



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
31.01.2024 Patentblatt 2024/05

(21)

Anmeldenummer: 23184365.7

(22)

Anmeldetag: 10.07.2023

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
H04R 7/04 (2006.01) H04R 7/26 (2006.01)
H04R 7/10 (2006.01) H04R 1/02 (2006.01)
H04R 9/02 (2006.01)

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H04R 7/04; H04R 7/10; H04R 7/26; H04R 1/025;
H04R 9/025; H04R 2201/021; H04R 2499/13

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30)

Priorität: 27.07.2022 DE 102022118813

(71)

Anmelder: Gerkinsmeyer, Norman
89231 Neu-Ulm (DE)

(72)

Erfinder: Gerkinsmeyer, Norman
89231 Neu-Ulm (DE)

(74)

Vertreter: Dr. Binder & Binder GbR
Neue Bahnhofstraße 16
89335 Ichenhausen (DE)

(54)

ELEKTRODYNAMISCHER SCHALLWANDLER

(57)

Die Erfindung betrifft einen elektrodynamischen Schallwandler mit einem Wandlerkorb (21), einer flexiblen Membrane (2, 22, 39) und einem Magnetsystem (30, 31, 27) mit einem Luftspalt, einer Schwingspule (29) auf einem zylinderförmigen Spulenträger und einem dämpfenden Zentralelement (28), welches mit der Membrane verbunden ist.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass:

- der Spulenträger der Schwingspule (29) mit der Membrane (22) über einen Montageadapter (24) verbunden ist,

- die Membrane (22) als dreidimensionale Freiformfläche mit Ausnahme konischer Formen ausgebildet ist,

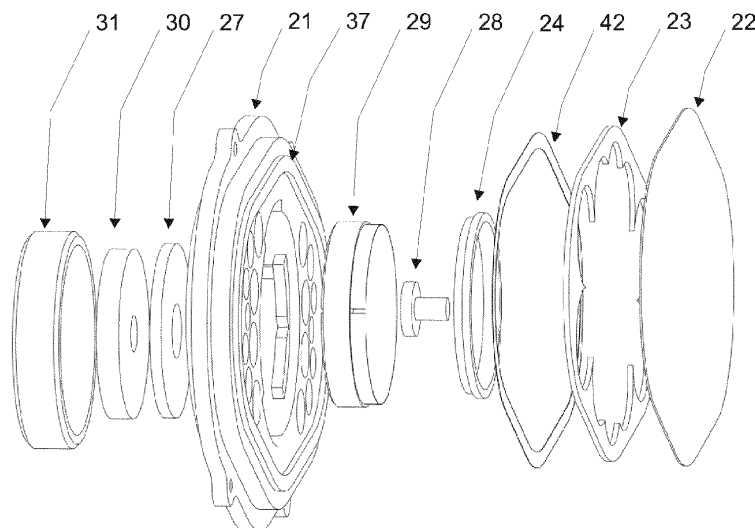
- der Montageadapter (24) schwingspulenseitig formkomplementär zum Spulenträger der Schwingspule (29) und membranseitig formkomplementär zur Freiformfläche der Membrane (22) ausgebildet ist,

- der Montageadapter (24) stufenfrei zwischen dem Spulenträger der Schwingspule (29) und der Membrane (22) ausgebildet ist,

- die Polplatte (30) des Magnetsystems (30, 31, 27) mittig und unmittelbar über das Zentralelement (28) mit der Freiformfläche der Membrane (22) verbunden ist,

- und zwischen der Membrane (22) und dem Wandlerkorb (21) im Randbereich eine Dampfschicht (23) angeordnet ist.

FIG 7



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen elektrodynamischen Schallwandler mit einem Wandlerkorb mit mindestens einem Luftdurchlass, einer flexiblen Membrane zur Schallerzeugung, einem Magnetsystem mit Magneten, magnetischem Rückschluss, Polplatte und Luftspalt zwischen Polplatte und Magneten, und einer Schwingspule auf einem im Wesentlichen zylinderförmigen Spulenträger, wobei dieser mit einem Ende in den Luftspalt eintaucht und mit dem anderen Ende mit der Membrane verbunden ist.

[0002] Aus der Druckschrift PCT/DE2021/000031 beziehungsweise DE 10 2020 001 041.5 des Erfinders ist bereits ein ähnlicher Schallwandler bekannt, der in eine Innenverkleidung eines Fahrzeuges unauffällig und platzsparend integriert werden kann, wobei meist die Oberfläche der Innenverkleidung zum Teil der Membrane des Schallwandlers wird. Es hat sich allerdings gezeigt, dass in der dort beschriebenen Ausführung die gewünschte Klangqualität noch nicht vollständig erreicht werden konnte.

[0003] Es ist daher Aufgabe der Erfindung den bekannten und mit der Innenverkleidung eines Fahrzeuges verschmelzenden Typ eines integrierten Schallwandlers bezüglich seiner Audio-Qualität wesentlich zu verbessern.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand untergeordneter Ansprüche.

[0005] Der Erfinder hat Folgendes erkannt: Gerade im KFZ- und Luftfahrtbereich ist die Integration der bisherigen Schallwandler in den verbleibenden Flächen der Verkleidungen in den Türen, Seiten, Decken und Instrumententafeln ein sehr großes Problem, da diese meist relativ tief und schwer ausgeführt sind und vor allem optisch das Design stören können.

[0006] Auf Grund der Notwendigkeit akustischer Signale und Kommunikation in den Fahrzeugen und aus Audio-Qualitäts-Gründen kann jedoch auf den Einbau von Schallwandlern nicht verzichtet werden. So werden beispielsweise im KFZ Bereich Hochtöner meist in den Spiegeldreiecken, A-Säulen oder liegend in den Ecken der Instrumententafeln und im Heck in den C- oder D-Säulen oder in Verkleidungen untergebracht.

[0007] Noch schwieriger verhält es sich bei den tiefen und im Durchmesser größeren Mitteltönern und Bässen. Hier muss für alle Lautsprecher ein ausreichender Bauraum für die Verkabelung, eine rückseitige Abdeckung, Adapter, Schutzgitter und viele Verstärkerkanäle zur Übertragung einer entsprechenden Leistung vorgesehen werden.

[0008] Hinzu kommt, dass es vor allem in den neuen Hybrid- und E-Fahrzeugen, in den Türen oder in den Instrumententafeln, in den Heckablagen oder den A-, B-, C- und D-Säulen beziehungsweise den Holmen immer mehr Elektronik, Akkus, Sicherheitsvorkehrungen, wie Versteifungen oder Airbags gibt. Deshalb spielen ein re-

duzierter Bauraumbedarf, Effizienz und Gewichtseinsparung eine immer größer werdende Rolle.

[0009] Wie bereits in der Druckschrift PCT/DE2021/000031 beschrieben, verfügt der Typ des integrierten Schallwandlers über einen in eine Tragstruktur eines Fahrzeugbauteils integrierten Korb, eine Membrane, die die Oberfläche des Fahrzeugbauteils zur Schallerzeugung nutzt, wobei weder eine Sicke noch eine Zentrierung vorliegt. Mit anderen Worten verschmilzt der Schallwandler mit dem jeweiligen Fahrzeugbauteil, zum Beispiel mit der Tragstruktur einer Verkleidung.

[0010] Im Vergleich zu dem in der Druckschrift PCT/DE2021/000031 dargestellten Schallwandler hat der Erfinder erkannt, dass zur Erreichung des Ziels einer verbesserten Wiedergabe die folgende Elemente und Bauteile grundlegend verändert werden sollten, wobei einzelne Veränderungen nicht unbedingt zum Erfolg führen, sondern sich der Erfolg erst aus dem Zusammenspiel mehrerer Veränderungen ergibt. Im Wesentlichen sind diese Elemente:

- die ringförmig ausgestalteten Schwingspulen mit dem ebenfalls ringförmigen Spulenträger und deren Anbringung an der Membrane;
- das Zentralelement, das eine Verbindung mit der Membrane aufweist;
- die Befestigung der Membrane am Korb;
- die Membrane, insbesondere deren Struktur und Ausgestaltung.

[0011] Erfindungsgemäß wird nun der Spulenträger der Schwingspule nicht mehr direkt mit der Membrane, sondern über einen Montageadapter, wobei der Montageadapter schwingspulenseitig formkomplementär zum Spulenträger der Schwingspule und membranseitig formkomplementär zur Freiformfläche der Membrane ausgebildet ist, verbunden, wobei vorzugsweise auch die Grundform der Konturen von Schwingspule und Montageadapter - von vorne oder hinten gesehen - unterschiedlich gestaltet ist. Die Membrane kann als sich in drei Dimensionen erstreckende Freiformfläche ausgebildet sein. Weiterhin soll der Montageadapter stufen- und kantenfrei zwischen dem Spulenträger der Schwingspule und der Membrane ausgebildet sein. Außerdem soll die Polplatte des Magnetsystems mittig und unmittelbar über ein Zentralelement mit der Freiformfläche der Membrane verbunden werden. Weiterhin soll die Membrane mit dem Wandlerkorb über eine elastische Dämpfungsschicht in Verbindung stehen. Hierbei entsteht über einen umlaufenden Teil der Membrane und einen umlaufenden Teil des Wandlerkorbs eine flexible Sandwichverbindung mit einer innen liegenden Schaumschicht.

[0012] Durch die erfindungsgemäßen Verbesserungen des Schallwandlers werden im Wesentlichen die folgenden Probleme bei Schallwandlern dieses Typs im Stand der Technik bezüglich stehender und reflektierender Moden, Flächenresonanzen und Klirranfälligkeit der Membrane verbessert.

[0013] Auf der Basis der oben stehenden Ausführungen schlägt der Erfinder die Verbesserung eines an sich bekannten elektrodynamischen Schallwandlers vor, wobei der bekannte Schallwandler:

- einen Wandlerkorb mit mindestens einem Luftdurchlass
- eine flexible Membrane,
- ein Magnetsystem mit einem Magneten, einem magnetischen Rückschluss, einer Polplatte, und einem Luftspalt zwischen der Polplatte und dem Magneten,
- einer Schwingspule auf einem im Wesentlichen zylinderförmigen Spulenträger, die in den Luftspalt eintaucht und die mit der Membrane zur Schallerzeugung verbunden ist, und
- ein dämpfendes Zentralelement, welches mit der Membrane verbunden ist, aufweist.

[0014] Die erfindungsgemäße Verbesserung besteht darin, dass:

- der Spulenträger der Schwingspule mit der Membrane über einen Montageadapter verbunden ist,
- die Membrane als dreidimensionale Freiformfläche mit Ausnahme konischer Formen ausgebildet ist,
- der Montageadapter schwingspulenseitig formkomplementär zum Spulenträger der Schwingspule und membranseitig formkomplementär zur Freiformfläche der Membrane ausgebildet ist,
- der Montageadapter stufenfrei zwischen dem Spulenträger der Schwingspule und der Membrane ausgebildet ist,
- die Polplatte des Magnetsystems mittig und unmittelbar über das Zentralelement mit der Freiformfläche der Membrane verbunden ist,
- und zwischen der Membrane und dem Wandlerkorb im Randbereich eine Dämpfungsschicht angeordnet ist.

[0015] Es wird explizit darauf hingewiesen, dass die Erfindung nicht Schallwandler betrifft, welche eine Membrane mit konischer Formgebung besitzen. Falls jedoch aus dem Stand der Technik Schallwandler mit einer Membrane in sonstiger rotationssymmetrischer Formgebung entgegenstehend bekannt sind, werden auch diese als nicht zur Erfindung gehörend betrachtet.

[0016] Aufgrund der Ausgestaltung der Membrane ist es vorteilhaft, wenn die Membrane in der Fläche unterschiedliche Dicken aufweist. Hierdurch können Teilflächen mit geringer Formstabilität so verstärkt werden, dass die Ausbildung ungewünschter Schwingungsmoden vermieden wird.

[0017] Insbesondere kann die Membrane in Bereichen größerer Krümmung dünner und in Bereichen mit geringerer Krümmung dicker ausgebildet werden.

[0018] Besonders günstig ist es weiterhin, wenn die Membrane in Bereichen der Verbindung zu kraftübertragenden Bauelementen dicker ausgeführt ist als in freien

Bereichen ohne Kraftübertragung. Damit werden die krafteinleitenden Bereiche der Membrane verstärkt, insbesondere sind dies die Bereiche, die mit dem Montageadapter und/oder dem Zentralelement und/oder Bereiche der sandwichartigen Verbindung über eine Schaumschicht zum Korb, um auch dort die Ausbildung unerwünschter Nebenschwingungen zu vermeiden.

[0019] Weiterhin kann der Wandlerkorb einen umlaufenden Absatz aufweisen, an dem die Membrane über die Schaumschicht mit dem Wandlerkorb verbunden ist. Der Absatz fungiert damit als Verbindungsfläche des Wandlerkorbes zur Membrane mit dazwischen angeordneter elastischer Schaumschicht.

[0020] Ebenso kann der Wandlerkorb mindestens eine umlaufende Nut aufweisen, wodurch vermieden wird, dass Resonanzen sowie Moden weiter nach außen laufen und dann reflektieren.

[0021] Es hat sich außerdem herausgestellt, dass es besonders vorteilhaft ist, wenn das Zentralelement einteilig ausgebildet ist, da es an den Grenzflächen mehrteiliger Elemente zu Schwingungsreflexionen kommen kann.

[0022] Vorteilhaft kann die Membrane des Schallwandlers einteilig und/oder sandwichartig ausgebildet werden.

[0023] Weiterhin kann die Membrane mindestens einen konvexen und mindestens einen konkaven Bereich aufweisen, wobei diese Bereiche fließend ineinander übergehen, also zur Vermeidung von Schwingungsreflexionen nur sanfte Übergänge und keine Absätze und Kanten vorliegen.

[0024] Besonders vorteilhaft ist es, dass bei diesem Schallwandler die Möglichkeit besteht, die Membrane mit einem Kaschiermaterial kaschiert auszuführen. Damit kann der Schallwandler mit den in der Fahrzeugtechnik üblichen Kaschiermaterialien im Innenraum überzogen werden und wird damit praktisch "unsichtbar" in dem Sinne, dass er vom Fahrgastraum nicht erkannt werden kann, also mit den Oberflächen verschmilzt.

[0025] Weiterhin kann in einer besonderen Ausgestaltung die Membrane einen Dickenverlauf aufweisen, welcher am zentralen Befestigungsbereich dicker und nach außen zumindest zunächst dünner werdend ausgeführt ist.

[0026] Die Membrane kann auch einen Dickenverlauf aufweisen, welcher am Befestigungsbereich des Montageadapters dicker und zum zentralen Befestigungsbereich hin dünner werdend ausgeführt ist.

[0027] Ebenso kann die Membrane vorteilhaft einen Dickenverlauf aufweisen, welcher am Befestigungsbereich des Montageadapters dicker und zum umlaufenden Absatz hin dünner werdend ausgeführt ist.

[0028] Durch die Integration des Schallwandlers in ein Fahrzeug kann die Membrane sich auch über den umlaufenden Absatz und die Schaumschicht hinaus erstrecken. Weiterhin kann die Membrane einen Dickenverlauf aufweisen, welcher in dem über die Schaumschicht hinausgehenden Bereich zumindest anfänglich zunimmt.

[0029] Vorteilhaft sollte die Membrane einen Dickenverlauf aufweisen, der frei von Absätzen ist und ausschließlich sanft verlaufende Dickenveränderungen aufweist.

[0030] Besonders günstig zur Vermeidung unerwünschter Moden ist es außerdem, wenn - jeweils in Aufsicht auf den Schallwandler gesehen, also in einer Aufsicht von vorne oder hinten - sich die Außen- und/oder Innenkontur des umlaufenden Absatzes und die Außen- und/oder Innenkontur des Montageadapters des Spulenträgers der Schwingspule bezüglich ihrer Grundform wesentlich unterscheiden. In der Regel wird die Schwingspule einen runden Konturverlauf aufweisen, so dass die Kontur des Montageadapters entsprechend unrund sein soll. Beispielsweise kann die Kontur des Montageadapters dann rechteckig oder quadratisch mit vorzugsweise abgerundeten Ecken ausgebildet sein. Vorteilhafterweise sollten jedoch beide Konturen zueinander zumindest annähernd einen deckungsgleichen angeordneten Schwerpunkt oder ein deckungsgleiches Zentrum aufweisen, um nicht unerwünschte Drehmomente an der Schwingspule entstehen zu lassen.

[0031] Entsprechend dem zuvor beschriebenen Merkmal wird auch vorgeschlagen, dass falls eine umlaufende Nut vorhanden ist - jeweils in Aufsicht auf den Schallwandler gesehen - sich die Außen- und/oder Innenkontur der umlaufenden Nut des Wandlerkorbs und die umlaufende Außen- und/oder Innenkontur des Montageadapters des Spulenträgers der Schwingspule bezüglich ihrer Grundform wesentlich unterscheiden.

[0032] Weiterhin entsprechend wird vorgeschlagen, dass falls ein umlaufender Absatz am Wandlerkorb vorliegt - jeweils in Aufsicht auf den Schallwandler gesehen - die Außen- und/oder Innenkontur des Absatzes des Wandlerkorbes und die Außen- und/oder Innenkontur des Montageadapters im Bereich der Verbindung zum Spulenträger und/oder im Bereich der Verbindung zur Membrane bezüglich ihrer Grundform wesentlich unterscheiden.

[0033] Bezüglich der Ausgestaltung des Magnetsystems ist es günstig, wenn eine ringförmige Kupferkappe auf dem Zentralbereich des Magneten angeordnet ist.

[0034] Auch vorteilhaft kann der Wandlerkorb des Schallwandlers als Teil einer Tragstruktur eines Land-, Luft- oder Wasserfahrzeuges ausgebildet sein, wobei die Membrane übergangslos in die Innenverkleidung des Fahrzeuges integriert ist.

[0035] Außerdem kann der Wandlerkorb Teil einer Tragstruktur eines Land-, Luft- oder Wasserfahrzeuges sein, wobei die Membrane übergangslos mit der Kaschierung der Innenverkleidung des Fahrzeuges kaschiert ist.

[0036] Bevorzugt kann der Schallwandler so ausgebildet sein, dass er frei von einer Sicke an der Membrane und/oder frei von einer Zentrierung für die Membrane ist.

[0037] Außerdem kann besonders bevorzugt der Schallwandler so konfiguriert sein, dass die Schwingspule im gleichen Luftspalt zwei getrennte Wicklungen

aufweist. Die Wicklungen können elektrisch in Reihe oder parallel geschaltet sein, wobei diese einen einzigen gemeinsamen oder jeweils über einen eigenen Verstärkerkanal kontaktiert werden.

[0038] Schließlich kann der Schallwandler auch so gestaltet sein, dass der Wandlerkorb bereits als Teil einer Tragstruktur eines Fahrzeuges ausgeführt ist, also der Korb bereits bei der Herstellung der Tragstruktur ausgebildet wird.

[0039] Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass im Rahmen der Erfindung der Schallwandler in einer besonderen Ausführung auch so gestaltet sein kann, dass die Membrane durchgehend die gleiche Dicke aufweist und/oder deren Freiformfläche keinerlei Verformung aufweist, also gerade und flach ausgebildet ist und/oder die Membrane ohne Oberflächenkaschierung vorliegt.

[0040] Im Folgenden wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele mit Hilfe der Figuren näher beschrieben, wobei im Wesentlichen nur die zum Verständnis der Erfindung notwendigen Merkmale dargestellt sind. Es zeigen im Einzelnen:

FIG 1: Erste Variante eines integrierten Schallwandlers gemäß Stand der Technik aus PCT/DE2021/000031 in einer senkrechten Schnittdarstellung;

FIG 2: zweite Variante eines integrierten Schallwandlers gemäß Stand der Technik aus PCT/DE2021/000031 in einer senkrechten Schnittdarstellung;

FIG 3: integrierter Schallwandler in einer senkrechten Schnittdarstellung ohne Kaschierung der Membrane;

FIG 4: integrierter Schallwandler in einer senkrechten Schnittdarstellung mit einer Membrane mit Kaschierung;

FIG 5: integrierter Schallwandler in einer Detail- und Schnittdarstellung ohne Kaschierung;

FIG 6: integrierter Schallwandler in einer Detail- und Schnittdarstellung mit Kaschierung mit Formverlauf;

FIG 7: integrierter Schallwandler in der 3D-Explosions-Darstellung einer einfachen integrierten Version;

FIG 8: integrierter Schallwandler gemäß Figur 1 in einer Aufsicht mit Darstellung der Modenausbreitung und deren Störungen;

FIG 9: integrierter Schallwandler mit Darstellung der reduzierten Modenausbreitung aufgrund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung;

FIG 10: im Nahfeld gemessener Frequenzgang des integrierten Schallwandlers gemäß Figur 1 ;

FIG 11: im Nahfeld gemessener Frequenzgang eines erfindungsgemäß modifizierten Schallwandlers ohne Kaschierung;

FIG 12: im Nahfeld gemessener Frequenzgang eines weiteren erfindungsgemäß modifizierten Schallwandlers in kaschierter Ausführung;

FIG 13: im Nahfeld gemessener Frequenzgang eines weiteren erfindungsgemäß modifizierten Schallwandlers kaschierter Ausführung.

[0041] Die Figur 1 zeigt die Basis des integrierten Schallwandlers gemäß der Druckschrift PCT/DE2021/000031 als flache Tragkonstruktion mit einem Wandlerkorb 1, mit Stegen und Luftdurchlässen 10, deren Anzahl möglichst einer Primzahl entsprechen sollte. In diesem Wandlerkorb 1 montiert befindet sich das Magnetsystem, bestehend aus mindestens einem magnetischen Rückschluss 14, einem Magnet 11, einer Polplatte 4 und einem Polkern, gebildet durch den Rückschluss 14 der eine umlaufene Kupfer- beziehungsweise Polkappe 5 aufweisen kann.

[0042] In den Luftspalt des Magnetsystems, der durch die Polplatte 4 und die Kupferkappe 5 gebildet wird, taucht die Schwingspule ein. Die Schwingspule besteht aus dem Spulenträger 8 und den zwei getrennten Wicklungen 14 und 16 mit deren elektrischen Kontaktierungen 25 und 26. Der Schwingspulenträger ist an der Unterseite der Stützmembrane 24 befestigt. Im Zentrum des Magnetsystems befindet sich ein elastischer Zentralführungsdämpfer 12 mit seinen Stegen und Luftdurchlässen 13, deren Anzahl ebenfalls einer Primzahl entsprechen sollte. In seinem Zentrum ist der Zentralführungsdämpfer 12 über einen elastischen Zentralsdämpfer 7 mit der Unterseite der Membrane 2 verbunden.

[0043] Die Figur 2 zeigt den integrierten Schallwandler aus der PCT/2021/000031 in einer Hybridversion mit dem Zentralführungsdämpfer 12, der in Richtung Membrane 2 weitere Magneten aufweist und zwar einen umlaufenden Magneten 17 und im Zentrum einen Zentralmagneten 20. Im Bereich innerhalb des Spulenträgers 8, auf der Unterseite der Membrane 2, ist eine spiralförmige Leiterbahn 18 angebracht, die an dem jeweiligen Ende der Wicklung elektrisch gleichsinnig ebenfalls kontaktiert wird. Die Kontaktierung kann je nach Anwendung gemeinsam mit den anderen Kontakten 25 und 26 aber auch getrennt vorgenommen werden. Der Doppelpfeil zeigt die Bewegungsrichtung. Weiterhin ist ein elastischer flacherer Zentralsdämpfer 19 angeordnet, der sich hier zwischen dem Zentralmagneten und der Membrane 2 befindet.

[0044] Die Figur 3 zeigt den erfindungsgemäßen Schallwandler im Schnitt und die Figur 5 einen Detailauszug der Figur 3 aus dem Bereich des Magnetsystems.

[0045] In dieser Ausführung ist der Wandlerkorb 21 so gestaltet, dass dieser so weit zurückgesetzt ist, dass er mit der Tragstruktur, den Verkleidungen und der Kaschierung eines Fahrzeuges quasi schallwandeben montiert werden kann und so direkt den Schall überträgt. Die beiden gestrichelten Linien und Doppelpfeile kennzeichnen die Bewegungsrichtung von Schwingspule und Membrane.

[0046] Im Gegensatz zu den vorbekannten Ausführungen der Figuren 1 und 2 wird die Bewegungsenergie der Schwingspule 22 nicht direkt in die Membrane eingelei-

tet, sondern über den Montageadapter 24.

[0047] Der Montageadapter 24 bietet durch eine entsprechend zur Membrane im Befestigungsbereich formkomplementäre Ausgestaltung gegenüber einer direkten Anbringung eines Spulenträgers eine vergrößerte Befestigungsoberfläche zur Unterseite der Membrane 22 und überträgt dadurch die Bewegungsenergie besser. Zum anderen verhindert dieser, dass bei Berührung beziehungsweise Eindrücken der Oberfläche der Membrane 22 sich die deutlich instabilere Schwingspule 29 mit den Spulen 15, 16 und deren Spulenträger 8 so verformen oder dezentrieren lassen, dass diese im Luftspalt des Magnetsystems schleifen oder sich so verklemmen, dass der Schallwandler nicht weiter verwendet werden kann.

[0048] Diese Gefahr des Verkantens besteht, weil auch der Luftspalt des Magnetsystems, der durch den becherförmigen magnetischen Rückschluss 31, den Magneten 30 und die Polplatte 27 gebildet wird, umlaufend nur wenige Zehntel Millimeter größer ist als die Schwingspule 29.

[0049] Eine weitere Maßnahme, um eine Zerstörung durch Berührung, Eindrücken oder Stoßen zu verhindern, besteht darin, dass die Geometrie des Wandlerkorbs 21 so ausgestaltet wird, dass der Abstand hinter der Membrane bis zum Wandlerkorb 21 so knapp ausgebildet ist, dass der Bereich außerhalb der Schwingspule 29 mit ihrem Montageadapter 24 nur wenige Zehntel größer ist als die größtmögliche Amplitude der Membrane 22, 39.

[0050] Eine weitere Verbesserung betrifft den mehrteilig ausgeführten Zentralführungsdämpfer 12 beziehungsweise den Zentralsdämpfer 7. Es hat sich herausgestellt, dass es von Vorteil ist, wenn stattdessen ein einteiliges Zentralelement 28 verwendet wird. Dabei sollte dieses aber fester und weniger dämpfend und weniger beweglich ausgeführt werden. Auch hierdurch wird sichergestellt, dass ein Eindrücken oder versehentliches Stoßen gegen die Membrane 22 keinen Schaden verursacht. Darüber hinaus wird durch den Einsatz dieses einteiligen Zentralelements 28 eine deutlich bessere Ringmodenbildung sichergestellt, was sich akustisch als auch messtechnisch deutlich bestätigt, wie die nachfolgend gezeigten Messungen belegen.

[0051] Eine weitere vorteilhafte Eigenschaft des neuen Schallwandlers besteht darin, der Fläche der Membrane eine einseitige, bevorzugt auf der Unterseite, also dem Zentralelement 28 und dem Montageadapter 24 zugewandten Seite der Membrane 22, Kontur einzuprägen. Der Höhenunterschied der Prägungen zur glatt bleibenden Oberfläche beträgt dabei lediglich einige zehntel Millimeter. Die Materialstärke der Membrane 22 selbst ist dabei nur wenig dicker als der dünnste verbleibende Bereich. So liegt im Montagebereich des Zentralelements 28 eine Verdickung 43 vor, die nach außen hin sanft abfällt, um dann bis zur inneren umlaufenden Verdickung 40 am Montageadapter 24 wieder sanft anzusteigen.

[0052] Außerhalb der Verdickung 40 im Montagebe-

reich des Montageadapters 24 wird die Materialstärke dann wiederum bis knapp vor den umlaufenden Umfang der Membrane 22 sanft dünner und erst kurz vor dem eigentlichen umlaufenden Membranende nimmt die Materialstärke wieder zu und bildet damit einen Impedanzabschluss 41.

[0053] Zur Prägung der Membrane wird diese ursprünglich beidseitig glatte Membrane in eine entsprechende beheizbare Form eingelegt und durch gleichmäßige Erwärmung und sehr hohen Druck verformt. Dabei wird die Polymerkettenstruktur so beeinflusst, dass sie nach Abkühlung unterhalb des Erweichungspunktes die neue Form und Struktur annimmt und beibehält.

[0054] Neben anderen möglichen Verformungsprozessen kann der vorhergehend beschriebene gleichfalls bei der als 3D-Freiformfläche gestalteten Membrane 39, wie sie in den Figuren 4 und 6 beschrieben wird, eingesetzt werden.

[0055] Hierdurch wird bewirkt, dass sich die Ringwellenausbreitung je nach Frequenz und Wellenlänge beziehungsweise Amplitude bruchlos und reflexionsarm dämpfend nach innen - also zwischen der Schwingspule 29 mit dem Montageadapter 24 und Zentralelement 28 - und nach außen hin bis zum Rand ausbilden kann. Dabei wirkt der dann dickere abschließende Rand 41 wie ein Impedanzabschluss und sorgt dafür, dass kurzweilige Störungen von Rand wieder zurückreflektieren und die dann kommenden Moden stören.

[0056] Eine hoch integrierte kaschierte Version des Schallwandlers wird in den Figuren 4 und 6 in einer Detaildarstellung im Bereich des Magnetsystems gezeigt. Hier geht der Wandlerkorb 21 konstruktiv in die Tragstruktur der Verkleidung 33 mit dem Schaumgrund 34 und dem Kaschiermaterial 36 über, wobei die Vorderseite der Membrane 39 über eine Stützfolie 35 mittelbar mit der Unterseite des Kaschiermaterials 36 so angebracht ist, dass sie Schall produzieren kann.

[0057] Dabei verhindert die durchgehend platzierte Stützfolie 35, dass sich der schmale Spalt, der durch die umlaufende Nut 38 und die umlaufend zurückstehende Membrane 39 gebildet wird, optisch nachhaltig auf der Vorder- beziehungsweise Außenseite des darüber kaschierten Kaschiermaterials 36 abzeichnet. Diese Maßnahme ist vor allem bei der Verwendung von kaschiertem Leder wichtig, da Leder so gut wie überhaupt keine Flächenspannung aufweist und sich diese bei Feuchtigkeit oder Trockenheit auch noch verändert. Diese Maßnahme kann aber auch bei der Kaschierung mit anderen Materialien und Deckschichten von Vorteil sein.

[0058] Weiterhin sind die besondere Form und Oberfläche dieser Variante zu beschreiben. Es handelt sich im Gegensatz zu den Ausführungen der Figuren 1 und 2 und die hier in den Figuren 3 und 5 beschriebenen Varianten um eine Membrane 39, welche als dreidimensionale Freiformfläche ausgebildet ist. Damit kann sich eine solche Membrane nahtlos in eine vorgegebene Architekturumgebung von Verkleidungen oder sonstigen Bauelementen einfügen. Diese Anforderung wird über-

wiegend im Automotivbereich, jedoch auch bei sonstigen Anwendungen gefordert und stellt eine besondere Herausforderung in der Umsetzung dar.

[0059] Auch in dieser, egal ob konkav, konvex oder flach gestalteten, unkaschierten oder kaschierten Version des Schallwandlers, spielt der Montageadapter 24 und das Zentralelement 28 eine tragende Rolle. Durch die jeweils angepasste Oberfläche und Materialeigenschaften beider Elemente wird sichergestellt, dass sich die Ringmoden physikalisch sicher ausbilden, dass das System über den gesamten Frequenzbereich als Ringmodenwandler funktioniert und sich die Konstruktion hinter der Membrane 39 weder optisch noch haptisch auf der jeweiligen Oberfläche der Membrane 39 und den Kaschiermaterialien 36 abzeichnet noch fühlbar wird. Die entsprechenden Schutzmechanismen gegen eine Zerstörung, wie bereits oben zu den Figuren 3 und 5 beschrieben sind, sind auch in dieser Version anwendbar.

[0060] Ein weiteres verbessertes Element stellt die umlaufende, nach außen hinter dem Absatz 37 angeordnete, Nut 38 in den vorzugsweise kaschierten Versionen dar. Es hat sich herausgestellt, dass, egal ob mit flacher, 3D-verformter oder gleichbleibend dicker Membrane, diese Membrane 39 nicht weit über den umlaufenden Absatz 37 hinausragen darf. Im Fall der kaschierten Membranversion darf diese Membrane 39 nicht direkt über die umlaufende Nut 38 hinweg mit weiteren umlaufenden oder angrenzenden Bauteilen, wie z.B. dem Schaumgrund 34 oder einer Tragstruktur 33 der Verkleidung, montiert werden.

[0061] Der Hintergrund dafür ist auch hier, dass eine Reflektion von Schwingungen vermieden werden soll. Die in die Membrane 39 eingeleiteten Moden beziehungsweise Schwingungen müssen sich über das Membranende hinweg ohne zu reflektieren ausbilden können. Dabei ist es wichtig, dass der Membranenrand, der auf der Rückseite über die einseitig klebende Dämpferschicht 23 flexibel auf den umlaufenden Absatz 37 des Wandlerkorbs 21 montiert ist, sich noch frei bewegen kann.

[0062] Dies wird in der Figur 6 anhand der vergrößerten Darstellung im Bereich der umlaufenden Nut 38 nach dem umlaufenden Absatz 37 dargestellt. So endet die Membrane 39 kurz nach dem umlaufenden Absatz 37, während die Stützfolie 35 kaschiert mit dem Kaschiermaterial 36 darüber hinausläuft und erst auf dem Schaumgrund 34 der Tragstruktur der Verkleidung 33 endet.

[0063] In der Figur 7 zeigt eine Explosionszeichnung im Wesentlichen die Bauteile, aus denen der erfindungsgemäße Schallwandler besteht. Zusätzlich zu den bereits in den vorhergehenden Figuren und Texten beschriebenen Teilen wird hier mit dem Bezugszeichen 42 ein beidseitig klebender Transferkleber dargestellt, über den die Rückseite der umlaufenden Dämpferschicht 23 mit dem umlaufenden Absatz 37 des Wandlerkorbs 21 dauerhaft elastisch montiert wird. Andere alternative Klebetechniken sind im Rahmen der Erfindung jedoch nicht

ausgeschlossen.

[0064] Des Weiteren werden folgende Teile dargestellt: der magnetische Rückschluss 32, der Magnet 30, die Polplatte 27, der Wandlerkorb 21 mit dem umlaufenden Absatz 37, die Schwingspule 29, das Zentralelement 28, der Montageadapter 24, die Dämpferschicht 23, der einseitig in Richtung Membrane 22 klebend ausgestattet ist.

[0065] In der Figur 8 werden die Problematik und Entstehung der Schwingungsmoden auf der Membrane durch reflektierende Schwingungen vereinfacht anhand einer Aufsicht auf einen Schallwandler gemäß der Figur 1 in bekannter Ausführung dargestellt.

[0066] Wie aus der Figur 2 zu erkennen ist, ist die Membrane 2 mit einem strahlenförmigen Dämpfer 3 über den umlaufenden Steg mit Nut 9 mit dem Wandlerkorb 1 montiert. Dabei weist der Steg mit der Nut 9 in der Aufsicht die gleiche Kontur, nämlich kreisrund, auf wie der direkt an der Membrane 2 montierte Spulenträger 8 mit den Schwingspulen 15 und 16. Hierdurch ergeben sich Probleme mit der eingeleiteten Bewegungsenergie und den reflektierten Schwingungen, die sich als Ringmoden in der Membrane zwischen dem mittig befindlichen Zentralschallwandler 7 und dem Spulenträger 8 und außerhalb umlaufend dem Spulenträger 8 über den Steg mit Nut 9 hinweg bis zum Membranenrand fortsetzen. Solche Moden stören allerdings die über die Schwingspule eingeleiteten neuen Schwingungen.

[0067] Diese Reflexionen werden in der Figur 8 durch die beiden Doppelpfeillinien mit gegenläufigen Pfeilen und gestrichelten Ringe und die Moden mit den Ringen mit durchgehenden Linien dargestellt.

[0068] Ein Lösungsansatz für dieses Problem wird in der Figur 9 beschrieben, die eine Aufsicht auf den Schallwandler aus der Figur 3 darstellt. Ebenfalls vereinfacht durch gestrichelte Linien dargestellt befinden sich im Zentrum der Montageadapter 24 mit Schwingspule 29 und darin mittig platziert ist das Zentralelement 28 zu sehen. Die Modenausbreitungsrichtung der Ringmoden wird durch die beiden Doppelpfeillinien und die Verformung der Ringmoden zu ovalen Moden wird mit den Kreislinien dargestellt.

[0069] Im Gegensatz zu den Ausführungen in den Figuren 1, 2, und 8 hat der Wandlerkorb 21 mit seinem umlaufenden Absatz 37, auf dem die Membrane 22 über der umlaufenden Dämpferschicht 23 montiert ist, eher die Form eines umlaufenden Ovals. Somit unterscheidet sich die Kontur des umlaufenden Absatzes 37 und der umlaufenden Nut 38 grundsätzlich von der Kontur des Montageadapters 24. Die beiden Konturen sind also nicht durch einfaches Vergrößern oder Verkleinern deckungsgleich zu bekommen. Es hat sich gezeigt, dass diese Verwendung unterschiedlicher Grundkonturen verhindert, dass die Ringmoden in Anhängigkeit der Wellenlänge, ausgehend von dem kreisrunden Montageadapter 24 im Montagebereich und dem Rand der Membrane 39, so reflektieren können, dass diese die kommende Modenbildung stören.

[0070] Überraschenderweise hat sich dabei auch herausgestellt, dass unter Anwendung solch unterschiedlicher Grundkonturen für den Montageadapter 24 im Montagebereich zur Membrane 39 in Relation zur Grundkontur des Schwingspulenträgers mit der Schwingspule 29 die Ausgestaltung der Außenform der Membrane 39 bei gleicher Klangqualität fast unerheblich ist.

[0071] Sogar wenn dann die Membrane 39 ebenfalls kreisrund wie die Schwingspule 29 ausgebildet ist, halten sich die negativen Einflüsse und Störungen sehr in Grenzen. Das liegt daran, dass dann die rücklaufenden reflektierten Moden vom Membranrand gegen den Außenbereich des ovalen umlaufenden Absatzes 37 zurückreflektieren und sich im Außenbereich totlaufen.

[0072] In den folgenden Figuren 11 bis 13 werden die Einflüsse verschiedener erfindungsgemäßer Ausführungsbeispiele im Vergleich zum Stand der Technik in der Figur 10 messtechnisch dargelegt. Die Messungen selbst wurden im Nahfeld mit 30 cm Abstand, ohne Glättungsfunktion, in einem kleinen Gehäuse ohne Schallwand unter gleichen Randbedingungen durchgeführt.

[0073] Die Figur 10 zeigt den typischen gemessenen Frequenzgang eines Schallwandlers in der bekannten Ausführung gemäß einer der Figuren 1 und 2. Aufgetragen auf der Abszisse sind die Frequenzen zwischen 100 Hz und 20k Hz, die der Schallwandler wiedergibt. Auf der Ordinate ist der Schalldruckpegel in Dezibel (dB SPL) angegeben.

[0074] In der Figur 10 sieht man deutliche Einbrüche im Frequenzgang zwischen 200 Hz und 20k Hz, die von den Modenreflexionen und Störungen der gleichförmigen, in diesem Fall kreisrunden Ausgestaltung herrühren.

[0075] Die Figur 11 zeigt die Messung des Frequenzganges des Schallwandlers in der Ausführung gemäß den Figuren 3 und 5. Hier sieht man eine deutliche Verbesserung und Linearisierung der Amplitude insbesondere zu den höheren Frequenzen hin.

[0076] Die Figur 12 zeigt den Frequenzgang des Schallwandlers in einer Ausgestaltung gemäß der Figuren 4 und 6. Dabei wird in dieser Version die mit Leder 36 kaschierte Membrane 39 mit durchgehend gleichen Dicken verwendet, also ohne die geprägte Kontur. Im Ergebnis wird der Frequenzgang gegenüber der Figur 11 glatter und linearer. Die etwas höhere Masse durch die Lederkaschierung schlägt sich zwar in einer etwas geringeren Empfindlichkeit im Mitteltonbereich zwischen 100 Hz bis 2000 Hz wieder, dafür nimmt der Pegel zu den hohen Frequenzen hin deutlich zu.

[0077] Die Figur 13 zeigt auch den Frequenzgangverlauf des Schallwandlers in einer Ausführung gemäß der Figuren 4 und 6, wobei allerdings in dieser Version die mit Leder 36 kaschierte Membrane 39 eine geprägte Oberfläche und Kontur aufweist. Im Ergebnis wird der Frequenzgang noch glatter und linearer. Insbesondere linearisiert sich der wichtige Mitteltonbereich zwischen 100 Hz und 2000 Hz noch weiter und zu den hohen Frequenzen hin wird das Niveau des unteren Mitteltonbe-

reichs fast erreicht.

[0078] Insgesamt wird mit der Erfindung also ein elektrodynamischer Schallwandler oder Lautsprecher vorgeschlagen, bei dem:

- der Spulenträger der Schwingspule mit der Membrane über einen Montageadapter verbunden ist,
- die Membrane als dreidimensionale Freiformfläche mit Ausnahme konischer Formen ausgebildet ist,
- der Montageadapter schwingspulenseitig formkomplementär zum Spulenträger der Schwingspule und membranseitig formkomplementär zur Freiformfläche der Membrane ausgebildet ist,
- der Montageadapter stufenfrei zwischen dem Spulenträger der Schwingspule und der Membrane ausgebildet ist,
- die Polplatte des Magnetsystems mittig und unmittelbar über das Zentralelement mit der Freiformfläche der Membrane verbunden ist,
- und die Membrane flächig mit dem Wandlerkorb über eine elastische Schaumschicht verbunden ist.

[0079] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. Insbesondere beschränkt sich die Erfindung nicht auf die angegebenen Merkmalskombinationen, sondern es können auch für den Fachmann offensichtlich ausführbare andere Kombinationen und Teilkombinationen aus den offenbarten Merkmalen gebildet werden. Es sind somit auch Ausführungen als von der Erfindung umfasst und offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt oder erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind. Ebenso liegt es auch im Rahmen der Erfindung, eine mechanische Umkehr der Funktionen der einzelnen mechanischen Elemente der Erfindung zu bewirken.

[0080] Nachfolgend werden besonders günstige Varianten erfindungsgemäßer Ausführungsbeispiele der voranstehend ausgeführten Erfindung beschrieben:

Variante 1 Elektrodynamischer Schallwandler, aufweisend:

- a) einen Wandlerkorb (21) mit mindestens einem Luftdurchlass (32),
- b) eine flexible Membrane (22),
- c) ein Magnetsystem mit einem Magneten (30), einem magnetischen Rückschluss (31), einer Polplatte (27), und einem Luftspalt zwischen der Polplatte (27) und dem Magneten (30),
- d) eine Schwingspule (29) auf einem im Wesentlichen zylinderförmigen Spulenträger, die in den Luftspalt eintaucht und die mit der Membrane

- (22) zur Schallerzeugung verbunden ist, und
- e) ein dämpfendes Zentralelement (28), welches mit der Membrane (22) verbunden ist,
- f) dadurch gekennzeichnet, dass
- g) der Spulenträger der Schwingspule (29) mit der Membrane (22) über einen Montageadapter (24) verbunden ist,
- h) die Membrane (22) als dreidimensionale Freiformfläche mit Ausnahme konischer Formen ausgebildet ist,
- i) der Montageadapter (24) schwingspulenseitig formkomplementär zum Spulenträger der Schwingspule (29) und membranseitig formkomplementär zur Freiformfläche der Membrane (22) ausgebildet ist,
- j) der Montageadapter stufenfrei zwischen dem Spulenträger der Schwingspule (29) und der Membrane (22) ausgebildet ist,
- k) die Polplatte (27) des Magnetsystems mittig und unmittelbar über das Zentralelement (28) mit der Freiformfläche der Membrane (22) verbunden ist,
- l) und zwischen der Membrane (22) und dem Wandlerkorb (21) im Randbereich eine Dämpferschicht (23) angeordnet ist.

Variante 2 Schallwandler gemäß Variante 1, wobei die Membrane (22) in der Fläche unterschiedliche Dicken aufweist.

Variante 3 Schallwandler gemäß Variante 2, wobei die Membrane (22) in Bereichen größerer Krümmung dünner und in Bereichen mit geringerer Krümmung dicker ausgebildet ist.

Variante 4 Schallwandler gemäß einer der Varianten 2 bis 3, wobei die Membrane (22) in Bereichen der Verbindung zu kraftübertragenden Bauelementen dicker ausgeführt ist als in freien Bereichen ohne Kraftübertragung.

Variante 5 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei der Wandlerkorb (21) einen umlaufenden Absatz (37) aufweist, an dem die Membrane (22) über die Dämpferschicht (23) mit dem Wandlerkorb (21) verbunden ist.

Variante 6 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei der Wandlerkorb (21) mindestens eine umlaufenden Nut aufweist.

Variante 7 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei das Zentralelement (28) einteilig ausgebildet ist.

Variante 8 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei die Membrane (22) einteilig ausgebildet ist.

Variante 9 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei die Membrane (22) sandwichartig ausgebildet ist.

Variante 10 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei die Membrane (22) mindestens einen konvexen und mindestens einen konkaven Bereich aufweist und diese Bereiche fließend ineinander übergehen.

Variante 11 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei die Membrane (22) mit einem Kaschiermaterial kaschiert ausgeführt ist.

Variante 12 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei die Membrane (22) einen Dickenverlauf aufweist, welcher an einem zentralen Befestigungsbereich (43) dicker und nach außen zumindest zunächst dünner werdend ausgeführt ist.

Variante 13 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei die Membrane (22) einen Dickenverlauf aufweist, welcher an einem Befestigungsbereich des Montageadapters (24) dicker und zu einem zentralen Befestigungsbereich (43) hin dünner werdend ausgeführt ist.

Variante 14 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten 5 bis 13, wobei die Membrane (22) einen Dickenverlauf aufweist, welcher am Befestigungsbereich des Montageadapters (24) dicker und zum umlaufenden Absatz (37) hin dünner werdend ausgeführt ist.

Variante 15 Schallwandler gemäß 5 bis 14, wobei die Membrane (22) sich über den umlaufenden Absatz (37) und die Dämpfungsschicht (23) hinaus erstreckt.

Variante 16 Schallwandler gemäß der vorgenannten Variante 15, wobei die Membrane (22) einen Dickenverlauf aufweist, welcher in dem über die Dämpfungsschicht (23) hinausgehenden Bereich zumindest anfänglich zunimmt.

Variante 17 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei die Membrane (22) einen Dickenverlauf aufweist, der frei von Absätzen ist und ausschließlich sanft verlaufende Dickenveränderungen (Steigungswinkel $<10^\circ$) aufweist.

Variante 18 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten 5 bis 17, wobei - jeweils in Aufsicht auf den Schallwandler gesehen - sich die Außen- und/oder Innenkontur des umlaufenden Absatzes (37) und die Außen- und/oder Innenkontur des Montageadapters (24) des Spulenträgers der Schwingspule (29) bezüglich ihrer Grundform we-

sentlich unterscheiden.

Variante 19 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten 6 bis 18, wobei - jeweils in Aufsicht auf den Schallwandler gesehen - sich die Außen- und/oder Innenkontur der umlaufenden Nut des Wandlerkorbs (21) und die umlaufende Außen- und/oder Innenkontur des Montageadapters (24) des Spulenträgers der Schwingspule (29) bezüglich ihrer Grundform wesentlich unterscheiden.

Variante 20 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten 5 bis 19, wobei - jeweils in Aufsicht auf den Schallwandler gesehen - sich die Außen- und/oder Innenkontur des umlaufenden Absatzes (37) des Wandlerkorbes (21) und die Außen- und/oder Innenkontur des Montageadapters (24) im Bereich der Verbindung zum Spulenträger und/oder im Bereich der Verbindung zur Membrane (22) bezüglich ihrer Grundform wesentlich unterscheiden.

Variante 21 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei eine ringförmige Kupferkappe (5) auf dem Zentralbereich des Magneten (30) angeordnet ist.

Variante 22 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei der Wandlerkorb (21) Teil einer Tragstruktur eines Land-, Luft- oder Wasserfahrzeuges ist und die Membrane (22) übergangslos in die Innenverkleidung des Fahrzeuges integriert ist.

Variante 23 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei der Wandlerkorb (21) Teil einer Tragstruktur eines Land-, Luft- oder Wasserfahrzeuges ist und die Membrane (22) übergangslos mit der Innenverkleidung des Fahrzeuges kaschiert ist.

Variante 24 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei der Schallwandler frei von einer Sicke an der Membrane (22) ist.

Variante 25 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei der Schallwandler frei von einer Zentrierung für die Membrane (22) ist.

Variante 26 Schallwandler gemäß einer der vorgenannten Varianten, wobei die Schwingspule (29) im gleichen Luftspalt zwei getrennte Wicklungen aufweist, die elektrisch in Reihe oder parallel über einen oder jeweils über einen eigenen Verstärkerkanal kontaktiert werden.

Variante 27 Schallwandler gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wandlerkorb (21) als Teil einer

Tragstruktur (33) eines Fahrzeuges ausgeführt ist.

Bezugszeichenliste

[0081]

1	Wandlerkorb	5
2	Membrane	
3	strahlenförmiger Dämpfer	
4	Polplatte	10
5	Kupferkappe	
6	umlaufender Dämpfer	
7	Zentraldämpfer	
8	Spulenträger	
9	umlaufender Steg mit Nut	15
10	Luftdurchlass	
11	Magnet	
12	Zentralführungsdämpfer	
13	Luftdurchlässe des Zentralführungsdämpfers	
14	magnetischer Rückschluss	20
15	1. Spule	
16	2. Spule	
17	umlaufender Magnet	
18	spiralförmige Leiterbahn	
19	flacherer Zentraldämpfer	25
20	Zentralmagnet	
21	Wandlerkorb	
22	Membrane	
23	Dämpferschicht	
24	Montageadapter	30
25	+ elektrische Kontaktierung	
26	- elektrische Kontaktierung	
27	Polplatte	
28	Zentralelement	
29	Schwingspule	35
30	Magneten	
31	magnetischer Rückschluss	
32	Luftdurchlass	
33	Tragstruktur Verkleidung	
34	Schaumgrund	40
35	Stützfolie	
36	Kaschiermaterial	
37	umlaufender Absatz	
38	umlaufender Steg mit Nut	
39	Membrane	45
40	Dickenverlauf der Membrane im Bereich des Adapters	
41	mechanischer Impedanz Abschluss	
42	Transferkleber	
43	zentraler Befestigungsbereich mit Verdickung	50

Patentansprüche

1. Elektrodynamischer Schallwandler, aufweisend:
- 1.1. einen Wandlerkorb (21) mit mindestens einem Luftdurchlass (32),

1.2. eine flexible Membrane (22),
 1.3. ein Magnetsystem mit einem Magneten (30), einem magnetischen Rückschluss (31), einer Polplatte (27), und einem Luftspalt zwischen der Polplatte (27) und dem Magneten (30),
 1.4. eine Schwingspule (29) auf einem im Wesentlichen zylinderförmigen Spulenträger, die in den Luftspalt eintaucht und die mit der Membrane (22) zur Schallerzeugung verbunden ist, und
 1.5. ein dämpfendes Zentralelement (28), welches mit der Membrane (22) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 1.6. der Spulenträger der Schwingspule (29) mit der Membrane (22) über einen Montageadapter (24) verbunden ist,
 1.7. die Membrane (22) als dreidimensionale Freiformfläche mit Ausnahme konischer Formen ausgebildet ist,
 1.8. der Montageadapter (24) schwingspulen-seitig formkomplementär zum Spulenträger der Schwingspule (29) und membranseitig formkomplementär zur Freiformfläche der Membrane (22) ausgebildet ist,
 1.9. der Montageadapter stufenfrei zwischen dem Spulenträger der Schwingspule (29) und der Membrane (22) ausgebildet ist,
 1.10. die Polplatte (27) des Magnetsystems mittig und unmittelbar über das Zentralelement (28) mit der Freiformfläche der Membrane (22) verbunden ist,
 1.11. und zwischen der Membrane (22) und dem Wandlerkorb (21) im Randbereich eine Dämpferschicht (23) angeordnet ist.

2. Schallwandler gemäß dem voranstehenden Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membrane (22) in der Fläche unterschiedliche Dicken aufweist.
3. Schallwandler gemäß dem voranstehenden Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membrane (22) in Bereichen der Verbindung zu kraftübertragenden Bauelementen dicker ausgeführt ist als in freien Bereichen ohne Kraftübertragung.
4. Schallwandler gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wandlerkorb (21) einen umlaufenden Absatz (37) aufweist, an dem die Membrane (22) über die Dämpferschicht (23) mit dem Wandlerkorb (21) verbunden ist.

5. Schallwandler gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membrane (22) mindestens einen konvexen und mindestens einen konkaven Bereich aufweist und

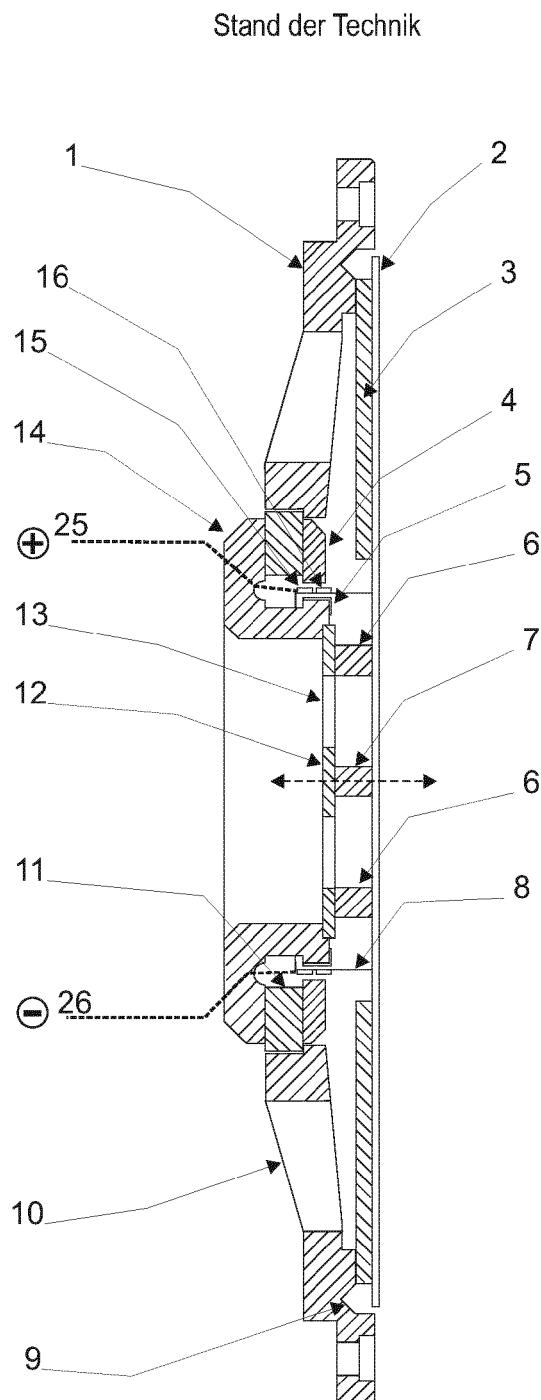
diese Bereiche fließend ineinander übergehen.

6. Schallwandler gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membrane (22) mit einem Kaschiermaterial kaschiert ausgeführt ist.
7. Schallwandler gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membrane (22) sich über den umlaufenden Absatz (37) und die Dampferschicht (23) hinaus erstreckt.
8. Schallwandler gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** - jeweils in Aufsicht auf den Schallwandler gesehen - sich die Außen- und/oder Innenkontur des umlaufenden Absatzes (37) und die Außen- und/oder Innenkontur des Montageadapters (24) des Spulenträgers der Schwingspule (29) bezüglich ihrer Grundform wesentlich unterscheiden.
9. Schallwandler gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** - jeweils in Aufsicht auf den Schallwandler gesehen - sich die Außen- und/oder Innenkontur der umlaufenden Nut des Wandlerkorbs (21) und die umlaufende Außen- und/oder Innenkontur des Montageadapters (24) des Spulenträgers der Schwingspule (29) bezüglich ihrer Grundform wesentlich unterscheiden.
10. Schallwandler gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** - jeweils in Aufsicht auf den Schallwandler gesehen - sich die Außen- und/oder Innenkontur des umlaufenden Absatzes (37) des Wandlerkorbes (21) und die Außen- und/oder Innenkontur des Montageadapters (24) im Bereich der Verbindung zum Spulenträger und/oder im Bereich der Verbindung zur Membrane (22) bezüglich ihrer Grundform wesentlich unterscheiden.
11. Schallwandler gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wandlerkorb (21) Teil einer Tragstruktur eines Land-, Luft- oder Wasserfahrzeuges ist und die Membrane (22) übergangslos in die Innenverkleidung des Fahrzeuges integriert ist.
12. Schallwandler gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wandlerkorb (21) Teil einer Tragstruktur eines Land-, Luft- oder Wasserfahrzeuges ist und die Membrane (22) übergangslos mit der Innenverkleidung des Fahrzeuges kaschiert ist.
13. Schallwandler gemäß einem der voranstehenden

Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schallwandler frei von einer Sicke an der Membrane (22) ist.

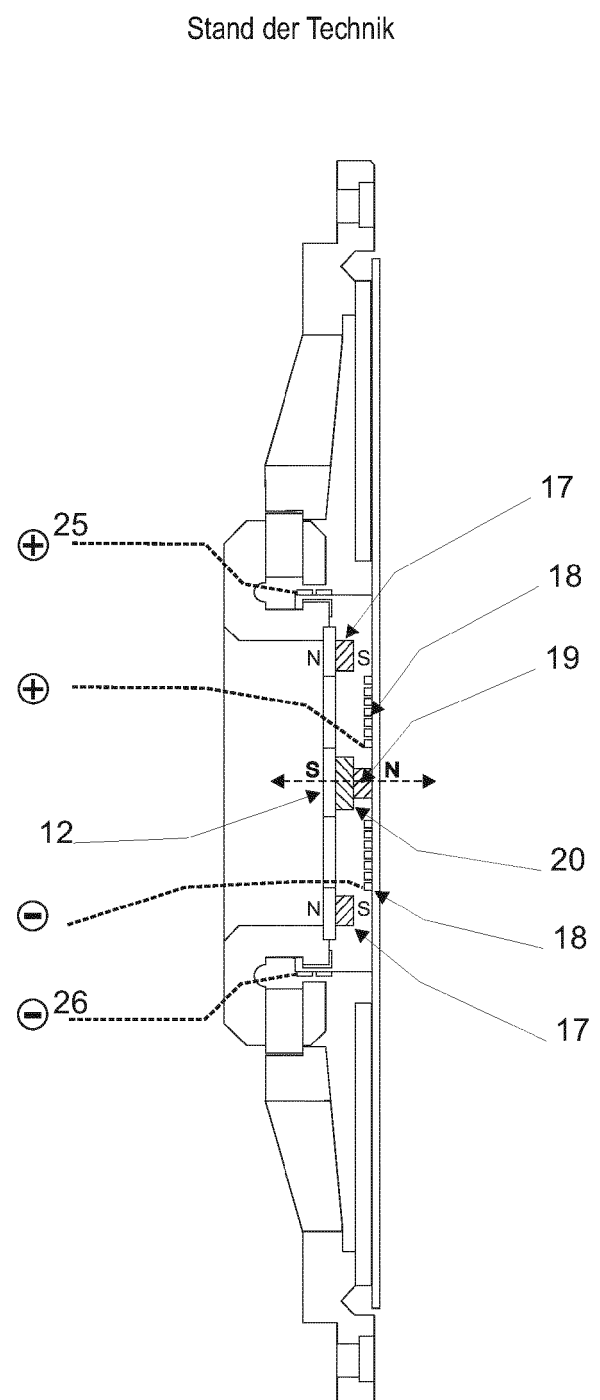
14. Schallwandler gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schallwandler frei von einer Zentrierung für die Membrane (22) ist.
15. Schallwandler gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wandlerkorb (21) als Teil einer Tragstruktur (33) eines Fahrzeuges ausgeführt ist.

FIG 1



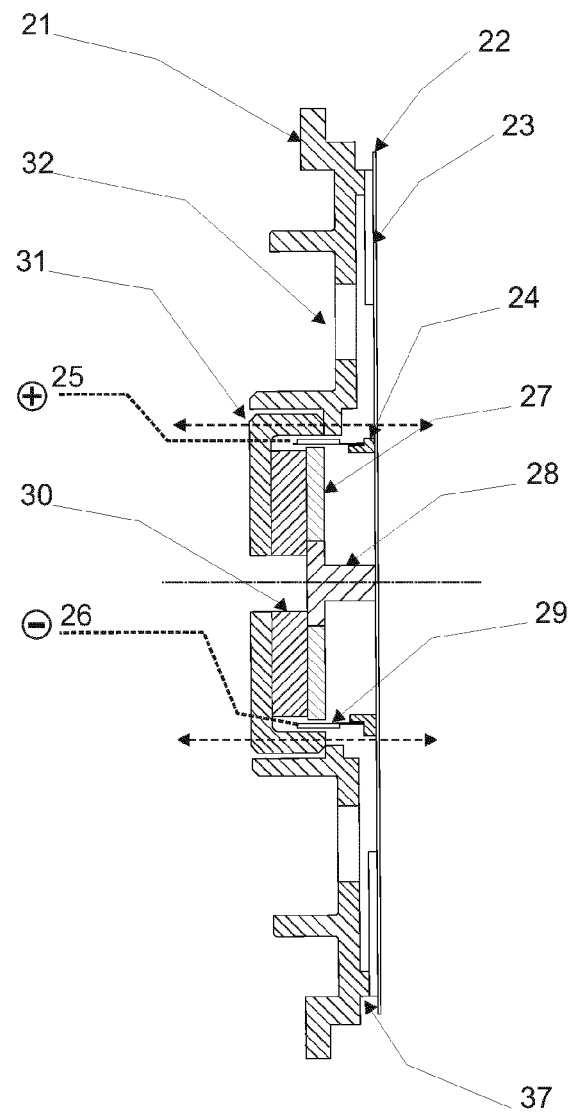
Schnitt A-A aus FIG 8

FIG 2



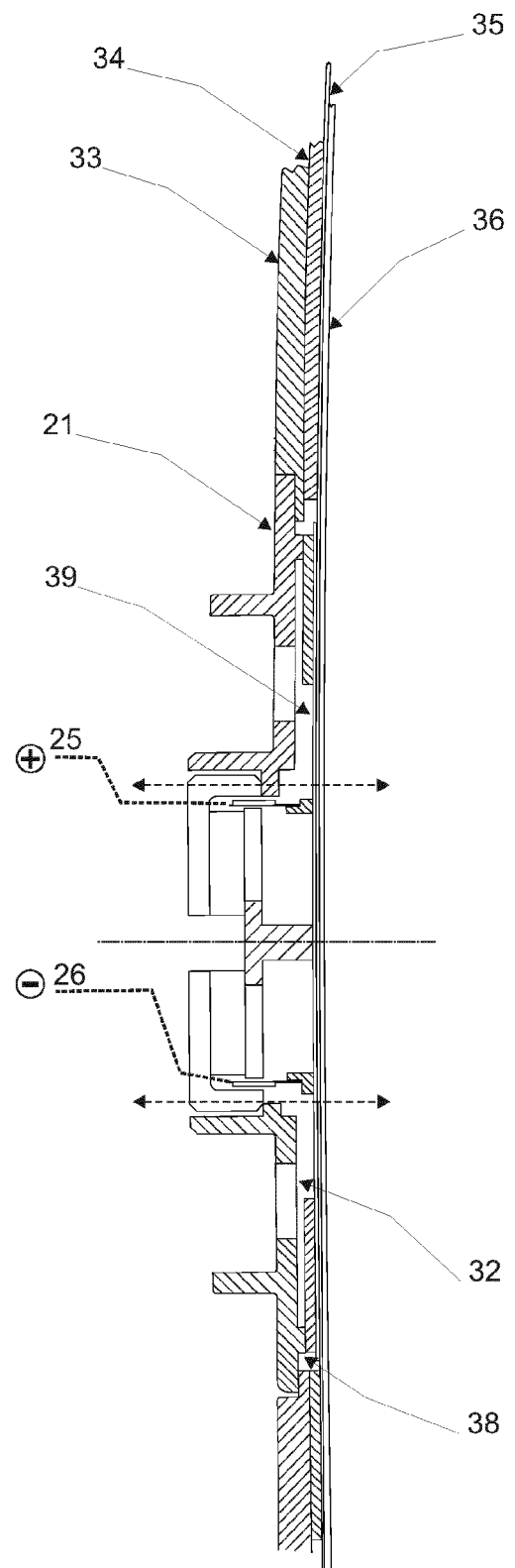
Schnitt A-A aus FIG 8

FIG 3



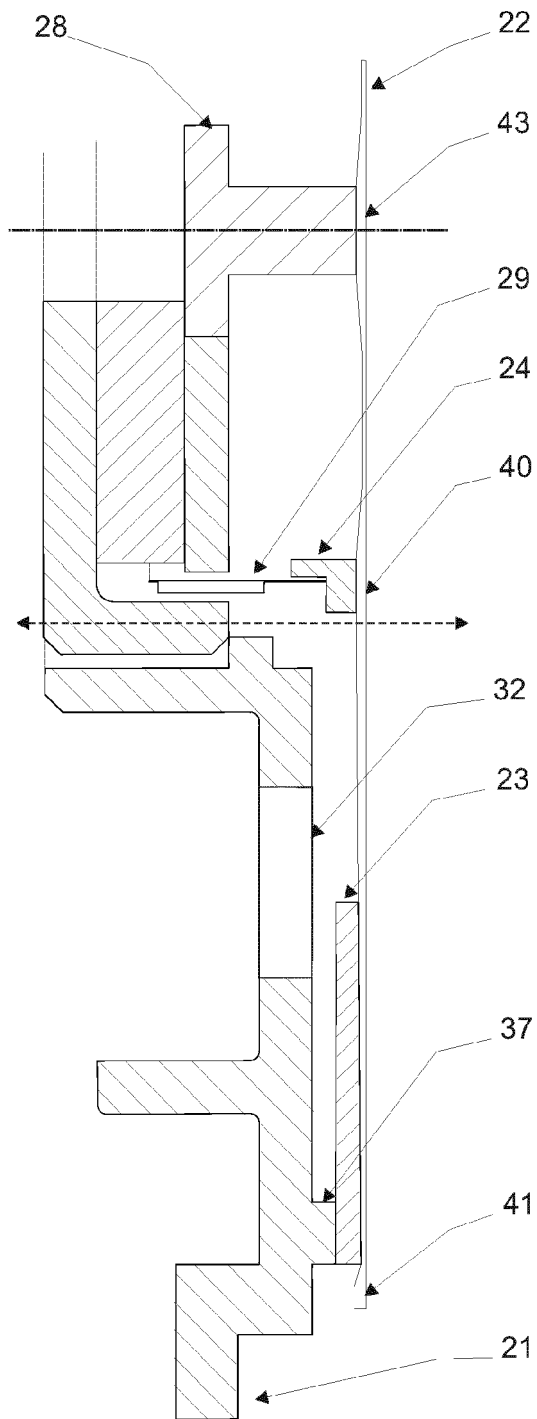
Schnitt A-A aus FIG 9

FIG 4



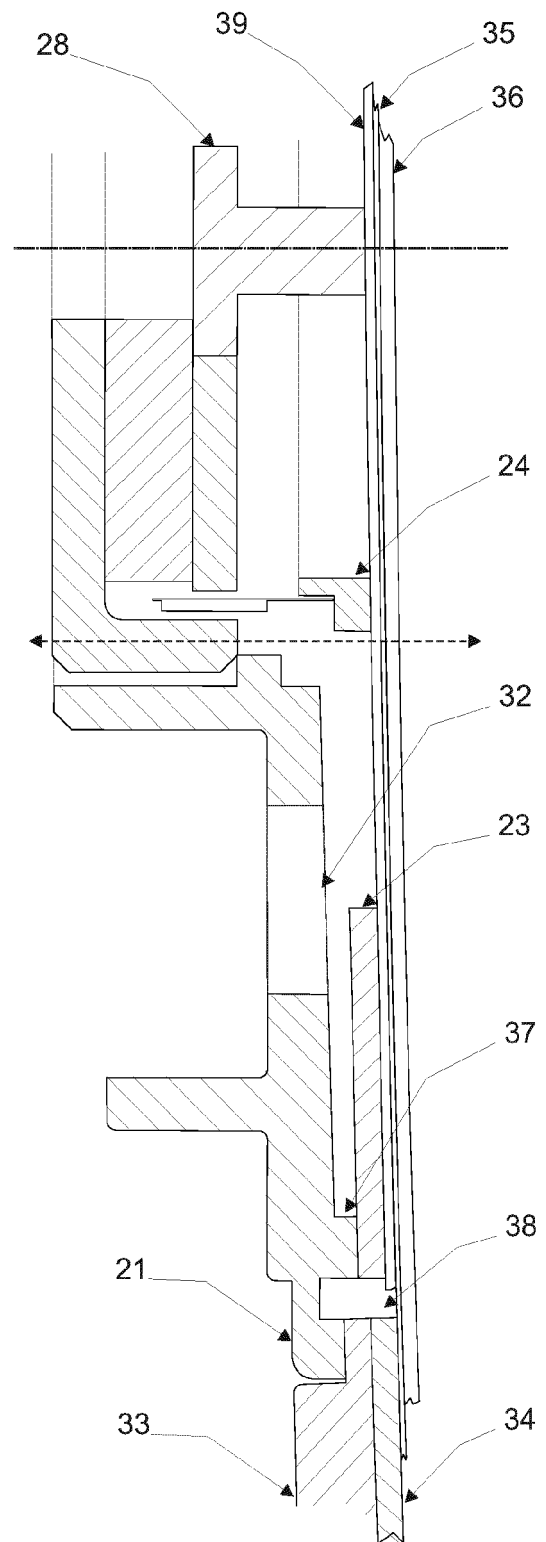
Schnitt A-A aus FIG 9

FIG 5



Detailschnitt A-A aus FIG 9

FIG 6



Detailschnitt A-A aus FIG 9

FIG 7

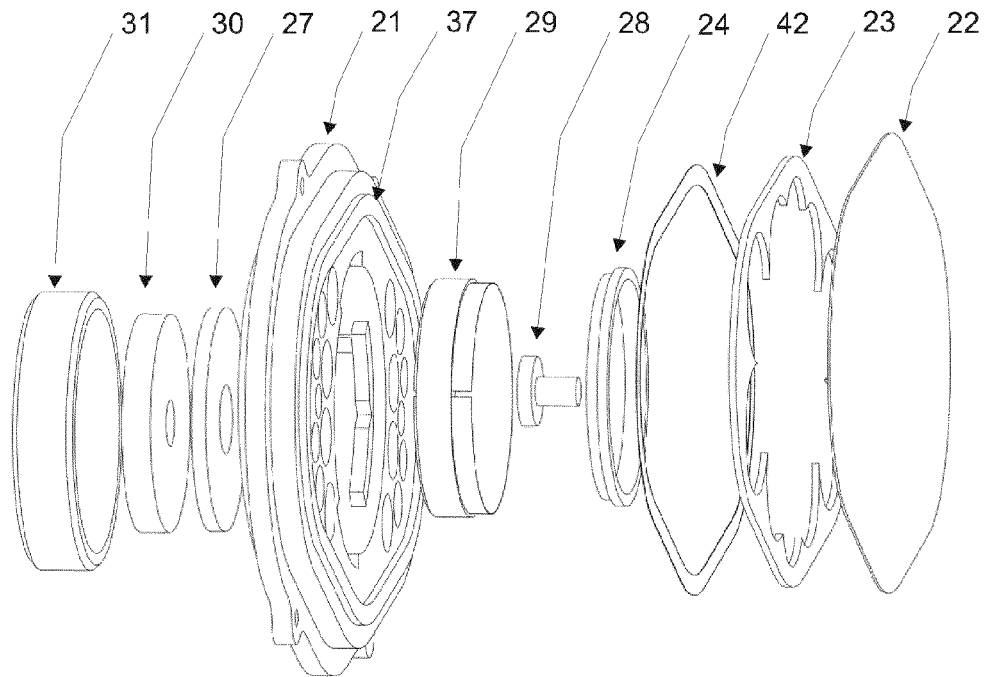


FIG 8

Stand der Technik

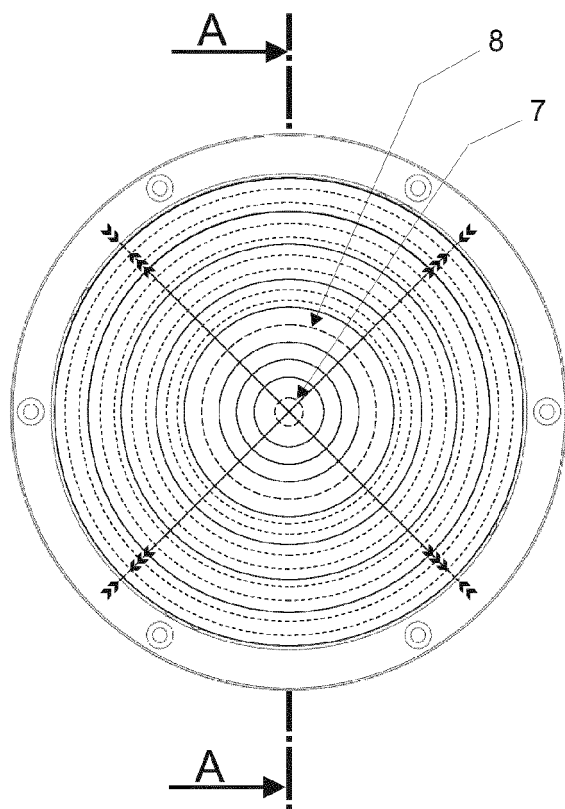


FIG 9

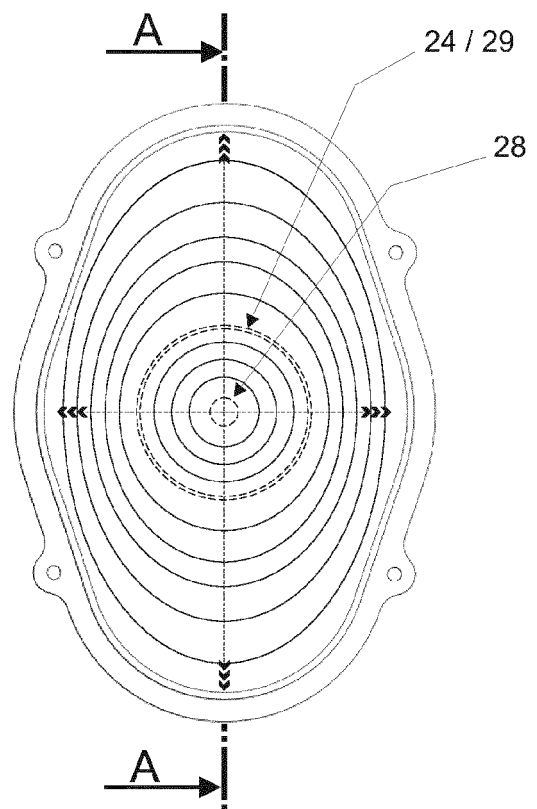


FIG 10

Stand der Technik

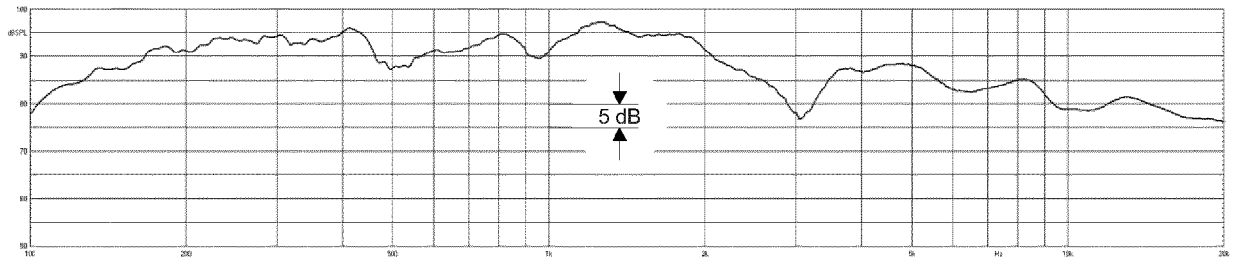


FIG 11

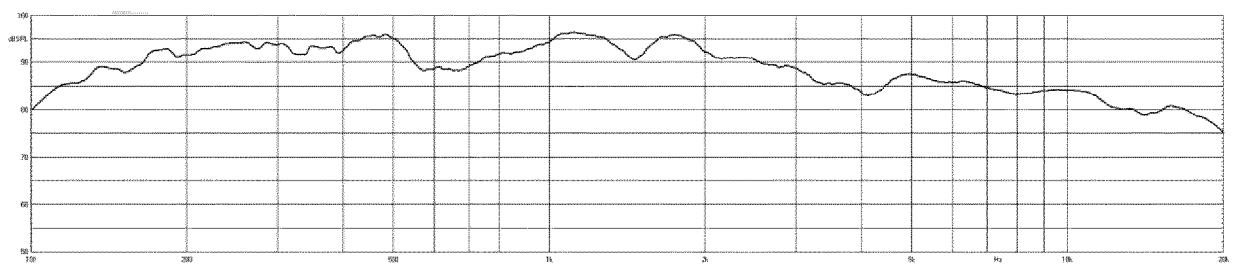


FIG 12

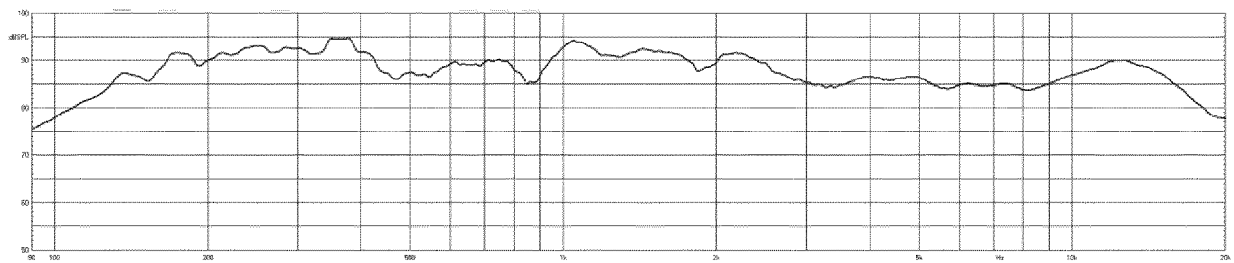
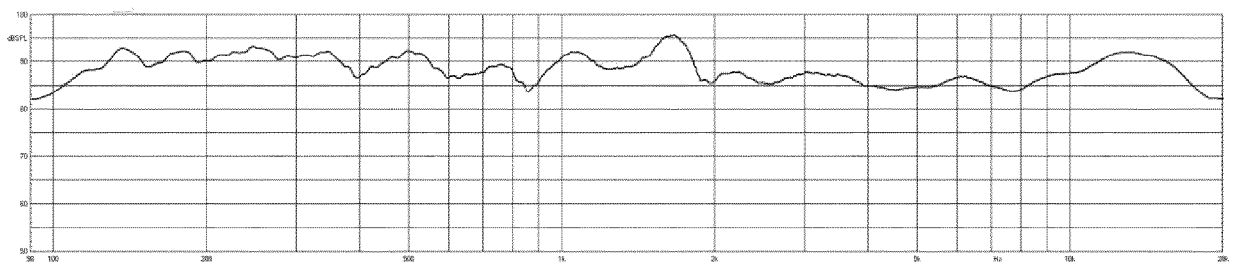


FIG 13





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 18 4365

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 10 2020 001041 A1 (GERKINMSEYER NORMAN [DE]) 19. August 2021 (2021-08-19) * Absatz [0017] – Absatz [0022] * * Absatz [0029] * * Abbildungen 1-7 *	1-15	INV. H04R7/04 H04R7/26 H04R7/10
Y	DE 10 2014 115443 A1 (TYMPHANY HK LTD [HK]) 30. April 2015 (2015-04-30) * Absatz [0040] – Absatz [0044] * * Absatz [0066] * * Absatz [0069] * * Absatz [0074] * * Abbildungen 1,7-9 *	1-15	ADD. H04R1/02 H04R9/02
Y	WO 2004/068898 A1 (GERKINSMEYER NORMAN [DE]) 12. August 2004 (2004-08-12)	4,5, 11-15	
A	* Seite 1, Zeile 36 – Seite 2, Zeile 5 * * Seite 14, Zeile 5 – Zeile 9 * * Abbildungen 1-4 *	8-10	
Y	DE 31 23 098 A1 (STUTE MARTIN) 5. Januar 1983 (1983-01-05)	4,5,13, 14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	* Seite 15, Absatz 4 * * Abbildungen 1-4 * * Anspruch 22 *	8-10	H04R
Y	DE 19 12 059 A1 (NIPPON MUSICAL INSTRUMENTS MFG) 24. September 1970 (1970-09-24) * Abbildungen 1-5 *	2,3,5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. Dezember 2023	Prüfer Meiser, Jürgen
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 18 4365

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-12-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102020001041 A1	19-08-2021	DE 102020001041 A1	19-08-2021
		DE 112021001118 A5	22-12-2022
		EP 4107969 A1	28-12-2022
		US 2022394389 A1	08-12-2022
		WO 2021164804 A1	26-08-2021

DE 102014115443 A1	30-04-2015	DE 102014115443 A1	30-04-2015
		DK 201400606 A1	04-05-2015
		DK 201670172 A1	04-04-2016
		US 2015117698 A1	30-04-2015

WO 2004068898 A1	12-08-2004	AT E452512 T1	15-01-2010
		AU 2003303844 A1	23-08-2004
		CN 1732710 A	08-02-2006
		DE 10303030 A1	05-08-2004
		EP 1586219 A1	19-10-2005
		JP 4404780 B2	27-01-2010
		JP 2006513664 A	20-04-2006
		US 2007009133 A1	11-01-2007
		WO 2004068898 A1	12-08-2004

DE 3123098 A1	05-01-1983	KEINE	

DE 1912059 A1	24-09-1970	KEINE	

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2021000031 W [0002] [0009] [0010] [0041]
- DE 102020001041 [0002]