Fläche bildet, die senkrecht zur Achse der Schwingspule angeordnet ist. 60
14. Wandler-System nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (14, 26) nur innerhalb oder nur außerhalb des Schwingspulenrings (18, 25) als Kreisringfläche angeordnet ist. 65
15. Wandler-System nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittenlage der Schwingspule(n) in Achsrichtung durch elektromagnetische Kräfte festgelegt ist.
16. Wandler-System nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittenlage der Schwingspule(n) relativ zur Luftspaltmitte allein durch die Membran (14, 26) festgelegt ist.
17. Wandler-System nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß hinter der Membran (14, 26) durch Ausbildung von Öffnungen im dahinterliegenden Magnetsystem keine geschlossenen Lufträume vorgesehen sind.
18. Wandler-System nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwingspule(n) in einem Luftspalt angeordnet ist (sind), dessen innerer Rand durch einen dünnen Polschuhring (33) begrenzt ist.
19. Wandler-System nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Polschuhring (33) durch Stege aus unmagnetischem Material an den Polschuhen befestigt ist.
20. Wandler-System nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagnete (31) aus einer Mehrzahl von Segmenten bestehen, die beabstandet längs eines Kreisbogens angeordnet sind.
21. Wandler-System nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die der Membran zugewandten Flächen der Polschuhe (29, 29 a, 30) bzw. des Polschuh rings (33) zu beiden Seiten des Schwingspulenrings (25) annähernd gleich groß sind.
22. Wandler-System nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß unter Verwendung eines Sintermetalls Polschuhe vorgesehen sind, die zwar magnetisch leitfähig, aber luftdurchlässig sind.
23. Verfahren zum gleichzeitigen Herstellen einer Membran gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6 und Einbauen derselben in ein elektroakustisches Wandler-System gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das textile Flächengebilde vor dem Aufbringen des Füllmaterials zwecks örtlicher Fixierung zunächst nach Zentrierung der Schwingspule im Luftspalt auf den Schwingspulenring und den Außenring aufgelegt, von mehreren Seiten unter Vermeidung einer Faltenbildung gleichförmig in radialer Richtung gespannt und dann im Bereich der Schwingspulenringkante und des Außenrings mit verdünntem Füllmaterial belegt und getrocknet wird, und daß anschließend das Füllmaterial von der einen Seite her aufgebracht, bei einer tieferen Temperatur vorgetrocknet und dann bei einer höheren Temperatur nachbehandelt wird.
24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Füllmaterial in zwei getrennten Arbeitsschritten zunächst von der einen und dann von der anderen Seite her auf das textile Flächengebilde aufgebracht und vorgetrocknet wird.
25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Vortrocknung bei

etwa 70° C und die Nachbehandlung bei etwa 130 bis 150° C stattfindet.

Elektroakustische Wandler Systeme dienen dazu, die ihnen zugeführten elektrischen Schwingungen zunächst in mechanische Schwingungen und dann in Schallschwingungen bzw. in abgestrahlte Schallwellen umzuwandeln. Bei einem idealen Wandler System müssen sich die zugeführten elektrischen Schwingungen darüber hinaus im gesamten Tonfrequenzbereich derart amplituden- und phasengetreu umwandeln lassen, daß jede zugeführte elektrische Rechteckschwingung im Bereich von 100 bis 3000 Hz zu einer ebenfalls rechteckigen Schallwelle führt.

Von diesem erstrebten Idealfall ist die Praxis weit entfernt (vgl. zum Beispiel »hifi-stereophonie«, Zeitschrift für hochwertige Musikwiedergabe, Heft Nr. 5/69, S. 326 bis 340). Messungen auch an den besten elektroakustischen Wandler Systemen machen deutlich, daß jede zugeführte elektrische Schwingung nicht nur zu einem aus mehreren Wellen bestehenden Schallwellenzug führt, sondern in Abhängigkeit von der Konstruktion des Wandler Systems auch nur in verzerrter Form als Schallwelle reproduzierbar ist.

Es wurde nun gefunden, daß der Grund für die genannten Störungen insbesondere darin besteht, daß die bekannten Wandler Systeme unvermeidlich mindestens einen mechanischen Kraftspeicher besitzen. Die in diesem Kraftspeicher während der Anstiegszeit einem Impulses gespeicherte Energie wird sofort oder je nach Zeitkonstante des Kraftspeichers verzögert in den nachfolgenden Ablauf zurückgeführt und hat daher neben Verzerrungen auch eine Verlängerung der abgestrahlten Welle über das Ende der zugeführten Schwingung hinaus zur Folge.

Als Kraftspeicher kommen im wesentlichen zwei Speicher in Betracht, von denen der eine durch Trägheitskräfte und der andere durch elastische Kräfte bedingt ist. Einen elastischen Kraftspeicher stellen beispielsweise die zur Rückführung der Schwingspule in die Ruhelage benötigten Federn oder die bei Kallotenslautsprechern verwendeten Zentriermembranen dar. Bei der Auslenkung der Schwingspule aus der Ruhelage führen diese Federkräfte zu einer amplitudenabhängigen Rückstellkraft, welche die Amplitude der zugeführten Schwingung bei der Auslenkung verringert und bei der Rückführung verstärkt, so daß einerseits die zugeführte Schwingung verzerrt und andererseits die Schwingspule über die Ruhelage hinaus zurückgeführt und dadurch zum Nachschwingen veranlaßt wird. Denselben Einfluß haben diejenigen elastischen Kraftspeicher, die insbesondere bei kleinen Lautsprechern durch eingeschlossene Lufträume entstehen und zuweilen sogar an Stelle von Rückstellfedern für die Rückführung der Schwingspule konstruktiv vorgesehen werden.

Als ein durch Trägheitskräfte bedingter Kraftspeicher ist die mit der Schwingspule des elektroakustischen Wandler Systems gekoppelte Lautsprecher membran anzusehen. Eine Membran kann nach den bisherigen Erkenntnissen nämlich nur dann ideal arbeiten, wenn bei einer Auslenkung der Schwingspule jeder einzelne Punkt der Membran um exakt densel-

ben Wert ausgelenkt wird. Diese Bedingung könnte zwar mit einem Material erfüllt werden, das eine unendliche Steifigkeit (Elastizitätsmodul) besitzt und sich auch bei höchsten Frequenzen nicht elastisch verbiegt. Derartige Materialien sind jedoch auf Grund der ebenfalls notwendigen kleinen Masse in der Praxis noch nicht bekannt. Infolgedessen führen alle bekannten Membranen zumindest in höheren Frequenzbereichen unvermeidlich Eigenschwingungen auf Grund von Trägheitskräften aus.

Es ist schon versucht worden, die Eigenschwingungen der Membranen bzw. ihre schädlichen Rückwirkungen auf die abgestrahlten Schallwellen dadurch zu dämpfen, daß das Membranmaterial, z. B. ein Web- oder Faservliesstoff, mit einem geeigneten Lack imprägniert oder die Membran konstruktiv so gestaltet wird, daß bei höheren Frequenzen bestimmte Abschnitte, z. B. die Randabschnitte, nicht mehr an der Abstrahlung von Schallwellen beteiligt werden (deutsche Auslegeschrift 1 154 516, deutsche Patentschriften 943 412 und 972 078). Durch derartige Maßnahmen können jedoch allenfalls gewisse Verbesserungen erzielt werden, weil sie nur auf eine Verringerung der Wirkung, nicht aber auf die Beseitigung des durch die Membran oder die Membran konstruktion gebildeten Kraftspeichers gerichtet sind. Die bekannten, für alle Tonfrequenzbereiche geeigneten elektroakustischen Wandler Systeme bestehen daher heute aus einer Mehrzahl von Wandlern, denen je ein Frequenzbereich (z. B. Hochton-, Mittelton- und Tieftonbereich) zugeordnet ist. Hierdurch ergibt sich jedoch der weitere Nachteil, daß die Anstiegszeiten der Schalldruckflanken der verschiedenen Wandler nicht gleichzeitig, sondern einzeln hintereinander erscheinen, weil zur Festlegung der verschiedenen Frequenzbereiche vorgeschaltete LC-Glieder und unterschiedliche Massen für die Membranen erforderlich sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Möglichkeit zur Konstruktion eines elektroakustischen Wandler s zu schaffen, der die genannten Nachteile und insbesondere die genannten Kraftspeicher nicht besitzt. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Membran aus einem in der Einspannebene zähelastischen, in der Richtung der Anregung nahezu keine Rückstellelastizität aufweisenden Material besteht und vorzugsweise an mindestens einem ortsfesten Teil des Wandler Systems befestigt ist. Besonders gut eignet sich eine Membran, die einen Träger, z. B. eine Strick- oder Kettenwirkware, aus einem in der Einspannebene elastischen und äußerst dehnfähigen, in der Richtung der Anregung dagegen nahezu unelastisch biegbaren, keine Rückstellelastizität aufweisenden Material enthält, der mit einem dämpfungsstarken Füllmaterial imprägniert ist. Der Träger ist in Weiterbildung der Erfindung sandwichartig von beiden Seiten her mit dem Füllmaterial behandelt, welches vorzugsweise unter geringer Vorspannung des Trägers aufgebracht wird.

Die Erfindung beseitigt erstmals ein allgemein verbreitetes Vorurteil, das sich in allen bekannten elektroakustischen Wandlern bzw. Lautsprechern wieder spiegelt. Bisher wurde die Ansicht vertreten, die Membran müsse eine hohe Steifigkeit besitzen, damit sie als Ganzes, d. h. als starrer Körper mit der Schwingspule hin- und herbewegt wird. Messungen haben jedoch jetzt gezeigt, daß dies nicht wesentlich ist, sondern daß es vielmehr darauf ankommt, daß

alle bewegten Massenpunkte der Membran unabhängig von ihrer Amplitude mit derselben Phase ausgelenkt werden, d. h., daß die Membran mit vollkommener Phasengleichheit schwingt. Weiterhin hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Amplituden der verschiedenen Punkte der Membran nicht identisch sind, sondern von einem Maximum am Ankopplungspunkt der Membran bis auf ein Minimum am Rand der Membran abnehmen. Die Phasengleichheit und die Amplitudenabnahme lassen sich mit den erfindungsgemäßen Membranen in idealer Weise verwirklichen, und zwar insbesondere dann, wenn die Membran außer an der Schwingspule noch an einem ortsfesten Teil des Wandlers befestigt ist, weil hierdurch einerseits eine allmähliche Abnahme der Schwingungsamplitude vom Ankopplungspunkt der Schwingspule bis zum Befestigungspunkt am ortsfesten Teil erzwungen und andererseits auch im Bereich des Befestigungspunktes eine absolute Phasengleichheit bewahrt wird. Dadurch, daß die erfindungsgemäße Membran außerdem aus einem leicht dehnfähigen, gedämpften Material besteht, ergeben sich aus der Membranschwingung keinerlei Rückwirkungen auf den Bewegungsablauf der Schwingspule bzw. auf die abgestrahlten Schallwellen.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Membranen besteht darin, daß sie für Breitband-Lautsprecher geeignet sind. Messungen zeigen, daß die Membranen im Tieftonbereich praktisch als Ganzes mitschwingen, wobei jedoch die Amplitude der Schwingung vom Ankopplungspunkt der Schwingspule nach außen hin abnimmt, wohingegen bei höheren Tönen ein immer kleiner werdender Teil der Membran schwingt, bis schließlich bei den höchsten Frequenzen nur noch ein Abschnitt erregt wird, der einige Millimeter um den Ankopplungspunkt der Schwingspule herum angeordnet ist. Infolgedessen wird einerseits in erwünschter Weise zu tieferen Frequenzen hin automatisch eine immer größer werdende Abstrahlfläche gebildet, während andererseits die hinsichtlich der Erregung von Eigenschwingungen kritischen Randzonen der Membran bei hohen Frequenzen automatisch vom Schwingungsvorgang ausgeschlossen sind.

Eine besondere Eigenschaft der erfindungsgemäßen Membranen besteht schließlich darin, daß sie als Schwingungssystem betrachtet werden können, das aus einer Vielzahl von einzelnen Massenpunkten besteht, die durch Federn miteinander verbunden sind, welche sich auf Grund der vom Füllmaterial bewirkten Dämpfung jedoch äußerst zähelastisch verhalten bzw. eine große innere Dämpfung aufweisen. Auf Grund dieser Tatsache läßt sich bei Versuchen mit einem Torsionspendel nachweisen, daß das logarithmische Dekrement der Dämpfung der erfindungsgemäßen Membranen beispielsweise das Vier- bis Fünfzehnfache im Vergleich zu den üblichen, z. B. aus Faservliesstoffen bestehenden Membranen beträgt.

Die Erfindung bietet erstmals die Möglichkeit, ein Wandlersystem ohne jeden mechanischen Kraftspeicher zu konstruieren. Hierzu ist es allerdings noch erforderlich, in Weiterbildung der Erfindung ein Wandlersystem ohne schädliche eingeschlossene Lufträume vor bzw. hinter der Membran vorzusehen und die durch Federkraft bewirkte Rückführung der Schwingspule durch eine elektromagnetische Mittenzentrierung (deutsche Patentschrift 1 815 694) zu er-

setzen. Ein in dieser Weise ausgebildetes elektroakustisches Wandlersystem hat ideale Eigenschaften.

Weitere Einzelheiten der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird im folgenden in Verbindung mit der Zeichnung an Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Fig. 1 und 2 zeigen elektroakustische Wandlersysteme mit einer erfindungsgemäß montierten Membran;

Fig. 2a und 3 zeigen elektroakustische Wandlersysteme ohne schädliche, als Kraftspeicher wirksame Hohlräume;

Fig. 4 zeigt schematisch das Schwingungsverhalten verschiedener Wandlersysteme.

Die in Fig. 1 bis 3 dargestellten elektroakustischen Wandlersysteme zeichnen sich dadurch aus, daß die Ruhelage ihrer Schwingspulen und dadurch auch ihrer Membranen durch elektromagnetische Kräfte festgelegt ist.

Gemäß Fig. 1 sind zwei Permanentmagnet-Anordnungen in Form von Topfmagneten 8 und 9 vorgesehen, die so angeordnet sind, daß sie die gleiche Symmetrieachse besitzen und zum Symmetriezentrum  $M$  in geöffnet sind. In den ringförmigen Luftspalten  $L_1$ ,  $L_2$  der Topfmagnete können sich zwei Schwingspulen 12, 13 bewegen, die über zwei an einer Membran 14 befestigten Stange 16, 17 oder einen Hohlzylinder od. dgl. starr miteinander verbunden sind. Die Membran 14 bewegt sich folglich im gleichen Rhythmus wie die Schwingspulen 12, 13 hin und her. Die beiden Stangen 16, 17 können in dem Bereich, in dem sie an der Membran 14 befestigt sind, auch durch einen Schwingspulenring 18 ersetzt oder verbunden sein. Die Mittenhaltung der Schwingspulen 12, 13 bzw. der mit ihnen gekoppelten Membran 14 erfolgt in bekannter Weise elektromagnetisch (deutsche Patentschrift 1 815 694).

Erfindungsgemäß ist der äußere Rand der Membran 14 an einem ortsfesten Außenring 19 befestigt, der mittels geeigneter Halterungen, z. B. unmagnetischer Streben 21, an einem ortsfesten Teil des Wandlersystems, z. B. am Topfmagneten 9, angebracht ist. Die Membran 14 ist in der Ruhelage vorzugsweise etwa senkrecht zur Achse der Schwingspulen 12, 13 angeordnet.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist nur ein einziger Topfmagnet 23 vorgesehen, in welchem, wie es in Fig. 2 angedeutet ist, zwei Schwingspulen hintereinander angeordnet sind und der einen Permanenten 24 aufweist. An einem die Schwingspulen tragenden Schwingspulenring 25 ist eine Membran 26 befestigt, deren äußerer Rand mittels eines am Topfmagneten 23 befestigten Außenrings 27 ortsfest eingespannt ist. Der Mittelpunkt der kreisförmigen Membran 26 kann außerdem mittels eines am Topfmagneten befestigten, nicht dargestellten Stiftes ebenfalls ortsfest gehalten sein. In der Ruhelage ist die Membran etwa senkrecht zur Achse der Schwingspule angeordnet.

Im Unterschied zu bekannten Kalotten-Lautsprechern ist beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2, das im übrigen auch nach bekannten Konstruktionsverfahren hergestellt sein kann, die abstrahlende Fläche der Membran 26 nicht auf einen kalottenförmigen, in Inneren des Schwingspulenrings 25 angeordneten Membranteil begrenzt, sondern auch auf die gesamte Membran zwischen den beiden Ringen 25 und 27 angeordnet

Membran ausgedehnt. Innerhalb des Schwingspulenrings 25 ist die Membran 26 in einer Ebene angeordnet. Die Mittenhaltung der Membran 26 erfolgt in bekannter Weise (deutsche Auslegeschrift 1 815 694).

Durch den inneren und äußeren Polschuh des Topfmagneten 23 und den Permanentmagnet 24 sind hinter der Membran 26 an den mit 28 bezeichneten Stellen schädliche Lufträume gebildet, wie es bei bekannten Lautsprechern üblich ist. Um diese zu vermeiden, kann der Topfmagnet gemäß Fig. 2 a aus zwei ringförmigen Polschuhen 29, 30 und einer Vielzahl von Permanentmagneten 31 gebildet werden, die in gleichmäßigen Abständen auf einem Kreisbogen angeordnet sind und Zwischenräume 36 frei lassen.

Die Ausführungsform nach Fig. 3 unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Fig. 2 a lediglich dadurch, daß die Luftspalte L einerseits von zwei äußeren Polschuhen 29 a, 30 a mit dazwischen befindlichen Permanentmagneten 31 und von einem als Polschuhring 33 ausgebildeten Kern begrenzt sind, der mit Hilfe von nicht dargestellten, aus unmagnetischem Material bestehenden Streben an einem der Polschuhe 29 a, 30 a befestigt ist. Hierdurch ergibt sich wiederum der Vorteil, daß die in Fig. 2 mit 28 bezeichneten, eingeschlossenen Lufträume wegfallen, die beim Hin- und Herbewegen der Membran 26 quasielastische Kraftspeicher darstellen und das Schwingungsverhalten der Membran nachteilig beeinflussen würden. Ein weiterer Vorteil der Ausführungsformen nach Fig. 1, 2 a und 3 besteht darin, daß die Schallwellen sowohl nach vorn als auch nach hinten abgestrahlt werden, weil das Wandlersystem auch nach hinten im wesentlichen offen ist. Im Bedarfsfall kann ein von dünnen Streben 34 gehaltener Stift 35 vorgesehen sein, der auch den Mittelpunkt der Membran 26 ortsfest fixiert, damit diese zu beiden Seiten des Schwingspulenrings 25 vollkommen symmetrisch angetrieben wird. Im ausgelenkten Zustand der Schwingspule ist die Membran so angeordnet, wie es in Fig. 3 durch die gestrichelte Linie 26 a angedeutet ist, und dabei nicht in sich gedehnt, so daß sie auch in dieser Lage keinen elastischen Kraftspeicher bildet.

Die Membran 14 bzw. 26 besteht erfindungsgemäß aus einem flexiblen, nach allen Seiten möglichst dehnfähigen Material. Als besonders geeignet haben sich hochelastische Maschenstoffe (Gestricke und Gewirke), aber auch Kettenwirkstoffe erwiesen. Derartige Stoffe haben die Eigenschaft, daß sie auf Grund der Tatsache, daß jede einzelne Masche eine Fadenreserve darstellt, die bei jeder Bewegung eine Umgestaltung der Fadenlage gestattet, einerseits weit über das Maß hinaus gedehnt werden können, um das ein von gestreckten Fäden gebildeter Webstoff oder ein normaler Faserviellstoff gedehnt werden kann, andererseits jedoch eine hohe innere Reibung aufweisen und daher nur sehr stark gedämpfte Eigenschwingungen ausführen können. Die Dehnbarkeit und Dämpfung dieser Stoffe kann noch dadurch erhöht werden, daß die Maschen nicht aus einem Einzelfaden, sondern aus einem multifilen Faden mit dünner Einzelkapillaranordnung hergestellt werden. Als Fasermaterial eignet sich insbesondere Polyamid oder Polyester, d. h. ein Material, dessen Fäden auch schon eine gewisse Eigendehnfähigkeit aufweisen. Es sind jedoch auch andere Materialien wie z. B. Glasfasern geeignet, weil der wesentliche Teil der Dehnung immer durch die Maschenbildung gesichert ist. Be-

sonders bevorzugte Membranen erhält man außerdem mit Hilfe eines Fadenmaterials, das nur relativ wenig Dämpfungsmaterial aufnimmt, weil dadurch leichte Membranen erhalten werden. Die Verwendung von stark gekräuseltem Garn sollte daher vermieden werden.

Das auf einer Rundstrick-, Flachstrick- oder Cottonmaschine oder auch auf einer Kettenwirkmaschine hergestellte Membranmaterial wird in der Weise mit einem Dämpfungsmaterial belegt, wie es bei der Herstellung von anderen, z. B. aus Web- oder Vliesstoffen bestehenden Membranen üblich ist. Als Dämpfungsmaterialien eignen sich insbesondere Dispersionslösungen bzw. Lacke auf Butadienbasis (z. B. Butofan 390 D der Firma BASF).

Obwohl es zur Herstellung und zum Einbau der erfindungsgemäßen Membran mehrere Möglichkeiten gibt, erfolgen Herstellung und Einbau vorzugsweise gleichzeitig gemäß dem nachfolgend an Hand Fig. 2 a beschriebenen Verfahren.

Zunächst wird der von den Schwingspulen unwickelte Schwingspulenring 25 im Luftspalt der Topfmagnetanordnung mit Hilfe von Hilfsvorrichtungen zentriert und dann derart angeordnet, daß sein vorderes Ende mit dem Außenring 27 bündig abschließt. Anschließend wird ein textiles Flächengebilde, das z. B. aus einer aus einem feinen Damenstrumpf herausgeschnittenen Maschenware besteht, auf die beiden Ringe 25 und 27 aufgelegt, deren Achsen vorzugsweise vertikal angeordnet sind. An den über den Außenring 27 ragenden Rändern der Maschenware werden nun in gleichmäßigen Abständen kleine Gewichte von z. B. je 8 Gramm angehängt, die die Maschenware glatt ziehen und ihr eine geringe Vorspannung geben. Bei diesem Verfahrensschritt ist darauf zu achten, daß in dem über die Ringe 25, 27 gespannten Teil der Maschenware möglichst keine Falten gebildet werden und die Maschenstäbchen bzw. Maschenreihen möglichst geradlinig und parallel zueinander verlaufen. Anschließend können im Bedarfsfall die von der Schwingspule kommenden Anschlußdrähte von hinten nach vorn durch die Maschenware gezogen werden.

Nachdem auf diese Weise die Schwingspule genau zentriert und die Maschenware gleichmäßig gespannt ist, wird die Maschenware im Bereich der Außenring- bzw. Schwingspulenringkante mit einer verdünnten Lösung des Füllmaterials belegt, welches anschließend mit Luft getrocknet wird, um die Maschenware auf den beiden Ringen 25, 27 zu fixieren. Als Füllmaterial kann hierbei z. B. eine 20%ige wäßrige Lösung von Butofan 390 D verwendet werden.

Nachdem die Maschenware fixiert ist, wird sie zunächst von vorn mit einer 50%igen Butofan-Lösung belegt und dann bei etwa 70° C an der Luft getrocknet. Danach erfolgt in einem entsprechenden Verfahrensschritt das Belegen der Rückseite der Maschenware mit dem Füllmaterial. Im allgemeinen genügt es, das Füllmaterial in einer solchen Menge auf die Maschenware aufzubringen, daß auf beiden Seiten keine Faserenden mehr durch das Füllmaterial nach außen ragen. In beiden Fällen kann das Füllmaterial außerdem im Bereich der beiden Ringe 25 27 etwas dicker aufgebracht werden.

Anschließend wird die gleichzeitig hergestellte und an den Ringen 25, 27 befestigte Membran etwa ein Stunde lang bei einer höheren Temperatur, z. B. etw.

130 bis 150° C, getrocknet. Die Membran, die während des Vortrocknens bei etwa 70° C noch äußerst gespannt ist, verliert während der Behandlung bei der höheren Temperatur diesen Spannungszustand fast vollständig und nimmt vielmehr unter Bildung von Falten eine wellige, relativ schlaffe Form an, die eine Hin- und Herbewegung der Schwingspule um 1 bis 2 Zentimeter erlaubt, ohne daß die Membran hierdurch in radialer Richtung gedehnt wird. Durch das Aufbringen des dämpfungsstarken Füllmaterials ist die äußerst dehnfähige, hochelastische Maschenware in ein Flächengebilde umgewandelt worden, welches zwar nach allen Richtungen noch elastisch ist, im Vergleich zur reinen Maschenware jedoch nicht nur einen wesentlich größeren Elastizitätsmodul aufweist, sondern auch ein sehr zähelastisches, gedämpftes Verhalten zeigt und in Richtung der Bewegung eine gewisse Biegefestigkeit besitzt.

Nach dem Trocknen werden die Gewichte entfernt, die über den Außenring 27 ragenden Ränder der Membran abgeschnitten und die Hilfsvorrichtungen entfernt.

Ein wesentlicher Vorteil des gleichzeitigen Herstellens und Einbauens der Membran besteht darin, daß die Schwingspule nach einer derartigen Behandlung senkrecht zur Bewegungsrichtung allein von der Membran zentriert ist und ohne weitere Maßnahmen sofort fertig zum Gebrauch ist.

Beim Betrieb der in Fig. 1 bis 3 beschriebenen elektroakustischen Wandler werden die Schwingspulen in Abhängigkeit von den zugeführten elektrischen Schwingungen in Achsrichtung ausgelenkt, wodurch die an ihnen befestigten und gegebenenfalls am Rand eingespannten Membranen hin- und herbewegt werden. Im Tieftonbereich, d. h. bei relativ großen Auslenkamplituden, werden die Membranen dabei in ihrer gesamten Fläche bewegt, da die an den Befestigungspunkten mit den Schwingspulenringen 18 bzw. 25 angreifenden Zugkräfte bis zum Membranrand bzw. bis zum Membranmittelpunkt (Fig. 3) phasengleich wirksam werden. Bei größer werdenden Frequenzen und entsprechend kleineren Auslenkamplituden wird dagegen an der Hin- und Herbewegung ein immer kleiner werdender Teil der Membran beteiligt, bis bei sehr hohen Frequenzen praktisch nur noch ein Membranteil mitschwingt und infolgedessen abstrahlt, der sich von der Befestigungsstelle an der Schwingspule um wenige Millimeter in radialer Richtung erstreckt. Je nachdem, ob die Membran nur einseitig (Fig. 1, 2 und 2 a) oder beidseitig (Fig. 3) eingespannt ist, ergeben sich auf beiden Seiten des Schwingspulenrings 18, 25 identische Verhältnisse. Obwohl die Membran so am Schwingspulenring 25 befestigt sein kann, daß sie durch ihn in zwei etwa gleiche Flächen geteilt wird, von denen die eine innerhalb, die andere dagegen außerhalb des Schwingspulenrings liegt, wird die Anordnung vorzugsweise so getroffen, daß der Durchmesser des Schwingspulenrings 25 gleich dem Radius der Membran 26 bzw. des Außenrings 27 ist. Hierdurch wird erreicht, daß die Membran durch den Schwingspulenring 25 genau mittig erfaßt wird.

Weiterhin ist es vorteilhaft, der Schwingspule einen so großen Durchmesser zu geben, daß der Schwingspulenring in Verbindung mit der elektromagnetischen Zentrierung verkantungsfrei, d. h. mit seiner Achse parallel zur Luftspaltachse gehalten wird. Zu kleine Durchmesser des Schwingspulenrings kön-

nen nämlich zur Folge haben, daß dieser bei geringfügigen Unsymmetrien hinsichtlich der Membranbefestigung verkantet wird und daher an den Polschuhflächen anliegt. Gut geeignet sind beispielsweise Durchmesser des Schwingspulenrings von 50 bis 90 mm.

Schließlich sollte auch darauf geachtet werden, daß die Polschuhe zu beiden Seiten des Schwingspulenrings 25 annähernd gleich große Flächen aufweisen, damit die hinter der Membran befindlichen Luftpolster, die bei der Rückwärtsbewegung der Membran verdrängt werden müssen, ebenfalls vollkommen symmetrisch angeordnet sind (vgl. Fig. 2 a).

Ein großer Vorteil der erfindungsgemäßen Wandlersysteme im Vergleich zu den bekannten Kalottenlautsprechern ergibt sich dadurch, daß die abstrahlende Fläche der Membran wesentlich größer gemacht werden kann, ohne daß sich nachteilige Folgen mit Bezug auf Eigenschwingungen ergeben, weil das Membranmaterial ohne Einfluß auf das Schwingungsverhalten ist und sich derjenige Teil der Membran, der bei einer bestimmten Frequenz abstrahlt, entsprechend den Kraftübertragungsverhältnissen im Inneren der Membran von selbst einstellt.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern läßt sich auf verschiedene Weise abwandeln. So können beispielsweise an Stelle der in Fig. 2 a und 3 dargestellten Magnetkonstruktion andere Konstruktionen vorgesehen werden, die ebenfalls in dem hinter der Membran angeordneten Teil keine eingeschlossenen Luft Räume aufweisen. Beispielsweise können auch in Segmente geteilte Polschuhe oder solche Polschuhe vorgesehen werden, die unter Verwendung von geeigneten Sintermetallen luftdurchlässig, aber trotzdem magnetisch leitfähig sind.

Die erfindungsgemäße Membran ist ebenfalls nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, wenn auch ein Wandler system gemäß Fig. 2 a auf Grund seiner Konstruktion, seiner Membran und seiner elektromagnetischen Rückführung keinen der drei schädlichen Kraftspeicher aufweist und daher besonders vorteilhaft ist. Die erfindungsgemäße Membran läßt sich auch bei Kalottenlautsprechern anwenden. Da die erfindungsgemäße Membran jedoch im allgemeinen eine nur geringe Steifigkeit aufweist, wird ihr dabei innerhalb des Rings 25 keine Kalottenform, sondern gemäß Fig. 2 a die Form einer ebenen Fläche gegeben. Zur Vergrößerung des Abstrahlkeils kann sie entsprechend Fig. 3 im Mittelpunkt ortsfest befestigt sein. Weiterhin ist die Erfindung nicht auf Wandler systeme mit elektromagnetischer Rückführung beschränkt, sondern läßt sich mit Erfolg auch im herkömmlichen Wandler system mit mechanischer Rückführung anwenden, indem zusätzlich zu den Membranen nach Fig. 1 bis 3 noch Zentriermembranen oder Rückstellfedern vorgesehen werden.

Schließlich sind auch die Form, das Material und die Anordnung der Membranen nicht kritisch. Obwohl im allgemeinen kreisrunde oder quadratische Membranformen mit symmetrischer Ankopplung der Schwingspule bevorzugt werden, sind auch andere Membranformen möglich. Als Membranmaterial eignen sich zwar insbesondere Strickstoffe, die auf Flach- oder Rundstrickmaschinen hergestellt sind doch sind insbesondere die Bindungsart und die Ma-

schengröße frei wählbar, sofern die hohe Dehnfähigkeit erhalten bleibt. Als gut geeignet haben sich Strickstoffe erwiesen, die glatt rechts/rechts oder glatt rechts/links gestrickt und beispielsweise aus einem normalen feinen Damenstrumpf herausgeschnitten sind. Die Anordnung der Membranen ist gemäß Fig. 1 bis 3 im allgemeinen so gewählt, daß die Membranen in ihrer Ruhelage senkrecht zur Bewegungsachse der Schwingspulen angeordnet sind. Abweichend hiervon können die Antriebsachse und die Membranfläche jedoch auch andere als Winkel von  $90^\circ$  einschließen, weil hierdurch im wesentlichen nur die Lage bzw. die Größe des Abstrahlkeils des Wändlers, nicht jedoch die amplituden- und phasentreue zweifache Wandlung beeinflusst wird.

Fig. 4 zeigt schematisch das Schwingungsverhältnis eines idealen, eines herkömmlichen und eines erfindungsgemäßen elektroakustischen Wändlers. Fig. 4a, 4b zeigen je eine dem Wandler zugeführte

Sinus- bzw. Rechteckschwingung, deren Amplituden längs der Ordinate aufgetragen sind, während die Abszisse die Zeitachse darstellt. Fig. 4c, 4d zeigen die ideale Form der am Wandler austretenden Schallschwingungen. Die Fig. 4e, 4f, 4g, 4h zeigen, daß bei Verwendung eines herkömmlichen Wändlers die Schallschwingungen innerhalb der Periode der zugeführten Sinuswelle auf Grund störender Kraftspeicher nicht nur stark verzerrt sind, sondern auch über das Ende der Periode hinaus noch einen nur langsam abfallenden Ast aufweisen. Ein erfindungsgemäßer Wandler liefert dagegen nahezu im gesamten Tonfrequenzbereich gemäß Fig. 4i, 4j Kurven, die sich von den Idealkurven gemäß Fig. 4c, 4d kaum unterscheiden.

Die erfindungsgemäßen elektroakustischen Wandler Systeme und Membranen lassen sich nicht nur für Lautsprecher, sondern mit denselben Vorteilen auch für Mikrofone und Kopfhörer verwenden.

---

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

---



Nummer: 2 236 374  
 Int. Cl.: H 04 r, 9/00  
 Deutsche Kl.: 21 a2, 2/01  
 Auslegungstag: 30. Mai 1974

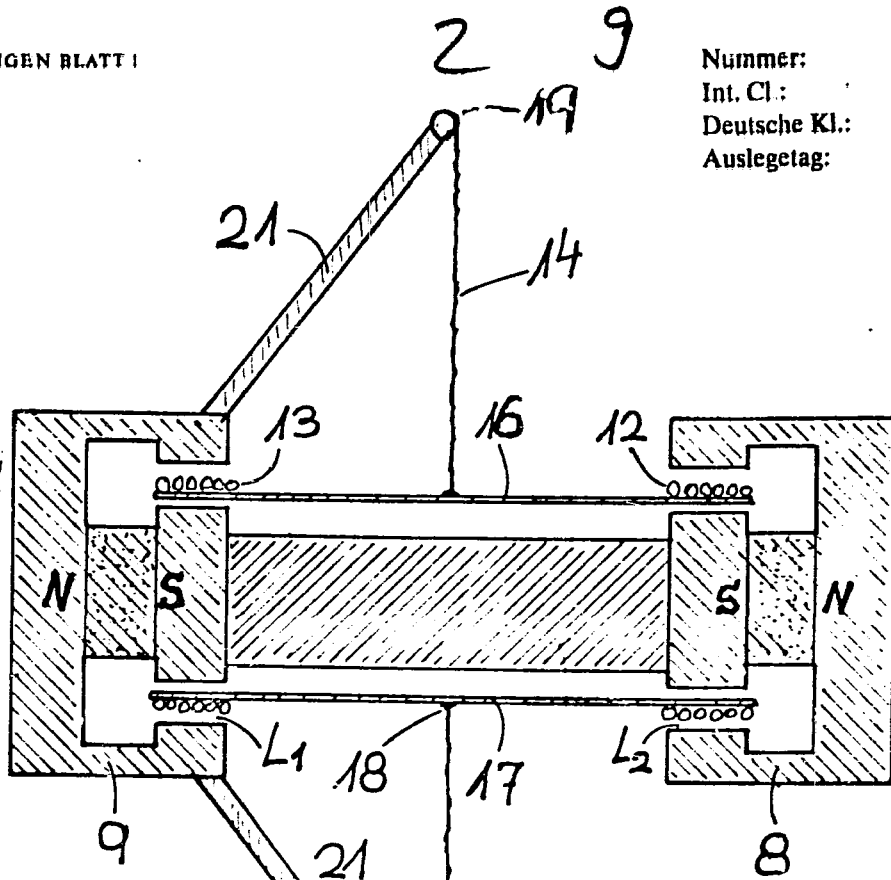


Fig. 1

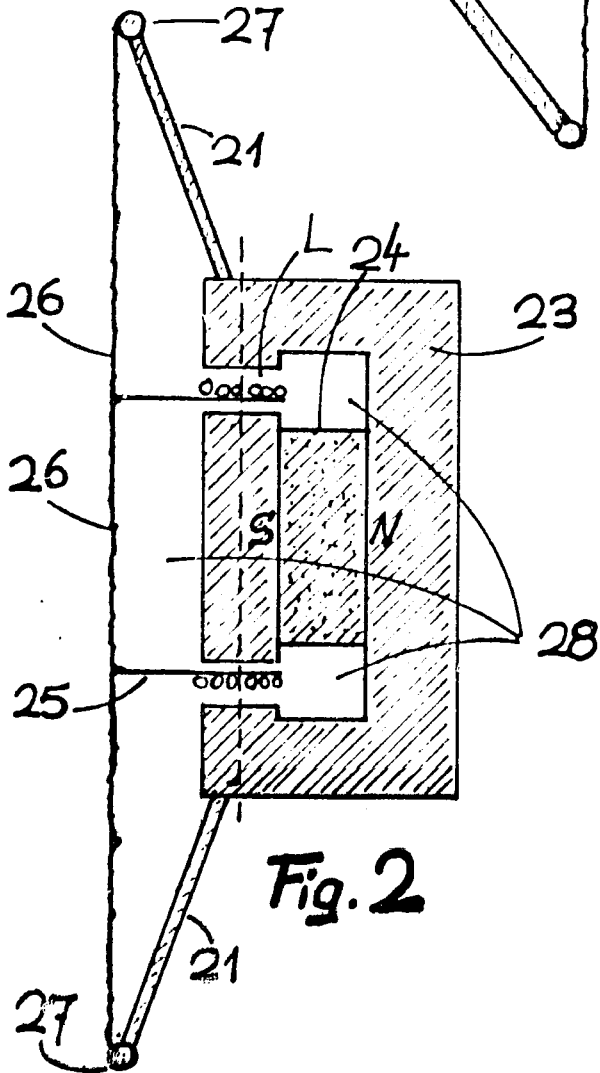


Fig. 2

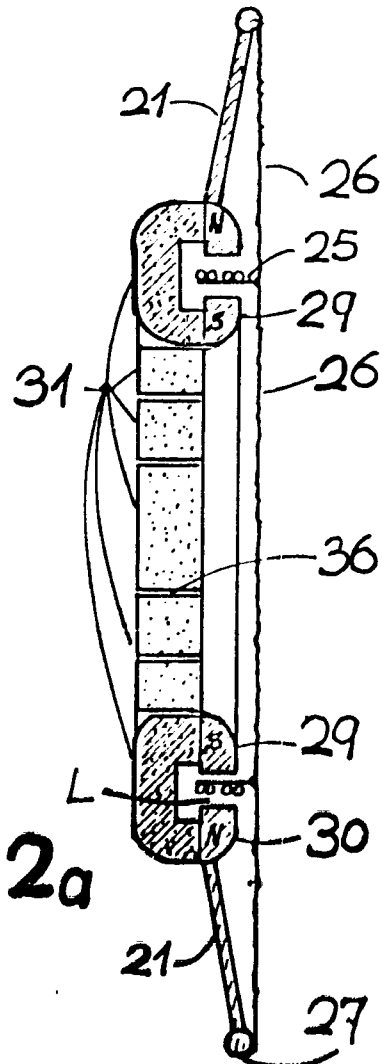


Fig. 2a

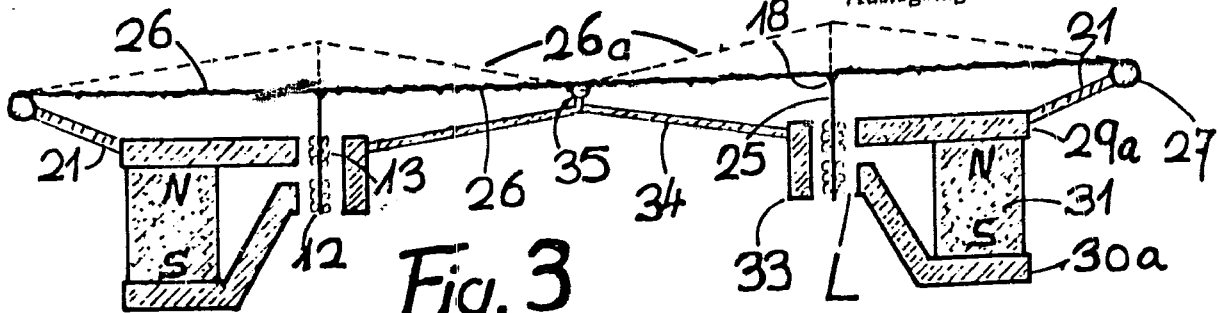


Fig. 3

Fig. 4

