

(19)



(11)

EP 2 009 950 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

31.12.2008 Patentblatt 2009/01

(51) Int Cl.:

H04R 19/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07111302.1**

(22) Anmeldetag: **28.06.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK RS

• **Getrost, Martin Philipp**

53757 St. Augustin (DE)

• **Kunz, Rainer**

65549 Limburg a.d. Lahn (DE)

• **Werners, Thilo-J.**

51375 Leverkusen (DE)

(71) Anmelder: **Lyttron Technologies GmbH**

51021 Köln (DE)

(74) Vertreter: **Gille Hrabal Struck Neidlein Prop Roos**

Patentanwälte

Brucknerstrasse 20

40593 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:

• **Heite, Michael**

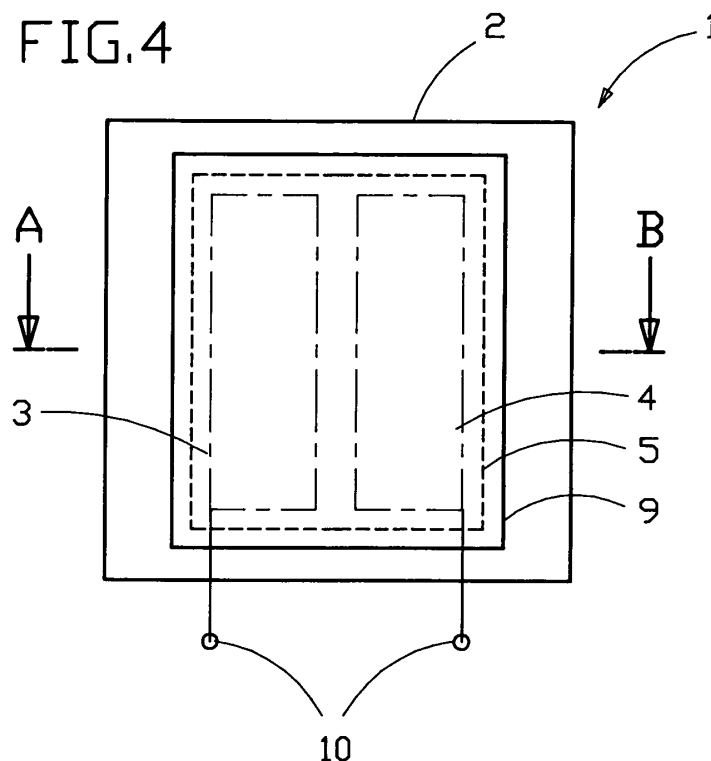
57462 Olpe (DE)

(54) **Elektrostatistischer Folienschallwandler und Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Beschrieben wird ein elektrostatistischer Folienschallwandler, welcher mindestens zwei lateral beabstandet angeordnete flächige Elektroden sowie mindestens eine elektrisch nicht mit diesen flächigen Elektroden verbundene flächige und über den beiden lateral be-

abstandet angeordneten Elektroden angeordnete elektrisch leitfähige schallgebende Folie (7) umfasst. Darüber hinaus wird die Herstellung des elektrostatistischen Folienschallwandlers und dessen Verwendung beschrieben.

FIG.4



EP 2 009 950 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektrostatischen Folienschallwandler, ein Verfahren zu dessen Herstellung sowie dessen Verwendung.

[0002] Eine der wesentlichen praktischen Anwendungen für einen Lautsprecher ist die Wiedergabe von Sprache oder Musik bei einer elektroakustischen Übertragung. Dabei stellt der Lautsprecher in der Kette der Übertragungsglieder das Endglied dar, das durch seine Eigenschaften in den meisten Fällen die erzielbare Übertragungsgüte bestimmt.

[0003] Es gibt verschiedene konventionelle Lautsprechersysteme, bei denen unterschiedliche Umwandlungsprinzipien für die zugeführte elektrische Leistung in eine akustische Leistung eingesetzt werden. Bei den meisten der bekannten Lautsprechertypen wird als schallabgebendes Element eine Membran, d.h. eine Platte mit sehr geringer Schichtdicke, verwendet.

[0004] Ein bekannter Lautsprechertyp ist der elektrostatische Lautsprecher, der für spezielle Anwendungen, beispielsweise als Hochtonlautsprecher eingesetzt wird. Hierbei werden zwei beabstandete flächige Elektroden elektrisch kontaktiert, mit einem entsprechend gestalteten Audio-Verstärker verbunden und eine entsprechende Tonfrequenzwechselspannung angelegt. Die dabei verwendeten Elektroden können als Folie ausgebildet sein.

[0005] Der Aufbau des elektrostatischen Lautsprechers entspricht somit dem eines Kondensators. Dabei kann die Lautsprechermembran zwischen den beiden Elektroden liegen und durch das elektrische Feld gesteuert werden; sie kann aber auch eine der Elektroden sein. Nach dem elektrostatischen Betrieb stoßen sich zwei Elektroden mit gleicher Ladung ab, dagegen ziehen sich zwei Elektroden mit ungleicher Ladung an. Wird an die Elektroden eines elektrostatischen Lautsprechers eine Spannung gelegt, ist die Spannungshöhe ein Maß für die Auslenkung der Elektroden. Eine hohe Spannung verursacht eine große Auslenkung, eine niedrige Spannung eine kleine Auslenkung, eine umpolarisierte Spannung eine Auslenkung in anderer Richtung. Die Kraft, die auf die Elektroden wirkt, ist dabei nicht linear, sondern proportional dem Quadrat der Spannung. Hierdurch wird eine Membran in Schwingung versetzt und es kommt zu einer Tonerzeugung.

[0006] Ein derartige aufgebauter elektrostatischer Lautsprecher auf Folienbasis kann zwischen den beabstandeten angeordneten Elektroden zusätzlich beispielsweise eine piezoelektrische Schicht sandwichartig einschließen. Bei dieser Ausführung, welche in WO 2005/086528 A1 beschrieben ist, führt das piezoelektrische Material zwischen den leitenden Schichten bei der Anlegung einer veränderlichen Spannung zu einer Schwingung der Oberfläche. Der Nachteil eines solchen Lautsprecheraufbaus liegt in der relativ aufwendigen Herstellung einer solchen piezoelektrischen Schicht zwischen zwei Folien, wobei ein derart aufgebauter Laut-

sprecher darüber hinaus relativ empfindlich gegen mechanische Beanspruchung ist.

[0007] Ein weiterer elektrostatischer Lautsprecher ist aus der EP 0 883 972 B1 bekannt. Dieser elektrostatische Lautsprecher weist eine plattenförmige Struktur auf, wobei eine poröse Statorplatte, welche entweder elektrisch leitend oder auf mindestens einer Seite plattiert ist, um elektrisch leitend zu sein, und mindestens eine bewegliche Membran mit mindestens einer elektrisch leitenden Oberfläche vorgesehen sind. Der elektrostatische Lautsprecher weist dabei eine Anordnung auf, bei welcher die elektrisch leitenden porösen Statorplatten gegenüberliegend und durch die Membran voneinander getrennt angeordnet sind. Aufgrund der Anordnung mit einer innenliegenden Membran ist es erforderlich, dass zumindest eine Statorplatte porös ist, damit die Schallwellen den elektrostatischen Lautsprecher verlassen können.

[0008] Der in der EP 0 883 972 B1 beschriebene elektrostatische Lautsprecher ist dahingehend von Nachteil, als dass es durch poröse Statorplatte zu Interferenzen und dadurch zu einer eingeschränkten Schallleistung kommen kann.

[0009] Die aus dem Stand der Technik bekannten Lautsprecher auf Folienbasis, welche in der Art eines Kondensators aufgebaut sind, weisen darüber hinaus eine Reihe von weiteren Nachteilen auf. So müssen beide gegenüberstehenden Folienelektroden mit einem elektrischen Anschluss versehen sein, wobei jedoch zumindest die als Membran vorgesehene Folienelektrode sich bewegen muss. Da der elektrische Anschluss dieser als Membran ausgebildeten Folienelektrode jedoch im Allgemeinen feststehend ist, ist die Beweglichkeit der Folienelektrode zumindest eingeschränkt. Hierdurch werden bei dem Betrieb des Lautsprechers Oberwellen erzeugt. Dieser auch als Klirrfaktor genannte Effekt verringert die Qualität des erzeugten Tons.

[0010] Da im Allgemeinen eine der Folienelektroden beweglich und die andere Folienelektrode in einem entsprechenden elektrostatischen Folienslautsprecher feststehend, also fixiert, angeordnet sind, müssen beide Folienelektroden im Allgemeinen mit einer anderen Anschlusstechnik versehen sein, was eine Herstellung entsprechender Folienslautsprecher umständlich und kostenintensiv macht.

[0011] Darüber hinaus sind beide Folienelektroden elektrisch kontaktiert und mit einer Spannung von bis zu mehreren Tausend Volt belegt. Um Benutzer entsprechender Folienslautsprecher zu schützen, sind daher die entsprechenden Elektroden auf Folienbasis mit entsprechenden Schutzvorrichtungen, wie beispielsweise Gittern, zu versehen, so dass ein Benutzer entsprechender Folienslautsprecher auch nicht unbewusst die unter Spannung stehenden Folienelektroden berühren kann. Die hierbei verwendeten Abschirmungen führen jedoch dazu, dass der Folienslautsprecher insgesamt dick ausgebildet ist.

[0012] Darüber hinaus werden zur Abschirmung der spannungsführenden Folienelektroden häufig Gitter ver-

wendet, welche den erzeugten Schall zwar durchlassen, gleichzeitig jedoch zumindest partiell eine Schallreflexion sowie gegebenenfalls Interferenzen bewirken, wenn der Schall an den jeweiligen Gittern gebeugt wird. Dieses führt insgesamt zu einer unerwünschten Reduktion der Schalleistung,

[0013] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen elektrostatischen Folienschallwandler zur Verfügung zu stellen, welcher vorzugsweise ein einfaches Anschließen der Elektroden ermöglicht. Insbesondere soll der Anschluss der Folienelektroden so ausgebildet sein, dass durch den Anschluss der Elektroden vorzugsweise keine Oberwellen erzeugt werden.

[0014] Darüber hinaus sollte der elektrostatische Folienschallwandler vorzugsweise eine hohe Sicherheit gegen Berührung aufweisen, ohne dass die schallabgebende Folienskonstruktion gleichzeitig zu dick beziehungsweise nachteilig für eine Schallabgabe ausgebildet ist.

[0015] Gelöst wird diese Aufgabe durch einen elektrostatischen Folienschallwandler.

[0016] Dieser elektrische Folienschallwandler ist dadurch gekennzeichnet, dass der Folienschallwandler mindestens zwei lateral beabstandet angeordnete flächige Elektroden sowie mindestens eine elektrisch leitfähige schallabgebende Folie, welche elektrisch nicht mit diesen flächigen Elektroden verbunden ist und welche flächig und im Wesentlichen parallel zu den beiden lateral beabstandet angeordneten Elektroden vorgesehen ist, umfasst, wobei die mindestens zwei lateral angeordneten flächigen Elektroden elektrisch kontaktiert sind. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter dem Begriff "im Wesentlichen parallel" verstanden, dass der Winkel, welcher zwischen der Ebene, welche durch die mindestens zwei lateral beabstandet angeordneten flächigen Elektroden gebildet wird, und der Ebene, welche durch die elektrisch leitfähige schallabgebende Folie gebildet wird, höchstens 45°, vorzugsweise höchstens 35°, besonders bevorzugt höchstens 25°, insbesondere höchstens 15°, speziell höchstens 10°, noch spezieller höchstens 5°, beträgt.

[0017] Durch diesen Aufbau des erfindungsgemäßen elektrischen Folienschallwandlers, welches sich grundlegend von den Folienschallwandlern des Standes der Technik unterscheidet, lassen sich die oben genannten Nachteile des Standes der Technik im Allgemeinen lösen.

[0018] Erfindungsgemäß und im grundlegenden Unterschied zum Stand der Technik werden nämlich nunmehr nicht zwei gegenüberliegende flächige und zueinander bewegliche Elektroden in der Art eines Kondensators mit einer speziellen Zwischenschichtkonstruktion angeordnet, sondern es werden mindestens zwei lateral benachbart angeordnete flächige Elektroden gewählt und eine beabstandete elektrisch leitfähige schallgebende Elektrode verwendet. Dabei befinden sich die mindestens zwei elektrisch leitfähige Elektroden zusammen auf einer Seite der elektrisch leitfähigen schallabgeben-

den Folie,

[0019] Durch diesen Aufbau ist es beispielsweise möglich, die zumindest zwei vorgesehenen lateral angeordneten Elektroden mit der gleichen Anschlusstechnik zu belegen, wodurch sich der Folienlautsprecher leichter und kostengünstiger bauen lässt,

[0020] Darüber hinaus sind die zumindest zwei vorgesehenen lateral angeordneten Elektroden feststehend. Daher ist der Anschluss dieser zumindest zwei lateral angeordneten Elektroden einfacher als bei Folienelektroden, bei welchen sich die Elektroden bewegen. Ferner besteht ein geringeres Problem hinsichtlich der Bildung von Oberwellen (Klirrfaktor).

[0021] Da die schallabgebende Folie zwar elektrisch leitfähig, jedoch nicht spannungsführend sein muss, kann der Anwender des erfindungsgemäßen Folienschallwandlers die schallabgebende Folie, ohne einen elektrischen Schlag zu bekommen, berühren. Insbesondere ist es nicht erforderlich, die Seite des erfindungsgemäßen Folienschallwandlers mit der schallabgebende Folie beispielsweise durch ein Gitter zu schützen.

[0022] Darüber hinaus kann der erfindungsgemäße Folienschallwandler relativ dünn ausgebildet werden, da eine umfangreiche Isolierung der Anordnung nicht erforderlich ist,

Besondere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Folienschallwandlers

[0023] Die Größe der jeweiligen Elektroden sowie der elektrisch leitfähigen schallabgebenden Folie können in weiten Bereichen variieren und unterliegen im Allgemeinen keiner Beschränkung. Dem gemäß können die Elektroden und die elektrisch leitfähige schallabgebende Folie in ihrer jeweiligen Größe dem Verwendungszweck des erfindungsgemäßen Folienschallwandlers angepasst werden. Auch das Größenverhältnis von Elektroden zu elektrisch leitfähiger schallgebender Folie kann variieren.

[0024] So ist es in einer ersten Ausführungsform möglich, dass die additive Fläche der mindestens zwei Elektroden größer ist als die Fläche der elektrisch leitfähigen schallabgebenden Folie, d.h. dass die mindestens zwei Elektroden seitlich die elektrisch leitfähige schallabgebende Folie überragen.

[0025] In einer zweiten Ausführungsform ist es möglich, dass die additive Fläche der mindestens zwei Elektroden kleiner ist als die Fläche der elektrisch leitfähigen schallabgebenden Elektrode, d.h. dass die elektrisch leitfähige schallabgebende Folie seitlich die zwei Elektroden überragt,

[0026] In einer dritten Ausführungsform ist es möglich dass die additive Fläche der mindestens zwei Elektroden im Wesentlichen gleich ist als die Fläche der elektrisch leitfähigen schallabgebenden Folie.

[0027] Von den zuvor genannten Ausführungsformen ist diejenige bevorzugt, in welcher die Flächen der zumindest zwei Elektroden und der elektrisch leitfähigen

schallabgebenden Folie im Wesentlichen gleich groß sind. Falls die Fläche der zumindest zwei Elektroden kleiner als die Fläche der elektrisch leitfähigen Elektrode ist, so kann nur eine geringere Schallleistung erzeugt werden, während bei einer größeren Fläche der mindestens zwei Elektroden im Vergleich zur Fläche der schallabgebenden Folie Oberwellen entstehen können.

[0028] Im Rahmen des erfindungsgemäßen Folienschallwandlers können als einzelne Elemente wie zum Beispiel die lateral beabstandet angeordneten Elektroden oder aber auch die elektrisch leitfähige schallabgebende Folie aus beschichteten Folien oder aus mehrfachen Schichtfolgen in Form von Extrusionen und Koextrusionen und Laminationsvorgängen gebildet werden.

Lateral angeordnete Elektroden

[0029] Erfindungsgemäß sind in dem schallabgebenden Element mindestens zwei lateral beabstandet angeordnete Elektroden vorgesehen. Unter dem Begriff "lateral beabstandete Elektroden" wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Elektrodenordnung verstanden, in welcher die Elektroden benachbart so vorgesehen sind, dass sie auf der gleichen Seite der schallabgebenden Folie liegen, d.h. dass insbesondere keine schallabgebende Folie zwischen ihnen vorgesehen ist.

[0030] Der Abstand zwischen den lateral beabstandet angeordneten Elektroden sollte zumindest so gewählt werden, dass Spannungsfestigkeit gegeben ist und keine Spannung überschlägt,

[0031] In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Folienschallwandlers sind die mindestens zwei lateral beabstandet angeordneten flächigen Elektroden mit einem Audio-Verstärker verbunden. Der Audio-Verstärker ist eine Audio-Quelle für eine beliebige Wechselspannung, welche geeignet ist, die zu erzeugenden Audiofrequenzen in Form von variabler Spannung auf die jeweils angeschlossenen Elektroden zu übertragen und das elektrische Feld in dem Folienschallwandler entsprechend zu modulieren.

[0032] Dabei kann im Allgemeinen an den zumindest zwei lateral beabstandet angeordneten Elektroden eine erdfreie Tonfrequenzwechselspannung angelegt sein. Es ist jedoch auch möglich, dass an den zumindest zwei lateral beabstandet angeordneten Elektroden eine geerdete Tonfrequenzwechselspannung angelegt ist.

[0033] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird zusätzlich zu der Tonfrequenzwechselspannung eine Bias-Spannung angelegt, wodurch sich der Schallpegel erhöhen lässt. Unter einer Bias-Spannung wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Gleichspannung im Sinne einer Vorspannung verstanden.

[0034] Hierbei kann eine Biasgleichspannung von >500V, vorzugsweise > 1000V, zwischen den leitenden Schichten angelegt werden, wobei eine Audiospannung mit einer maximalen Spannungsamplitude von >200 Volt angelegt werden kann. Selbstverständlich ist dabei zu

beachten, dass die maximale Spannungsamplitude der Audiospannung immer geringer bleibt als die angelegte konstante Hochspannung.

[0035] Die mindestens zwei lateral beabstandet angeordneten flächigen Elektroden werden mit elektrischen Anschlüssen ausgeführt. Dabei sollte vorzugsweise auf eine ausreichende elektrische Isolation und auf die Verlegetechnik der Anschlüsse beziehungsweise der Anbindung an den Audioverstärker geachtet werden.

[0036] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann der elektrostatische Folienschallwandler einstückig mit der Ansteuerelektronik des Audio-Verstärkers und/oder der Bias-Spannung ausgebildet sein. In diesem Fall kann die entsprechende Ansteuerelektronik des Audio-Verstärkers und/oder der Bias-Spannung auf einem Substrat vorgesehen sein, welches auch den elektrostatischen Folienschallwandler trägt, also beispielsweise einstückig mit den mindestens zwei lateral angeordneten Elektroden verbunden ist. Als Substrate kommen in diesem Fall vorzugsweise Leiterplatte und/oder Platine in Frage, welche auch als Substrat für den elektrostatischen Folienschallwandler dient.

[0037] Die Elektroden selbst können rechteckig, gerundet, spiralförmig oder kammartig ausgebildet sein, wobei jedoch auch weitere Formen oder Kombinationen von Formen möglich sind. Entsprechende Formen sind in den Abbildungen 1 bis 3 dargestellt:

Abbildung 1 : rechteckige Ausgestaltung

Abbildung 2: gerundete Ausgestaltung

Abbildung 3: spiralförmige Ausgestaltung.

[0038] Die geometrische Ausbildung der zumindest zwei lateral angeordneten Elektroden sollte vorzugsweise so erfolgen, dass der direkte Abstand der Elektroden wesentlich größer als der Isolationsabstand zu der elektrisch leitfähigen schallabgebenden Folie und wird in der praktischen Ausführung im Millimeterbereich gewählt, während der Isolationsabstand im einige 0,5 bis 10 mm betragen kann.

[0039] Bei der elektrischen Kontaktierung der Elektroden sollte darauf geachtet werden, dass relativ hohe Spannungen mit sehr geringen Strömen verwendet werden. Allerdings sollte die Kontaktstellen gut isolierend abgeschlossen beziehungsweise bedeckt werden, damit keine Oberflächenkriechströme aufgrund von Luftfeuchtigkeit und Staub entstehen können.

[0040] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann ein elektrostatischer Folienschallwandler auch mehrfach Elektroden-Paare aufweisen und diese können nur über eine Audioquelle beziehungsweise Tonfrequenzwechselspannung angespeist werden oder aber über mehrere beziehungsweise mit Tonfrequenzwechselspannungen mit unterschiedlicher Phasenlage.

[0041] Die lateral angeordneten flächigen Elektroden inklusive der Anschlüsse können mit einer vorzugsweise luftblasendichte Isolationsschicht abgedeckt werden. Bei dieser Isolationsschicht handelt sich um eine Schicht,

die vorzugsweise eine höhere Durchschlagsfestigkeit als Luft aufweist. Diese Isolationsschicht kann in flüssiger Form mittels Drucktechnik oder Rakeltechnik oder Spraytechnik oder Dispensertechnik oder in Form einer dünnen Folie appliziert werden. Als Isolationsschicht kann beispielsweise ein aus der Platinenfertigung bekannter Lack verwendet werden.

[0042] Grundsätzlich kann auch eine Folie mit rückseitigen Elektroden verwendet werden.

[0043] Die lateral angeordneten Elektroden sollten vorzugsweise sehr gut und luftdicht mit der Isolationsschicht abgedeckt sein, da die Tonfrequenzwechselspannung beziehungsweise eine Bias-Spannung eine gute dielektrische gleichbleibende isolierende Abdeckung der Elektroden erfordern.

Schallabgebende Folie

[0044] Die schallabgebende Folie, welche über den beiden lateral beabstandeten angeordneten Elektroden angeordnet ist, ist in der Form einer Folie ausgebildet, wobei die schallabgebende Folie elektrisch leitfähig ausgebildet ist.

[0045] Die elektrisch leitfähige schallabgebende Folie kann geerdet oder nicht geerdet sein. Aus Sicherheitsgründen ist es bevorzugt, die elektrisch leitfähige schallabgebende Folie geerdet auszubilden.

[0046] Die Flächenleitfähigkeit der elektrisch leitfähigen schallabgebenden Folie ist abhängig von dem schallabgebenden Element und kann bei kleinflächigen Elementen mehr als 2.000 Ohm/Quadrat und bei großflächigen Elementen weniger als 500 Ohm/Quadrat betragen, Vorzugsweise beträgt die Flächenleitfähigkeit weniger als 2.000 Ohm/Quadrat, insbesondere weniger als 1.000 Ohm/Quadrat,

[0047] Die elektrische Leitfähigkeit der schallgebenden Folie kann auf unterschiedliche Weise erhalten werden. So kann beispielsweise eine elektrisch leitfähige Schicht auf einem entsprechenden Folienmaterial, beispielsweise vakuumtechnisch, bereitgestellt werden. Darüber hinaus ist es jedoch auch möglich, die elektrische Schicht durch Walztechnik oder durch Galvanotechnik herzustellen. Alternativ ist es darüber hinaus möglich, die elektrisch leitfähige Schicht drucktechnisch mit einer elektrisch leitfähigen Druckpaste herzustellen. Die Druckpaste kann dabei auf einer Silberpaste, einer CNT-enthaltenden Pasten (CNT = Teilchen mit Nanostrukturen), einer Kupferpaste oder einem intrinsisch elektrisch leitfähigen Polymer oder der Kombination aus zwei oder mehreren der genannten Druckpasten basieren. Weitere Auftragsverfahren für die elektrisch leitfähige Schicht sind zum Beispiel sogenannte Sputter-Verfahren, Siebdruckverfahren, Inkjet-Verfahren oder Tiefdruckverfahren.

[0048] Auch die Verwendung eines Folienmaterials aus einem elektrisch leitfähigen Material (beispielsweise aus einem elektrisch leitfähigem Polymer) ist möglich. Entsprechende leitfähige Polymere werden weiter unten

beschrieben.

[0049] Wenn eine CNT-haltige Druckpaste verwendet wird, so enthält diese Paste Teilchen mit Nanostrukturen, Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter dem Begriff der "Teilchen mit Nanostrukturen" nanoskalige Materialstrukturen verstanden, welche ausgewählt sind aus der Gruppe, bestehend aus Single-Wall-Carbon-Nano-Tubes (SWCNTs), Multi-Wall-Carbon-Nano-Tubes (MWCNTs), Nanohorns, Nanodisks, Nanocones (d.h. kegelmantelförmige Strukturen), metallischen Nanowires und Kombinationen der zuvor genannten Teilchen. Entsprechende Teilchen mit Nanostrukturen auf der Basis von Kohlenstoff können beispielsweise aus Kohlenstoffnanoröhrchen (einschalige und mehrschalige), Kohlenstoffnanofasern (fischgräten-, blättchen-, schraubenartige) und dergleichen bestehen. Kohlenstoffnanoröhrchen werden international auch als Carbon Nanotubes, (single-walled und multi-walled), Kohlenstoffnanofasern als Carbon Nanofibers (herringbone, platelet-, screw-Typ) bezeichnet.

[0050] Hinsichtlich metallischer Nanowires wird auf die WO 2007/022226 A2 verwiesen, deren Offenbarung hinsichtlich der dort offenbarten Nanowires durch Bezugnahme in die vorliegende Erfindung eingeschlossen ist. Die in der WO 2007/022226 A2 beschriebenen elektrisch gut leitenden und weitgehend transparenten Silber-Nanowires sind für die vorliegende Erfindung insbesondere geeignet.

[0051] Durch die Verwendung von Teilchen mit Nanostrukturen kann derart die elektrische Leitfähigkeit geeignet gestaltet werden beziehungsweise kann derart die Flexibilität und Umempfindlichkeit gegenüber einer Haarrißbildung verbessert werden, d.h. eine geeignete Elastizität (E-Modul) erreicht werden.

[0052] Wenn die elektrisch leitfähige Schicht aus einem Metall gebildet wird, so wird in einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Material für die elektrisch leitfähige Schicht Aluminium verwendet. Aluminium ist ein leichtes Metall, welches die Schwingungen der schallabgebenden Folie nicht stört und gleichzeitig leicht auf ein Folienmaterial aufgedampft werden kann.

[0053] Wenn ein Folienmaterial verwendet wird, auf welches beispielsweise ein Metall wie Aluminium aufgebracht wird, so kann dieses Folienmaterial beispielsweise aus einem thermoplastischen Material aufgebaut sein. Eine entsprechende polymere Folie kann insbesondere auch dann verwendet werden, wenn eine graphische Gestaltung der elektrisch leitfähigen schallabgebenden Folie vorgesehen ist. In diesem Fall kann die graphische Gestaltung auf der polymeren Folie vorgesehen sein. Dabei kann die graphische Gestaltung der polymeren Folie nur auf eine Seite der Folie oder aber auch auf beiden Seiten der Folie erfolgen. Eine graphische Gestaltung kann zum Beispiel durch Siebdruck oder Inkjet erfolgen. Auch ist eine Prägung der Folie möglich.

[0054] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das thermoplastische Material

der Folie ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Polycarbonat (PC), orientiertem Polypropylen (OPP), Polypropylen (PP), Polyethylenterephthalat (PET), Acrylnitril-Butadiene-Styrol-Kautschuk (ABS), Polyvinylfluorid (PVF), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyethylen (PE), biaxial orientiertes Polypropylen (BOP) und Polyimid (PI), Besonders bevorzugt sind Folien aus Polypropylen und Polycarbonat, gegebenenfalls in Kombination mit einer AL-Beschichtung. Die elektrisch leitfähige Schicht kann darüber hinaus auch auf eine entsprechenden Folienmaterial aufgeklebt werden.

[0055] Die Anforderungen an die verwendeten Kleber bestehen in der guten und langlebigen Verbindung der Klebepartner bei möglichst dünnem Materialauftrag. Grundsätzlich können dabei lösemittelhaltige Klebesysteme, 2-komponentige Klebesysteme als auch reaktive oder teilreaktive Klebesysteme oder Heißschmelzklebesysteme verwendet werden,

[0056] In einer weiteren Ausführungsformen der elektrisch leitfähigen schallabgebenden Folie kann diese vakuumtechnisch mittels Sputtertechnik oder Aufdampftechnik insbesondere auf Basis Aluminium hergestellt werden oder es kann eine gewalzte oder galvanotechnisch aufgebaute dünne Aluminiumschicht beziehungsweise Aluminiumfolie verwendet werden.

[0057] Eine polymere Folie kann für die elektrisch leitfähige schallabgebende Folie auch ohne Beschichtung verwendet werden, wenn sie selbst bereits elektrisch leitfähig ausgebildet ist.

[0058] Intrinsisch leitfähige Polymere sind in der Regel ethylenisch ungesättigt und konjugiert, wodurch ein leichter Ladungstransport im Polymermolekül möglich ist. Derartige Polymere werden auch als organische Metalle bezeichnet, Sie weisen eine Leitfähigkeit von mindestens 10^{-5} , vorzugsweise von mindestens 10^{-2} , besonders bevorzugt von mindestens 1 Siemens/cm auf. Geeignete intrinsisch leitfähige Polymere sind beispielsweise ausgewählt aus Polymeren auf Basis von Polyanilin, Polyanisidin, Polydiphenylamin, Polyacetylen, Polythiophen, Polythiopen, Polythienylenvinyl, Bithiophen, Polypyrrol und Polycroconain und deren Derivaten. Derartige Polymere werden häufig mittels Dotierung elektrisch leitfähig gemacht. Dies kann chemisch oder elektrochemisch erfolgen. Durch Behandlung mit Oxidationsmitteln wie Jod, Natriumperoxydisulfat oder Brom oder einer starken Säure werden geeignete Polymere teilweise oxidiert und dadurch elektrisch leitend. Andere Polymere können durch teilweise Reduktion mit Reduktionsmitteln elektrisch leitfähig gemacht werden. Diese Verfahren sind allgemein bekannt. Die Herstellung von intrinsisch leitfähigem Polyanilin und Polypyrrol ist beispielsweise in der EP 0 539 123 beschrieben. Geeignete Polymere sind z.B. Polyradikalkationen, Für eine erhöhte Stabilität der Formulierungen empfiehlt es sich, dass die Polyradikalkationen in Kombination mit polymeren anionischen Verbindungen (Polyanionen) eingesetzt werden und die Zusammensetzungen keine weiteren kationischen Substanzen enthalten, deren Gegenionen um die

Polyanionen konkurrieren und zu Ausfällungen führen.

[0059] Bevorzugte leitfähige Polymere sind leitfähige Polythiophene, insbesondere leitfähige Polyalkylenedioxythiophene, Die Herstellung ist beispielsweise beschrieben in DE 41 18 704 und EP 0 339 340. Ein bevorzugtes leitfähiges Polymer ist 3,4-Polyethylenedioxythiophen, Ein geeignetes Handelsprodukt ist Baytron® P von Bayer, eine wässrige Dispersion mit 0,5 Gew. % 3,4-Polyethylenedioxythiophen (PEDOT) und 0,8 Gew. % Polystyrolsulfonat (PSS). Weitere bevorzugte intrinsisch leitfähige Polymere sind leitfähige Polyaniline, z.B. Versicon® (Allied Signal), ein Polyanilin mit einer Leitfähigkeit von 2-4 S/cm oder Ormecon® (Zipperling Kessler & Co).

[0060] Die polymere Folie in der schallabgebenden Elektrode weist vorzugsweise eine Dicke von 5 bis 500 μm , besonders bevorzugt 10 bis 200 μm , insbesondere 15 bis 100 μm , auf.

[0061] In einer weiteren Ausführungsform ist es möglich, dass die elektrisch leitfähige schallabgebende Folie insgesamt aus drei oder mehreren Schichten besteht, wobei mindestens eine Schicht elektrisch leitfähig ausgebildet ist.

[0062] Die elektrisch leitfähige schallabgebende Folie kann geerdet oder nicht geerdet sein.

Schicht zwischen den mindestens zwei lateral beabstandet angeordneten Elektroden und der mindestens einen elektrisch leitfähigen schallabgebenden Folie

[0063] Der erfindungsgemäße elektrostatische Folienschallwandler weist zwischen den mindestens zwei lateral beabstandet angeordneten flächigen Elektroden und der elektrisch leitfähigen schallabgebenden Folie vorzugsweise mindestens eine weitere Schicht auf. Diese Schicht ist elektrisch nicht leitend ausgebildet (dielektrische Schicht). Bei dieser Schicht kann es sich auch um Luft handeln.

[0064] Entscheidend ist es, dass diese Schicht so ausgebildet ist, dass es zu keinem elektrischen Kontakt zwischen den lateral angeordneten Elektroden und der elektrisch leitfähigen schallabgebenden Folie kommt.

[0065] In einer ersten Ausgestaltung der Schicht weist der erfindungsgemäße elektrostatische Folienschallwandler eine Schicht auf, die luftdurchlässig ausgebildet ist.

[0066] In einer zweiten Ausgestaltung der Schicht weist der erfindungsgemäße elektrostatische Folienschallwandler eine Schicht auf, die elastisch komprimierbar ist.

[0067] In einer dritten Ausgestaltung der Schicht weist der erfindungsgemäße elektrostatische Folienschallwandler eine Schicht auf, die unpolare und polare Eigenschaften aufweist, also eine Schicht die Elektreteigenschaften aufweist. Unter einem Elektret wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein elektrisch Material verstanden, das quasipermanent gespeicherte elektrische

Ladungen und/oder quasipermanent ausgerichtete elektrische Dipole enthält und somit ein quasipermanentes Feld in seiner Umgebung und/oder in seinem Inneren erzeugt.

[0068] In einer vierten Ausgestaltung sind die zuvor in der ersten bis dritten Ausgestaltung erwähnten Merkmale beliebig kombiniert.

[0069] Unabhängig von den oben dargestellten und bevorzugt vorhandenen Eigenschaften der Schicht, wird diese vorzugsweise als eine Schaumschicht, ein Flies oder ein elastisches Siebdruckgebilde ausgebildet, wobei durch Wahl geeigneter Materialien die oben genannten und bevorzugten Eigenschaften der Schicht erreicht werden. Beispielsweise kann diese elektrisch nicht leitende Schicht somit als elastischer Schaum ausgebildet sein. Grundsätzlich ist hierbei sowohl geschlossenzelliger als auch offenzelliger Schaum verwendbar, jedoch offenzelliger Schaum ist hinsichtlich des zur Klangverbesserung notwendigen Druckausgleiches günstiger.

[0070] Des Weiteren kann auch die nichtleitende Zwischenschicht als elastisches textiles Flächengebilde aus einzelnen Fasern ohne Füllstoff, einem sogenannten Nonwoven-Material, ausgebildet sein. Es wird dabei darauf hingewiesen, dass es sich bei diesem Nonwoven-Material vorzugsweise nicht um Papier handelt, da das Papier mit großen Anteilen von nichtelastischem Füllstoff versehen und damit nicht geeignet ist,

[0071] Die Schicht in dem erfindungsgemäßen elektrostatischen Folienschallwandler kann eine Dicke von 20 µm bis 10 mm, besonders bevorzugt 30 µm bis 200 µm, aufweisen.

Substrat

[0072] Der erfindungsgemäße elektrostatische Folienschallwandler (1) ist in einer bevorzugten Ausführungsform auf einem Substrat angeordnet. Das Substrat kann dabei auf unterschiedliche Art und Weise gebildet sein.

[0073] Das Substrat ist vorzugsweise so ausgebildet, dass es eine entsprechende Masse bzw. Trägheit gegenüber dem von dem elektrostatischen Folienschallwandler erzeugten Schall aufweist.

[0074] In einer ersten Ausführungsform kann das Substrat die Form eines tapetenhaften Elementes aufweisen, welches beispielsweise mittels Klebtechnik an einem möglichen Wand-, Boden- oder Deckenelement befestigt wird.

[0075] Beispielsweise kann gemäß einer einfachen konkreten Ausführung ein solcher elektrostatischer Folienschallwandler an einem Wandelement befestigt werden, z.B. "aufgetapeziert" werden. Dabei wird in dieser Basisausführung bereits mit einem extrem dünnen Schichtaufbau von ca. 1 bis 5 mm, insbesondere weniger als 4 mm und einer Abmessung im Bereich 0,5 x 0,5 m, eine gerichtete Beschallung über mehrere Meter bis zu 100 m und darüber erreicht.

[0076] Sollte das Substrat in einer derartigen Ausführungsform an einem Wand-, Boden- oder Deckenele-

ment befestigt sein, ist es nicht zwingend erforderlich, dass das Substrat selbst eine bestimmte Eigensteifigkeit aufweist. Wenn das Substrat keine entsprechende Eigensteifigkeit aufweist, dann sollte jedoch die Masse des Wand-, Boden- oder Deckenelementes, an welchem das Substrat befestigt ist, so groß sein, dass das Substrat in Verbindung mit dem Wand-, Boden- oder Deckenelement eine ausreichende Trägheit gegenüber dem Schall aufweist. Hierdurch wird eine optimale Schallabstrahlung ermöglicht.

[0077] In einer weiteren Ausgestaltung kann das Substrat aber auch selbst als eigensteifes bzw. masseträges Element ausgebildet werden. In solch einem Fall ist es möglich, den elektrostatischen Folienschallwandler an einer beliebigen Position beispielsweise in einem Raum oder auch im Freien anzubringen. In solch einem Fall kann das eigensteife Substrat mit dem entsprechend zugeordneten elektrostatischen Folienschallwandler mittels Befestigungsvorrichtungen, wie beispielsweise Kleb-, Schraub-, Klemm- oder Steckbefestigungen an anderen Wand-, Boden- oder Deckenelementen lösbar oder unlösbar befestigt sein. Wenn das erfindungsgemäß vorgesehene Substrat in solch einem Fall selbst eigensteifig ausgebildet ist, ist es nicht erforderlich, dass die Elemente, an welchen das Substrat befestigt ist, eine bestimmte Trägheit gegenüber dem Schall aufweisen.

[0078] Insgesamt ist es bevorzugt, wenn das Substrat ein Flächengewicht aufweist, welches mindestens dem 10-fachen, vorzugsweise mindestens dem 1000-fachen, des Flächengewichts aller restlichen Schichten des Folienschallwandlers entspricht.

[0079] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Substrat räumlich so ausgebildet, dass der Schall gezielt abgestrahlt wird. In solch einem Fall ist auch die gezielt ausgerichtete Anordnung des erfindungsgemäßen Folienschallwandlers von Vorteil.

[0080] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das erfindungsgemäß vorgesehene Substrat in einen Rahmen eingespannt ausgeführt sein. Je nach Abhängigkeit der Dicke des Substrats ist dabei eine einseitige sowie eine beidseitige Schallabstrahlung möglich, wobei es bei einer zweiseitigen Schallabstrahlung auch möglich ist, zwei erfindungsgemäße Folienschallwandler Rücken an Rücken anzuordnen und diese Anordnung dann jeweils ein Substrat, also mindestens zwei Substrate, oder ein gemeinsames Substrat aufweisen kann.

[0081] Der erfindungsgemäße elektrostatische Folienschallwandler kann an dem Rahmen neben der thermisch aktivierbaren Befestigung auch gut durch Kaltklebesysteme oder Flüssigkleber oder eine mechanische Befestigung oder Ultraschall beziehungsweise Reibschweißen befestigt werden.

[0082] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass das Substrat ein Rahmen ist, zwischen dem die akustisch aktive Lautsprecherfläche (elektrisch leitfähige schallabgebende Folie)

eingespannt ist. Diese Variante ermöglicht es beispielsweise, großräumige Gebäude oder Freiräume zu beschallen.

[0083] Alternativ oder zusätzlich zu einer solchen Schutzelektrode besteht auch die Möglichkeit, eine elektronische Schaltung vorzusehen, welche im Gefahrenfalle die Hochspannungsversorgung kurzschließt beziehungsweise abschaltet. Als Gefahrenfall kann beispielsweise ein abnormer Stromfluss an der Hochspannungsversorgung oder ein plötzlicher Spannungsabfall, der auf einen Kurzschluss zwischen Audio-Potential und Bias-Potential schließen lässt, detektiert werden.

[0084] Ergänzend ist es möglich, eine weitere äußere nichtleitende Isolationsschicht aufzubringen, die zusätzlich eine Schutzwirkung gegen das im Folienlautsprecher herrschende Hochspannungspotential bewirkt. Eine solche Isolationsschicht kann beispielsweise in Form eines Isolationslockes aufgetragen werden, oder es kann als zusätzliche Isolationsschicht eine nichtleitende Kunststoffolie verwendet werden, die als äußerste Schicht des Folienlautsprechers aufgetragen wird.

[0085] Es ist möglich, den erfindungsgemäßen elektrostatischen Folienschallwandler dreidimensional zu verformen. Die präzise dreidimensionale Verformung von grafisch gestalteten Kunststoff-Folien mit sehr kurzen Taktzeiten von wenigen Sekunden kann nach dem Stand der Technik mit dem isostatischen Hochdruckverformungsverfahren (HDVF) erfolgen, welches in der EP 0 371 425 B1 (Verfahren zur Herstellung tiefgezogener Kunststoff-Formteile) im Detail beschrieben wird und die Verwendung von kalt-reckbaren Folien, beispielsweise Folien mit der Bezeichnung Bayfol® CR (PC/PBT Folie) oder Makrofol® DE der Firma Bayer AG, erforderlich macht. Neben der unterhalb Tg verformbaren thermoplastischen Kunststoff-Folie sind entsprechend verformbaren Siebdruckfarben, beispielsweise Farben der Firma Pröll KG in D-91781 Weißenburg in Bayern mit der Bezeichnung Aquapress® oder Noriphan® bevorzugt für das Erzielen optisch attraktiver Produkte,

System:

[0086] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein System umfassend mindestens zwei elektrostatische Folienschallwandler wie oben beschrieben. Die mindestens zwei elektrostatischen Folienschallwandler können dabei so angeordnet werden, dass die Schallabstrahlung im wesentlichen parallel erfolgt. Darüber hinaus ist es auch möglich, die zwei elektrostatischen Folienschallwandler so anzuordnen, dass die Schallabstrahlung im Wesentlichen nicht parallel erfolgt. Insbesondere ist es möglich, die Folienschallwandler im Wesentlichen in genau die entgegengesetzte Richtung anzuordnen, so dass die Schallabstrahlung in genau entgegengesetzter Richtung erfolgt.

Dabei können die mindestens zwei in dem System verwendeten elektrostatischen Folienschallwandler mit einer Tonfrequenzwechselspannung und/oder Bias-Span-

nung oder mit zwei oder mehrerer unterschiedlich zueinander angestimmten Tonfrequenzwechselspannung und/oder Bias-Spannungen versorgt werden.

5 **Verfahren zur Herstellung**

[0087] Die erfindungsgemäßen Folienschallwandler lassen sich mit dem Fachmann an sich bekannten Verfahrensschritten herstellen.

10 Im Allgemeinen wird ein Substrat verwendet, auf welchem die zwei lateral beabstandet angeordneten Elektroden aufgebracht werden. Die Befestigung der Elektroden kann auf unterschiedlicher Art und Weise erfolgen. Beispielsweise ist es möglich, diese auf einem Substrat festzukleben oder andersweitig zu fixieren.

15 **[0088]** Die hiervon beabstandet angeordnete elektrisch leitfähige schallabgebende Folie wird beabstandet von diesen zwei Elektroden fixiert. Eine Fixierung kann beispielsweise durch einen Rahmen erfolgen, in welchen die elektrisch leitfähige schallabgebende Folie eingespannt wird. Die Anschlüsse der Elektroden erfolgt auf für den Fachmann an sich bekannter Art und Weise.

20 **[0089]** Weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung eines elektrostatischen Folienschallwandlers wie er oben beschrieben ist oder eines entsprechenden Systemes, welches mehrere dieser elektrostatischen Folienschallwandler umfasst, als aktives schallgebendes Element in einem Gebäude, in Land-, Wasser- oder Luftfahrzeugen zu gezielten Beschallung und zur Schallreduktion im Sinne einer gegenphasigen Beschallung.

25 **[0090]** Im folgenden wird die Erfindung anhand der bevorzugten Ausführungsbeispiele mit Hilfe der Figuren näher beschrieben, wobei nur die zum Verständnis der Erfindung notwendigen Merkmale dargestellt sind:

30 **[0091]** Im Einzelnen zeigen:

Abbildung 1 : eine rechteckige Ausgestaltung der lateral angeordneten Elektroden

40 Abbildung 2: gerundete Ausgestaltung der angeordneten Elektroden

Abbildung 3: spiralförmige Ausgestaltung der angeordneten Elektroden

45 Abbildung 4: eine schematische Darstellung eines beispielhaften elektrostatischen Folienschallwandlerelementes (1) mit zwei etwa gleichflächigen und symmetrisch angeordneten lateralen Elektroden (3, 4) in Draufsicht und

50 Abbildung 5: einen schematischen Schnitt A-B eines beispielhaften elektrostatischen Folienschallwandlerelementes (1) mit zwei etwa gleichflächigen und symmetrisch angeordneten lateralen Elektroden (3, 4).

[0092] In **Abbildung 4** wird eine schematische Darstellung eines beispielhaften elektrostatischen Folienschallwandlerelementes (1) mit zwei etwa gleichflächigen und symmetrisch angeordneten lateralen Elektroden (3, 4) in Draufsicht und

schallwandler-elementes (1) mit zwei etwa gleichflächigen und symmetrisch angeordneten lateralen abgeordneten Elektroden (3, 4) in Draufsicht aufgezeigt.

[0093] Das Substrat (2) kann dabei in vielfältiger Art und Weise gebildet werden. In der Ausführung in Form eines tapetenhaften Elementes benötigt das Substrat (2) nahezu keine Eigensteifigkeit und kann mittels Klebertechnik an einem möglich ebenen Wand-, Boden- oder Deckenelement befestigt werden, wobei die Masse dieses Wand-, Boden- oder Deckenelementes entsprechend groß sein muss und derart eine gewisse Trägheit gegenüber Schall aufweist und eine optimale Schallabstrahlung ermöglicht,

[0094] Das Substrat (2) kann aber selbst als eigensteifes beziehungsweise massenträges Element ausgebildet werden und kann derart frei in einem Raum angeordnet werden oder kann mittels Kleb-, Schraub-, Klemm- oder Steckbefestigung oder dergleichen Befestigungstechniken nach dem Stand der Technik an einem Wand-, Boden- oder Deckenelement lösbar oder unlösbar befestigt werden.

[0095] In einer weiteren erfinderischen Ausbildung kann das Substrat (2) räumlich gestaltet ausgebildet werden und kann derart der Schall gezielt abgestrahlt werden.

[0096] In einer weiteren Ausbildung kann das Substrat (2) in einen Rahmen eingespannt ausgeführt werden und kann derart je nach Ausbildung der Dicke des Substrates (2) eine einseitige Schallabstrahlung erzielt werden oder bei beidseitiger Ausbildung kann auch eine beidseitige Schallabstrahlung erzielt werden.

[0097] Auf dem Substrat (2) sind zumindest zwei flächige lateral angeordnete Elektroden (3, 4) ausgebildet. Die Herstellung dieser Elektroden (3, 4) kann nach Verfahren erfolgen, welche im Bereich der flexiblen oder starren Leiterplattentechnik angewendet werden, oder es können leitfähige Druckpasten zur drucktechnischen Herstellung verwendet werden oder es können dünne leitfähige Folienelemente lateral nebeneinander appliziert werden,

[0098] Die geometrische Ausbildung der zumindest zwei lateral angeordneten Elektroden (3, 4) sollte vorzugsweise zumindest so zu erfolgen, dass der direkte Abstand der Elektroden (3, 4) wesentlich größer als der Isolationsabstand zu der floatenden Elektrode (7) und wird in der praktischen Ausführung im Millimeterbereich gewählt, während der Isolationsabstand im einige 10 bis 100 µm Bereich beträgt. In Abbildung 4 wird eine gleichflächige und symmetrische Ausbildung aufgezeigt. Es sind jedoch genauso ungleichflächige und unsymmetrische Ausführungen möglich und die Elektrodenformen können rechteckig oder gerundet oder spiralenförmig oder kammartig ausgeführt werden; vgl. Abbildungen 1 bis 3.

[0099] Die zumindest zwei lateral angeordneten flächigen Elektroden (3, 4) werden mit elektrischen Anschlüssen (10) ausgeführt.

[0100] Die Elektroden (3, 4) inklusive der Anschlüsse

(10) sind mit einer Isolationsschicht (5) abgedeckt. Diese Schicht (5) kann in flüssiger Form mittels Drucktechnik oder Rakeltechnik oder Spraytechnik oder Dispensertechnik appliziert werden oder in Form einer dünnen Folie. Grundsätzlich kann auch eine Folie (5) mit rückseitigen Elektroden (3, 4) verwendet werden.

[0101] In der einfachsten Ausführungsform kann nunmehr eine floatende elektrisch leitfähige schallabgebende Folie (7) über einer Schaumschicht (6) oder einem Flieselement (6) oder einem elastischen Siebdruckgebilde (6) auf dem Substrat (2) mit den Elektroden (3, 4) und der Isolationsschicht (5) angeordnet werden.

[0102] In Abbildung 2 wird einen schematischen Schnitt A-B eines beispielhaften elektrostatischen Folienschallwandler-elementes (1) mit zwei etwa gleichflächigen und symmetrisch angeordneten lateralen Elektroden (3, 4) aufgezeigt.

Die Schallabstrahlung (11) erfolgt dabei in eine Richtung, Grundsätzlich kann die Schallabstrahlung (11) jedoch auch bei geeigneter Substratausbildung (2) und geeigneter Elektroden-gestaltung (3, 4) und geeigneter Schichtwahl (5, 6, 7, 8, 9) auch in die 180 Grad entgegengesetzte Richtung erfolgen, wobei bevorzugt das Substrat in diesem Fall in einen Rahmen eingespannt ausgeführt wird.

[0103] Das schallabgebende Folienelement (9) ist in dieser beispielhaften Ausführungsform berandend mit der Substratoberfläche (2) verbunden. Dabei kann die Folie (9) innenseitig mit einer Acrylatbeschichtung versehen sein und kann diese durch einen sehr einfach anzuwendenden thermisch wirkenden Prägestempel realisiert werden. Neben der thermisch aktivierbaren Befestigung können jedoch ebenso gut Kaltklebesysteme oder Flüssigkleber oder eine mechanische Befestigung oder Ultraschall beziehungsweise Reibschweißen verwendet werden. Es können auch die diversen Schichten beziehungsweise Folien (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) in ein Spritzgußwerkzeug eingelegt werden und zumindest mit einem Rahmen versehen werden. Es kann zusätzlich ein thermoplastisches Spritzgußgitter in den unterschiedlichsten und aus Lautsprecherabdeckgittersystemen im Automobilbau besten bekannten gestalterischen Ausführungen ausgebildet werden. Dabei können auch Zweischneckenspritzgußmaschinen mit unterschiedlichen thermoplastischen Materialien und Eigenschaften verwendet werden und es können Einlegespritzgußtechniken verwendet werden. Dabei können sehr einfach die elektrischen Anschlüsse mit integriert werden,

[0104] Der schematische Schnitt A-B in **Abbildung 5** ist nur eine beispielhafte Ausführung. Grundsätzlich können die lateral angeordneten Elektroden (3, 4) auch bis zu dem Substratrand (2) geführt werden und grundsätzlich können die flächigen Elemente (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) als Schichten oder aus Folien oder aus beschichteten Folien oder aus mehrfachen Schichtfolgen in Form von Extrusionen und Koextrusionen und Laminationsvorgängen gebildet werden.

[0105] Aus optischen und gestalterischen und funktio-

nellen Gründen kann es noch sinnvoll sein, die Folie (9) grafisch zu gestalten. Es kann jedoch ebenso eine zusätzliche Folie (nicht gezeichnet) über die Folie (9) appliziert werden. Diese zusätzliche Folie kann innenseitig und/oder außenseitig grafisch gestaltet werden und diese Folie kann ähnlich wie die Folie (9) mit einer leitfähigen Schicht versehen sein und diese leitfähige Schicht kann an Masse angeschlossen werden und kann derart als zusätzlicher Schutz gegen Berührung im Falle der Beschädigung der Folie (9) verwendet werden.

Patentansprüche

1. Elektrostatischer Folienschallwandler (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Folienschallwandler (1) mindestens zwei lateral beabstandet angeordnete flächige Elektroden (3, 4) sowie mindestens eine elektrisch nicht mit diesen flächigen Elektroden (3, 4) verbundene flächige und über den beiden lateral beabstandet angeordneten Elektroden (3, 4) angeordnete elektrisch leitfähige schallgebende Folie (7) umfasst, wobei die mindestens zwei lateral angeordneten flächigen Elektroden (3, 4) elektrisch kontaktiert (10) sind. 15
2. Elektrostatischer Folienschallwandler (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den zumindest zwei lateral beabstandet angeordneten Elektroden (3, 4) eine Tonfrequenzwechselspannung angelegt ist, 20
3. Elektrostatischer Folienschallwandler (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich zu der Tonfrequenzwechselspannung eine Bias-Spannung angelegt ist. 25
4. Elektrostatischer Folienschallwandler (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den mindestens zwei lateral beabstandet angeordneten flächigen Elektroden (3, 4) und der elektrisch leitfähigen schallabgebende Folie (7) eine weitere Schicht (6) vorgesehen ist, 30
5. Elektrostatischer Folienschallwandler (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht (6) eine Dicke von 20 µm bis 10 mm, aufweist, 35
6. Elektrostatischer Folienschallwandler (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrostatische Folienschallwandler zusätzlich ein Substrat aufweist, auf welches die lateral beabstandeten angeordneten Elektroden (3, 4) angeordnet sind. 40
7. System, umfassend mindestens zwei elektrostatische Folienschallwandler (1) gemäß einem der An- 45

sprüche 1 bis 6,

8. System nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens zwei elektrostatischen Folienschallwandler (1) so angeordnet werden, dass die Schallabstrahlung (11) im Wesentlichen parallel erfolgt. 5
9. System nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens zwei elektrostatischen Folienschallwandler (1) so angeordnet sind, dass die Schallabstrahlung (11) im Wesentlichen in nicht paralleler Weise erfolgt. 10
10. Verfahren zur Herstellung eines elektrostatischen Folienschallwandlers (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei lateral beabstandet angeordneten Elektroden (3, 4) auf einem Substrat angeordnet werden und davon beanstandet eine elektrisch leitfähige schallgebende Folie (7) angeordnet wird. 20
11. Verwendung eines elektrostatischen Folienschallwandlers (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 und/oder eines Systems gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, als aktives schallgebendes Element in einem Gebäude, in Land-, Wasser- oder Luftfahrzeugen zur gezielten Beschallung und zur Schallreduktion im Sinne einer gegenphasigen Beschallung. 25

FIG. 1

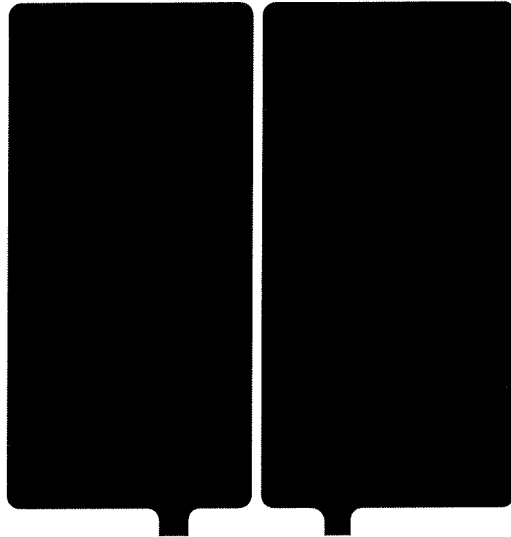


FIG. 2

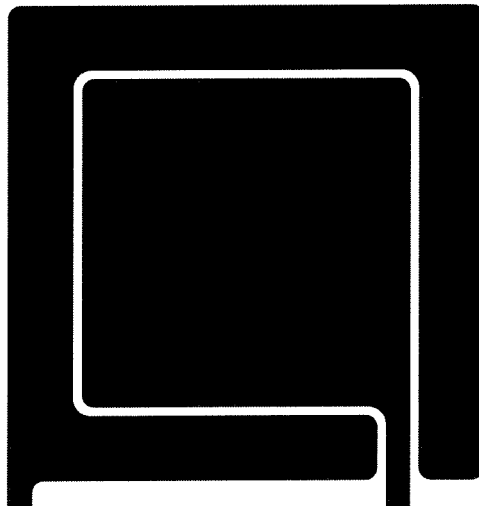


FIG. 3

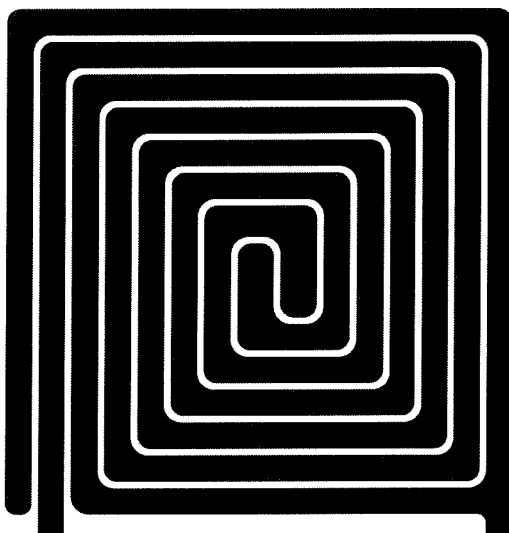


FIG.4

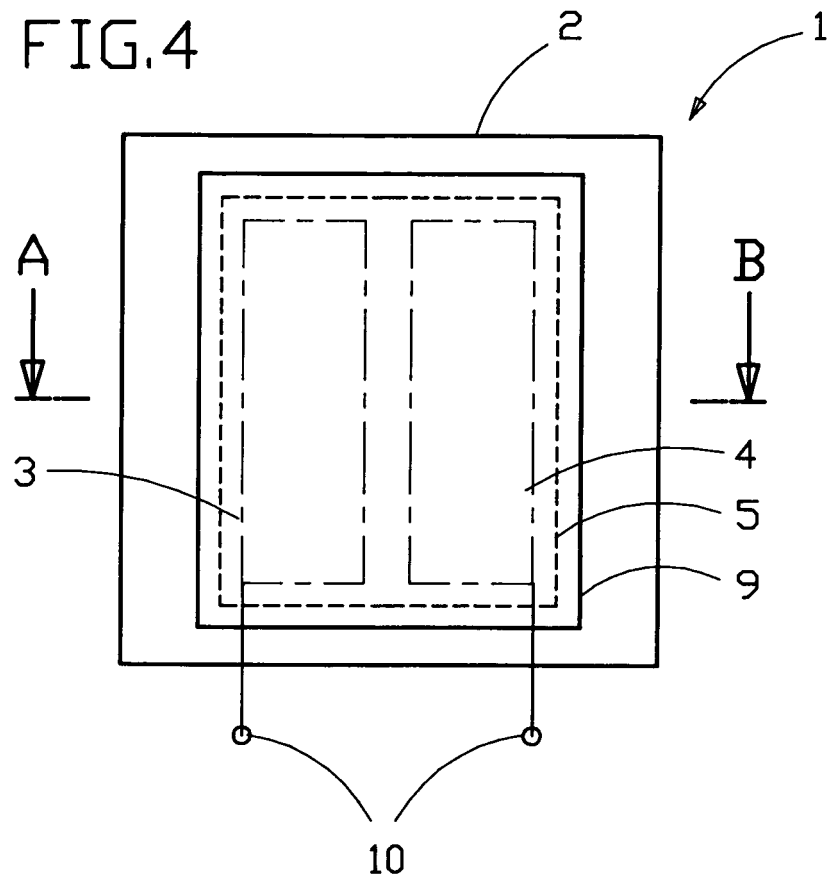
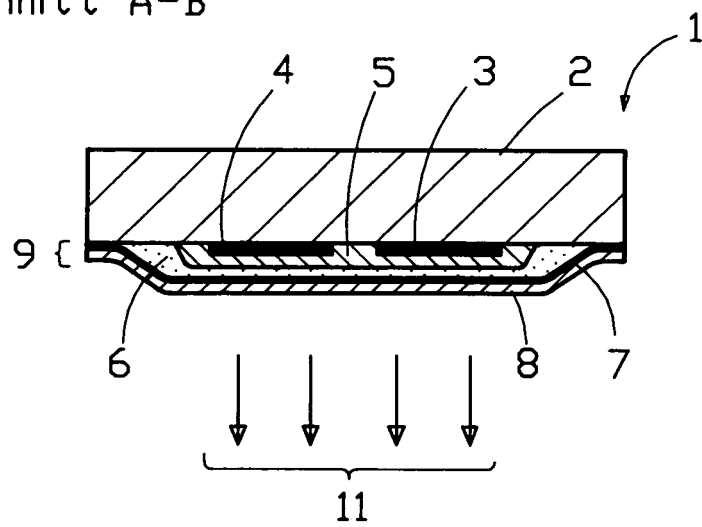


FIG.5

Schnitt A-B





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 11 1302

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 53 009517 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 28. Januar 1978 (1978-01-28)	1-3,7-11	INV. H04R19/00
Y	* Abbildungen 1-9 *	4-6	
Y	JP 58 171200 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 7. Oktober 1983 (1983-10-07) * Abbildung 4 *	4,5	
Y	JP 57 148500 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 13. September 1982 (1982-09-13) * Zusammenfassung *	6	
A	EP 0 258 912 A1 (PHILIPS NV [NL]) 9. März 1988 (1988-03-09) * das ganze Dokument *	1-11	
A	JP 2006 101302 A (AUDIO TECHNICA KK) 13. April 2006 (2006-04-13) * das ganze Dokument *	1-11	
A	JP 02 179200 A (SEIKOSHA KK) 12. Juli 1990 (1990-07-12) * das ganze Dokument *	1-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	EP 0 549 200 A1 (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH [US] AT & T CORP [US]) 30. Juni 1993 (1993-06-30) * das ganze Dokument *	1-11	H04R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. August 2007	Prüfer Heiner, Christoph
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 : mündliche 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			

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 07 11 1302

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

27-08-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 53009517 A	28-01-1978	KEINE	
JP 58171200 A	07-10-1983	KEINE	
JP 57148500 A	13-09-1982	KEINE	
EP 0258912 A1	09-03-1988	DE 3773308 D1	31-10-1991
		JP 63028199 A	05-02-1988
		NL 8601772 A	01-02-1988
		US 4799265 A	17-01-1989
JP 2006101302 A	13-04-2006	KEINE	
JP 2179200 A	12-07-1990	KEINE	
EP 0549200 A1	30-06-1993	CA 2081038 A1	24-06-1993
		DE 69218744 D1	07-05-1997
		DE 69218744 T2	10-07-1997
		ES 2099225 T3	16-05-1997
		JP 2837600 B2	16-12-1998
		JP 6086398 A	25-03-1994
		US 5388163 A	07-02-1995

EPO FORM P0461

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

- WO 2005086528 A1 **[0006]**
- EP 0883972 B1 **[0007] [0008]**
- WO 2007022226 A2 **[0050] [0050]**
- EP 0539123 A **[0058]**
- DE 4118704 **[0059]**
- EP 0339340 A **[0059]**
- EP 0371425 B1 **[0085]**