



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.12.2007 Patentblatt 2007/51

(51) Int Cl.:
H04R 5/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07010104.3**

(22) Anmeldetag: **22.05.2007**

(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 YU

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft**
38436 Wolfsburg (DE)

(72) Erfinder: **Opfer, Holger**
30171 Hannover (DE)

(30) Priorität: **13.06.2006 DE 102006027618**
20.10.2006 DE 102006049543

(54) **Lautsprecheranordnung zur gerichteten Beschallung eines Kraftfahrzeugsitzes**

(57) Die Erfindung betrifft eine Lautsprecheranordnung (1) zur gerichteten Beschallung eines Kraftfahrzeugsitzes in einem Kraftfahrzeug, umfassend mindestens zwei Lautsprecher (5, 6), die von mindestens einem Audio-Prozessor (2) ansteuerbar sind, wobei der erste Lautsprecher als mindestens ein elektrostatischer Flächenlautsprecher (4) ausgebildet ist und der mindestens eine zweite Lautsprecher in der Kopfstütze (7) des zugeordneten Kraftfahrzeugsitzes (8) angeordnet ist,

wobei das abzustrahlende Audio-Signal (9) in einen hochfrequenten Teil (10, 11) und einen tieffrequenten Teil (12, 13) zerlegt wird, wobei der elektrostatische Flächenlautsprecher (4) mit dem hochfrequenten Teil (10, 11) angesteuert wird und der zweite Lautsprecher mit dem tieffrequenten Teil (12, 13) angesteuert wird, wobei die Amplitude des tieffrequenten Teils (12, 13) derart gewählt wird, dass die tieffrequenten Teile nicht als Schall abgestrahlt werden, und ein zugehöriges Verfahren.

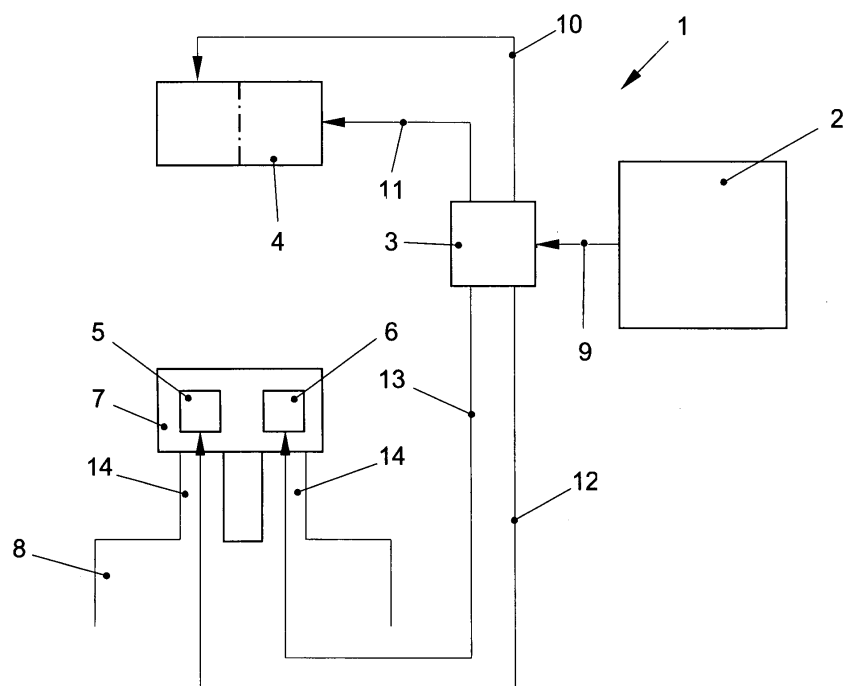


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Lautsprecheranordnung und ein zugehöriges Verfahren zur gerichteten Beschallung eines Kraftfahrzeugsitzes.

[0002] Lautsprecheranordnungen zur Beschallung des Innenraums eines Kraftfahrzeugs z.B. mit Musik oder akustischen Informationen, die beispielsweise von einem Radio, CD-Player, DVD-Player bzw. einem Telekommunikations- oder Navigationssystem als Audiosignal bereitgestellt werden, sind seit langem üblich und bekannt. Gängige Lautsprechersysteme verwenden dabei üblicherweise elektrodynamische Lautsprecher, wobei die Membran durch die Wechselwirkung zwischen elektrischem Strom und einem magnetischen Gleichfeld angetrieben und als Kraftquelle die Lorentzkraft ausgenutzt wird. Elektrodynamische Lautsprecher sind jedoch aufgrund ihrer üblichen Konus-Bauform sowie der verwendeten Permanent-Magneten in der Regel recht voluminös und schwer, so dass insbesondere bei einer Anordnung mehrerer Lautsprecher ein enormer Platzbedarf entsteht, der insbesondere in den begrenzten Raumverhältnissen im Innenraum eines Kraftfahrzeugs Kompromisse hinsichtlich Einbauort, Schalleistung sowie optimaler Abstrahlcharakteristik erforderlich macht.

[0003] Aus der WO 99/56498 ist ein akustisches Element bekannt, welches eine beliebige Anzahl, vorzugsweise zwei, Schichten und mindestens eine zu der Schicht beabstandete Kunststoffolie umfasst, wobei mindestens eine Schicht mindestens eine poröse Schicht umfasst und die poröse Schicht und die Kunststoffolie im wesentlichen nur an bestimmten Unterstützungsstellen miteinander in Kontakt kommen, während an den anderen Stellen ein Luftspalt zwischen der porösen Schicht und der Kunststoffolie vorhanden ist. Die poröse Schicht ist entweder elektrisch leitfähig oder mindestens auf einer ihrer Oberflächen so beschichtet, dass sie elektrisch leitfähig ist. Die Kunststoffolie ist aufgeladen oder mit einer elektrisch leitenden Oberfläche versehen. Die Unterstützungsstellen, an denen die Kunststoffolie und die poröse Schicht miteinander in Kontakt kommen, sind derart angeordnet, dass die gesamte Struktur ihre Dicke verändern kann. Durch Anlegen eines Signals an mindestens eine poröse Schicht wird dann die Kunststoffolie in Schwingungen versetzt, wobei vorzugsweise auch die andere poröse Schicht mit dem gegenphasigen Signal beaufschlagt wird. Diese Anordnung stellt einen elektrostatischen Flächenlautsprecher dar. Elektrostatische Flächenlautsprecher besitzen die Eigenschaft einer besonders ausgeprägten Richtcharakteristik, d.h. eine ausgeprägte Schallabstrahlung senkrecht zur Lautsprecherebene. Da sie üblicherweise aus Kunststoff hergestellt werden, zeichnen sie sich neben ihrer flachen Bauweise des Weiteren durch gute Formbarkeit und geringes Gewicht aus. Allerdings ist die Richtcharakteristik der elektrostatischen Flächenlautsprecher von der Frequenz abhängig, wobei die Richtcharakteristik bei tiefen Frequenzen schlechter wird.

[0004] Häufig besteht der Wunsch nach einer gezielten Einzelplatzbeschallung, beispielsweise wenn der Fahrer über eine Freisprecheinrichtung telefoniert oder per Sprachsteuerung Kraftfahrzeugfunktionen bedient. Des Weiteren erlaubt eine Einzelplatzbeschallung unterschiedliche individuelle Musikprogramme oder auch die Einrichtung eines Sprachkanals zwischen zwei Fahrzeugsitzen, ohne die anderen Fahrzeuginsassen zu stören.

[0005] Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, eine Lautsprecheranordnung zur gerichteten Beschallung eines Kraftfahrzeugsitzes sowie ein zugehöriges Verfahren zur Ansteuerung einer solchen Lautsprecheranordnung zu schaffen, mittels derer die anderen Fahrzeuginsassen weniger gestört werden.

[0006] Die Lösung des technischen Problems ergibt sich durch die Gegenstände mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 9. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0007] Hierzu umfasst die Lautsprecheranordnung zur gerichteten Beschallung eines Kraftfahrzeugsitzes mindestens zwei Lautsprecher, die von mindestens einem Audio-Prozessor ansteuerbar sind, wobei der erste Lautsprecher als mindestens ein elektrostatischer Flächenlautsprecher ausgebildet ist und der mindestens eine zweite Lautsprecher in der Kopfstütze des zugeordneten Kraftfahrzeugsitzes angeordnet ist, wobei das abzustrahlende Audio-Signal in einem hochfrequenten Teil und einem tieffrequenten Teil zerlegt wird, wobei der elektrostatische Flächenlautsprecher mit dem hochfrequenten Teil angesteuert wird und der zweite Lautsprecher mit dem tieffrequenten Teil angesteuert wird, wobei die Amplitude des tieffrequenten Teils derart gewählt wird, dass die tieffrequenten Teile nicht als Schall abgestrahlt werden. Dadurch werden die tieffrequenten Anteile als mitbewegte Mediummasse im Nahfeld der Kopfstütze wahrgenommen, ohne dass die Nachbarplätze beeinflusst werden, da keine Schallabstrahlung in das Fernfeld stattfindet. Die hochfrequenten Anteile werden hingegen durch den elektrostatischen Flächenlautsprecher mit seiner guten Richtcharakteristik abgestrahlt. Diese kann dann noch durch weitere Maßnahmen wie Beamforming erhöht werden, indem einzelne Flächenlautsprechersegmente mit unterschiedlichen Übertragungsfunktionen betrieben werden. Dabei sei angemerkt, dass Audio-Signal allgemein zu verstehen ist und beispielsweise Musik oder natürliche Sprache sein kann, also die Vorrichtung auch für ein sprecheradaptives System Anwendung finden kann.

[0008] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der mindestens zweite Lautsprecher als elektrodynamischer Lautsprecher ausgebildet. Der Vorteil elektrodynamischer Lautsprecher ist, dass diese preiswert sind und ausreichend große Luftmassen bewegen.

[0009] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die tieffrequenten Teile kleiner/gleich 500 Hz, weiter vorzugsweise kleiner/gleich 300 Hz.

[0010] In einer weiteren bevorzugten Ausführungs-

form weist der elektrostatische Flächenlautsprecher Mittel zur aktiven und/oder passiven Dämpfung der Schallabstrahlung in eine einer Hauptstrahlung entgegengesetzte Abstrahlrichtung auf. Hierdurch kann ein Richtlautsprecher mit unidirektionaler Abstrahlcharakteristik erzeugt werden. Dies wiederum unterdrückt störende Abstrahlungen, die dann durch Reflexionen die Nachbarplätze wieder stören könnten.

[0011] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der elektrostatische Flächenlautsprecher am Dachhimmel angeordnet oder bildet diesen.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist der mindestens eine erste Lautsprecher verschwenkbar im Innenraum eines Kraftfahrzeuges angeordnet. Auf diese Weise kann der Lautsprecher in nahezu beliebige Positionen gebracht und insbesondere im Hinblick auf seine Abstrahlcharakteristik den akustischen Verhältnissen des Innenraums sowie der individuellen Nutzungssituation innerhalb des Fahrzeugs bzw. den Bedürfnissen des Benutzers angepasst werden, so dass insbesondere die Einstrahlung des Schalls zur Erzeugung von Rundumklang bzw. eine Einzelplatzbeschallung ermöglicht werden.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist der mindestens eine Lautsprecher ausklappbar am Dachhimmel des Kraftfahrzeuges angeordnet. Auf diese Weise kann z.B. für Passagiere im Fond des Fahrzeugs der Lautsprecher zur Benutzung heruntergeklappt und in die akustisch optimale Position gebracht werden, so dass der heruntergeklappte Lautsprecher das Audiosignal entsprechend seiner ausgeprägten Richtcharakteristik optimal und direkt von vorne auf den Fahrgast abstrahlen kann. Wird der Lautsprecher nicht mehr benötigt, so kann er wieder nach oben in die Ruheposition im Dachhimmel geklappt werden und nimmt somit keinen zusätzlichen Raum mehr in Anspruch bzw. stört nicht die freie Sicht des Benutzers. Zum Versenken des Lautsprechers im Dachhimmel sind dabei diverse bekannte Klapp- und/oder Schiebemechanismen vorstellbar.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die Mittel zur passiven Dämpfung der Schallabstrahlung als mindestens eine schalldämmende Schicht an der der Hauptabstrahlrichtung abgewandten Seite des Lautsprechers ausgebildet. Dabei ist vorzugsweise auf der der Hauptabstrahlrichtung abgewandten Seite das Rückvolumen des Flächenlautsprechers durch eine dämmende Schicht, beispielsweise aus Mineralwolle, akustisch möglichst stark bedämpft sowie durch einen weiter vorzugsweise möglichst schallharten Abschluss nach außen begrenzt. Somit wird in einfacher Weise eine unidirektionale Abstrahlung des elektrostatischen Flächenlautsprechers gewährleistet. Die genannten passiven Dämpfungstechniken entfalten dabei ihre beste Wirkung im mittleren und hohen Frequenzbereich.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die Mittel zur aktiven Dämpfung der Schallabstrahlung als mindestens eine Vorrichtung zur aktiven Schallauslöschung ausgebildet, welche mindestens ei-

nen weiteren Lautsprecher umfasst, wobei die aktive Schallauslöschung durch Erzeugen eines Signals, das gegenphasig zum Signal des mindestens einen Lautsprechers ist, sowie durch Ansteuern des weiteren Lautsprechers mit dem gegenphasigen Signal erfolgt. Der weitere Lautsprecher ist dabei vorzugsweise ebenfalls als elektrostatischer Flächenlautsprecher ausgebildet, welcher die Abstrahlung von Schall in die der Hauptabstrahlrichtung entgegengesetzte Richtung aktiv dämpft. Die aktive Dämpfung erfolgt dabei nach dem in Theorie und Praxis wohlbekannten "Active Noise Cancellation"-Prinzip (ANC), häufig auch als "Gegenschall"-Prinzip bezeichnet. Dabei wird mit Hilfe des weiteren Lautsprechers ein Schallsignal erzeugt, das zumindest entgegen der erwünschten Hauptabstrahlrichtung gegenphasig zum Schallsignal des mindestens einen (Haupt)Lautsprechers ist. Dadurch löschen sich die Schallamplituden der gegensätzlichen Phasen in der der Hauptabstrahlrichtung entgegengesetzten Richtung im Idealfall gegenseitig nahezu völlig aus, was zu einer aktiven Schalldämpfung in der betreffenden Abstrahlrichtung führt.

[0016] Insbesondere die Kombination solcher aktiver Dämpfungsmaßnahmen mit einer zusätzlichen passiven Dämpfung ist dabei äußerst effektiv und führt zu guten Ergebnissen. Das ANC-Prinzip kann zudem auch in vorteilhafter Weise in der Hauptabstrahlrichtung zur Verbesserung der Abstrahlcharakteristik, also zur Reduktion von unerwünschten seitlichen Übersprecheffekten bei der Einzelplatzbeschallung, Anwendung finden.

[0017] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform erfolgt die Erzeugung des gegenphasigen Signals in Abhängigkeit eines von einem Mikrofon erfassten Schallsignals des mindestens einen ersten Lautsprechers und/oder in Abhängigkeit eines mittels des Audio-Prozessors aufbereiteten Signals zur Ansteuerung des mindestens einen ersten Lautsprechers. Die Ansteuerung des weiteren Lautsprechers zur Erzeugung des gegenphasigen Signals kann dabei zum einen adaptiv mit Hilfe eines Mikrofons, durch welches das abgestrahlte Schallsignal des (Haupt-)Lautsprechers erfasst wird, erfolgen. Dieses Vorgehen erfordert zwar zusätzlichen Hardwareaufwand, ist jedoch vergleichsweise einfach und preisgünstig zu realisieren. Zudem können dabei insbesondere die tatsächlichen Abstrahlverhältnisse im Rahmen eines geschlossenen "Feedback"-Regelkreises bestmöglich berücksichtigt werden, da mittels des Mikrofons eine Erfassung des vom mindestens einen (Haupt-)Lautsprecher tatsächlich abgestrahlten Schalls und eine Erzeugung eines darauf basierenden "Fehlersignals" erfolgt, welches in die Regelung einfließt. Andererseits kann jedoch die Ansteuerung des weiteren Lautsprechers zur Erzeugung des gegenseitigen Signals auch unmittelbar auf Basis des aufbereiteten Signals zur Ansteuerung des mindestens einen (Haupt-)Lautsprechers erfolgen, welches dann als Referenzsignal dient. Ist die Abstrahlcharakteristik bzw. Übertragungsfunktion des (Haupt-)Lautsprechers bekannt, so kann vorzugs-

weise mittels des Audio-Prozessors aus dem gesendeten Referenzsignal des (Haupt-)Lautsprechers im Rahmen einer vorwärtsgekoppelten "Feedforward"-Regelung, d.h. ohne Nutzung des Fehlersignals, das zur aktiven Dämpfung notwendige "Gegensignal" berechnet werden. Es ist des Weiteren auch vorstellbar, die Ansteuerung des weiteren Lautsprechers anhand einer Kombination aus feedback- und feedforward-Regelung, d.h. in Abhängigkeit des vom Mikrofon abgegebenen Fehlersignals und des aufbereiteten Referenzsignals zur Steuerung des (Haupt-)Lautsprechers zu betreiben, um eine möglichst effiziente aktive Dämpfung zu erzielen. Die Realisierung des Reglers ist dabei sowohl in analoger als auch digitaler Funktionsweise denkbar.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist das Mikrofon als elektrostatisches Flächenmikrofon ausgebildet. Zu diesem Zwecke kann die weitere vorteilhafte Eigenschaft elektrostatischer Lautsprecher ausgenutzt werden, dass diese relativ einfach auch als Mikrofon, d.h. zur Wandlung von Schalldrücken in ein elektrisches Signal, betrieben werden können. Wird an die porösen Schichten elektrostatischer Lautsprecher keine Signalspannung aktiv angelegt, so führt eine einfallende Schallwelle zu einer Auslenkung der Kunststoffschicht, was eine Spannungsänderung an den Elektroden der porösen Schichten zur Folge hat, welche als Signalspannung abgreifbar ist. Daher ist es in einfacher Weise möglich, die elektrostatischen Lautsprecher wechselweise auch als Mikrofon, z.B. für die Freisprechanlage oder zur fahrzeuginternen Kommunikation zwischen verschiedenen Insassen, zu betreiben. Somit eröffnet sich aufgrund der flachen Bauweise der Elektrostaten die Möglichkeit der Nutzung von Richtmikrofonen auch im begrenzten Innenraum eines Kraftfahrzeugs.

[0019] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind der mindestens eine Lautsprecher und der mindestens eine weitere Lautsprecher als elektrostatische Flächenlautsprecher ausgebildet, wobei der jeweils eine als Flächendipol und der jeweils andere als Flächenmonopol ausgebildet ist. Elektrostatische Flächenlautsprecher können sowohl als Flächenmonopol- als auch als Flächendipol-Lautsprecher betrieben werden. Unter einem Flächendipol ist dabei ein Flächenlautsprecher zu verstehen, dessen Richtcharakteristik eine Abstrahlung des Schalls mit sich bringt, die in beiden Richtungen senkrecht zur Lautsprecheroberfläche gegenphasig erfolgt. Unter einem Flächenmonopol ist hingegen ein Flächenlautsprecher zu verstehen, dessen Richtcharakteristik eine Abstrahlung des Schalls mit sich bringt, die in beiden Richtungen senkrecht zur Lautsprecheroberfläche gleichphasig erfolgt. Ein Flächenmonopol kann beispielsweise mittels eines sog. Multilayer-Panels erzeugt werden, welches einem aus mehreren Schichten sowie Membranen zusammengesetzten elektrostatischen Flächenlautsprecher entspricht. Für die bereits oben beschriebene aktive Dämpfung mittels ANC ist es besonders vorteilhaft, wenn jeweils einer der beiden verwendeten Lautsprecher als Flächendipol und der jeweils an-

dere als Flächenmonopol ausgebildet ist. Dabei ist darauf zu achten, dass jeweils diejenige Seite der beiden Lautsprecher, die die zum anderen Lautsprecher unterschiedliche Phase aufweist, in die der Hauptabstrahlrichtung entgegengesetzten Richtung ausgerichtet ist, damit die Dämpfung mittels Phasenauslöschung nur in dieser Richtung erfolgt. Da demgegenüber in Hauptabstrahlrichtung dann beide Lautsprecher zueinander gleichphasig abstrahlen, kann der in "Wunschrichtung" abgestrahlte Schalldruck dadurch sogar maximal verdoppelt werden. Es handelt sich bei dieser Anordnung daher auch um einen sog. "aktiven Reflektor".

[0020] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist der mindestens eine Lautsprecher als Mikrofon und/oder als akustisches Dämpfungselement einsetzbar. Neben der bereits oben beschriebenen vorteilhaften Eigenschaft von elektrostatischen Lautsprechern, in vergleichsweise einfacher Weise auch als Mikrofon betrieben werden zu können, können diese auch aufgrund ihrer flachen Bauweise, der porösen Schichten sowie des in ihnen enthaltenen Luftvolumens gleichzeitig als Dämpfungselemente Verwendung finden. Dies bietet sich insbesondere in der am Dachhimmel angebrachten klappbaren Variante an, wenn die Lautsprecher sich in der nach oben geklappten Position befinden. Die dämpfende Schicht kann dabei auf der Vorderseite des Flächenlautsprechers angeordnet sein. In diesem Fall wird bei der aktiven Abstrahlung entsprechend der Dämpfung frequenzabhängig stärker abgestrahlt, um die Dämpfung wieder zu kompensieren.

[0021] Es versteht sich, dass auch der mindestens eine zweite Lautsprecher in der Kopfstütze zur aktiven Schallfeldkompensation herangezogen werden kann. Hierzu sind vorzugsweise Mikrofone in der Kopfstütze angeordnet, mit denen das Schallfeld im Bereich der Kopfstütze aufgenommen wird, wobei dann die zweiten Lautsprecher entsprechend zur Erzeugung einer destruktiven Interferenz angesteuert werden. Diese lokale ANC erfolgt vorzugsweise im Frequenzbereich von 500-1000 Hz, weiter vorzugsweise im Bereich von 500-800 Hz. Weiter vorzugsweise wird bei der ANC eine Transfer-Funktion zwischen Mikrofon und Ohrposition berücksichtigt, so dass die maximale destruktive Interferenz am Ohr und nicht am Mikrofon stattfindet.

[0022] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die einzige Figur zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer Lautsprecheranordnung.

[0023] Die Lautsprecheranordnung 1 umfasst einen Audio-Prozessor 2, eine Frequenzweiche 3, einen elektrostatischen Flächenlautsprecher 4 sowie zwei elektrodynamische Lautsprecher 5, 6, die in einer Kopfstütze 7 eines Kraftfahrzeugsitzes 8 angeordnet sind. Der Audio-Prozessor 2 überträgt ein Stereo-Audio-Signal 9 an die Frequenzweiche 3, wo für jeden Stereo-Kanal ein hochfrequenter Teil und tieffrequenter Teil voneinander getrennt werden. Die beiden hochfrequenten Teile 10, 11 werden jeweils einem Segment oder einer Anzahl Seg-

mente des elektrostatischen Flächenlautsprechers 4 zugeführt. Die beiden tieffrequenten Teile 12, 13 werden jeweils einem der elektrodynamischen Lautsprecher 5, 6 zugeführt, wobei die elektrischen Zuleitungen hierzu vorzugsweise durch das Gestänge 14 der Kopfstütze 7 geführt sind. Dabei ist die Amplitude der hochfrequenten Teile 10, 11 ausreichend hoch, so dass der elektrostatische Flächenlautsprecher 4 Schall ins Fernfeld abstrahlt. Da die Richtcharakteristik der elektrostatischen Flächenlautsprecher bei hohen Frequenzen sehr gut ist und gegebenenfalls noch durch weitere Maßnahmen wie Beamforming erhöht werden kann, werden die Nachbarplätze kaum beeinflusst. Die Amplitude der tieffrequenten Teile 12, 13 ist hingegen derart niedrig gewählt, dass kein Schall abgestrahlt wird, sondern nur die Mediummasse hin- und herbewegt wird. Aufgrund der unmittelbaren Nähe zum Kopf des Fahrzeuginsassen nimmt dieser die bewegte Mediummasse wahr, wohingegen aufgrund der unterdrückten Schallabstrahlung die Nachbarplätze dieses nicht wahrnehmen. Durch diese Kombination wird eine sehr gute gerichtete Kraftfahrzeugsitzbeschallung über den gesamten Frequenzbereich erreicht. Dabei sei angemerkt, dass das Audio-Signal 9 selbstverständlich auch ein Mono-Signal sein könnte. Die Einstellung der Amplitude für die tieffrequenten Teile 12, 13 kann dabei im Audio-Prozessor 2 und/oder vor, in oder hinter der Frequenzweiche 3 sein.

Patentansprüche

1. Lautsprecheranordnung zur gerichteten Beschallung eines Kraftfahrzeugsitzes in einem Kraftfahrzeug, umfassend mindestens zwei Lautsprecher, die von mindestens einem Audio-Prozessor ansteuerbar sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste Lautsprecher als mindestens ein elektrostatischer Flächenlautsprecher (4) ausgebildet ist und der mindestens eine zweite Lautsprecher in der Kopfstütze (7) des zugeordneten Kraftfahrzeugsitzes (8) angeordnet ist, wobei das abzustrahlende Audio-Signal (9) in einen hochfrequenten Teil (10, 11) und einen tieffrequenten Teil (12, 13) zerlegt wird, wobei der elektrostatische Flächenlautsprecher (4) mit dem hochfrequenten Teil (10, 11) angesteuert wird und der zweite Lautsprecher mit dem tieffrequenten Teil (12, 13) angesteuert wird, wobei die Amplitude des tieffrequenten Teils (12, 13) derart gewählt wird, dass die tieffrequenten Teile nicht als Schall abgestrahlt werden.
2. Lautsprecheranordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine zweite Lautsprecher als elektrodynamischer Lautsprecher (5, 6) ausgebildet ist.
3. Lautsprecheranordnung nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass die tieffrequenten Teile (12, 13) kleiner/gleich 500 Hz sind.

4. Lautsprecheranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrostatische Flächenlautsprecher (4) Mittel zur aktiven und/oder passiven Dämpfung der Schallabstrahlung in eine einer Hauptstrahlrichtung entgegengesetzte Abstrahlrichtung aufweist.
5. Lautsprecheranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrostatische Flächenlautsprecher (4) am Dachhimmel angeordnet ist.
6. Lautsprecheranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrostatische Flächenlautsprecher (4) in dem Innenraum des Kraftfahrzeuges verschwenkbar angeordnet ist.
7. Lautsprecheranordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel zur passiven Dämpfung der Schallabstrahlung als mindestens eine schalldämmende Schicht an der der Hauptabstrahlrichtung abgewandten Seite des Lautsprechers (4) ausgebildet sind.
8. Lautsprecheranordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur aktiven Dämpfung der Schallabstrahlung als mindestens eine Vorrichtung zur aktiven Schallauslöschung ausgebildet sind, welche mindestens einen weiteren Lautsprecher umfasst, wobei die aktive Schallauslöschung durch Erzeugen eines Signals, das gegenphasig zum Signal des mindestens einen Lautsprechers (4) ist, erfolgt, mit dem der weitere Lautsprecher angesteuert wird.
9. Verfahren zur gerichteten Beschallung eines Kraftfahrzeugsitzes, mittels einer Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das abzustrahlende Audio-Signal (9) in einen hochfrequenten Teil (10, 11) und einen tieffrequenten Teil (12, 13) zerlegt wird, wobei der elektrostatische Flächenlautsprecher (4) mit dem hochfrequenten Teil (10, 11) angesteuert wird und der zweite Lautsprecher mit dem tieffrequenten Teil (12, 13) angesteuert wird, wobei die Amplitude des tieffrequenten Teils (12, 13) derart gewählt wird, dass die tieffrequenten Teile (12, 13) nicht als Schall abgestrahlt werden.

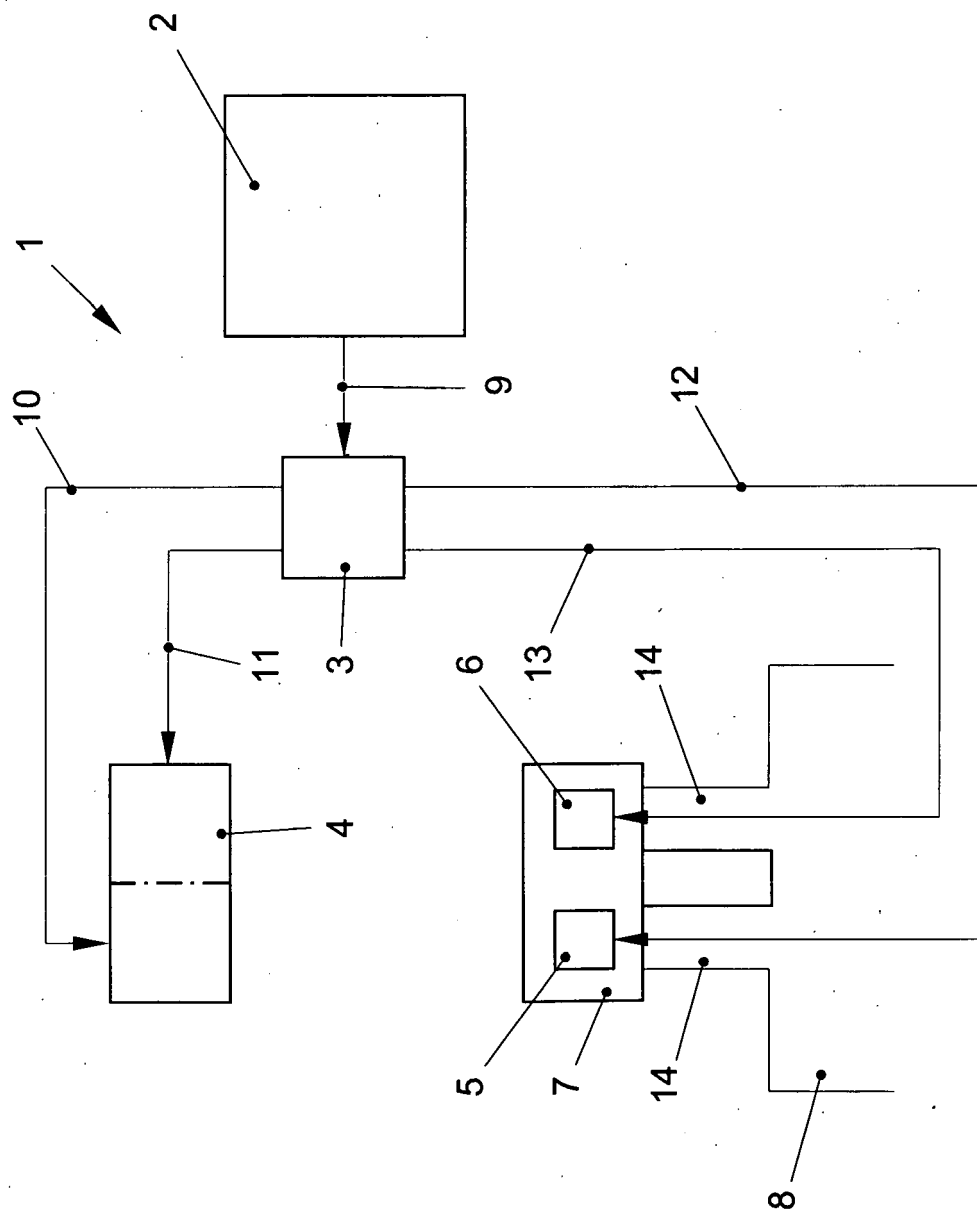


FIG. 1

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 9956498 A [0003]