

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 557/93
(22) Anmeldetag: 22. 3.1993
(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1999
(45) Ausgabetag: 25. 2.2000

(51) Int. Cl.⁷: **H04R 3/00**

(30) Priorität:
24. 3.1992 CH 916/92 beansprucht.

(73) Patentinhaber:
HOBELSBERGER MAXIMILIAN
A-6370 KITZBÜHEL, TIROL (AT).

(56) Entgegenhaltungen:
WO 84/00274 (B&W LOUDSPEAKERS LTD)
EP 213319A2 (BOLZ)
DE 3003466A (ELECTRO AUDIO DYNAMICS)

(72) Erfinder:

(54) VORRICHTUNG ZUR AKTIVEN SIMULATION EINER AKUSTISCHEN IMPEDANZ

(57) Die Vorrichtung dient zur aktiven Simulation einer akustischen Impedanz. Die Vorrichtung kann in Lautsprechersystemen zur Vermeidung des Auftretens von stehenden Wellen eingesetzt werden.

Die Simulation der akustischen Impedanz erfolgt durch Druckmessung an der Oberfläche der Membran eines elektrodynamischen Wandlers und durch Bewegung der Membran mit einer dem Druck gemäss der Impedanzfunktion entsprechenden Geschwindigkeit.

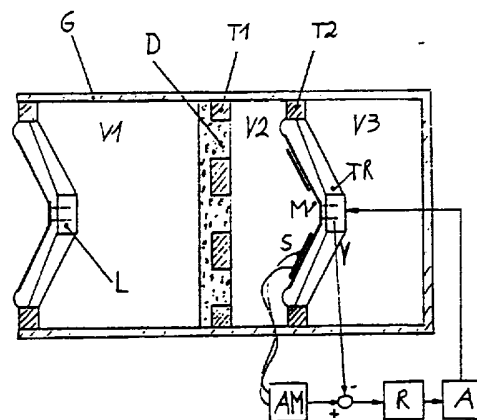


Bild 1

AT 406 105 B

Vorrichtung zur aktiven Simulation einer akustischen Impedanz

Stand der Technik

In einigen Anwendungen der Elektroakustik, insbesondere bei Lautsprechersystemen mit geschlossenen oder teilweise offenen Gehäusen, werden Wandelemente benötigt, die Schallwellen in einer bestimmten Art und Weise reflektieren. Oft wird die Forderung erhoben, daß die Wandelemente Schallwellen nur sehr schwach oder gar nicht reflektieren. Bei hohen Frequenzen kann ein bestimmtes Reflexionsverhalten, z.B. Absorption, durch einfache, passive Maßnahmen bewirkt werden. Die Verwendung einer schallabsorbierenden Filz- oder Schaumschicht ist ein Beispiel. Bei tieferen Frequenzen nehmen jedoch die Abmessungen der benötigten passiven Strukturen zu und erreichen oft störende Ausmaße.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindungen gemäss den Ansprüchen 1 und 2 bezwecken die aktive Simulation von akustischen Impedanzen. Die erfundenen Vorrichtungen zeichnen sich durch stark verringerte Abmessungen im Vergleich zu passiven Impedanzen aus, insbesondere im Bereich tieferer Frequenzen sind die Unterschiede bedeutend. Ein bevorzugtes Einsatzgebiet der Erfindungen gemäss den Ansprüchen 1 und 2 sind Lautsprechersysteme, insbesondere solche mit geschlossenen Gehäusen. In solchen Gehäusen muss das Auftreten von stehenden Wellen möglichst vermieden werden. Schallwellen dürfen also an den Wänden nicht reflektiert werden.

Gemäss Anspruch 1 wird das Verhältnis zwischen dem Gasdruck und der Strömungsgeschwindigkeit, das der gewünschten Impedanzfunktion entspricht, durch geeignete Bewegung der Membran eines elektrodynamischen Wandlers hergestellt. Die Membran des Wandlers wirkt dabei als das Wandelement, auf das die Schallwellen auf treffen. Der Gasdruck, der auf die Membranoberfläche einwirkt, wird mittels eines dort angebrachten Drucksensors gemessen. Vorzugsweise wird dazu eine piezoelektrische Folie aus Polyvinylidenfluorid, PVDF, verwendet. Aufgrund des gemessenen Gasdruckes wird die der gewünschten Impedanz entsprechende Gasgeschwindigkeit ermittelt. Zur Berechnung kann ein Analogmodell oder ein Digitalrechner verwendet werden. Mittels eines Regelkreises wird die dem Druck gemäss der Impedanzfunktion entsprechende Geschwindigkeit der Membranbewegung eingestellt. Der Regelkreis besteht aus einem Regler, vorzugsweise einem Zustandsregler, aus einem Leistungsverstärker, aus dem elektrodynamischen Wandler und aus Sensoren, die die Geschwindigkeit und die Beschleunigung der Membran messen.

Die Erfindung gemäss Anspruch 3 stellt eine akustische Serienschaltung einer passiven und einer aktiven akustischen Impedanz dar. Ein z.B. zylinderförmiges, akustisch geschlossenes Gehäuse schließt in seinem Inneren zwei Kammern ein, die durch eine innere, akustisch isolierende Wand voneinander getrennt sind. In einen Durchbruch der inneren Trennwand ist ein elektrodynamischer Wandler so eingebaut, daß seine Membran die beiden inneren Volumina voneinander trennt und auf beide einwirkt. Eine der Deckflächen des Zylinders ist mit einem oder mehreren Durchbrüchen versehen, die das Innenvolumen mit dem Außenvolumen verbinden. Die Durchbrüche sind so gestaltet und mit strömungsdämpfenden und schallabsorbierenden Materialien gefüllt, daß bezüglich der Schallübertragung zwischen dem Innenvolumen und dem Außenvolumen und bezüglich der Schallreflexion in den Außenraum eine definierte akustische Leitungsimpedanz wirksam ist. Speziell für mittlere und höhere Frequenzen ist es konstruktiv einfach zu erreichen, daß Schallwellen nicht reflektiert werden. Bei tiefen Frequenzen übernimmt die aktive Impedanz die Aufgabe, eine Schallreflexion zu unterbinden. Die Simulation der Impedanz erfolgt wiederum durch Druckmessung an der Membranoberfläche und Bewegung der Membran mit einer dem Druck gemäss der gewünschten Impedanzfunktion entsprechenden Geschwindigkeit. Die Einstellung der Geschwindigkeit wird mittels eines Regelkreises bewerkstelligt. Die passive Impedanz der Durchbrüche bewirkt, daß höhere Frequenzen den Regelkreis nicht beeinflussen. Dies verhindert das Auftreten von Verzerrungen durch die endliche Regelgeschwindigkeit. Eine wegen ihrer Einfachheit bevorzugte Impedanzfunktion der aktiven Impedanz ist der Kurzschluss gemäss Anspruch 4. Der Druck an der Membranoberfläche wird konstant gehalten. Die Gesamtimpedanz der Anordnung gleicht in diesem Fall annähernd der passiven Impedanz.

Die Ansprüche 5 und 6 betreffen Anwendungen der aktiven Impedanzen in Lautsprechersystemen mit geschlossenen Gehäusen. Die Impedanzen werden zur Vermeidung von Schallreflexionen im Gehäuse verwendet.

Anspruch 7 betrifft ein Lautsprechergehäuse, dessen Innenvolumen als Bündel paralleler Rohre ausgebildet ist. Der Durchmesser der Rohre ist so gewählt, daß die Wellenlänge der höchsten wiedergegebenen Frequenzen den Durchmesser wesentlich übersteigt. Dadurch werden stehende Wellen quer zur Rohrachse vermieden. Stehende Wellen in Längsrichtung werden durch eine entsprechende Abschlussimpedanz vermieden.

Beschreibung der Zeichnung

Das Bild zeigt einen schematischen Schnitt durch ein Lautsprechersystem gemäss Anspruch 6. Das Innenvolumen des Gehäuses G ist durch zwei Trennwände T1, T2 in drei Teilvolumina V1, V2 und V3 geteilt. In die Trennwand T2 ist ein elektrodynamischer Wandler TR eingebaut. An dessen Membran M wird der Gasdruck mittels eines Drucksensors S gemessen. Das vom Drucksensor erzeugte Signal wird einem Analogmodell AM der Impedanz zugeführt. Dieses Modell erzeugt ein Signal, das die Sollgeschwindigkeit der Membran beschreibt. Mittels eines Regelkreises, bestehend aus dem Wandler TR, aus einem Leistungsverstärker A, dem Regler R und einem Geschwindigkeitssensor V, wird die Geschwindigkeit der Membran M eingestellt. Die Trennwand T1 ist mit Durchbrüchen D versehen, die das mittlere Volumen V2 mit dem ersten Volumen V1 verbinden. Die Durchbrüche sind mit strömungsdämpfendem Material ausgekleidet. Der abstrahlende Lautsprecher L ist an das Volumen V1 angrenzend eingebaut.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Simulation einer vorgebbaren akustischen Impedanz, dadurch gekennzeichnet, daß ein elektrodynamischer Wandler in die Außenwand eines akustisch geschlossenen Gehäuses derartig eingebaut ist, daß seine Membran das Innenvolumen vom Außenvolumen trennt, daß die äußere Oberfläche der Membran des Wandlers mit einem Drucksensor versehen ist, der den dort wirksamen Gasdruck misst und ein diesem Gasdruck proportionales elektrisches Signal erzeugt, daß mittels Sensoren die Geschwindigkeit und die Beschleunigung der Membran gemessen werden, daß der Wandler als Teil eines Regelkreises arbeitet, der weiters aus einem Regler und aus einem Leistungsverstärker besteht, daß als Regler insbesondere ein Zustandsregler verwendet wird, daß der Regler über den Leistungsverstärker die Membrangeschwindigkeit als Regelgröße einstellt, und daß die Sollgeschwindigkeit der Membran mittels eines Analogmodells oder eines Rechners aufgrund des auf der Membranoberfläche gemessenen Druckes entsprechend der gewünschten Impedanzfunktion ermittelt und dem Regler als Sollwert zugeführt wird.
2. Vorrichtung gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Drucksensor eine Schicht aus Polyvinylidenfluorid, PVDF, verwendet wird, die auf die Membran des elektrodynamischen Wandlers aufgebracht ist.
3. Vorrichtung zur Simulation einer akustischen Impedanz, dadurch gekennzeichnet, daß diese Vorrichtung als akustisch geschlossenes Gehäuse ausgebildet ist, dessen Innenvolumen durch eine akustisch trennende Wand in zwei Teilvolumina geteilt ist, daß in einen Durchbruch der inneren Trennwand ein elektrodynamischer Wandler derartig eingebaut ist, daß seine Membran die beiden Volumina voneinander trennt, daß eine Oberfläche der Membran mit einem Drucksensor versehen ist, der den Gasdruck an dieser Oberfläche misst und ein proportionales elektrisches Signal erzeugt, daß das Innenvolumen, an welches die mit dem Gasdrucksensor belegte Oberfläche angrenzt, über einen oder mehrere Durchbrüche in der Gehäusewand mit dem Außenvolumen verbunden ist, daß diese Durchbrüche so gestaltet und mit akustisch dämpfenden Material gefüllt sind, daß sie eine definierte akustische Impedanz aufweisen, daß der innere Wandler als Teil eines Regelkreises arbeitet, der weiters aus einem Regler und einem Leistungsverstärker besteht, daß mittels Sensoren die Geschwindigkeit und die Beschleunigung der Membran gemessen werden, daß der Regler über den Leistungsverstärker die Membrangeschwindigkeit als Regelgröße einstellt, daß die Sollgeschwindigkeit der Membran aufgrund des auf der Membranoberfläche gemessenen Druckes ermittelt und dem Regler als Sollwert zugeführt wird, und daß der Sollwert derartig gewählt wird, daß durch die kombinierte Wirkung der akustischen Impedanz der

Durchbrüche in der Außenwand und der Bewegung der inneren Membran die gewünschte akustische Impedanz der Anordnung erzielt wird.

- 5 4. Vorrichtung gemäss Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck an der Membranoberfläche und im angrenzenden Innenvolumen durch entsprechende Membranbewegungen annähernd konstant gehalten wird, und daß somit die akustische Impedanz der Anordnung hauptsächlich durch die Impedanz der Durchbrüche bestimmt ist.
- 10 5. Lautsprechersystem mit einem geschlossenen Gehäuse, dadurch gekennzeichnet, daß in Durchbrüche der Gehäusewand Vorrichtungen eingebaut sind, die mittels ihrer Membranen als akustische Impedanzen auf das Innenvolumen einwirken, wobei der gewünschte Impedanzverlauf durch aktive Simulation erzeugt wird, und die auf den das Gehäuse umgebenden Außenraum keine Wirkung ausüben, daß die Größen der Impedanzen derartig gewählt sind, daß akustische Wellen im Innenvolumen des Gehäuses beim Auftreffen auf die impedanzsimulierenden Vorrichtungen aufgrund der dem
15 Innenvolumen angepassten Impedanzwerte nicht reflektiert werden, und daß somit die Bewegungen der Membranen der abstrahlenden Lautsprecher und die Wände des Gehäuses nicht durch reflektierte Wellen im Innenvolumen des Gehäuses beeinflusst werden.
- 20 6. Lautsprechersystem gemäss Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse die Form eines Rohres aufweist, daß der Durchmesser des Rohres annähernd dem Durchmesser der Membran des abstrahlenden Lautsprechers gleicht, daß dieser Lautsprecher das Rohr an dessen einen Ende abschließt, und daß das andere Ende durch eine Vorrichtung zur aktiven Impedanzsimulation geschlossen ist.
- 25 7. Vorrichtung gemäss Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehäusemantel ein Bündel von parallelen Rohren umschließt.
8. Vorrichtung gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse, an dessen Innenvolumen die Membran des simulierenden Wandlers angrenzt, und in dem kein Drucksensor angeordnet ist, über Öffnungen mit dem Außenraum verbunden ist.

30

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

35

40

45

50

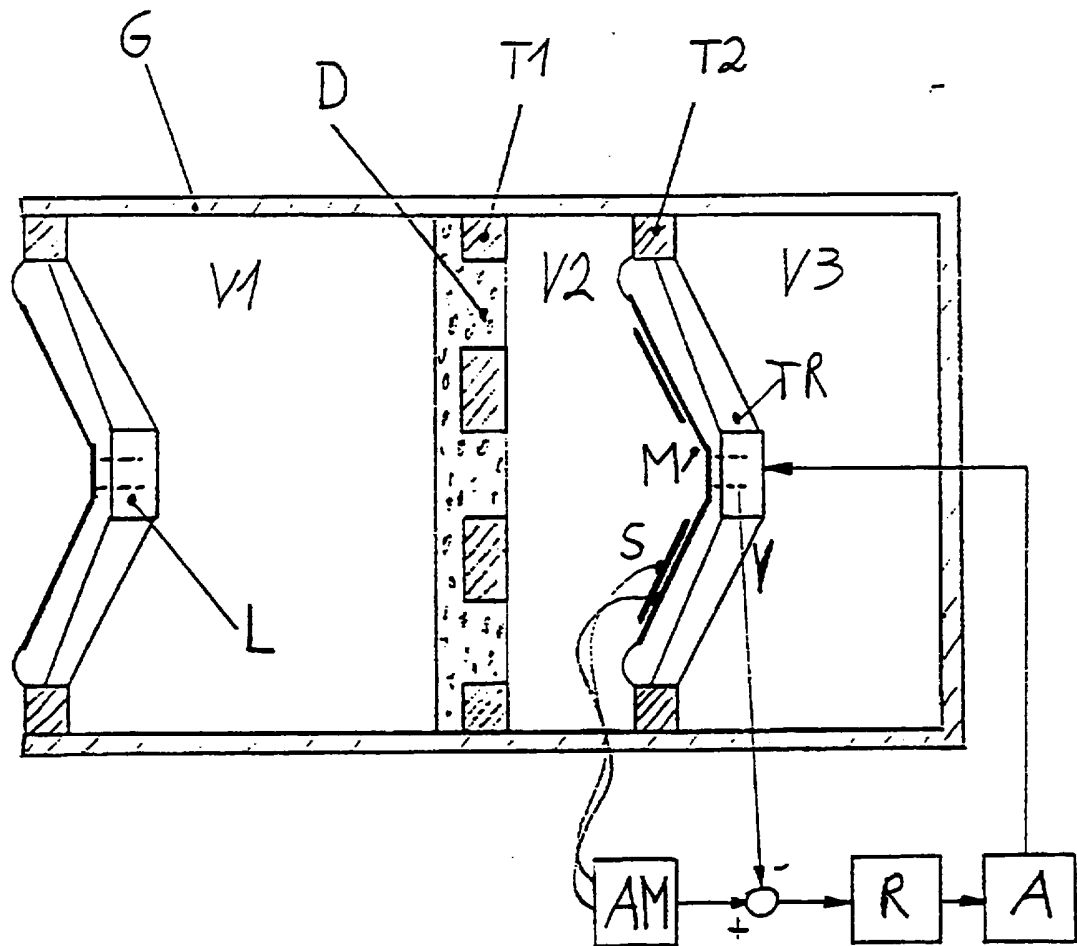


Bild 1