

①⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②① Anmeldenummer: 80103523.9

②② Anmeldetag: 24.06.80

⑤① Int. Cl.³: **H 04 R 7/06**
H 04 R 7/12, H 04 R 3/00
H 04 R 7/20

③⑩ Priorität: 10.07.79 DE 2927848

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.01.81 Patentblatt 81/4

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
BE FR GB IT NL SE

⑦① Anmelder: **Friz, Rainer Cornelius**
Mendelssohnstrasse 5a
D-8000 München 60(DE)

⑦② Erfinder: **Friz, Rainer Cornelius**
Mendelssohnstrasse 5a
D-8000 München 60(DE)

⑤④ **Mehrwegmembrane (mit mechanischer Frequenzweiche, Mehrwegfeder und Istwertgebern für elektronische Gegenkopplung).**

⑤⑦ Linearisierung der Abstrahlung einer Mehrwegmembrane mit mechanischer Frequenzweiche durch:
Gleiche Masse pro Flächeneinheit Abstrahlfläche.

Die im jeweils betrachteten Frequenzbereich wirksame Membranmasse stellt die Summe aller zur Mitte der Mehrwegmembrane hin liegenden Membranelementmassen zuzüglich der Spulenmasse dar.

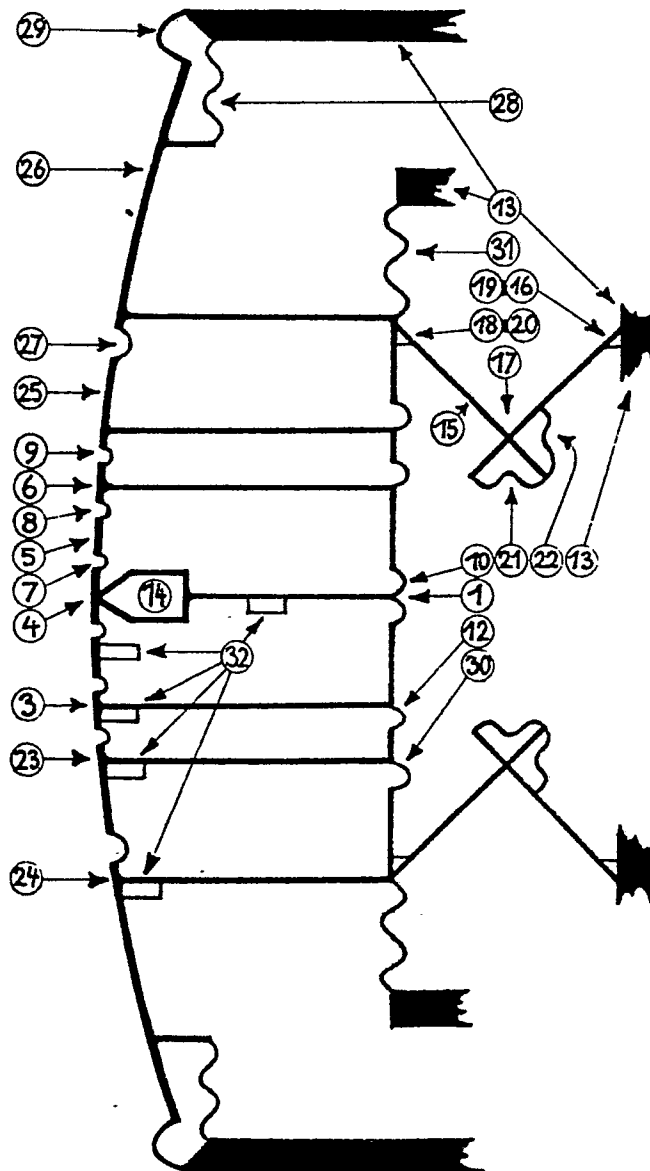
Wird eine Verringerung der Membranelementmassen gewünscht, ist die Dämpfung zu erhöhen.

Die Mehrwegmembrane ist leicht kuppelförmig gewölbt gestaltet und in ihrer Schwerpunktebene nur mittels einer Baßfeder im Lautsprecherkorb aufgehängt mind, oder es wird eine zweite Federebene eingefügt, die als Mehrwegfeder von den Membranelementen nach hinten führende Stützen verbindet.

Die Mehrwegmembrane kann durch eine besondere Istwertbergestaltung elektronisch steuerbar gemacht werden. Die Istwertdarstellung an den einzelnen Membranelementen ist dabei den jeweiligen Membranelementflächen proportional. Die einfache Summierung der Istwerte ergibt dann den Istwert der gesamten Mehrwegmembrane.

./...

Abb.5



Anmelder und Erfinder: Rainer Cornelius Friz
Beruf: Künstler und Erfinder

amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt I

Anwendungsgebiet:

Die Erfindung betrifft technische und konstruktive Maßnahmen an Mehrwegmembranen mit mechanischer Frequenzweiche.

Zweck:

Die technischen und konstruktiven Maßnahmen sollen

- den Frequenzgang unabhängig von der Zahl der Wege und den Membrandurchmessern ohne Benutzung von Schallführungen linearisierbar machen, bei beliebiger Interferenzfreiheit der Abstrahlung;
- eine beliebige Zahl von Wegen, beliebig große Baßmembrandurchmesser und beliebig kleine Hochtוןmembrandurchmesser ermöglichen;
- Phasenneigungen, lineare und harmonische Verzerrungen vermeiden.

Stand der Technik:

Bekanntlich kommt es zu Interferenz, wenn der Membrandurchmesser größer als die halbe Wellenlänge des abgestrahlten akustischen Signals ist. Das bedingt für hohe Frequenzen sehr kleine Membrandurchmesser, da sonst der Schall stark gerichtet abgestrahlt wird. Außerdem werden durch Interferenz Frequenz- und Phasengang beeinträchtigt.

Andererseits bedarf es zur Abstrahlung tiefer Frequenzen möglichst großer Membrandurchmesser, damit die Membrane für den nötigen Schalldruck nicht zu weit ausgelenkt werden muß. Dies würde nämlich starke Beschleunigungen bedingen und dadurch eine Pegel-abhängig überproportionale Zunahme der Dämpfung bedeuten, die ungefähr der Geschwindigkeit proportional ist, und ebenso eine Zunahme von Teilschwingungen der Membrane, was Verzerrungen bewirkt.

Aus diesen Gründen wird das Hörfrequenzspektrum in wenigstens zwei Frequenzbänder aufgeteilt auf entsprechend viele Membranen verteilt, was durch eine elektronische Frequenzweiche bewerkstelligt wird. (Quelle: HiFi-Jahrbuch 9/Verfasser: Dipl. Phys. K. Breh/Verlag: G. Braun-Verlags-GmbH, Karlsruhe/S. 150)

Neben elektronischen Frequenzweichen sind auch mechanische bekannt, die durch Federkopplungen konzentrischer Membranelemente dargestellt werden. In diesen Fällen strahlt die starr mit der Spule verbundene Kernzone den obersten Frequenzbereich allein ab und das äußerste Membranelement allein den Baßbereich. An den Federkopplungen findet also eine Tiefpaßfilterung statt. Dabei ist das Membran- und Federkopplungsmaterial Papier.

Die Membranform ist eine Konusform.

Zur Linearisierung des Frequenzgangs werden unterschiedlich gekrümmte Trichter aus verschiedenen Materialien eingesetzt, die starr mit dem Hochtוןmembranelement verbunden sind.

Die Zentrierfeder für die Spule greift entweder am Hochtonelement oder am nächstäußeren Membranelement an. (Quelle: FR-PS I 275 613)

Daneben gibt es Breitbandsysteme, deren Membranoberfläche vom Konus abgeleitet so gekrümmt ist, daß abhängig von der abzustrahlenden Frequenz kontinuierlich verschieden große Abstrahlflächen schwingen - sog. Curvilinearform. (Quelle: A. B. Cohen/"HiFi-Loudspeakers

amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt 2

and enclosures"/Verlag: John F. Rider Publisher Inc., New York/
gedruckt: 1956/S. 44 - 47)

Um die Membranen durch Spulen angetriebener Lautsprecher so aufzuhängen, daß sie nur in Abstrahlrichtung beweglich sind, werden Federn eingesetzt, die entweder aus Papier, Folie oder geharztem Gewebe bestehen. Diese Federn haben außerdem die Rückstellung der Membrane in die Nulllage zu besorgen.

Üblicherweise ist die Geometrie dieser Federn eine konzentrische Faltung, die im Querschnitt eine Sägezahnform hat, wobei die Spitzen der Sägezähne mehr oder weniger gerundet sind. Bei Kalottenhochtönern sind auch rechteckige und kreisbogenförmige Federquerschnitte bekannt.

In allen Fällen ist die Querschnittsdicke, abgesehen von Verdünnung durch den Tiefziehvorgang bei Folienfedern, gleichbleibend.

Um Verzerrungen zu vermeiden, die durch Masse, Federn, Dämpfung oder Überspringen entstehen, werden elektronische Rückkopplungsschaltungen eingesetzt, deren Istwertgeber Kondensatoren, Spulen oder Mikrophone sind, welche entweder in die Membrankonstruktion integriert sind oder im Fall von Mikrophonen in unmittelbarer Nachbarschaft der Membrane positioniert sind.

Bei kapazitiver Rückkopplung werden Plattenkondensatoren verwendet, deren eine Platte starr mit dem Lautsprecherkorb verbunden ist und deren andere Platte in Form einer Folie solidarisch mit der Membrane schwingt. Es kann auch das Dielektrikum als sich ändernde Größe verwendet werden, indem die Membrane ein dielektrisches Materialstück zwischen den Kondensatorplatten bewegt.

Bei induktiver Rückkopplung wird eine kleine Spule solidarisch mit der Membrane in einem Magnetspalt bewegt. In diesem Fall stellt der induzierte Strom den Istwert dar.

Wird ein Mikrophon als Istwertgeber verwendet, so ist dieses entweder kurz vor oder kurz hinter der Membrane angebracht und mit dem Lautsprecherkorb solidarisch.

Alle bekannten Rückkopplungsschaltungen liegen zwischen Frequenzweiche und Lautsprecher und sind mit Operationsverstärkern für den jeweiligen Weg verbunden.

Kritik am Stand der Technik:

In allen mit einer elektronischen Frequenzweiche ausgestatteten HiFi-Boxen findet eine Phasenverschiebung und somit Verfälschung des Eingangssignals statt.

Da diese Frequenzweichen aus Spulen und Kondensatoren aufgebaut sind und diese Bauteile naturgemäß die Phase zwischen Strom und Spannung verschieben, liegt hier eine physikalische Grenze.

Durch Schaltung und Bauteilwahl läßt sich nur erreichen, daß die Phasenneigung ein ganzzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge ist und durch Ohmsche Lasten nicht zusätzlich beeinflußt wird.

Bezogen auf den Zeitpunkt Null einer Schwingung, bei der Strom und Spannung in Phase sind, hinkt dann in Induktivitäten der Strom und in Kapazitäten die Spannung nach.

Die in der Literatur verbreitete Behauptung, daß im Fall einer Induktivität die Spannung "vorauselt", stimmt nicht, weil kein Spulen-



amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt 3

draht wissen kann, was er "vorausseilen" lassen muß, und dann an jeder herumliegenden Spule eine Spannung abgreifbar sein müßte, die irgendwas vorausseilt, was dann irgendwann kommt. Diese absurde, von zeichnerischen Darstellungen abgeleitete Interpretation führt dazu, daß Konstrukteure 90° "vorausseilende" und 90° "nacheilende" Spannung zu einer Phasenneigung von 180° addieren und durch Umpolung eines Lautsprechers dann etwas erzielen, was sie Phasentreue nennen. Diese Phasentreue ist jedoch eine Phasenverschiebung um 90° , die gegenphasig liegt. Deshalb stimmt bei keiner Mehrwegbox mit elektronischer Frequenzweiche die akustische Signalform mit der elektrischen überein.

Andererseits weisen alle Breitbandsysteme, die keine Frequenzweiche enthalten, Interferenz im Hochtonbereich auf. Um dennoch die für das Stereohören unerläßliche breite Abstrahlcharakteristik in der Horizontalen zu erzielen, wurden bisher zwei Wege eingeschlagen:

- indem die Interferenz konstruktiv bedingt nur in der Vertikalen auftritt, z.B. bei dem in der OHM-F realisierten "alsh-US-Patent 3 424 873. Dieser Typ strahlt laut Herstellerangaben im Prospekt vertikal nur über einen Winkel von 16° linear ab.
- indem die Wände des Benutzers zur Verteilung der Schallenergie herangezogen werden, z.B. bei sog. omnidirektionalen Systemen wie dem Typ 90I der US-Firma Bose und auch der o.g. OHM-F. Solche Konstruktionen fügen dem Klangbild Hall zu, der nicht im Programmmaterial enthalten ist. Von "naturgetreuer Musikreproduktion" kann somit nicht die Rede sein.

Da durch Interferenz auch der Frequenzgang beeinträchtigt wird, sind konstruktive Maßnahmen zu dessen Linearisierung nötig. Bei der OHM-F ist der Tieftonbereich bedämpft. Bei der Bose 90I wird ein Equalizer eingesetzt, der wiederum Phasenverschiebungen erzeugt. Außerdem entstehen Phasenverschiebungen durch Masse und Dämpfung der Membranen. Sie nehmen mit Masse und Dämpfung zu, sind also bei großen Membranen größer als bei kleinen. Aus diesem Grunde findet auch in Breitbandsystemen ohne Frequenzweiche eine Phasenverschiebung statt.

Schließlich bewirken die Konusform und die räumliche Verteilung von Membranen über eine Schallwand Phasenverschiebungen. Die übliche Mehrwegtechnologie erfordert neben der Frequenzweiche mindestens zwei Lautsprecherchassis je Box. Die Bauteile der Frequenzweichen und die Magnetstärken der Permanentmagneten streuen innerhalb der Produktion üblicherweise mit Toleranzen von $\pm 20\%$. Das bedeutet eine entsprechende Streuung der Frequenzgangsdaten bei Boxen gleichen Typs. Werden jedoch zwei Boxen im Stereobetrieb verwendet, deren Frequenzgänge nicht übereinstimmen, so wird im Hochtonbereich eine andere räumliche Information als im Tieftonbereich abgestrahlt und das Klangbild wird somit unscharf und oszilliert abhängig von der Tonhöhe.

Der in einigen Fällen eingeschlagene Weg, die Klangtreue von Lautsprecherboxen durch eine elektronische Rückkopplungsschaltung zu verbessern, führt jedoch nicht zu Ausregelung aller Verzerrungen. Die untauglichste Lösung ist der Einsatz von Mikrofonen, weil durch den Abstand dieser Istwertgeber zur Membrane eine Auslenkungs



amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt 4

abhängiger Phasenneigung eingebaut ist, die jede Nachregelung nachhinken und damit zum Witz werden läßt. Die kapazitiven und induktiven Istwertgeber enthalten diesen Fehler zwar nicht, sie liegen jedoch in allen bekannten Fällen ebenso wie die Mikrophone in einem Rückkopplungskreis, der das Signal erst nach der Frequenzweiche reguliert. Aus diesem Grunde werden nur die Verzerrungen ausgeregelt, die durch Masse, Dämpfung, Federn, Kompression und Überspringen entstehen. Alle Verzerrungen, die in der Frequenzweiche oder durch Teilschwingung und sonstige Resonanzen in der Membrane entstehen, bleiben also dem Benutzer erhalten.

Einen weiteren Weg das gesamte Hörfrequenzspektrum interferenzfrei und linear abzustrahlen, stellt eine Mehrwegmembrane mit mechanischer Frequenzweiche dar.

Die bisher bekannt gewordenen Konstruktionen sind jedoch für HiFi-Boxen ungeeignet, weil sie entweder nicht linear abstrahlen oder nicht interferenzfrei und in allen Fällen zusätzlich noch durch die Lage der Zentrierfeder oder sog. Hochtontrichter bedingte Verzerrungen aufweisen.

Die Funktion einer Mehrwegmembrane läßt sich am besten durch die Diskussion ihres Einschwingverhaltens darstellen.

Man muß sich vorstellen, daß der gesamte mechanische Impuls des Antriebes vom innersten Membranelement ausgehend auf die Mehrwegmembrane übertragen wird. Mit einer gewissen Verzögerung an jeder Federkopplung wird ein Impulsanteil auf das nächstäußere Membranelement ausgekoppelt. Die Federkopplungen wirken als Tiefpaßfilter und koppeln immer nur einen Teil des von der Mitte der Mehrwegmembrane ausgehenden Impulses weiter. Die Verzögerung der Impulsanteile beim Weiterkoppeln wird durch Masse und Dämpfung des einzukoppelnden Membranelementes und die Elastizität der Koppelfeder verursacht.

Enthält nun die Konstruktion eine Zentrierfeder, die den Lautsprecherkorb mit irgendeinem Membranelement außer dem äußersten verkoppelt, so wird über diese Feder ein Impulsanteil aus der Mehrwegmembrane ausgekoppelt. Dieser Impulsanteil, ist jedoch weder konstant noch von der Beschleunigung abhängig.

Die Feder, die auf den Lautsprecherkorb koppelt, konkurriert nämlich mit der Feder, die auf das nächstäußere Membranelement koppelt.

Die Folge ist, daß die Impulsanteile, die auf den Lautsprecherkorb gekoppelt werden, abhängig von der relativen Bewegungsrichtung und relativen Beschleunigung der Masse der äußeren zu der Masse der inneren Membranelemente sind. Die Feder, die auf den Lautsprecherkorb koppelt, wird ja durch zwei Massen belastet, die keineswegs synchron schwingen, und die bei Umkehrpunkten der Bewegung wegen der Phasenverschiebung an der Koppelfeder sogar gegenläufig arbeiten können. So ergeben sich Phasenfehler und Amplitudenverzerrungen durch Modulation und Kompression.

Die kritisierten Klangverfälschungen können sich selbst bei einer Zweiwegmembrane ergeben, sofern der Baßmembrandurchmesser groß ist. Denn eine große Papiermembrane stellt keineswegs ein ideales Kontinuum dar, sodaß sich durch radiale Teilschwingung



amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt 5

eine ähnliche Belastungsänderung an der kritisierten Zentrierfeder ergibt, wie durch weitere Unterteilung mit Koppelfedern. Diese Kritik gilt für alle bekannten Zweiwegmembranen und erst recht für die "Curvilinearform" mancher Breitbandlautsprecher. Ein ungelöstes Problem bei Mehrwegmembranen ist die Linearisierung des Frequenzgangs bei gleichzeitiger Interferenzfreiheit. Während bei Mehrwegkonstruktionen, die eine elektronische Frequenzweiche enthalten, die verringerte Abstrahlleistung einer zur Vermeidung von Interferenz klein gemachten Membrane durch eine Vergrößerung des Antriebes ausgeglichen werden kann, fehlt bei Mehrwegmembranen mit mechanischer Frequenzweiche diese Möglichkeit. Daraus ergibt sich in der Praxis bei der Linearisierung einer Mehrwegmembrane ein Dilemma.

Geht man nämlich von einer beliebigen Baßmembrane aus, schneidet man eine Kernzone einen Ring heraus und setzt dort eine Koppelfeder ein, so erhält man eine unverändert gute Baßabstrahlung, die Kernzone jedoch strahlt enttäuschend wenig ab - bei kleiner Hochton- und kleiner Baßmembrane ist das Ergebnis am schlechtesten.

Die Bemühungen der Konstrukteure der Mehrwegmembranen nach "R-PS I 275 613" diese linearen Verzerrungen, die sich auch bei allen von A.B. Cohen ("HiFi-loudspeakers and enclosures" s.o.) angeführten Konstruktionen ergeben, zu beseitigen, führen allerdings zu keiner Lösung, die eine klangtreue Musikreproduktion erlaubt.

Der Versuch, durch das Versetzen der Zentrierfeder die rücktreibende Kraft auf das Hochtonmembranelement zu verringern, vermeidet weder die Impulsauskopplung, noch führt diese Maßnahme zu ausreichend linearem Frequenzgang. Deshalb schreiben die Konstrukteure für eine "weiter verbesserte" Mehrwegmembrane ein Verhältnis des Hochtonmembrandurchmessers zum Baßmembrandurchmesser von 10 zu 4 vor. Damit mögen sie ihr Ziel eines linearen Frequenzgangs erreicht haben, aber der Preis ist entweder Interferenz im Hochtonbereich, wenn die Baßmembrane groß genug ist, um auch tiefe Bässe verzerrungsfrei abzustrahlen, oder der Hochtonbereich ist interferenzfrei, dann wäre der Baßmembrandurchmesser etwa 5 cm und das Ganze taugt nur für Kopfhörer. Auch diese Lösung ist für eine HiFi-Box untauglich. Ein weiterer Lösungsvorschlag, der auch bei A.B. Cohen (s.o.) erwähnt wird, zielt auf eine Verstärkung der Höhenabstrahlung mittels einer hornartigen Schallführung ab.

Abgesehen davon, daß durch die Reflexionen in einem Horn prinzipiell Phasenverzerrungen und Interferenz auftreten, die mit originalgetreuer Musikreproduktion nichts zu tun haben, schwingt diese Schallführung ja selbst und moduliert also mit der Wandung die Abstrahlung des Hochtonmembranelementes. Außerdem strahlt die Schallführung nach hinten gegen die äußeren Membranelemente, die noch teilweise verdeckt werden, und wird dort auch noch pneumatisch mit Phasenverzögerung rückgekoppelt, weil das nächste Membranelement durch die Koppelfeder phasenverschoben nachhinkt und eine weitere Phasenverschiebung durch die pneumatische Kopplung gegeben ist. So wird eine naturgetreue Musikreproduktion unmöglich gemacht.

Da auch in diesem Fall keine ausreichende Hochtonabstrahlung erzielt wird, schreiben die Konstrukteure einen Baßmembrandurchmesser von nur 12 cm vor, was keine Baßabstrahlung ohne Kompressionsverzerrungen erlaubt.



amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt 6

Bei allen bekannten Versionen einer Mehrwegmembrankonstruktion wird die Linearisierung des Frequenzgangs durch Manipulationen der Membrandurchmesser oder den Einsatz von Schallführungen versucht.

Da diese Maßnahmen nicht zu befriedigenden Ergebnissen führen, finden sich auf dem Markt noch keine einzige HiFi - Box oder auch nur ein Lautsprecherchassis mit Mehrwegmembrane, obwohl das Prinzip seit über zwei Jahrzehnten bekannt ist. Man kann also davon ausgehen, daß die Mehrwegmembrantechnologie bislang nicht zur technischen Reife gelangt ist.

Für Federn, die in Lautsprechern eingesetzt werden, ist wichtig, daß sie selbst möglichst wenig Schall abstrahlen, bzw. daß der abgestrahlte Schall entweder durch Interferenz oder Dämpfung vernichtet wird, und daß ihre Federcharakteristik innerhalb der praktisch genutzten Dehnungsstrecke linear ist, damit nicht Kompression eintritt.

Da die Federn aller bekannten spulengetriebener Lautsprecher senkrecht zur Bewegungsrichtung der Membranen gedehnt werden, ist ihre Dehnung proportional dem $\tan \alpha$ des Neigungswinkels der Federichtung zur Senkrechten auf der Bewegungsrichtung der Membrane. Die $\tan \alpha$ -Funktion ist bekanntlich keine Gerade, sondern gekrümmt, und sie wächst zu größeren Winkeln zu über alles. Dies bedeutet, daß sich der Proportionalitätsfaktor zwischen Antriebskraft und Auslenkung mit der Auslenkung ändert und zwar abhängig von der radialen Federlänge. Die Folge ist Kompression, die mit der Amplitude wächst. Insbesondere bei der Baßreproduktion spielt dies eine erhebliche Rolle.

Der Weg, die Baßmembrane zu vergrößern oder die Feder in radialer Richtung zu verlängern, führt zwar zu einer praktischen Verbesserung, weil dann der Winkel klein bleibt, nichtsdestoweniger ist die Charakteristik der Feder nicht linear, was durch Dämpfung und Massenträgheit der Membrane noch verstärkt wird.

Daneben ist für eine klanggetreue Musikreproduktion wichtig, daß die Feder in beiden Auslenkungsrichtungen aus der Nullage die gleiche Federcharakteristik hat. Bei den üblicherweise verwendeten Federn mit sägezahnförmigem Querschnitt ist dies nicht der Fall. Da die Flanke der Sägezähne gerade ist, federt sie nur, wenn sie gekrümmt wird, sodaß in der einen Bewegungsrichtung die jeweils zum Mittelpunkt der Membrane geneigten Flanken federn, in der anderen Bewegungsrichtung jedoch die jeweils gegenüberliegenden Sägezahnflanken, die wegen der größeren radialen Entfernung eine größere Federkonstante haben. Somit ist insgesamt die rücktreibende Kraft solcher Federn in der einen Bewegungsrichtung größer als in der anderen.

Bei rechteckigen Querschnitten gilt diese Kritik sinngemäß. Nur bei gleichförmig gekrümmtem Querschnitt, wie er bisher nur bei Kalottenhochtönern verwendet wird, ergibt sich insofern eine Verbesserung, als in den federnden Zonen wenigstens auch eine Streckung möglich ist. Es ist jedoch zu bedenken, daß diese Federn ja in radialer Richtung einen Zunahme der wirksamen Federbreite, die der jeweilige Umfang darstellt, aufweisen. Somit ist eine Symetrie, die im radialen



amtl. Aktenzeichen:Titel: MehrwegmembraneBlatt 7

Querschnitt noch vorhanden ist, bei der üblicherweise verwendeten Ringform nicht mehr gegeben ist.

Praktisch nimmt also die Federkonstante in radialer Richtung zum Mittelpunkt hin ab. Die ohnehin $\tan \alpha$ -abhängige rücktreibende Kraft wächst so noch stärker überproportional mit der Auslenkung, weil in der Nähe der Nullage nur der schwächere, innere Teil der Feder zur Rücktreibung der Membrane beansprucht wird.

Dieser Fehler macht sich auf jeden Fall insofern bemerkbar, als er eine für dynamische Lautsprecher charakteristische Klangverfärbung darstellt und damit zum Eindruck beiträgt, daß man Lautsprecher und nicht das Original hört. Selbst wenn die Relevanz dieser Fehler nicht groß ist, stellt ihre Beseitigung eine Annäherung an das High-Fidelity-Ideal "Eingang gleich Ausgang" dar und somit einen Vorteil.

Aufgabe:

Die Erfindung soll

- interferenzfreie Mehrwegmembranen mit beliebig vielen Wegen, beliebig großen Baßmembrandurchmessern und beliebig kleinen Hochtonmembrandurchmessern erlauben,
- den Einsatz aller Membranmaterialien ermöglichen, die für den jeweils abgestrahlten Frequenzbereich der Membranelemente die günstigsten Eigenschaften in Bezug auf Resonanz, Klirr und Teilschwingung haben,
- Teilschwingung durch Formgebung der Membranelemente verhindern,
- eine Linearisierung des Frequenzganges erlauben, ohne Manipulation der Membranelementdurchmesser, Zuhilfenahme von Schallführungen oder Einsatz von akustischen Linsen,
- Phasenverschiebungen durch Federkopplungen, Masse, Dämpfung und Membranform reduzieren,
- einen linearen Frequenzgang ohne Streuung der Daten innerhalb der Produktion bewirken,
- den Einsatz einer elektronischen Rückkopplungsschaltung bei beliebiger Zahl von Wegen und beliebigen Membrangrößen gestatten,
- eine dynamische Stabilisierung der Mehrwegmembrane gegen Trudelmovements ohne Auskopplung von Impulsanteilen auf den Lautsprecherkorb erlauben,
- eine nicht von $\tan \alpha$ abhängige Federrückstellkraft erlauben, die in beiden Bewegungsrichtungen aus der Nullage in gleicher Weise wächst.

Lösung:

Interferenzfreiheit bei Mehrwegmembranen wird in bekannter Weise dadurch erzielt, daß die Membranelementdurchmesser kleiner als die halbe Wellenlänge der höchsten vom jeweiligen Element abzustrahlenden Frequenz sind. Nur für den Hochtonbereich mag, um Dopplerverzerrungen zu vermeiden, kleiner als die ganze Wellenlänge hinreichen, also maximal 2 cm Membrandurchmesser.

Diese ansich bekannte Maßnahme zur Vermeidung von Interferenz ist bei den bekannten Mehrwegmembrankonstruktionen nicht möglich gewesen, weil die abgestrahlte Schallenergie mit kleiner werdender Membran-



amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt 8

fläche abnimmt und infolgedessen Interferenzfreiheit mit linearen Verzerrungen bezahlt werden mußte.

Eine Verstärkung der Hochtonabstrahlung durch Schallführungen oder akustische Linsen verbietet sich wegen anderer daraus resultierender Verzerrungen.

Andererseits führt eine Manipulation der Koppelfederkonstanten zu unerwünscht tiefen Koppelfrequenzen. Daneben treten durch das in FR-PS I 275 613 vorgeschlagene Versetzen der Zentrierfeder, das die rücktreibende Kraft auf das Hochtonmembranelement verringern soll, zu Impulsauskopplung auf den Lautsprecherkorb.

Das Problem der interferenzfreien Abstrahlung ohne Beeinträchtigung des Frequenzganges oder Verhinderung gewünschter Koppelfrequenzen wird der Erfindung gemäß dadurch gelöst, daß die Membranelementmassen manipuliert werden.

Während der Frequenzgang durch Manipulation der Membranelementmassen linearisiert wird, dient die Manipulation der Membranelementflächen nur noch der Vermeidung von Interferenz und die Manipulation der Federkonstanten nur noch der Erzielung gewünschter Koppelfrequenzen. Dadurch wird es möglich, die verschiedenen Membranelemente aus den für den jeweiligen Frequenzbereich am besten geeigneten Materialien herzustellen, also Resonanz, Klirr und Teilschwingung zu vermindern. Ein vom Material unabhängiger Weg, Resonanz- und Teilschwingungsfreiheit zu erreichen, ist gemäß der Erfindung eine Rippung der Membranrückseiten. Die Lage der Rippen kann beliebig sein. Es ist jedoch darauf zu achten, daß die Abstände zwischen den Rippen so bemessen sind, daß die dazwischen befindliche Luftsäule nicht zur Resonanz angeregt wird. Die Rippen und Membranen können mit beliebigen Fasern zusätzlich armiert sein.

Als Ausgangspunkt der Linearisierungsmaßnahmen gilt:
Gleiche Masse je Flächeneinheit Abstrahlfläche.

Die im jeweils betrachteten Frequenzbereich wirksame Membranmasse stellt die Summe aller zur Mitte der Mehrwegmembrane hin liegenden Membranelementmassen zuzüglich der Spulenmasse dar.

Die Masse pro Flächeneinheit Membranelement ist also beim Baßmembranelement größer als bei der Hochtonmembrane, weil die Spulenmasse im letzten Fall den sehr viel größeren Masseanteil des Elementes darstellt.

Bei der Entwicklung ist also zuerst die Zahl der Elemente und ihre Größe festzulegen. Die Masse ergibt sich aus der Formel: Gleiche Masse je Flächeneinheit Abstrahlfläche. Durch Versuch wird dann die Federkonstante ermittelt, die nötig ist, um die für die interferenzfreie Abstrahlung des jeweiligen Membranelementes erforderliche Koppelfrequenz zu erhalten. Schließlich folgt die Feinabstimmung mit dem Ziel, die trägen Massen der Membranelemente zu verringern, weil diese bei großen Baßmembran- und kleinen Hochtonmembranflächen nach der Formel unpraktisch groß sind. Dabei ist die Dämpfung zu erhöhen und die Federkonstante der Koppelfedern so zu ändern, daß die gewünschte Koppelfrequenz erhalten bleibt.

Dieses Vorgehen basiert auf der Erkenntnis, daß der Frequenzgangsabfall im Hochtonbereich dadurch auftritt, daß außer der Masse der Membrane auch die der Spule zu bewegen ist. Infolgedessen wird, sofern



amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt 9

das Membranmaterial, wie in allen bekannten Fällen, durchgehend das gleiche ist, durch den gleichen Impuls beim Hochtonelement wesentlich mehr Masse je Flächeneinheit Abstrahlfläche angetrieben als beim Baßmembranelement, welches also relativ weiter ausgelenkt wird. Die Auslenkung ist aber das Maß für die Amplitude, die somit im Baßbereich je Impulseinheit größer ist.

Die in elektronischen Schaltungen bei der Frequenzaufteilung auftretenden Phasenverschiebungen fallen bei Mehrwegmembranen völlig weg. Diesen Vorzug haben auch die bereits bekannten Konstruktionen. Bislang ungelöst blieb das Problem durch Federn, Massen und Membranform bedingter Phasenneigungen.

Durch die Membranform bedingte Phasenneigungen werden der Erfindung gemäß dadurch vermieden, daß die gesamte Mehrwegmembrane eine konvexe, gleichmäßig gekrümmte Kuppelform hat.

Die durch Federn, Massen und auch Dämpfung bedingten Phasenneigungen werden der Erfindung gemäß dadurch vermieden, daß deren Kompensation durch die Auslenkung der inneren Membranelemente ermöglicht wird. Während bei den bekannten Mehrwegmembranen eine solche Kompensation durch die Zentrierfeder verhindert wird, die jede Auslenkung der inneren Membranelemente relativ zum Lautsprecherkorb räumlich definiert, wird bei Mehrwegmembranen gemäß der Erfindung die räumliche Lage der inneren Membranelemente relativ zu den übrigen Membranelementen definiert. Somit wird den inneren Membranelementen erlaubt, unabhängig von der Lage relativ zum Lautsprecherkorb und nur abhängig vom Einschwingen der äußeren Membranelemente die Schalldruckkurve zu konturieren. Die bereits beschriebene Kopplungsverzögerung bewirkt also eine die Phasenneigungen kompensierende weitere Auslenkung der inneren Membranelemente. Dadurch wird eine zeitliche Verschiebung des komplexen Signalverlaufs nur noch durch die äußerst geringe Masse der inneren Membranelemente, insbesondere des Hochtonelementes, bewirkt.

Die konstruktive Maßnahme, mit der dies erreicht wird, besteht darin, entweder die gesamte Mehrwegmembrane nur mit einer einzigen Feder, der Baßfeder, im Lautsprecherkorb aufzuhängen oder mit einer Mehrwegfeder.

Die Mehrwegfeder unterscheidet sich von den bekannten Federaufhängungen für Membranen dadurch, daß jedes Membranelement in zwei zur Abstrahlrichtung senkrechten, zueinander parallelen Ebenen gefedert ist. Dabei ist die eine Ebene die Membranebene, die andere eine durch nach hinten führende Stützen definierte (Abb. I).

Die nach hinten führenden Stützen 1, 2, 3 jedes Membranelementes 4, 5, 6 sind wie die Membranelemente mit Federn 10, 11, 12 verkoppelt. Dabei addieren sich die Federkonstanten der hinteren Federn 10, 11, 12 und der vorderen Federn 7, 8, 9 für jeden Weg, weil sie starr verbunden sind. Die Mehrwegfeder ist mit der Baßfeder 12 und die Mehrwegmembrane mit der Baßfeder 9 im Lautsprecherkorb 13 aufgehängt.

Wird aus praktischen Gründen ein Element durch die Mehrwegfeder überbrückt, fallen also z.B. die Stütze 2 und die Feder 10 weg und schließt die Feder 11 an die Stütze 1 an, dann ist die Federkonstante der Feder 11 so zu bemessen, daß die Koppelfrequenz des Feder-Masse-

amtl. Aktenzeichen:Titel: Mehrwegmembrane

Blatt IO

-Systems, bestehend aus dem Membranelement 4 und der Feder II tiefer liegt als jene des Feder-Masse-Systems, das aus den Membranelementen 4 und 5 und den Federn 8 und II besteht.

Sinngemäß ist bei der Überbrückung anderer Membranelemente zu verfahren.

Dieses Vorgehen ist nötig, um Rückkopplung auf das überbrückte Membranelement zu verhindern. Außerdem würde im Fall der Kopplung über das überbrückte Membranelement die Koppelfrequenz abgesenkt, was Verzerrungen bewirkt.

Eine Mehrwegfeder kann aus den bekannten Zentrierfedermaterialien hergestellt werden. Die Zentrierfeder wird dann zur Mehrwegfeder, indem sie in konzentrische Zonen unterteilt wird, zwischen denen die Membranelementstützen ansetzen. Da jedoch die bekannten Zentrierfederkonstruktionen weder eine zur Nulllage symmetrische Federcharakteristik haben noch wegen der durchgehend gleichen Materialstärke eine Anpassung an verschiedene Stützenweiten und gewünschte Federkonstanten erlauben, ist eine konstruktive Änderung vorteilhaft. Der Erfindung gemäß wird eine Mehrwegfeder so gestaltet, daß sich an jeder Stütze eine nach außen weiterkoppelnde Feder und mindestens eine in der Federebene liegende starre Verbindung zur inneren Koppelfeder befinden. Diese Verbindungen werden nur durch Zugkräfte belastet und können deshalb leicht gemacht werden. Ihre Masse ist der des mit ihnen starr verbundenen Membranelementes zu addieren.

Abb. 2 zeigt die weitere Ausgestaltung. Sie führt zu dreifach gestützten Membranelementen, deren Stützen in den Punkten 1, 2, 3 senkrecht auf der Zeichenebene stehen. An jeder Stütze befindet sich eine starre Verbindung zur Koppelfeder des inneren Elementes, wobei die Länge der Verbindung abhängig vom Membranelementdurchmesser ist. Außerdem befindet sich an jeder Stütze eine der Koppelfedern IO, II, I2, die durch starre Verbindungen verbunden sind, welche ein Dreieck bilden, das im günstigsten Fall gleichseitig ist, um Unwucht zu vermeiden. Die Koppelfedern dürfen eine Bewegung der Stützen nur in Arbeitsrichtung erlauben. Dies kann durch die Ausbildung zu einer breiten Blattfeder bewirkt werden, besser aber einer Kreisfeder mit konzentrischer Faltung oder einem Kreissektor derselben.

Die Koppelfedern sollen eine möglichst kleine Oberfläche haben, damit sie wenig Schall abstrahlen und sich der abgestrahlte durch Interferenz von mit- und gegenphasigem Anteil um die Feder herum auslöscht. Insbesondere die Kopplung am Hochtonelement muß also sehr klein sein. Andererseits darf die radiale Federlänge nicht zu kurz sein, damit nicht Kompression eintritt.

Die Federlänge der Koppelfedern innerhalb der Mehrwegfeder soll auf jeden Fall mindestens gleichlang und ihre Federkonstante höchstens gleichgroß sein wie die der Koppelfedern innerhalb der Mehrwegmembrane, damit die verkoppelten Kräfte zum größeren Teil innerhalb der Mehrwegmembrane arbeiten und die Stützen und die Mehrwegfeder leicht ausgeführt werden können. So kann die für jeden Weg verfügbare Masse zur Versteifung der Membranelemente eingesetzt werden.

amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt II

Sowohl für die Mehrwegfeder wie für die Koppelfedern der Mehrwegmembrane gilt es, eine in der Arbeitsrichtung zur Nulllage symmetrische Federcharakteristik zu erzielen, die in radialer Richtung der Federebene gleich bleibt und vom Auslenkungszustand innerhalb des praktisch genutzten Bereiches möglichst unabhängig ist.

Die Erfindung löst dieses Problem durch die Formgebung der Federn.

Die zur Nulllage symmetrische Federcharakteristik wird durch eine in radialer Richtung wellenförmige Krümmung der Flanke der bekannten Sägezahnform bewirkt. Wie aus Abb. 3 ersichtlich, ist durch diese Maßnahme in jeder Flanke der konzentrisch gewellten Feder sowohl Auffaltung wie Streckung aus der Nulllage möglich. Die in radialer Richtung gleichbleibende Federkonstante wird durch eine Manipulation der Querschnittsfläche und Krümmung der Wellenform erreicht. Wird das Federmaterial an einer bestimmten Stelle dicker gemacht, so wird dort die Federkonstante größer - ebenso, wenn die Krümmung bis zum Wendepunkt der Krümmungskurve einen kürzeren oder flacheren Bogen beschreibt. Eine Änderung der Federkonstante läßt sich also durch Geometrievariationen dieser Art erzielen.

Da die Federcharakteristik gemäß der Erfindung nur durch Manipulation der Querschnittsgeometrie erzielt wird, können durch die Wahl des Federmaterials alle Anforderungen an Elastizität bzw. Dämpfung der Feder erfüllt werden. Dadurch kann wiederum eine Verbesserung des Koppelverhaltens und somit Verminderung von Phasenneigungen und Überspringen erreicht werden.

Will man die Dämpfung weiter optimieren, um ein Überspringen insbesondere des Hochtonmembranelementes zu verhindern, führt dies zu einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung.

Während Dämpfungsmaßnahmen an den bekannten Einwegmembranen immer durch Teile vorgenommen werden, die mit dem Lautsprecherkorb solidarisch sind, und infolgedessen Energie aus der Abstrahlung ausgekoppelt wird, kann diese Energieeinbuße, die sich als Kompression des Einschwingvorganges auswirkt, bei einer Mehrwegmembrane mit Mehrwegfeder verhindert werden.

Die konstruktive Lösung sind dämpfende Teile an den Federkopplungen, die mit den Membranen oder deren Stützen solidarisch sind. Die dämpfenden Teile sind jeweils mit dem äußeren Membranelement verbunden und koppeln deshalb auch die aufgenommene Energie in derselben Richtung wie die Koppelfedern weiter.

Es ergibt sich so zwar immer noch eine zeitliche Verschleppung von Energie, doch wird dieser der Differenz von Soll- und materialbedingtem Istamplitudenanstieg entnommene Energieanteil nicht mehr in ein Überspringen umgesetzt, das sich als Klirrverzerrung darstellt. Vielmehr bleibt so innerhalb eines nicht zu klein gedachten Zeitraumes der Energieinhalt der komplexen Schwingung erhalten. Es ändert sich also beim Einschwingen wie gewohnt die Flanke der Einschwingkurve, nicht jedoch die Abstrahlenergie beim Einschwingvorgang, sodaß die üblicherweise bei starker Dämpfung auftretende Weichheit des Klangbildes vermieden wird, die daraus resultiert, daß die an die reproduzierte Signalschwingung angelegte Hüllkurve beim Einschwingvorgang ansteigt, während sie bei der originalen akustischen Schwingung gewöhnlich von dort abfällt. Besonders deutlich wird dies

amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt I2

bei der Reproduktion von Zupf- oder Schlaginstrumenten, wie Glockenspiel und Xylaphon.

Für die Reproduktion von akustischen Schwingungen oberhalb 100 Hz mögen die genannten konstruktiven Maßnahmen hinreichen, um die Federcharakteristik für die praktisch erforderlichen Auslenkungen linear zu machen. Vor allem bei kleinen Baßmembranen aber reichen diese wegen der nötigen weiten Auslenkungen nicht aus.

Für den Baßbereich wird deshalb der Erfindung gemäß Kompression durch eine Federkonstruktion vermieden, die nicht senkrecht zur Arbeitsrichtung der Membrane gedehnt wird und deren Dehnung folglich nicht dem $\tan \alpha$ proportional ist.

Diese Federkonstruktion besteht aus einem Gestänge, das eine Schere bildet. Die Scherenspitzen sind jeweils mittels Scharnieren mit der Membrane bzw. dem Lautsprecherkorb verbunden, wobei die Achsen der Scharniere parallel zur Achse der Schere liegen. Abb. 3 zeigt die Scherenschenkel 15 und die Scharniere 16, 17, 18, deren Achsen senkrecht auf der Bildebene stehen. Das Scherenscharnier 17 ist in Arbeitsrichtung der Spule frei beweglich. Die in die Nullage rücktreibende Kraft wird durch die beiden Federn 21, 22 aufgebracht. Außerdem können auch noch die Federn 19, 20 eingesetzt werden. Deren Federkonstante soll jedoch klein sein, damit die Charakteristik der Scherenfeder nicht allzu stark geändert wird.

Die Federpositionen können auch vertauscht werden, sodaß zwei senkrecht aufeinander stehende Federn an den Scharnieren 16, 18 liegen; oder zwei solche Federn liegen an allen drei Scharnieren. Die folgenden Erörterungen gelten dann sinngemäß.

Die Scherenfeder enthält dann eine sinusförmige Charakteristik, wenn die senkrecht aufeinander stehenden Federn jeweils einen Winkel von 90° zwischen zwei Schenkeln überspannen.

Bei Addition einer Scherenfeder mit Sinuscharakteristik zu einer Feder mit Tangenscharakteristik läßt sich in einem weiten Bereich um die Nullage herum eine mit zunehmender Auslenkung proportional oder sogar unterproportional wachsende rücktreibende Kraft erzielen, bevor nach einem Wendepunkt der Kurve die rücktreibende Kraft durch das Ansteigen der Tangenskurve über alles wächst.

Bei der Bemessung der Scherenfeder ist zu beachten, daß bei der Auslenkung der Winkel zwischen Scherenschenkel und Membrane dem Winkel der Feder φ nicht so weit vorläuft, daß innerhalb des praktisch genutzten Auslenkungsbereiches die maximale Streckung erreicht wird. Verzerrungen oder mechanische Beschädigungen wären die Folge.

Maßgeblich für die Charakteristik der Scherenfeder sind die Länge der Scherenschenkel 15, die Längen und Konstanten der Federn 19, 20, 21, 22 und schließlich die Winkel zwischen Scherenschenkeln, Federn, Lautsprecherkorb 13 und Membrane 9 in der Nullage. Durch Veränderung dieser Größen läßt sich eine beliebige Anpassung an den praktisch erforderlichen Auslenkungsbereich und eine beliebige Veränderung der insgesamt wirkenden Federcharakteristik erzielen. Es ist also beliebige Kompression, Linearität oder Expansion und damit auch Kompensation von Kompressionsfehlern erreichbar.

Bei der dynamischen Betrachtung ist die Masse der Scherenfeder der



amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt I3

der mit ihr verbundenen Membrane zu addieren.

Die weitere Ausgestaltung der Erfindung führt zu einer räumlichen Anordnung aus mindestens zwei Scherenfedern, deren Schenkel in Ebenen parallel zu den Achsen der Scharniere ein drei- oder mehr-eckiges, stabiles Gestänge bilden. Die Achsen der Scharniere sind möglichst lang ausgeführt. Werden mehr als zwei Scherenfedern eingesetzt, können die Scharniere an der Membrane auch punktförmig sein. Die Scharniere am Lautsprecherkorb und der Membrane können als kurze Torsionsfedern oder Blattfedern ausgebildet werden, oder auch als kleine Kegelmäntel, deren Querschnittsfläche elastisch veränderlich ist, und deren Spitze das Scharnier darstellt. Die Federn 21, 22 können entweder separat als Schrauben- oder Blattfedern ausgeführt werden und durch Kleben eingefügt werden, oder durch ein irgendwie gefaltetes blattförmiges Material erzeugt werden. Es ist jedoch darauf zu achten, daß sich durch die Formgebung der Federn nicht wieder eine Tangensabhängigkeit ergibt, und daß das Verhalten bei Zug und Druck symmetrisch ist, oder aber die Federn im gesamten Arbeitsbereich ausschließlich unter Zug- bzw. Druckbelastung stehen. Eine Änderung der Sinuscharakteristik ergibt sich auch bei Federn, die fächerartig gefaltet wie Froschhäute zwischen den Schenkeln aufgespannt werden, da hier der Bogen gedehnt wird und nicht der Sinus des Scherenwinkels. Es ist so nur eine lineare Charakteristik zu erreichen.

Die hier beschriebene Kombination von Federn mit unterschiedlicher Charakteristik eignet sich ebenso für Einwegbaßchassis wie für alle anderen dynamischen Lautsprecher, für Mikrophone, aber auch für Federungen in allen anderen bekannten Anwendungsfällen wie Fahrzeugen, elastischen Aufhängungen von Motoren, Gehäusen und Bauwerksteilen. Der Einsatz einer solchen Federkonstruktion kann immer dann einen Vorteil darstellen, wenn gefederte Massen über einen gewissen Auslenkungsbereich progressiv entkoppelt sein sollen.

Ein bekannter Weg, die Abstrahlung einer Membrane zu verbessern ist der, durch geeignete Istwertgeber über eine elektronische Rückkopplungsschaltung eine Änderung des elektrischen Signals zu bewirken und so Verzerrungen zu korrigieren. Während jedoch in Mehrwegboxen mit elektronischer Frequenzweiche jede Lautsprechermembrane ihren eigenen elektrisch beeinflussbaren Antrieb hat, ist bei Mehrwegmembranen nur das Hochtonmembranelement direkt elektrisch angetrieben. Infolgedessen ist eine elektronische Korrektur der Abstrahlung nur über das Hochtonmembranelement möglich. Auf der anderen Seite ist aber der Auslenkungszustand der gesamten Mehrwegmembrane durch Istwertgeber zu erfassen.

Die Erfindung soll nun eine Istwertkontrolle ermöglichen, die den Auslenkungszustand der einzelnen Membranelemente so in eine elektrische Größe umformt, daß diese dem abgestrahlten, akustischen Signal proportional ist und mit dem Eingangssignal verglichen werden kann. Erst dadurch wird eine elektronische Rückkopplung möglich, die dann in bekannter Weise zu einem Korrektursignal führt.



amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt I4

Da weder ein elektrisches Äquivalent für die Auslenkung der verschiedenen Membranelemente einer Mehrwegmembrane vorliegt, noch die Auslenkung um eine bestimmte Strecke bei den verschiedenen Elementen den gleichen Amplitudenanstieg der akustischen Abstrahlung bedeutet, ist eine konstruktive Maßnahme nötig, um die von dem an jedem Membranelement befestigten Istwertgeber abgegebene elektrische Größe zu einem Äquivalent der akustischen Abstrahlleistung des jeweiligen Membranelementes zu machen.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß das mechanische Äquivalent der akustischen Amplitude die Auslenkung der Membrane aus der Nulllage bezogen auf deren Abstrahlfläche ist. Dabei ist die akustische Amplitude sowohl der mechanischen Amplitude wie der Abstrahlfläche proportional.

Da Abstrahlleistungsverluste durch Interferenz oder Schallführungen so nicht erfaßt werden können, ist für die Funktionsfähigkeit der Rückkopplung unabdingbar, daß die Mehrwegmembrane interferenzfrei ausgelegt ist. Wenn dies der Fall ist, wird der Erfindung gemäß die Größe des elektrischen Istwertsignals je Auslenkungsstreckeneinheit bei den verschiedenen Membranelementen der Membranelementfläche proportional gemacht und damit eine der akustischen Amplitude äquivalente elektrische Größe erreicht, die bei den verschiedenen Membranelementen dasselbe Maß hat.

Bei den bekannten kapazitiven oder induktiven Istwertgebern läßt sich das sehr einfach durch eine der Membranelementfläche proportionale Vergrößerung der elektrischen Bezugsgröße Spannung oder Induktionsstrom erreichen.

Werden nun die Istwerte addiert, so ergibt sich eine komplexe elektrische Schwingung, die der akustischen Schwingung proportional ist und in bekannter Weise mit der Eingangssignalschwingung verglichen werden kann. Die akustische Korrektur wird dann durch das Hochtonmembranelement besorgt, das dazu allerdings nur dann in der Lage ist, wenn es gemäß der Erfindung nur in der Mehrwegmembrane aufgehängt ist. Andernfalls ergeben sich bei Korrekturen tieffrequenter Verzerrungen Auslenkungen gegenüber dem Lautsprecherkorb, die eine Beschädigung der Zentrierfeder zur Folge hätten.

Die weitere Ausgestaltung der Erfindung führt zu Istwertgebern, die bei gegebener Schaltung eine noch einfachere Anpassung an die verschiedenen Membranelementflächen erlauben, als die bekannten kapazitiven und induktiven Istwertgeber oder Mikrophone.

Der Erfindung gemäß erfolgt die Istwertermittlung über fotoelektronische Elemente. Die Istwertgeber können dann sehr leicht und klein zu machende Graukeile oder Schablonen sein, die solidarisch mit der Membrane bewegt werden und von einer Lichtquelle durchleuchtet werden.

Die bei Mehrwegmembranen sehr kritische Anpassung an die Membranflächen läßt sich durch solche Istwertgeber optimal vornehmen. Zur Feinabstimmung genügt nämlich eine Variation der von der Lichtquelle abgegebenen Lichtmenge. Die Entwicklung einer neuen Mehrwegmembrane hat deshalb auch nicht die Entwicklung einer neuen Rückkopplungselektronik im Gefolge. Überdies kann die Dosierung der Lichtmenge

amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt I5

auch für den Benutzer regelbar gehalten werden, der dadurch in die Lage kommt, den Frequenzgang noch seinen Wünschen entsprechend regeln zu können. Der große Vorteil einer solchen Frequenzgangsbeeinflussung liegt darin, daß sie völlig frei von Phasenverschiebungen ist.

Wird der Istwertgeber so gestaltet, daß er nicht mehr proportional der Auslenkung Licht durchläßt, dann kann auf diesem Wege Expansion bewirkt werden. So läßt sich auch eine Nichtlinearität des lichtempfindlichen Elementes ausgleichen.

Bei der Anordnung der Istwertgeber muß auf eine genaue Justierung der Nullage geachtet werden, damit die Regelung symmetrisch erfolgen kann.

Ist die Mehrwegmembrane in einem luftdichten Gehäuse untergebracht, das sich nicht ohne Zerstörung öffnen läßt, kann bei Ausfall der fotoelektronischen Elemente oder der Lichtquellen keine Reparatur vorgenommen werden.

Dieser Mangel läßt sich gemäß der Erfindung durch Lichtleitkanäle beheben, die entweder aus Lichtleitfasern, Glaslinien oder sonstigen lichtdurchlässigen aber luftundurchlässigen Elementen bestehen.

So ist es möglich, die reparaturanfälligen Elemente an zugänglicher Stelle anzubringen.

Vorteile:

Neben den bekannten Vorteilen einer Mehrwegmembrane gegenüber anderen Konstruktionen für akustische Breitbandabstrahlung

- keine Phasenverschiebungen durch elektronische Frequenzweichen,
- keine Streuung der Frequenzgangsdaten bei Lautsprecherboxen eines Typs durch materialbedingte Toleranzen bei Antrieben und Frequenzweichen,

- Herstellungsvereinfachung,

- Verkleinerung der Box, bezogen auf den Baßmembrandurchmesser, hat eine Mehrwegmembrane gemäß der Erfindung folgende zusätzliche

Vorteile:

- Sie erlaubt beliebig große Baßmembranen und beliebig kleine Hochtonmembranen aus beliebigem, den Erfordernissen von Resonanzfreiheit, Steife und Dämpfung angepaßtem Material ohne Verzerrungen des Frequenzgangs.
- Sie erlaubt beliebig viele Wege bei beliebiger Bemessung der Membranelementdurchmesser zur Vermeidung von Interferenz.
- Sie erlaubt die Linearisierung des Frequenzgangs ohne Manipulation der Membranflächengröße oder Zuhilfenahme von Schallführungen oder akustischen Linsen, also ohne Interferenz oder Verzerrungen zu bewirken.
- Sie erlaubt eine Kompensation von Phasenneigungen, die durch Membranmassen, Koppelfedern und Dämpfung entstehen, durch eine entsprechende Auslenkung der inneren Membranelemente, wodurch eine bislang unerreichbare Phasentreue erzielt wird.
- Sie vermeidet Phasenneigungen, die durch Membranformen und Verteilung von Membranen über eine Schallwand entstehen durch die gleichmäßig konvexe Krümmung der Mehrwegmembranoberfläche.
- Sie bewirkt durch Verrippung und Armierung der Membranen

amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt 16

- Teilschwingungsfreiheit.
- Sie erlaubt eine Stabilisierung der Mehrwegmembrane gegen Trudelmovements ohne Auskopplung von Impulsanteilen auf den Lautsprecherkorb.
- Sie bewirkt die weitgehende Vermeidung von Kompression durch die geometrische Gestaltung der Federn, die zu einer gleichen Feder- je radialem Abschnitt bei konzentrisch gefalteten Federn führt.
- Sie vermeidet Verzerrungen, die durch eine unterschiedliche Federcharakteristik bei den beiden Bewegungsrichtungen aus der Nullage entstehen.
- Sie vermeidet durch den Einsatz einer Scherenfeder mit sinusförmiger Federcharakteristik die Kompression, die sich insbesondere im Bassbereich durch Membranmasse und Dämpfung ergeben.
- Sie erlaubt den Einsatz einer elektronischen Rückkopplungsschaltung, mittels der erstmals das komplexe Signal bei der akustischen Reproduktion nachreguliert werden kann. Dadurch lassen sich nicht nur die letzten Reste von Verzerrungen im Lautsprecher, sondern auch die im Verstärker ausregulieren, falls vor dieses Element rückgekoppelt wird.

Die Auswirkungen auf die Klangtreue der akustischen Reproduktion zeigen sich insbesondere bei der räumlichen Darstellung des Klangbildes und dessen Klarheit, während die Lautsprecher selbst nicht mehr ortbar sind.

Da ein Lautsprecher nur dadurch ortbar werden kann, daß er Energie aus dem Programmaterial für seine Eigengeräusche abzweigt, läßt die Nichtortbarkeit des Lautsprechers auf die Vermeidung sämtlicher Fehler schließen, die zu Verzerrungen beim komplexen Signalverlauf führen. Die Nichtortbarkeit sog. "indirektional-Boxen" ist dagegen das Ergebnis einer ausgefeilten Verteilung der Lautsprechereigengeräusche über das gesamte Klangbild mit der Folge, daß auch die virtuellen Klangquellen nicht mehr präzise ortbar sind.

Durch die Eigengeräusche des Lautsprechers ergibt sich allerdings nicht nur eine zusätzliche Klangquelle neben den virtuellen des Klangbildes, sondern auch eine Beeinträchtigung der Wahrnehmbarkeit des Klangbildes durch einen Verdeckungseffekt (Hifi-Jahrbuch 9/Versasser: Dipl. Phys. K. Breh/Verlag: G. Braun, Karlsruhe/1978/S. 45ff).

Die Klarheit des Klangbildes wird im übrigen auch durch die Vermeidung von Kompressionsfehlern bewirkt.

Der bekannte, gepreßt klingende Ton kleiner Lautsprecherboxen ist die Folge solcher Kompressionsfehler. Aber auch bei hoch belastbaren Boxen entarten große Chöre und Orchester tutti fortissimo zu Krach. Das schrill werdende Klangbild ist nicht sosehr durch die Zunahme von Höhen, als vielmehr durch die überproportionale Abnahme des Bassfundaments verursacht. Eine wesentliche Rolle spielen hier allerdings auch Phasenneigungen, die ein "Abheben" des Obertongeschehens vom Bassfundament bewirken, sodaß das Obertongeschehen als eigenes Klangbild wahrgenommen wird, dem die Grundtöne fehlen. So ein Klangbild wirkt auch ohne zusätzliche Kompressionsfehler schrill.

Die im Versuch beobachtete räumliche Durchzeichnung des Klangbildes ist allerdings vor allem eine Folge der Phasentreue. Während nämlich



amtl. Aktenzeichen:

Titel:Mehrwegmembrane

Blatt I7

die bei Mehrwegmembranen bekannte Frequenzgangsübereinstimmung bei Boxen eines Typs nur bewirken kann, daß auf der Achse zwischen den Boxen besser definiert wird, ist die räumliche Tiefe nur durch eine genaue Reproduktion der Laufzeitunterschiede des Originalsignals und der zugehörigen Hallanteile zwischen rechtem und linkem Mikrophon bei der Aufnahme erreichbar.

Die hervorragende Reproduktion solcher Laufzeitunterschiede führt bei einer Mehrwegmembrane gemäß der Erfindung zur originalgetreuen Positionierung einer live aufgenommenen trällernden Lärche - nämlich hoch oben. Diese Lärche, die auf der LP "Ummagumma" der Gruppe PINK FLOYD trällert, fliegt bei allen bekannten Boxen im flachen Bogen zwischen den beiden Boxen hin und her.

Ausführungsbeispiele:

I. Ausführungsbeispiel, dargestellt mittels Abb. 4 :

Abb. 4 zeigt eine 3-Wegmembrane im Querschnitt. Die 3-Wegmembrane ist nur mit der Baßfeder 9 im Lautsprecherkorb I3 aufgehängt. Die Baßfeder soll in der Schwerpunktebene der 3-Wegmembrane angreifen. Die Schwerpunktebene ist durch die schraffiert gezeichneten Versteifungsrippen so nach hinten verlegt, daß die Membranoberfläche zur Vermeidung von Teilschwingung und Phasenneigungen konver gekrümmt sein kann.

Die 3-Wegmembrane soll aus einem Stück gefertigt sein, wobei das Material ein zähelastisches Thermoplast sei.

Die Abmessungen und Massen der Membranelemente seien wie folgt:

Hochtonmembranelement 4 : ϕ 19 mm / ca. 4,5 g incl. Spulenmasse

Mitteltonmembranelement 5 : ϕ 55 mm / ca. 9 g

Baßmembranelement 6 : ϕ 200 mm / ca. 100 g

Da nach dem Formelansatz: Gleiche Masse je Flächeneinheit Abstrahlfläche für Mittelton- und Baßmembranelement größere Massen als die genannten anzusetzen wären, diese jedoch unpraktisch groß ausfielen, ist eine starke Dämpfung durch ein luftdicht abgeschlossenes Gehäuse mit Glaswattefüllung und ca. 3,5 l Inhalt vorgesehen.

Die radialen Federlängen und Koppelfrequenzen seien wie folgt:

Hochtonfeder 7 : 3 mm / 3000 Hz

Mitteltonfeder 8 : 5 mm / 800 Hz

Baßfeder 9 : 23 mm / 30 Hz

Dieses Ausführungsbeispiel zeigt eine besonders einfach herzustellende Konstruktion, die bei großen Amplituden allerdings noch Kompressionsfehler und Klirrverzerrungen enthält.

2. Ausführungsbeispiel, dargestellt mittels Abb. 5/6/7/8/9/10 :

Abb. 5 zeigt eine 5-Wegmembrane mit 4-Wegfeder und Scherenfeder im Schnitt. Das Mitteltonmembranelement 5 wird durch die Feder II überbrückt, damit erst unterhalb 3000 Hz eine akustische Schwingung auf die Feder II gerät, die sich auch bei einer breiteren Feder durch Interferenz auslöscht.

Die Scherenfeder ist in Abb. 5 so eingesetzt, daß sie zur Stabilisierung der Mehrwegmembrane keinen Beitrag leisten muß und also leicht sein kann und nicht als kompliziertes, räumliches Gebilde ausgeführt sein muß. Alternativ ist ein Weglassen der Feder 3I möglich. In diesem zweiten Fall muß die Scherenfeder räumlich so ausgebildet sein, daß sie nur in Arbeitsrichtung der Membrane auslenkbar ist und in allen



amtl. Akterzeichen:Titel: Mehrwegmembrane

Blatt 18

anderen Richtungen stabil verstrebt ist. Dabei ist nicht nur auf geringes Gewicht sondern auch möglichst kleine Oberfläche zu achten, damit die akustische Abstrahlung gering bleibt. Die Federn 21, 22 der Scherenfeder seien Blattfedern mit bogenförmiger Krümmung in der Nullage. Die Krümmungsform ist beliebig, es ist nur zu beachten, daß innerhalb des praktisch genutzten Auslenkungsbereiches keine Maximalstreckung erreicht wird. Die arbeiten bei Zug und Druck, und da sich die Federrückstellkraft immer aus einer Zug- und einer Druckkomponente zusammensetzt, können Asymetrien nicht auftreten.

Die Scharniere 16, 17, 18 sollen zusammen mit den Scherenschenkeln 15 als ein Stück gefertigt sein. Sie sind in Abb. 6 so dargestellt, daß die Scharnierachsen mit ca. 5 mm Länge senkrecht in der Bildebene stehen. Die Scharnierachsen liegen zwischen den Spitzen zweier Kegelmantelhälften, deren Schnittebene in der Bildebene liegt und die mit flächigen Stücken entsprechend der Achsenlänge verbunden sind. Der Querschnitt durch diese Kegelmantelvariante senkrecht zur Bildebene stellt also ein Oval dar - er kann auch zu einer Ellipse variiert werden. Die Höhe der Kegelmäntel sei möglichst klein. Das Material der Teile 15, 16, 17, 18, 21, 22 sei ein zähelastisches Thermoplast oder Harz.

Auch die Federn 21, 22 können noch in das Teil aus Scherenschenkeln und Scharnieren integriert werden, was allerdings zu einer komplizierteren Form führt.

Die Federn 7, 8, 9, 27, 28 seien in konzentrischer Faltung ausgeführt. Abb. 7 zeigt ihre optimierte Querschnittsform, wobei der Mittelpunkt der Mehrwegmembrane links liegen soll. Die zur Vermeidung von asymmetrischen Federrückstellkräften nötige Verdickung des Quermessers ist zur Verdeutlichung übertrieben gezeichnet.

Die Höhe der Federn sei etwa halb so groß wie die Basisbreite, die dem radialen Abstand der Mehrwegmembranelemente entspricht. Enthält eine Feder mehrere Falten, wie dies für die äußeren Membranelemente zweckmäßig ist, um die Tangensabhängigkeit zu verringern, so nimmt der Quermesser der Federflanken vom Mittelpunkt aus gesehen, von Faltung zu Faltung immer weiter ab. Dadurch wird vermieden, daß bei kleinen Auslenkungen nur der innere Teil der Feder beansprucht wird und so die Federrückstellkraft bei größeren Amplituden überproportional zunimmt.

Die Federn 7, 8, 9, 27, 28 seien aus einem luftdichten, zähelastischen Thermoplast oder Harz gefertigt.

Die Sicke 29 dient nur dem Staubabschluß und sei deshalb möglichst biegsam und leicht. Sie kann aus beliebigem gummiartigem Material oder beschichtetem Gewebe bestehen.

Die Mehrwegfeder besteht aus den Federn 10, 11, 30, 31, die wie aus Abb. 2 ersichtlich verstrebt seien. Zu den in Abb. 5 gezeigten Federelementen 11, 30, 31 tritt also noch bei jedem Weg ein drittes Element hinzu, das nicht in der Bildebene liegt. Die Feder 10 dagegen ist eine einzige konzentrisch gefaltete Feder mit dem Mittelpunkt an der Stütze I.

Die Mehrwegfeder sei aus einem Stück gefertigt und bestehe aus zähelastischem Thermoplast oder Harz.

amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt I9

Die Membranelemente 4,5 seien zusammen mit den Federn 7,8 als ein Stück gefertigt und durch Rippung steif gemacht.

Die Membranelemente 6,25,26 seien mit ihren Stützen 3,23,24. jeweils als ein Stück aus zähhartem Thermoplast oder Harz gefertigt und zur Versteifung gerippt. Sowohl in den Membranelementen wie in den Stützen kann sich eine Armierung aus Glasfasern oder beliebigen anderen Fasern befinden.

In jedes Membranelement integriert sei ein Istwertgeber 32 für optoelektronische Rückkopplung. Ein Istwertgeber 32 ist in Abb.8 beispielsweise am Membranelement 26 befestigt dargestellt. Er wird im schraffierten Teil 33 von einer Lichtquelle durchleuchtet und besteht aus einer im durchsichtigen Material des Membranelementes eingekapselten, dünnen Metallfolie oder ähnlichem lichtdichtem Material. Die Spaltform seien zwei Dreiecke, deren spitzer Winkel abhängig von der Membranelementfläche ausgelegt wird. Wird Expansion der Abstrahlung gewünscht, so variieren die im Bild oben und unten liegenden Seiten der Dreiecksöffnungen zu Bögen, die von der horizontalen Symmetrieachse weggekrümmt sind.

Unabhängig von der Spaltform ist die Lichtquelle in der Nulllage gegen den optoelektronischen Nehmer völlig abgeschirmt, damit nicht die Anstiegskurve der Lichtmenge einen Knick bekommt.

Die mit der horizontalen Symmetrieachse parallele Höhe der Spaltöffnungen ist abhängig von der praktisch erforderlichen Auslenkung. Es ist darauf zu achten, daß die in Abb.8 senkrechten Grundseiten der Spaltöffnungen schmal sind, damit nicht eine Nulllage signalisiert wird, die zu Überkompensation bzw. Klirr führen würde. Diese Kanten können je nach Schablonenmaterial auch entfallen.

Die Zuführung des Lichtes und Wegführung der Istwertgröße erfolge durch Lichtleiter, die aus Glasfasern oder durchsichtigen Linien, die nach außen luftdicht abgeschlossen sind, bestehen.

Um ein Überspringen zu verhindern und die Kopplung der Membranelemente zu verbessern, sei noch eine Dämpfung 34 vorgesehen, die in Abb.9 dargestellt ist. Sie ist solidarisch mit beispielsweise Stütze 2, kann aber an beliebigen anderen Stützen sinngemäß angebracht sein. Die Dämpfung 34 besteht aus dämpfendem Material wie Gummi oder bitumisierten Fasern und soll die Feder innerhalb der praktisch erforderlichen Auslenkung nicht berühren. Wird gummiartiges Material verwendet, kann die Dämpfung 34 auch an der Federkopplung anliegen. In diesem Fall ist zu beachten, daß die Dämpfung die Koppelfrequenz beeinflußt.

Da nach dem Formelansatz: Gleiche Masse je Flächeneinheit Abstrahlfläche "unpraktisch große Massen insbesondere für das Tiefbaßmembranelement einzusetzen wären, ist sehr große Dämpfung erforderlich, die zum einen durch die Gehäusegestaltung, zum anderen durch Dämpfungselemente 34 aufgebracht werden soll.



amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

Blatt 20

Nach Berücksichtigung der praktischen Gesichtspunkte ergeben sich folgende Membranelementdurchmesser und -massen:

Hochtonmembranelement 4 : ϕ 19 mm / ca. 3,5 g (incl. Spulennasse)

Mitteltonmembranelement 5 : ϕ 55 mm / ca. 9 g

Mitteltieftonmembranelement 6 : ϕ 130 mm / ca. 50 g

Baßmembranelement 25 : ϕ 300 mm / ca. 210 g

Tiefbaßmembranelement 26 : ϕ 1000 mm / ca. 1600 g

Die radialen Federlängen und Koppelfrequenzen seien wie folgt:

Hochtonfeder 7 : 3 mm / 3000 Hz

Mitteltonfeder 8 : 5 mm / 1200 Hz

Mitteltieftonfeder 9 : 6 mm / 500 Hz

Baßfeder 27 : 8 mm / 120 Hz

Tiefbaßfeder 28 : 20 mm / 10 Hz (untere Resonanzfrequenz)

Dieses zweite Ausführungsbeispiel zeigt eine Mehrwegmembrane, die alle Verbesserungen gemäß der Erfindung enthält.

Insbesondere bei der Reproduktion großer Klangkörper wie Orchester oder Chor ergibt sich durch die exakte Darstellung der Hüllkurvenbässe im Tiefbaßbereich eine entscheidende Verbesserung. Chöre zischen nicht mehr, sondern atmen und bei Orchestern wird die ganze räumliche Tiefe des Konzertsaals reproduziert. Es ist zu bedenken, daß der tieffrequente Klanganteil fast aller bekannten Musikinstrumente noch durch das Tiefbaßmembranelement übertragen wird. So ergibt sich bei beinahe allen Klangquellen eine hörbare Verbesserung der Reproduktion, die durch das Fehlen von Kompressionsverzerrungen und die durch kleine Auslenkungen verminderte Teilschwingung zustande kommt.

amtl. Aktenzeichen:

Anmelder und Erfinder: Rainer Cornelius Friz
Mendelssohnstr. 5a
8000 München 60

Titel: Mehrwegmembrane

PATENTANSPRÜCHE /Blatt I

Anspruch 1.

Der Hauptanspruch betrifft konstruktive und technische Maßnahmen an einer Mehrwegmembrane mit mechanischer Frequenzweiche, dadurch gekennzeichnet, daß

sich die Mehrwegmembrane aus beliebig vielen konzentrischen Membranelementen zusammensetzt, die nur untereinander mit Federn verbunden sind und im Lautsprecherkorb nur mit am äußersten Membranelement angreifenden Federn aufgehängt sind (Abb. I und 5)

die Federaufhängung in zwei oder mehr Ebenen vorgenommen wird:

Die eine Ebene ist die Mehrwegmembrane,

Die andere Ebene ist eine Mehrwegfeder, zwischen deren Kopplungsfedern mit den Membranelementen starr verbindende Stützen ansetzen (Abb. I, 2 und 5)

zur Vermeidung von Kompressionsverzerrungen insbesondere im Baßbereich eine Scherenfederanordnung eingesetzt wird, die entweder allein oder zusammen mit einer oder mehreren Federn arbeitet, die eine $\tan \alpha$ -abhängige Federcharakteristik und in der Regel durch konzentrische Faltung dargestellt werden (Abb. 3)

diese Scherenfedern aus zwei Schenkeln bestehen, die gelenkig mit dem Lautsprecherkorb, der Membrane und untereinander verbunden sind, und die außerdem neben den Gelenkachsen durch Federn verbunden sind, die eine sinusförmige oder lineare Federcharakteristik bewirken, indem die Federn, wie ansich bekannt, verschieden ausgebildet sind (Abb. 6)

beliebig große Baßmembranelemente und beliebig kleine Hochtonelemente möglich sind, um lineare Verzerrungen durch Interferenz zu vermeiden, wobei die Membranflächenbemessung nur dem Ziel der Interferenzfreiheit dient

die Linearisierung des Frequenzganges nur über die Bemessung Membranelementmassen und der Dämpfung vorgenommen wird, wobei der Weg zur Lösung durch folgende Sätze beschrieben wird:

Gleiche Masse pro Flächeneinheit Abstrahlfläche.

Die im jeweils betrachteten Frequenzbereich wirksame Membranmasse stellt die Summe aller zur Mitte der Mehrwegmembrane hin liegenden Membranelementmassen zuzüglich der Spulenmasse dar.

Wird eine Verringerung der Membranelementmassen gewünscht, ist die Dämpfung zu erhöhen.

amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

PATENTANSPRÜCHE /Blatt 2

die gewünschten Koppelfrequenzen der Federkopplungen zwischen den Membranelementen nur durch Veränderung der Federkonstanten erreicht wird, und daß dies über eine Veränderung der Geometrie und Wahl des Materials bewirkt wird

die Oberfläche der Mehrwegmembrane gleichmäßig konvex gekrümmt ist und die Rückseiten der Membranelemente zur Versteifung und Verlagerung des Schwerpunktes beliebig gerippt sind (Abb. I, 4 und 5)

die Federgeometrie zur Vermeidung von Symetrie- und Kompressionsfehlern durch Variation von Dicke und Krümmung der Federflanken optimiert ist (Abb. 7)

zur Vermeidung von Überspringen und Koppelfehlern eine Dämpfung an den Koppelfedern eingesetzt wird, welche durch Teile aus beliebigem, dämpfendem Material bewirkt wird, die mit den Stützen solidarisch sind und entweder in der Nähe der Federn oder an ihnen anliegend angebracht sind (Abb. 9)

eine elektronische Regelschaltung durch Istwertgeber ermöglicht wird, die an jedem Membranelement befestigt sind, und deren Signalgröße der Membranfläche proportional gemacht wird, so daß eine einfache Summenbildung der Istwertteilgrößen den Istwert der Abstrahlung ergibt.

Dies geschieht:

bei kapazitiver Istwertabtastung durch Bemessung der Kondensatorflächen oder der Flächenbemessung des Dielektrikums, sofern dies mit den Membranelementen solidarisch ist.

bei induktiver Istwertabtastung durch Bemessung der Spulengröße.

bei optischer Istwertabtastung durch Bemessung der Lichtmenge oder der Schablonen.

eine optische Istwertabtastung eingesetzt wird, die durch Variation der mit den Membranelementen solidarischen Schablonen beliebige Variationen des Amplitudenganges erlaubt, und die das zu modulierende Licht über beliebige, luftdichte Kanäle von außerhalb des Gehäuses zugeführt erhält (Abb. 8)

das Material der Mehrwegmembrane in den steifen Teilen beliebige Kustharze, Thermoplaste oder Metalle sind und in den federnden Teilen beliebige Gummisorten, Si-Gummis, flexible Harze oder Thermoplaste sind, und daß alle Teile noch mit beliebigen losen oder verwebten Fasern armiert sind

amtl. Aktenzeichen:

Titel: Mehrwegmembrane

PATENTANSPRÜCHE /Blatt 3

Anspruch 2

Der Nebenanspruch betrifft eine Mehrwegmembrane mit mechanischer Frequenzweiche, dadurch gekennzeichnet, daß

sie sich aus beliebig vielen konzentrischen Membranelementen zusammensetzt, die nur untereinander mit Federn verbunden sind und im Lautsprecherkorb nur mit einer einzigen, am äußersten Membranelement angreifenden Feder aufgehängt sind (Abb. 4) die dynamische Stabilisierung dadurch erreicht wird, daß die Mehrwegmembrane in der Schwerpunktebene aufgehängt ist die Lage der Schwerpunktebene durch die Ausbildung der rückseitigen Versteifungsrippen an den Membranelementen manipuliert wird
die Linearisierung wie unter Punkt VI) des Hauptanspruches beschrieben vorgenommen wird
die Oberfläche der Mehrwegmembrane beliebig gekrümmt oder eben ist und beliebige Umrisse hat
das Material wie unter Punkt XIII) des Hauptanspruches beschrieben gewählt wird

Anspruch 3

Der Nebenanspruch betrifft konstruktive und technische Maßnahmen an herkömmlichen Mehrwegboxen mit elektrischer Frequenzweiche, dadurch gekennzeichnet, daß

eine Scherenfeder wie unter den Punkten III) und IV) des Hauptanspruches beschrieben in einzelnen Lautsprecherchassis enthalten ist
die Federgeometrie wie unter Punkt IX) des Hauptanspruches beschrieben bei den einzelnen Lautsprecherchassis optimiert wird
eine Istwertgeberkonstruktion wie unter Punkt XI) des Hauptanspruches beschrieben eingesetzt wird, die eine elektronische Rückkopplung vor die elektrische Frequenzweiche ermöglicht
eine optische Istwertabtastung wie unter Punkt XII) des Hauptanspruches beschrieben eingesetzt wird

amtl. Aktenzeichen:

BEZUGSZEICHENLISTE zu den Abbildungen I bis 9

- I,2,3....Stützen zwischen Membranelementen und Mehrwegfeder
- 4.....I.Weg:Hochtonmembranelement
- 5.....2.Weg:Mitteltonmembranelement
- 6.....3.Weg:Mitteltiefton- bzw. Baßmembranelement
- 7.....I.Weg:Hochtonfeder der Mehrwegmembrane
- 8.....2.Weg:Mitteltonfeder der Mehrwegmembrane
- 9.....3.Weg:Mitteltiefton- bzw. Baßfeder der Mehrwegmembrane
- 10.....I.Weg:Hochtonfeder der Mehrwegfeder
- 11.....2.Weg:Mitteltonfeder der Mehrwegfeder
- 12.....3.Weg:Mitteltiefton- bzw. Baßfeder der Mehrwegfeder
- 13.....Lautsprecherkorb, solidarisch mit dem Gehäuse
- 14.....Antriebsspule
- 15.....Schenkel der Scherenfeder
- 16.....Gelenk zwischen Lautsprecherkorb und Scherenfeder
- 17.....Gelenk zwischen den beiden Scherenschenkeln
- 18.....Gelenk zwischen Membrane und Scherenfeder
- 19.....Feder zwischen Lautsprecherkorb und Scherenfeder
- 20.....Feder zwischen Membrane und Scherenfeder
- 21,22....Federn zwischen den beiden Scherenschenkeln
- 23,24....Stützen zwischen Membranelementen und Mehrwegfeder
- 25.....4.Weg:Baßmembranelement
- 26.....5.Weg:Tiefbaßmembranelement
- 27.....4.Weg:Baßfeder der Mehrwegmembrane
- 28.....5.Weg:Tiefbaßfeder der Mehrwegmembrane
- 29.....Sicke
- 30.....4.Weg:Baßfeder der Mehrwegfeder
- 31.....5.Weg:Tiefbaßfeder der Mehrwegfeder
- 32.....optische Istwertgeber
- 33.....Lichtöffnung der Lichtleitkanäle
- 34.....Dämpfung

Abb.1

1/6

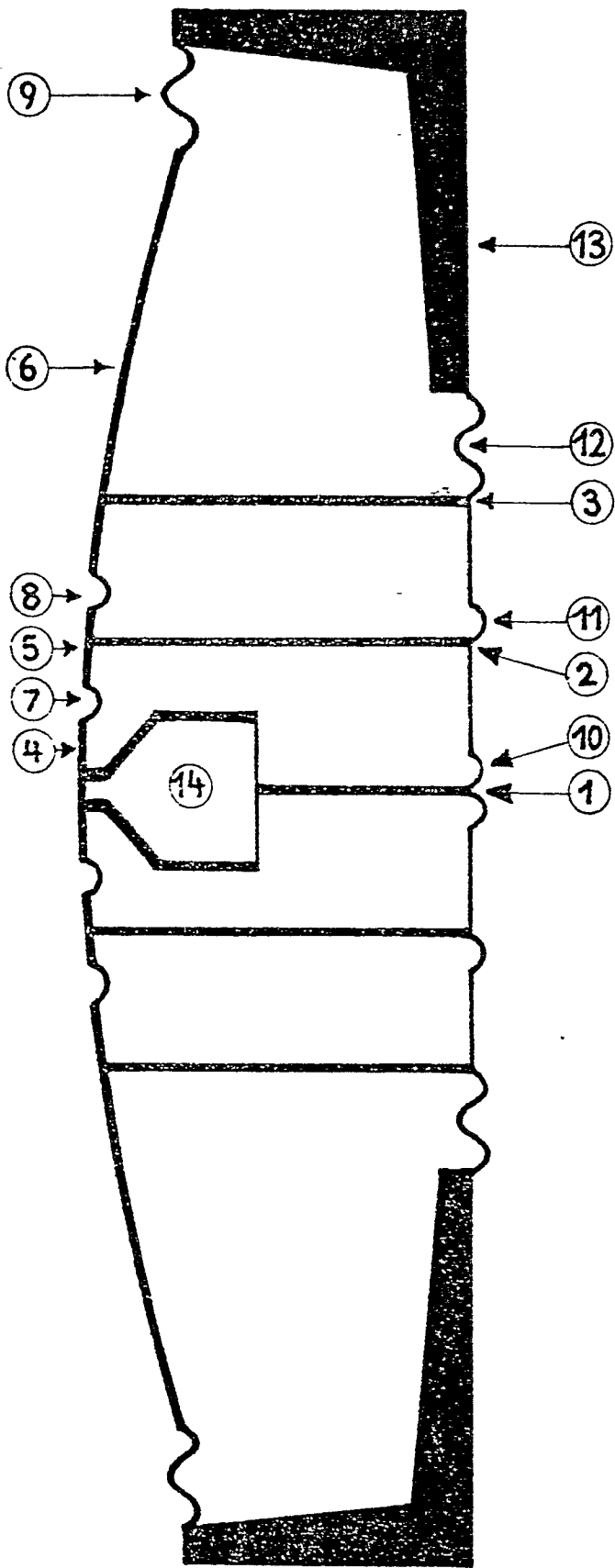


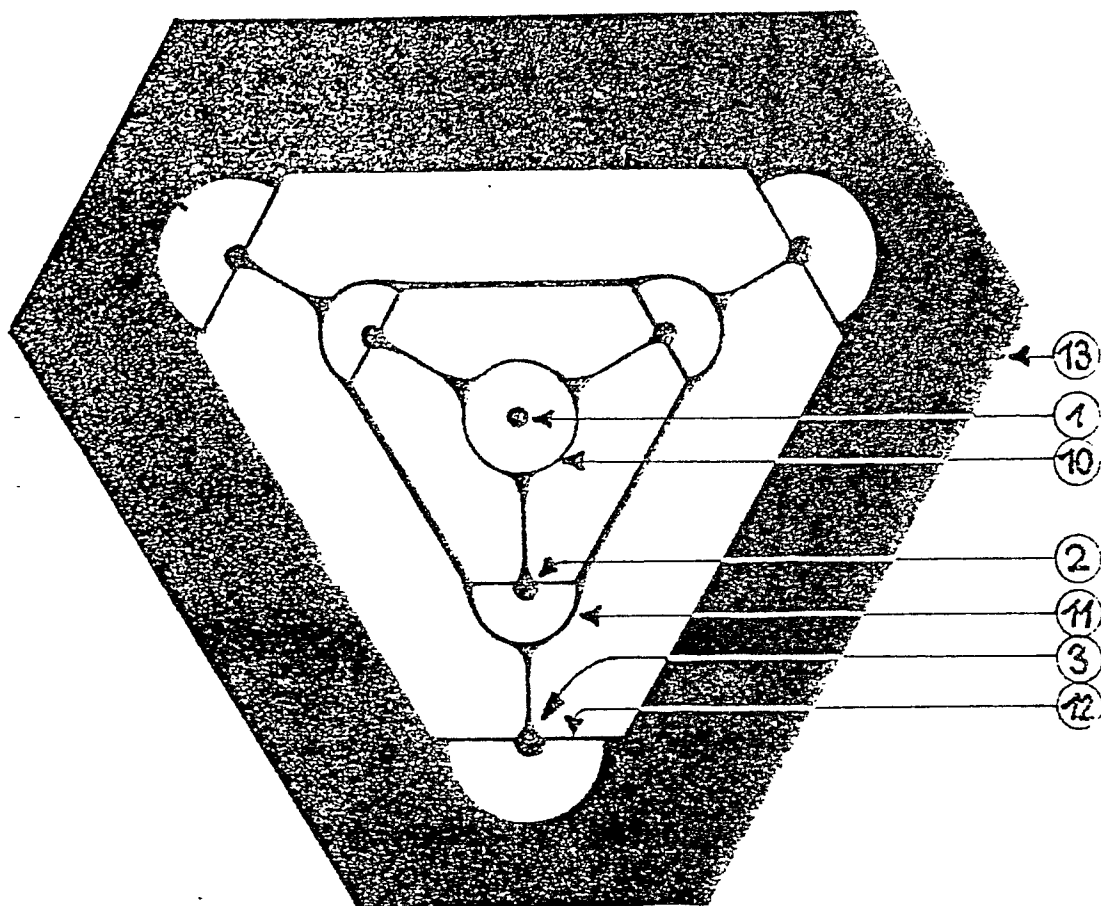
Abb.2

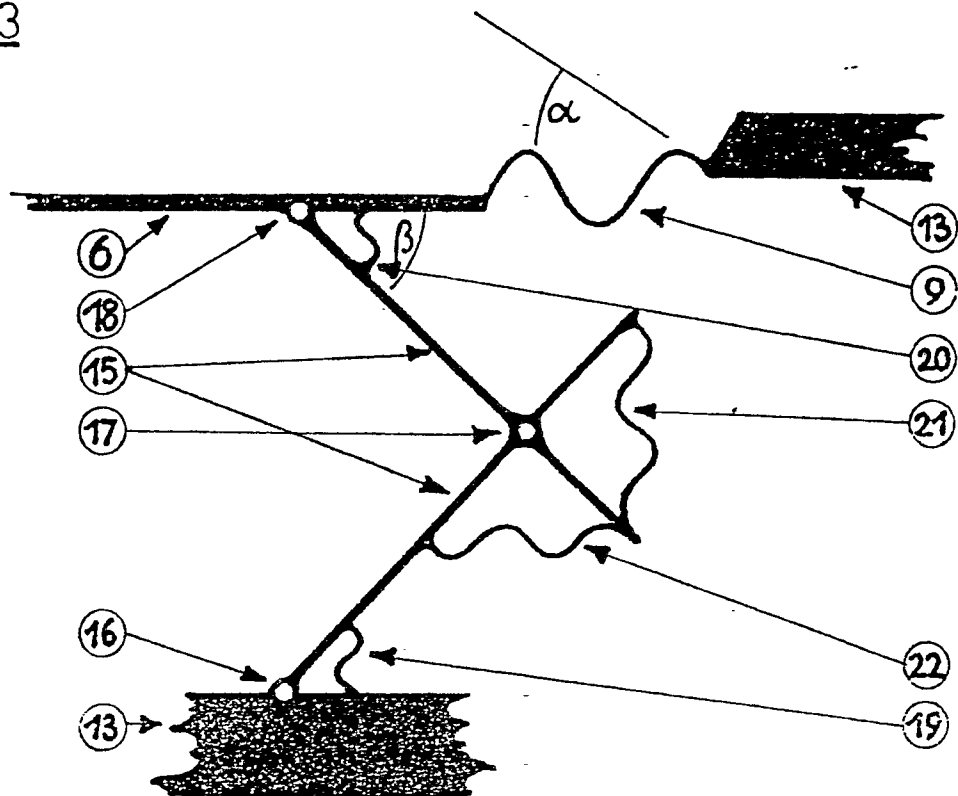
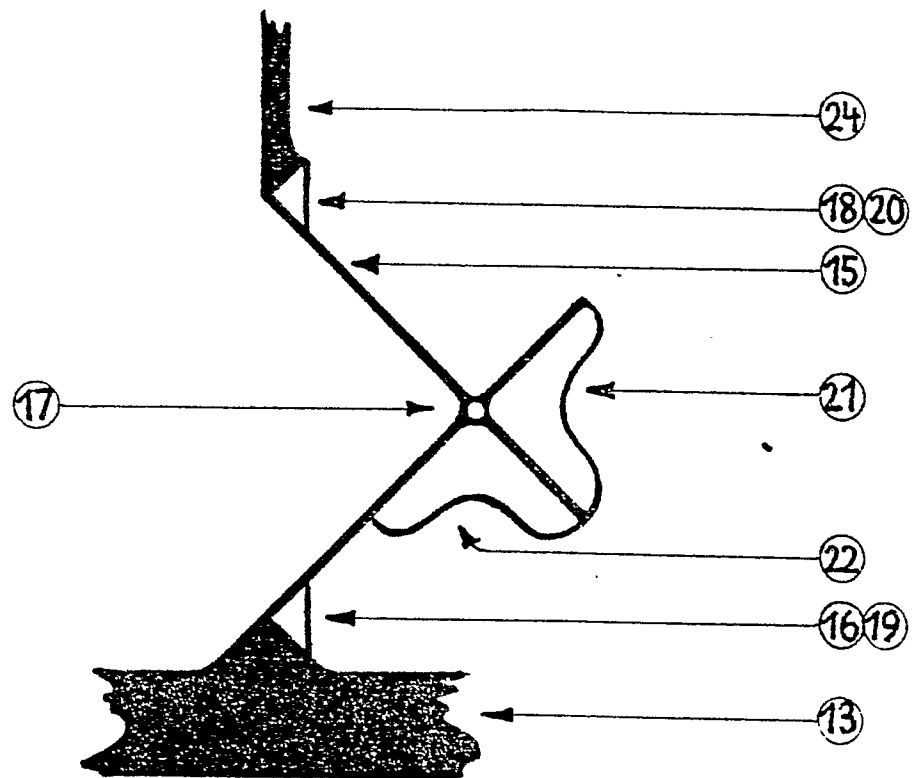
Abb.3Abb.6

Abb.4

4/6

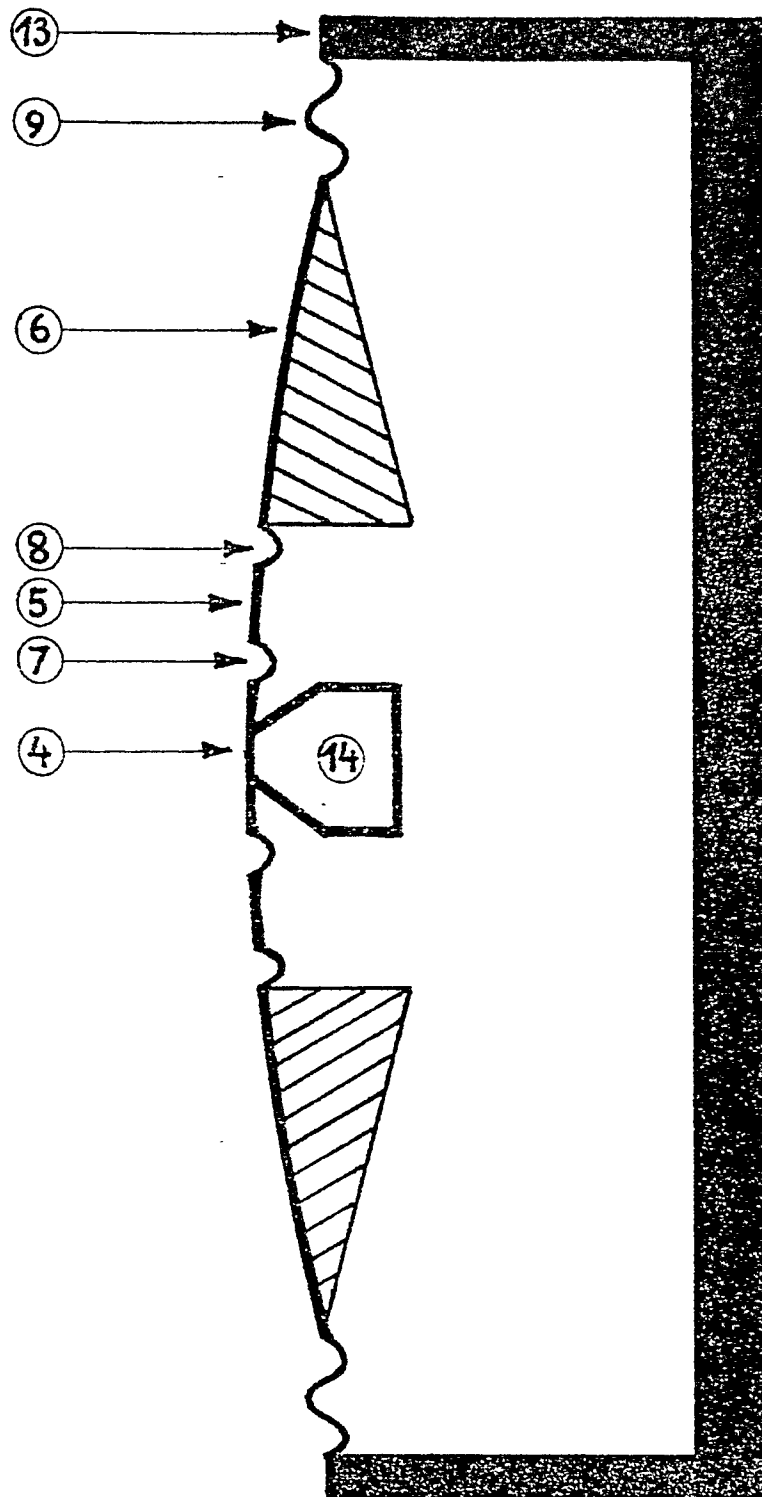


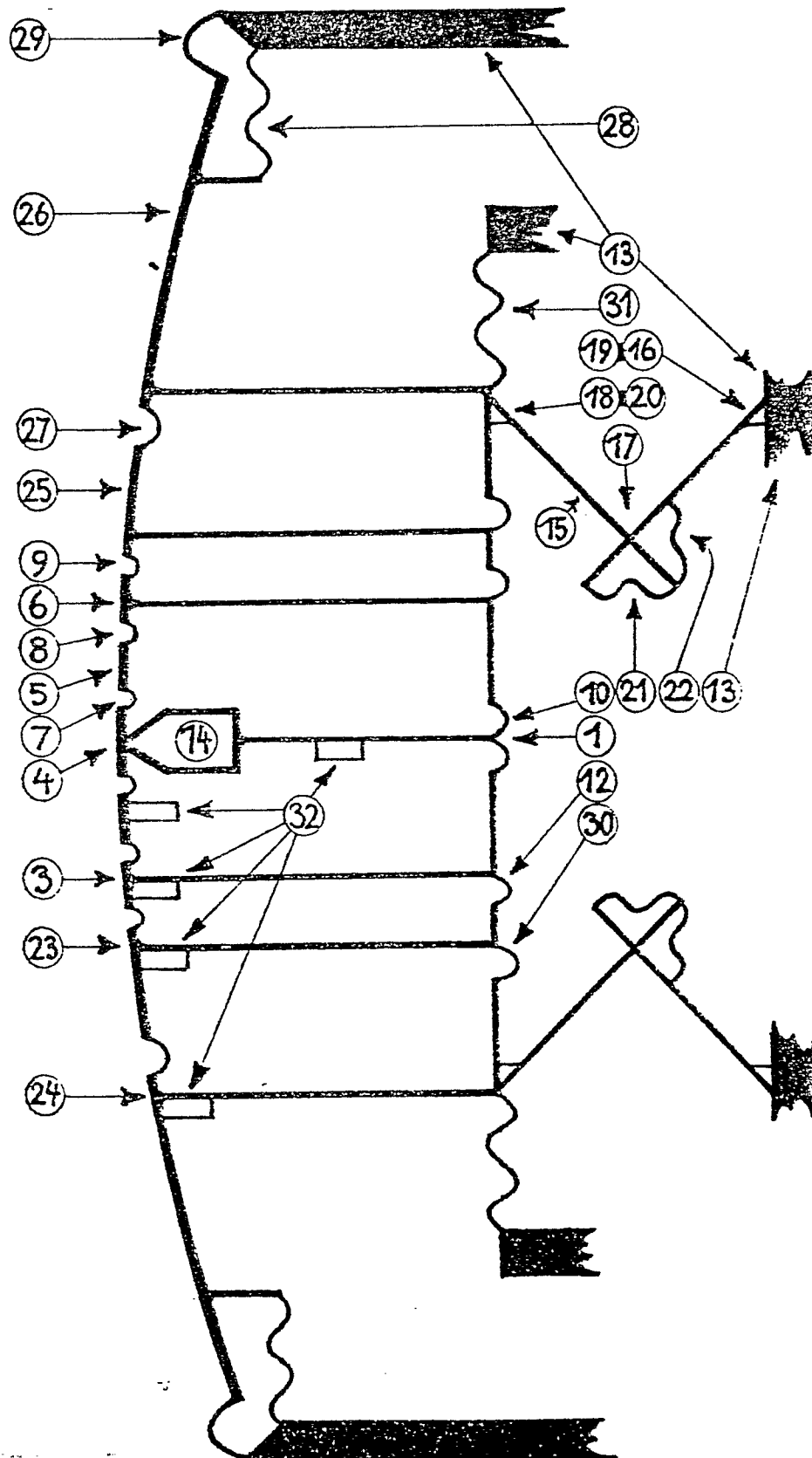
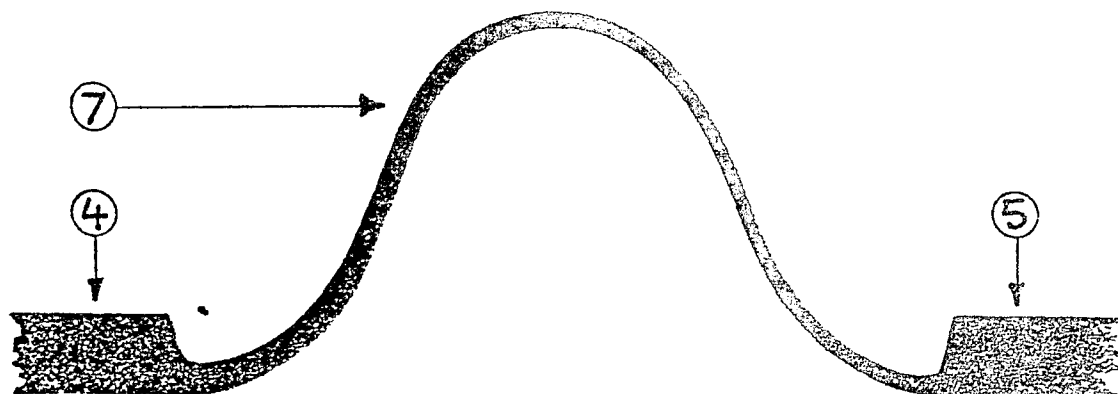
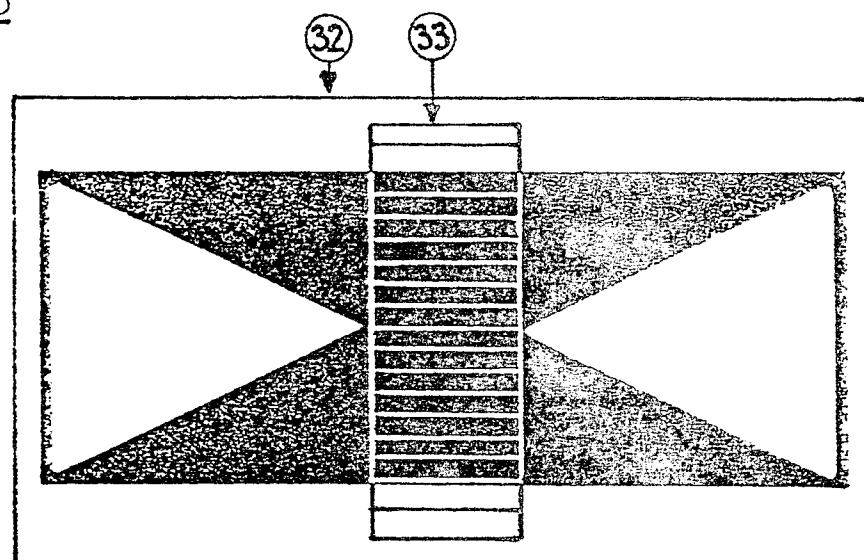
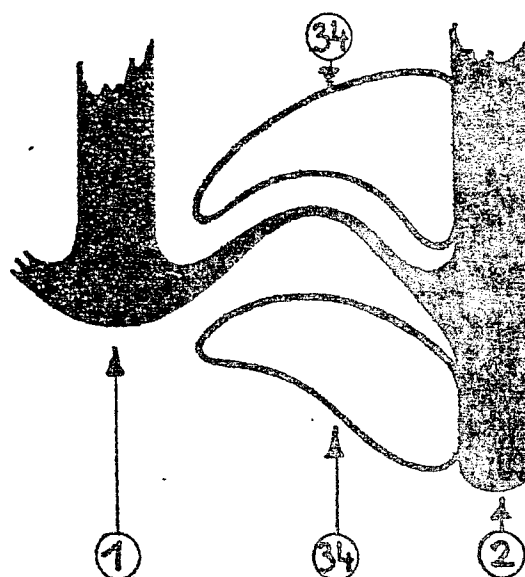
Abb.5

Abb.7Abb.8Abb.9



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0022937

Nummer der Anmeldung

EP 80 10 3523

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<p><u>DE - A - 2 751 700</u> (FRIZ RAINER)</p> <p>* Seite 2, Zeile 1 bis Seite 6, letzte Zeile; Figuren *</p> <p>--</p> <p><u>GB - A - 1 350 122</u> (ELECTRONIC RESEARCH ASSOCIATES)</p> <p>* Seite 2, Zeile 39 bis Seite 4, Zeile 32; Figuren *</p> <p>--</p> <p><u>GB - A - 329 376</u> (R.H. PARKINSON)</p> <p>* Seite 1, Zeilen 36-85; Seite 2, Zeile 72 bis Seite 3, Zeile 77; Figuren *</p> <p>--</p> <p>PRODUCT ENGINEERING, Band 39, 15. Januar 1968 New York, US "Speaker inspired by violin is thin as a picture", Seiten 90-93.</p> <p>* Seite 91, linke Spalte, Zeile 14 bis mitte Spalte, Zeile 5; Figuren Seiten 90, 92 *</p> <p>--</p> <p><u>FR - A - 2 296 985</u> (LAN-YAN-FOCK)</p> <p>* Seite 3, Zeile 6 bis Seite 4, Zeile 14; Figuren *</p> <p>--</p> <p><u>DE - B - 2 752 433</u> (BACKES & MULLER)</p> <p>* Spalte 1, Zeile 19 bis Spalte 2, Zeile 30; Figur *</p> <p>--</p>	<p>1,2</p> <p>1,2</p> <p>1,2</p> <p>1,2</p> <p>1,3</p> <p>1,3</p>	<p>H 04 R 7/06 7/12 3/00 7/20</p> <p>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.) H 04 R 7/04 7/06 7/12 7/14 7/16 7/18 7/20 7/26 3/00</p> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.</p>			
Recherchen	Den Haag	Abschlussdatum der Recherche	Prüfer
		15-10-1980	MINNOYE



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0022937

Nummer der Anmeldung

EP 80 10 3523

-2-

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der Maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	DE - A - 2 626 652 (MEGGL FRIEDE-MANN) * Patentansprüche 1,2,3,10,21; Figuren 1,20 * --	1,3	
	JOURNAL OF THE AUDIO ENGINEERING SOCIETY, Band 5, Heft 1, Januar 1957, New York, US A.B. COHEN: "Mechanical crossover characteristics in dual diaphragm loudspeakers", Seiten 11-17. * Vollständig * ----	1,2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)