

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 248 492 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
31.05.2006 Patentblatt 2006/22

(51) Int Cl.:
H04R 1/32 ^(2006.01) **H04R 1/40** ^(2006.01)
H04R 3/12 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02007546.1**

(22) Anmeldetag: **03.04.2002**

(54) **Ultraschallbasiertes parametrisches Mehrwegelautsprechersystem**

Ultrasonic parametric multiway speaker system

Système de haut-parleurs multivoies paramétriques d'ultrason

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **07.04.2001 DE 10117528**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.10.2002 Patentblatt 2002/41

(73) Patentinhaber: **DaimlerChrysler AG
70567 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Kolano, Guido
73084 Salach (DE)**
• **Linhard, Klaus, Dr.
89601 Schelklingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-01/08449 WO-A-01/23104

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 015, no. 018 (E-1023), 16. Januar 1991 (1991-01-16) -& JP 02 265400 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD), 30. Oktober 1990 (1990-10-30)
- **YONEYAMA M ET AL: "THE AUDIO SPOTLIGHT: AN APPLICATION OF NONLINEAR INTERACTION OF SOUND WAVES TO A NEW TYPE OF LOUDSPEAKER DESIGN" JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, Bd. 73, Nr. 5, Mai 1983 (1983-05), Seiten 1532-1536, XP000762272 ISSN: 0001-4966**

EP 1 248 492 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung nach den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 7.

[0002] Eine Abstrahlung gebündelter Schallwellen erfordert einen Schallwandler mit einer geometrischen Abmessung im Bereich von mehreren Wellenlängen. Anstelle eines einzelnen Wandlers können auch mehrerer Wandler verwendet werden um eine große Geometrie zu erzeugen. Eine Anordnung aus mehreren Wandlern wird als Array bezeichnet. Die einzelnen Wandler können zusätzlich mit einer vorgeschalteten Signalverarbeitung versehen werden um die Richtwirkung des Arrays zu steuern.

[0003] Um eine starke Bündelung bei geringer Wandlerabmessungen zu erzeugen kann eine Modulationstechnik verwendet werden um das niederfrequente Nutzsignal (Audio-Signal) mit einem hochfrequenten Trägersignal zu verknüpfen. Für die Richtwirkung ist damit zunächst die Wellenlänge des höherfrequenten Trägersignals maßgebend. Es wird ein Parameter des Trägersignals von dem Nutzsignal gesteuert. Hieraus leitet sich die Bezeichnung parametrischer Wandler oder parametrisches Array ab.

[0004] Die vorliegende Erfindung befaßt sich mit einem parametrischen Lautsprecher, der als Trägersignal Ultraschall verwendet. Die grundlegenden physikalischen Experimente gehen auf den deutschen Physiker Helmholtz im 19. Jahrhundert zurück. Ein anwendbares Lautsprechersystem wird von Yoneyama et al. 1983 beschrieben: "The Audio Spotlight: An Application of Non-linear Interaction of Sound Waves to a new Type of Loudspeaker Design; J. Acoust.Soc.Am., Vol.73, pp. 1532-1536. In weiteren Veröffentlichungen von Berkday, Blackstock, Pompei und anderen wurde in den nachfolgenden Jahren darüber berichtet.

[0005] Wird Ultraschall mit sehr hohem Pegel abgestrahlt wird die Luft ein nichtlineares Medium, das bei moduliertem Ultraschall auf Grund der Nichtlinearität zu einer Selbst-Demodulation führt. Damit wird das aufmodulierte Signal wieder hörbar. Der Ultraschall selbst bleibt unhörbar.

[0006] In einer nachveröffentlichten Patentanmeldung (EP 1 248 491) mit dem selben Anmeldetag wie die vorliegende wird ein parametrisches Lautsprechersystem beschrieben, welches auf der FM-Modulation eines Ultraschallträgers basieren. Aus dem Stand der Technik bekannte Systeme arbeiten mit AM-Modulation. Die FM-Modulation ergibt jedoch eine gute Anpassung an resonante Wandler, wie die üblicherweise verwendeten Piezo-Keramik-Wandler. Die Resonanzflanke des Wandlers wird zur FM/AM-Umsetzung verwendet. Das FM-Resonanz-Prinzip läßt sich auch auf resonanzfreie oder resonanzarme Wandler erweitern, wie z.B. Elektrostaten.

[0007] Aus WO 01/08449 A1 ist ein Verfahren zur Wiedergabe von Audioschall mit Ultraschall-Lautsprechern bekannt, wobei das wiederzugebende Audiosignal durch

eine Seitenband-Amplitudenmodulation mit einem Trägersignal im Ultraschall-Frequenzbereich verknüpft wird. Zur Erhöhung des Schalldrucks wird dabei vorgeschlagen eine größere Anzahl von Wandlern zu verwenden. Um die Wiedergabe von tiefen Tönen zu verbessern, wird ohne nähere Angaben angeregt, an Stelle einer dichtest möglichen Anordnung der Wandler, diese ringförmig anzubringen.

[0008] In der Schrift JP 02 265400 A wird ein parametrisches Lautsprechersystem gezeigt, bei welchem die Gesamtheit der Wandler in Gruppen eingeteilt ist. Hierbei wird das auszusendende Audio-Signal über einen AM-Modulator auf ein von einem Oszillator generiertes Trägersignal aufmoduliert und an individuelle Gruppen von Wandlern verzweigt. Dabei ist allen Gruppen von Wandlern gemeinsam ein einziger AM-Modulator vorgeschaltet.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, ein neuartiges Verfahren und eine neuartige Vorrichtung mit den Merkmalen der Oberbegriffe der Patentansprüche 1 und 7 zu finden.

[0010] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 7 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0011] In besonders vorteilhafter Weise, werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Ansteuerung eines parametrischen Lautsprechersystems, bestehend aus mehreren Wandlerelementen für Ultraschall, die Wandlerelemente in ihrer Gesamtheit in Gruppen eingeteilt, wobei jede Gruppe von einem einzig ihr zugeordneten Modulator angesteuert wird. Auf diese gewinnbringende Weise entsteht so ein parametrisches Mehrwege-Lautsprechersystems.

[0012] Dem Fachmann auf dem Gebiet der Audiosignalverarbeitung sind selbstverständlich Mehrwege-Lautsprecher zur Audiowiedergabe bekannt. Diese Lautsprechersysteme sind ein gebräuchliches Mittel für die Ausstrahlung von breitbandigen Audiosignalen. Hierbei erfolgt die Ausstrahlung der Audiosignale jedoch direkt im jeweils gewünschten hörbaren Frequenzbereich. Keine der aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtung legt dem Fachmann jedoch nahe, ein dem entsprechendes parametrisches Lautsprechersystem aufzubauen. Dies vor allem wegen der speziellen Eigenart der parametrischen Lautsprecher, welche in deren Richtwirkung begründet liegt. Gerade diese Richtwirkung soll bei den aus dem Stand der Technik bekannten Systemen geradezu vermieden werden. Aus diesem Grunde werden für die weitwinklige Ausstrahlung der hochfrequenten Audiotöne spezielle weitwinklig strahlende Kalottenlautsprecher eingesetzt. Auch legen die aus dem Stand der Technik bekannten Lautsprechersysteme keine spezielle Anordnung der einzelnen Gruppen von Lautsprechern nahe; im Gegenteil werden unterschiedlichste Anordnungen von Hoch-, Mittel- und Baßlautsprechern auf-

gezeigt. Bei Mehrwegesystem auf Basis von parametrischen Lautsprechern sind jedoch, wie nachfolgend erläutert, je nach Frequenzbereich spezielle Anordnungen (dicht oder ausgedünnt) der Wandler zu beachten. Bei parametrischen Lautsprechersystemen hat also im Gegensatz zu dem aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtung eine frequenzbereichs-weise Optimierung der Wandleranordnung zu erfolgen. Bei den bekannten Autolautsprechern erfolgt im wesentlichen nur eine Optimierung in Bezug auf die Gesamtheit aller verwendeten Lautsprecher um einen besseren Raumklang zu erzeugen.

[0013] Anhand von Ausführungsbeispielen und mit Hilfe von Figuren soll nachfolgend der Erfindungsgegenstand im Detail erläutert werden.

Figur 1 zeigt ein Mehrwege-Lautsprechersystem auf der Basis parametrischer Lautsprecher.

Figur 2 zeigt eine vorteilhafte Anordnung der Wandler innerhalb eines Mehrwege-Lautsprechersystems

[0014] Bei der Verwendung mehrerer Wandler ergibt sich zusätzlich eine Array-Richtwirkung, d.h. die Richtwirkung des einzelnen Wandlers überlagert sich mit der Richtwirkung die sich durch das Array ergibt, sodaß sich insgesamt eine stärkere Richtwirkung ergibt. Die Betrachtung der Richtwirkung bezieht sich zunächst auf den Ultraschall der von den Wandlern abgestrahlt wird. Die sich ergebende Richtwirkung für den hörbaren Audio-Schall kann aus einer modellhaften Betrachtung abgeleitet werden. Danach wird der Prozess der Selbst-Modulation durch sehr viele virtuelle Lautsprecher dargestellt, die sich in einer dreidimensionalen Luftsäule befinden die durch den Ultraschall angeregt wird. Die Überlagerung dieser virtuellen Quellen erzeugt die gewünschte Audio-Richtwirkung.

[0015] Die Erzeugung eines hörbaren Schallereignisses beruht auf der Selbst-Demodulation bei hohen Schalldrücken. Es muß eine Hüllkurve vorhanden sein, die dann bei der Ausbreitung im nichtlinearen Medium wieder hörbar gemacht wird. Es ist naheliegend die Hüllkurve mit der gewöhnlichen AM-Modulation zu erzeugen.

[0016] Die vorliegende Erfindung verwendet in besonders gewinnbringender Weise als Modulationsverfahren die Frequenzmodulation (FM). Aus diesem Grunde muß die Hüllkurve des durch den Wandler abzustrahlenden Signals auf andere Art und Weise erzeugt werden, da das aus dem Stand der Technik bekannte physikalische Prinzip der Selbst-Demodulation ausgenutzt werden soll.

[0017] Bei der aus dem Stand der Technik bekannten AM-Modulation mit resonativen Wandlern wie z.B. übliche Piezo-Wandler wird der Träger (üblicherweise im Maximum der Wandler-Funktion) und die beiden Seitenbänder mit ganz unterschiedlichen Übertragung-Werten der Wandler-Funktion umgesetzt. D.h. der Träger und die tiefen Audio-Frequenzen werden stärker übertragen als die hohen Audio-Frequenzen die ganz rechts oder

ganz links in den beiden Seitenbändern liegen. Das führt dazu, daß sich der Modulationsgrad verändert, in der Weise, daß hohe Audio-Frequenzen weniger moduliert sind und daher weniger stark erzeugt werden. Je nach gewünschter Charakteristik sind hier entsprechende Korrekturen des Audio-Signals oder des modulierten Signals notwendig. Das FM-Prinzip hat den prinzipiellen Vorteil, daß diese Frequenzabhängigkeit durch die Resonanzflanke nicht auftritt. Die Resonanzflanke ist beim FM-Prinzip geradezu notwendig (und kein Störfaktor). Die abgestrahlte Energie bei diesen Ultraschall-Wandlern hängt z.T. sehr stark von der verwendeten Frequenz ab. Es gibt dabei eine oder mehrere Frequenzen, für die die Abstrahlung relativ hohe Werte annimmt (Resonanzstellen). In der Nachbarschaft dieser Resonanzstellen nimmt die abgestrahlte Leistung mehr oder weniger stark ab. Dieses Verhalten kann man für die Erzeugung hörbaren Schalls ausnutzen. Hierbei läßt sich der Schalldruck einer Anordnung von Wandlerelementen zum einen durch Vergrößerung der Einzelelemente als auch durch die Erhöhung der Gesamtzahl der Wandlerelemente erreichen.

[0018] Anhand eines FM-modulierten Signals das einer Anordnung von Ultraschall-Wandlern zugeführt wird soll nachfolgend der Erfindungsgegenstand näher erläutert werden. Das Prinzip läßt sich selbstverständlich aber auch gewinnbringend auf AM-modulierte Eingangssignale anwenden, allerdings sind hier im Falle hoher Audiofrequenzen bei der Verwendung resonativer Wandler Nachteile gegenüber der Verwendung eines FM-modulierten Signals, mittels welchem die Wandler Frequenzunabhängig angesteuert werden können, zu erwarten.

[0019] In **Figur 1** ist ein Mehrwege-Lautsprechersystem dargestellt. Das Audio-Signal (**50**) wird durch eine Frequenzerlegung in mehrere Wege aufgeteilt. Beispielsweise können 3 Wege eingerichtet werden: für die tiefen Frequenzen (**51**), für die mittleren Frequenzen (**52**) und für die hohen Frequenzen (**53**). Die Signale von jedem dieser "Wege" werden einem entsprechenden FM-Modulator ((**61**), (**62**) oder (**63**)), einer Verstärkerstufe ((**71**), (**72**) oder (**73**)) und einem zugeordneten Wandler zugeführt. Für die einzelnen Wege können verschiedene Wandler mit unterschiedlichen Wandler-Kennlinien ((**712**), (**722**) oder (**732**)) eingesetzt werden, zum Beispiel werden für die tiefen Frequenzen in der Regel Wandler mit höherer Leistung verwendet.

[0020] Besonders vorteilhaft ist daß das Mehrwegesystem mit FM-Modulation in jedem der Wege auf die Resonanzfrequenz f_0 der jeweiligen Wandler abgestimmt werden kann, entsprechend ((**71**), (**72**) oder (**73**)), womit sich ein guter Wirkungsgrad einstellt. Die Wandler arbeiten somit unter den bestmöglichen Bedingungen. Zusätzlich ergibt sich mit der Wahl eines Wandlertyps für jeden Weg die Möglichkeit Bandbreite und Leistung des Wandlers an das Signal des jeweiligen Signalwegs optimal anzupassen.

[0021] In gewinnbringender Weise kann das erfindungsgemäße Mehrwegesystem so ausgestaltet wer-

den, dass über den verwendeten Frequenzbereich eine Leistungsanpassung der Wandler erfolgt, in der Weise, dass die Auswahl der Wandler einer Gruppe von Wandlern auf die in diesem Frequenzband erforderliche Leistung abgestimmt wird. Es zudem auch vorteilhaft, für jede einzelne der Gruppen von Wandlern die jeweilige Richtwirkung des Lautsprechersystems zu optimieren, indem die Auswahl der Wandler einer Gruppe von Wandlern auf Grund der Richtwirkung des einzelnen Wandlers im jeweiligen Frequenzband erfolgt.

[0022] Besonders vorteilhaft für das erfindungsgemäße Mehrwegesystem ist es, wenn für jede einzelne der Gruppen von Wandlern die jeweilige Richtwirkung des Lautsprechersystems optimiert wird, indem die einzelnen Gruppen von Wandlern, insbesondere in Abhängigkeit des ihnen zugeordneten Frequenzbandes des Eingangssignals der Modulatoren, unterschiedlich geometrisch angeordnet werden.

[0023] Es ist durch Experimente bekannt, daß für die Erzeugung tiefer Audio-Frequenzen eine eine größere Luftsäule angeregt werden muß (Wandler außen im Array) als für hohe Audio-Frequenzen (Wandler innen im Array). Durch die geometrische Anordnung und Verteilung der Wandler in einem Mehrwege-System kann somit eine Optimierung in dieser Hinsicht erreicht werden.

[0024] **Figur 2** zeigt ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel bei dem 8 Wandler in einem äußeren Quadrat (**10**) angeordnet sind. Die Anordnung der Wandler in Form eines Quadrats soll hier nur als Beispiel dienen. Ein weiteres Quadrat (**20**) mit vier Wandlern folgt weiter innen und schließlich folgt ein quergestelltes Quadrat (**30**) aus vier Wandlern in Inneren des Arrays. Die gesamte Anordnung stellt ein 3-Wege-System dar. Vorzugsweise werden für den Baß im äußeren Quadrat leistungsstarke Wandler angeordnet, dann folgen weiter innen die Wandler für die Mitten und schließlich im Zentrum die Wandler für die Höhen.

[0025] Selbstverständlich beschränkt sich die erfindungsgemäße Anordnung der Wandler nicht auf das in **Figur 2** aufgezeigte Beispiel. Der Fachmann ist natürlich in der Lage, abhängig von der Anwendung und den geometrischen Gegebenheiten von Einbauort und Umfeld einen Mehrwege-Lautsprecher vorteilhaft zu gestalten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung eines parametrischen Lautsprechersystems, bestehend aus

- mehreren Wandlerelementen für Ultraschall, welche in der Lage sind, durch geeignete Ansteuerung ein amplitudenmoduliertes Schalldruck-Signal zu erzeugen, welches bei Ausbreitung in einem gasförmigen Medium durch Selbst-Demodulation ein hörbares Signal erzeugt,
- einem oder mehreren diesen bzw. diesen

Wandlerelementen zugehörigen Leistungsverstärker(n)
- und mehreren mit den Wandlerelementen verbundenen Modulatoren, die als Eingangssignal das Signal einer Quelle erhalten,

wobei Gesamtheit der Wandler in mehrere Gruppen eingeteilt wird, und wobei jede Gruppe von einem einzig ihr zugeordneten Modulator angesteuert wird, so dass sich ein parametrisches Mehrwege-Lautsprechersystems ergibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die einzelnen Modulatoren jeweils von einem Signal aus einer Mehrwege-Zerlegung des Eingangssignals gespeist werden, wobei im Rahmen der Mehrwege-Zerlegung eine frequenzmäßige Bandaufteilung des Eingangssignals der Modulatoren vorgenommen wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei für den Fall, dass die Wandler welche in mehrere Gruppen eingeteilt werden gruppenabhängig jeweils verschiedene Kennlinien aufweisen, jeweils gruppenabhängig unterschiedliche Modulatoren angewandt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei über den verwendeten Frequenzbereich eine Leistungsanpassung der Wandler erfolgt, in der Weise, dass die Auswahl der Wandler einer Gruppe von Wandlern auf die in diesem Frequenzband erforderliche Leistung abgestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei für jede einzelne der Gruppen von Wandlern die jeweilige Richtwirkung des Lautsprechersystems optimiert wird, indem die Auswahl der Wandler einer Gruppe von Wandlern auf Grund der Richtwirkung des einzelnen Wandlers im jeweiligen Frequenzband erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei für jede einzelne der Gruppen von Wandlern die jeweilige Richtwirkung des Lautsprechersystems optimiert wird, indem die einzelnen Gruppen von Wandlern, insbesondere in Abhängigkeit des ihnen zugeordneten Frequenzbandes des Eingangssignals der Modulatoren, unterschiedlich geometrisch angeordnet werden.

7. Vorrichtung zur Ansteuerung eines parametrischen Lautsprechersystems, bestehend aus

- mehreren Wandlerelementen für Ultraschall, welche in der Lage sind, durch geeignete ein amplitudenmoduliertes Schalldruck-Signal zu erzeugen, welches bei Ausbreitung in einem gasförmigen Medium durch Selbst-Demodulation

ein hörbares Signal erzeugt,
 - einem oder mehreren diesen bzw. diesen Wandlerelementen zugehörigen Leistungsverstärker(n)
 - und mehreren mit den Wandlerelementen verbundenen Modulatoren, die als Eingangssignal das Signal einer Quelle erhalten,

wobei die Gesamtheit der Wandler in mehrere Gruppen eingeteilt ist, und wobei jede Gruppe von einem einzig ihr zugeordneten Modulator angesteuert wird und sich so ein parametrisches Mehrwege-Lautsprechersystem ergibt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei ein Mittel zur Mehrwege-Zerlegung des Eingangssignals vorhanden ist, wobei im Rahmen der Mehrwege-Zerlegung eine frequenzmäßige Bandaufteilung des Eingangssignals der Modulatoren vorgenommen wird.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 8, wobei für den Fall, dass die Wandler welche in mehrere Gruppen eingeteilt werden gruppenabhängig jeweils verschiedene Kennlinien aufweisen, jeweils gruppenabhängig unterschiedliche Modulatoren vorgesehen sind.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei über den verwendeten Frequenzbereich eine Leistungsanpassung der Wandler erfolgt, in der Weise, dass die Auswahl der Wandler einer Gruppe von Wandlern auf die in diesem Frequenzband erforderliche Leistung abgestimmt wird.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei für jede einzelne der Gruppen von Wandlern die jeweilige Richtwirkung des Lautsprechersystems optimiert wird, indem die Auswahl der Wandler einer Gruppe von Wandlern auf Grund der Richtwirkung des einzelnen Wandlers im jeweiligen Frequenzband erfolgt.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei für jede einzelne der Gruppen von Wandlern die jeweilige Richtwirkung des Lautsprechersystems optimiert wird, indem die einzelnen Gruppen von Wandlern, insbesondere in Abhängigkeit des ihnen zugeordneten Frequenzbandes des Eingangssignals der Modulatoren, unterschiedlich geometrisch angeordnet werden.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Wandler so angeordnet sind, dass die Wandler, welche den niederen Frequenzen des Eingangssignals zugeordnet sind, sich im äußeren Bereich der Anordnung finden und dass die Wandler, welche den hohen Frequenzen des Eingangssignals zugeordnet sind, sich

im inneren Bereich der Anordnung finden.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei die Wandler, welche den hohen Frequenzen des Eingangssignals zugeordnet sind, dicht beieinander angeordnet sind, und dass die Wandler, welche den tiefen Frequenzen des Eingangssignals zugeordnet sind, weniger dicht angeordnet sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14, wobei die Modulatoren FM-Modulatoren sind.

Claims

1. Method for driving a parametric loudspeaker system, comprising

- a plurality of transducer elements for ultrasound which are able to use suitable driving to produce an amplitude-modulated sound pressure signal which, upon propagating in a gaseous medium, produces an audible signal through self-demodulation,
- one or more power amplifier(s) associated with this or these transducer element(s),
- and a plurality of modulators which are connected to the transducer elements and which receive the signal from a source as input signal,

where the total number of the transducers is classified into a plurality of groups, and where each group is driven by a modulator associated solely with it, so that a parametric multiway loudspeaker system is obtained.

2. Method according to Claim 1, where the individual modulators are respectively fed by a signal from a multiway split for the input signal, the multiway split involving the input signal for the modulators being split into frequency bands.
3. Method according to either of Claims 1 and 2, where if the transducers which are being classified into a plurality of groups each have different characteristic curves on a group-dependent basis then different modulators are used in each case on a group-dependent basis.
4. Method according to one of Claims 1 to 3, where the power of the transducers is matched over the frequency range used such that the selection of the transducers in a group of transducers is geared to the power required in this frequency band.
5. Method according to one of Claims 1 to 4, where for each individual one of the groups of transducers the respective directivity of the loudspeaker system is

optimized by selecting the transducers in a group of transducers on the basis of the directivity of the individual transducer in the respective frequency band.

6. Method according to one of Claims 1 to 5, where for each individual one of the groups of transducers the respective directivity of the loudspeaker system is optimized by putting the individual groups of transducers in a different geometrical arrangement, particularly on the basis of their associated frequency band for the input signal for the modulators.

7. Apparatus for driving a parametric loudspeaker system, comprising

- a plurality of transducer elements for ultrasound which are able to use suitable driving to produce an amplitude-modulated sound pressure signal which, upon propagating in a gaseous medium, produces an audible signal through self-demodulation,
- one or more power amplifier(s) associated with this or these transducer element(s),
- and a plurality of modulators which are connected to the transducer elements and which receive the signal from a source as input signal,

where the total number of the transducers is classified into a plurality of groups, and where each group is driven by a modulator associated solely with it, and in this way a parametric multiway loudspeaker system is obtained.

8. Apparatus according to Claim 7, where a means for multiway splitting of the input signal is provided, the multiway split involving the input signal for the modulators being split into frequency bands.

9. Apparatus according to either of Claims 7 and 8, where if the transducers which are being classified into a plurality of groups each have different characteristic curves on a group-dependent basis then different modulators are provided in each case on a group-dependent basis.

10. Apparatus according to one of Claims 7 to 9, where the power of the transducers is matched over the frequency range used such that the selection of the transducers in a group of transducers is geared to the power required in this frequency band.

11. Apparatus according to one of Claims 7 to 10, where for each individual one of the groups of transducers the respective directivity of the loudspeaker system is optimized by selecting the transducers in a group of transducers on the basis of the directivity of the individual transducer in the respective frequency

band.

12. Apparatus according to one of Claims 7 to 11, where for each individual one of the groups of transducers the respective directivity of the loudspeaker system is optimized by putting the individual groups of transducers in a different geometrical arrangement, particularly on the basis of their associated frequency band for the input signal for the modulators.

13. Apparatus according to Claim 12, where the transducers are arranged such that the transducers which are associated with the low frequencies of the input signal are in the outer region of the arrangement and that the transducers which are associated with the high frequencies of the input signal are in the inner region of the arrangement.

14. Apparatus according to either of Claims 12 and 13, where the transducers which are associated with the high frequencies of the input signal are arranged close to one another, and in that the transducers which are associated with the low frequencies of the input signal are arranged less closely.

15. Apparatus according to one of Claims 7 to 14, where the modulators are FM modulators.

Revendications

1. Procédé de commande d'un système de haut-parleurs paramétriques comprenant :

- plusieurs éléments transducteurs d'ultrasons, capables de produire par une commande appropriée un signal de pression acoustique modulé en amplitude qui produit un signal audible par auto-démodulation en cas de propagation dans un milieu gazeux,
- un ou plusieurs amplificateurs de puissance associé(s) à cet élément transducteur ou à ces éléments transducteurs,
- et plusieurs modulateurs reliés aux éléments transducteurs qui reçoivent le signal d'une source en tant que signal d'entrée,

dans lequel la totalité des transducteurs est divisée en plusieurs groupes, et dans lequel chaque groupe est commandé par un modulateur affecté uniquement à celui-ci, de sorte qu'il en résulte un système de haut-parleurs multivoies paramétriques.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les modulateurs individuels sont respectivement alimentés par un signal provenant d'une résolution multivoie du signal d'entrée, une répartition de bande par fréquence du signal d'entrée des modulateurs

étant effectuée dans le cadre de la résolution multivoie.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel au cas où les transducteurs, qui sont divisés en plusieurs groupes, présenteraient respectivement différentes courbes caractéristiques en fonction du groupe, des modulateurs différents en fonction du groupe sont appliqués respectivement.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel une adaptation de puissance des transducteurs a lieu dans la gamme de fréquences utilisée, de telle sorte que la sélection des transducteurs d'un groupe de transducteurs est adaptée à la puissance nécessaire dans cette bande de fréquences.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel pour chaque groupe individuel des groupes de transducteurs, la directivité respective du système de haut-parleurs est optimisée en ce que la sélection des transducteurs d'un groupe de transducteurs est effectuée sur la base de la directivité du transducteur individuel dans la bande de fréquences respective.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel pour chaque groupe individuel des groupes de transducteurs, la directivité respective du système de haut-parleurs est optimisée en ce que les groupes individuels de transducteurs, en particulier en fonction de la bande de fréquences qui leur est affectée du signal d'entrée des modulateurs, sont disposés de façon géométriquement différente.

7. Dispositif de commande d'un système de haut-parleurs paramétriques comprenant :

- plusieurs éléments transducteurs d'ultrasons, capables de produire par une commande appropriée un signal de pression acoustique modulé en amplitude qui produit par auto-démodulation un signal audible en cas de propagation dans un milieu gazeux,
- un ou plusieurs amplificateurs de puissance associé(s) à cet élément transducteur ou à ces éléments transducteurs,
- et plusieurs modulateurs reliés aux éléments transducteurs qui reçoivent le signal d'une source en tant que signal d'entrée,

dans lequel la totalité des transducteurs est divisée en plusieurs groupes, et dans lequel chaque groupe est commandé par un modulateur affecté uniquement à celui-ci, de sorte qu'il en résulte un système de haut-parleurs multivoies paramétriques.

8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel il existe des moyens de résolution multivoie du signal d'entrée, dans lequel une répartition de bande par fréquence du signal d'entrée des modulateurs est effectuée dans le cadre de la résolution multivoie.

9. Dispositif selon la revendication 7 ou 8, dans lequel au cas où les transducteurs, qui sont divisés en plusieurs groupes, présenteraient respectivement différentes courbes caractéristiques en fonction du groupe, des modulateurs différents en fonction du groupe sont appliqués respectivement.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, dans lequel une adaptation de puissance des transducteurs a lieu dans la gamme de fréquences utilisée, de telle sorte que la sélection des transducteurs d'un groupe de transducteurs est adaptée à la puissance nécessaire dans cette bande de fréquences.

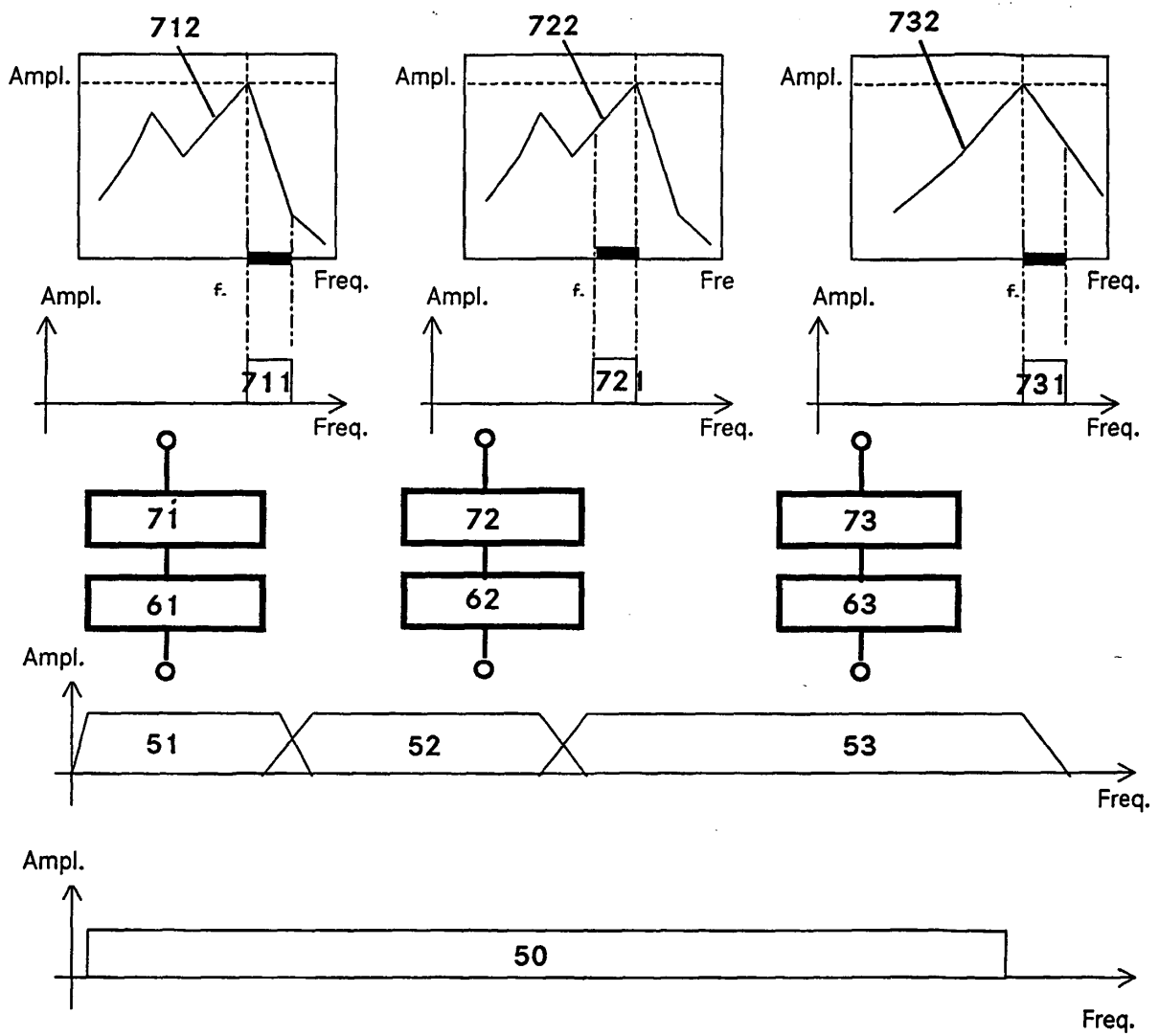
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, dans lequel pour chaque groupe individuel des groupes de transducteurs, la directivité respective du système de haut-parleurs est optimisée en ce que la sélection des transducteurs d'un groupe de transducteurs est effectuée sur la base de la directivité du transducteur individuel dans la bande de fréquences respective.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, dans lequel pour chaque groupe individuel des groupes de transducteurs, la directivité respective du système de haut-parleurs est optimisée en ce que les groupes individuels de transducteurs, en particulier en fonction de la bande de fréquences qui leur est affectée du signal d'entrée des modulateurs, sont disposés de façon géométriquement différente.

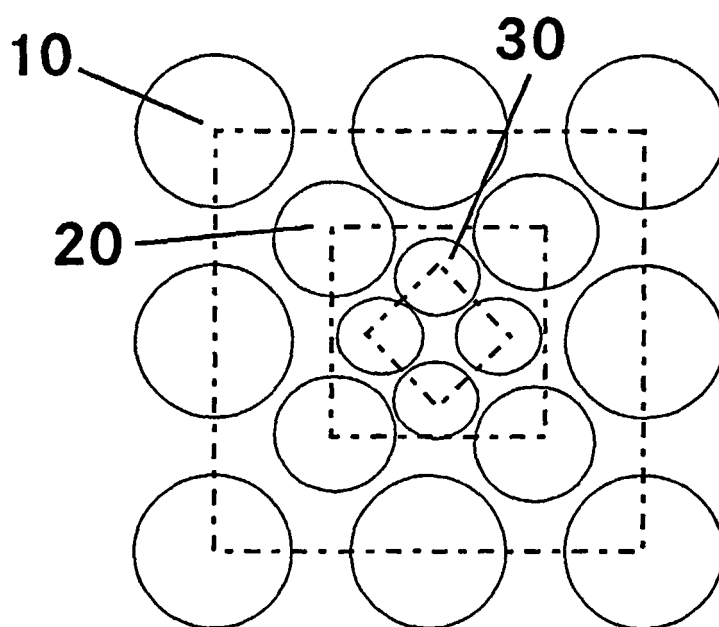
13. Dispositif selon la revendication 12, dans lequel les transducteurs sont disposés de telle sorte que les transducteurs qui sont affectés aux basses fréquences du signal d'entrée se trouvent dans la zone extérieure de l'agencement et que les transducteurs qui sont affectés aux hautes fréquences du signal d'entrée se trouvent dans la zone intérieure de l'agencement.

14. Dispositif selon la revendication 12 ou 13, dans lequel les transducteurs qui sont affectés aux hautes fréquences du signal d'entrée sont agencés étroitement les uns à côté des autres, et les transducteurs qui sont affectés aux basses fréquences du signal d'entrée sont agencés moins étroitement.

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 14, dans lequel les modulateurs sont des modulateurs FM.



Figur 1



Figur 2