

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5083703号
(P5083703)

(45) 発行日 平成24年11月28日 (2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日 (2012.9.14)

(51) Int.Cl.	F 1
H04R 1/28 (2006.01)	H04R 1/28 310Z
H04R 1/02 (2006.01)	H04R 1/02 101B

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-101111 (P2007-101111)	(73) 特許権者	507113708
(22) 出願日	平成19年3月10日 (2007.3.10)		鈴木 茂
(65) 公開番号	特開2008-228259 (P2008-228259A)		東京都文京区湯島三丁目7番8-403号
(43) 公開日	平成20年9月25日 (2008.9.25)	(72) 発明者	鈴木 茂
審査請求日	平成22年2月11日 (2010.2.11)		東京都文京区湯島三丁目7番8-403号

審査官 ▲吉▼澤 雅博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 並列配置空気室型構造スピーカ再生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スピーカ再生装置において、スピーカユニットを取付ける空気室（背圧分配室）に、ダクトを介して少くとも2個以上の副空気室を並列接続しており、前記並列接続とは、それぞれの前記副空気室が、前記ダクトを介して前記背圧分配室に直接接続されていることを云うものであり、そして、前記各副空気室は、前記ダクトと異なる、大気に音圧を放散するダクトを備えていることを特徴とする、スピーカ再生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、小型であっても豊かな低音を再生するためのスピーカ再生装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来のバスレフ型スピーカ再生装置は、ヘルムホルツの共鳴箱であり、スピーカ再生装置の低音域を補強する方法として最も広く利用されている方式である。

【0003】

従来のバスレフ方式においては、ダクトが1つしかないため、ダクトの固有振動数を高めに設定せざるを得ず、従って低い音域まで再生するためには、口径の大きなウーファーを使用しなければならなかった。

【0004】

一般のバスレフ型の低音域を補強する方法として、ダブルバスレフ型がある。ダブルバスレフ型は、スピーカユニットを取付ける空気室（本発明の背圧分配室に相当する）に、ダクトを介して1つの副空気室を付けたものであり、その副空気室に外部に開放されたダクトを1つ設けたものである。従ってダクトの共振周波数が2つしかない。

また、一般に共振周波数の間隔が大きくなるため、その間の周波数域では、音圧が十分に得られにくい。

【0005】

ダブルバスレフ型と構造が類似のものとして、特許文献1が提案されている。この方式では、スピーカユニットを取付ける空気室のダクトが大気中に開放されているため、スピーカユニットの背圧が、大気に開放されてしまい、その他の空気室が十分に働かない。また、副空気室が2つあるが片方しか第一空気室に接続されておらず、本発明とはコンセプトが異っている。

10

また、非特許文献には長岡の著作が非特許文献1, 2など複数存在するが、いずれも空気室を直列に並べただけのダブルバスレフ構造であり、共振周波数が2つしかないため、共振周波数の間の再生音圧レベルが低くなることが文献中に明確に記載されている。

【特許文献1】特開2003-169386（P2003-169386A）

【非特許文献1】長岡鉄男著「最新オリジナルスピーカー工作20」音楽の友社1986年

【非特許文献2】長岡鉄男著「オリジナル・スピーカー設計術こんなスピーカー見たことない」音楽の友社1996年

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

解決しようとする問題点は、従来のダブルバスレフ動作のスピーカ再生装置では共振周波数が2つしかなく、また、その間の帯域が広がったため、低音全域に亘る周波数応答が良好でなかった点である。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、「スピー

30

カ再生装置において、スピーカユニットを取付ける空気室（背圧分配室）に、ダクトを介して少なくとも2個以上の副空気室を並列接続しており、前記並列接続と

は、それぞれの前記副空気室が、前記ダクトを介して前記背圧分配室に直接接続されていることを云うものであり、そして、前記各副空気室は、前記ダクトと異

なる、大気に音圧を放散するダクトを備えていることを特徴とする、スピーカ再生装置。」であり、背圧を分配する空気室と、そこに、ダクトを通して繋げた副空気室を2個以上並列に配置することにより、バスレフ動作の共振周波数を4個以上設け、なおかつ共振周波数の間の周波数帯域を自由に決めることにより、低域まで、良好な周波数応答で再生することを主要な特徴とする。

【発明の効果】

40

【0008】

本発明の並列配置空気室型構造スピーカ再生装置は、背圧分配室を設けることにより、接続された複数の空気室に設けられたバス

レフダクトの数だけバスレフ共振周波数を付加することができる。このため、低音域の良好な周波数応答特性を実現できるという利点がある。

更に、スピーカ振動板からの音圧が不足する低音域に共振周波数が現れるよう設計することによって、広い音域に亘って良好な音圧特性を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

背圧分配室に2個以上の副空気室を並列に接続した構造のキャビネットを有するスピーカ

50

再生装置とする。

【実施例 1】

【0010】

図 1 は、本発明装置の 1 実施例を裏側から見た構造図である。内部の構造を示すため裏側の外板は省略してある。0 はスピーカユ

ニットの背圧を分散するための背圧分配室であり、1 a, 2 a, 3 a, 及び 4 a は、背圧分配室 0 と副空気室 1, 2, 3, 及び 4 を連結するダクトである。ス

ピーカユニットの背面から放射された音圧は、ダクト 1 a, 2 a, 3 a, 及び 4 a を通して副空気室 1, 2, 3, 及び 4 にそれぞれ分配され、それらの背圧はダ

クト 1 b, 2 b, 3 b, 及び 4 b を通してそれぞれ外部に放射される。

10

この例においては、スピーカユニットに、Tangband 社製の W3-517SA 型を使用した。W3-517SA 型は、口径 3 インチのフルレンジ型のユニットであり、メーカーの仕様では、再生周波数帯域は、100 Hz ~ 19 kHz となっている。

背圧分配室 0 の容積は、1.01 リットル、副空気室 1 ~ 4 の容積は、夫々、1.99 リットル、2.00 リットル、2.08 リットル、2.08

リットルとした。また、ダクト 1 a ~ 4 a 及び 1 b ~ 4 b の断面形状は全て円形とし、1 a ~ 4 a の断面直径 × 長さは、25 mm × 51 mm、27 mm ×

52 mm、29 mm × 24 mm、32 mm × 25 mm、また、1 b ~ 4 b の直径 × 長さは、夫々、25 mm × 65 mm、27 mm × 52 mm、29 mm ×

24 mm、32 mm × 25 mm とした。この製作例においては、ダクト 1 b ~ 4 b のい

20

ずれかを塞いで調節できるので、3 b および 4 b を塞いだ状態で使用したものを参考例とした。この結果、ダクトの共振周波数は、422 Hz, 194 Hz, 172 Hz, 141 Hz, 73 Hz, 及び 37 Hz となった。

この参考例では、周波数特性は、図 4 のようになった。図 4 では、概ね 170 Hz 以上の音圧レベルが下降しているが、これは使用したスイープ信

号自体が、そのように下降しているので、そのことを考慮するとスピーカシステムの応答特性は 40 Hz 以上 19 kHz まで、ほぼ平坦であり、メーカー仕様の

100 Hz 以下を十分なレベルで再生することができた。

【0011】

図 2 の動作原理図において、背圧分配室 0 にはスピーカユニットが取付けられている。

30

スピーカユニットの背面から放射された音圧は、ダクト 1 a ~ 4 a を通して各副空気室に分散される。また、各副空気室を通った音圧は、ダクト

1 b ~ 4 b を通して大気中に放射される。背圧分配室 0 及び各副空気室 1 ~ 4 は、空気ばねとして作用し、また、各ダクト内の空気は、質量として作用するた

め、スピーカシステム全体は固有振動系を構成する。

この図において、ダクトの数が 8 であるため、自由度 8 の振動系を構成する。k は、各空気室にある空気のばね定数を表し、m は、各ダクト内の空

気の質量を表す。k については、簡略化するため、k0 から k4 までの 5 種類しか書いていないが、各ダクトの断面積が異なるため、実際の計算にあたってはそれ

ぞれのダクトの断面積に反比例した値として計算する。計算式の詳細は数 1 に示す。参考

40

例の場合は、ダクト 3 b および 4 b を塞いだので、これらのダクトはないものとして計算した。この場合、これらのダクト内にある空気の質量を十分に大きくすることによって近似計算した。

【0012】

一般に密閉した箱にダクトを付けた場合には、箱がばね、ダクト内の空気がひとつの塊として固有振動系を構成することが分かっている（ヘルムホルツの共鳴箱）。

本発明においては、ヘルムホルツの式を多自由度の振動系に拡張して用いた。

動作原理を示す図 2 において、各ダクト内の空気の質量 m_j は、表 1 の (1) 式で表される。また、背圧分配室を含む各空気室の各ダクトに対するばね定数 k_j^* は、表 1 の (3)

) 式で形式的に定義したばね定数 K_j 使および各ダクト断面積 a_j と振動板面積 a_0 との

50

面積比 r_j を用いて表 1 の式 (2) のよう表される。

ここで副空気室の数を N 個とした場合の、系の自由振動の運動方程式は、数 1 の (5) 式で表される。(5) 式を行列形式で表したものが、数 1 の (6) ~ (12) 式であり、数 1 の (13) の固有方程式を解くことにより共振周波数を求めることができる。固有方程式は、ヤコビ法で数値的に解いた。

固有方程式を解いて求めた共振周波数においては、スピーカ再生装置の音圧が大きくなるため、スピーカ振動板からの音圧が不足する低音域に共振周波数が現れるよう設計することによって、広い音域に亘って良好な音圧特性を得ることができる。

【0013】

【数 1】

内容	数式	番号
系の自由振動の運動方程式	$\begin{cases} m_j \ddot{x}_j + k_0 r_j \sum_{i=1}^N r_i x_i + k_j r_j (r_j x_j - r_{j+N} x_{j+N}) = 0 \\ m_{j+N} \ddot{x}_{j+N} + k_j r_j (r_{j+N} x_{j+N} - r_j x_j) = 0 \end{cases}$	(5)
行列形式で表した系の自由振動の運動方程式	$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{X}} + \mathbf{K}\mathbf{X} = 0$	(6)
(6)式の質量行列M	$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & m_5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & m_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & m_7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & m_8 \end{bmatrix}$	(7)
(6)式の剛性行列K	$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} \\ \mathbf{C} & \mathbf{D} \end{bmatrix}$	(8)
(8)式の剛性行列のA部分	$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} (k_0 + k_1)r_1^2 & k_0 r_1 r_2 & k_0 r_1 r_3 & k_0 r_1 r_4 \\ k_0 r_2 r_1 & (k_0 + k_2)r_2^2 & k_0 r_2 r_3 & k_0 r_2 r_4 \\ k_0 r_3 r_1 & k_0 r_3 r_2 & (k_0 + k_3)r_3^2 & k_0 r_3 r_4 \\ k_0 r_4 r_1 & k_0 r_4 r_2 & k_0 r_4 r_3 & (k_0 + k_4)r_4^2 \end{bmatrix}$	(9)
(8)式の剛性行列のB, C部分	$\mathbf{B} = \mathbf{C} = \begin{bmatrix} -k_1 r_1 r_5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -k_2 r_2 r_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -k_3 r_3 r_7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -k_4 r_4 r_8 \end{bmatrix}$	(10)
(8)式の剛性行列のD部分	$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} k_1 r_5^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & k_2 r_6^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_3 r_7^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & k_4 r_8^2 \end{bmatrix}$	(11)

10

20

30

40

(6)式の変位ベクトル X	$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \end{bmatrix}$	(12)
(6)式の固有方程式	$ K - \omega^2 M = 0$	(13)

10

【0014】

【表1】

定数	数式	説明	参照番号
ダクト内の空気の質量	$m_j = \rho_j a_j l_j$	空気の密度×ダクトの断面積×ダクトの長さ	(1)
空気室の各ダクトに対するばね定数	$k_j^* = \frac{r_j^2 a_0^2 P}{V_j}$	下記の形式的にきめたばね定数にダクトの断面積比の2乗を掛けたもの	(2)
空気室の形式的に決めたばね定数(数式を整理するために導入した定数)	$k_j = \frac{a_0^2 P}{V_j}$	参照面積の2乗×大気圧÷空気室の容積	(3)
ダクトの断面積比	$r_j = \frac{a_j}{a_0}$	ダクトの断面積÷参照面積(振動板の面積)	(4)

20

30

【0015】

上記の数式(7)～(12)においては、副空気室の数を、作例1の場合と同じく4個とした場合のものである。

【0016】

ここで提案した方程式を解くことにより、共振周波数を任意に分散させることができ、結果として、スピーカユニット前面から放射される音圧が低い周波数帯域についても、スピーカキャビネットの固有振動による音圧を負荷することができる。

40

【実施例2】

【0017】

図3は、副空気室を2に簡略化した場合の実施例の構造図である。動作原理は、図2の動作原理図のうち副空気室3、4及び接続するダクト3a、4a、3b、4bを省略して簡略化したものである。

この例においては、背圧分配室0の容積は、1.39リットル、副空気室1、2の容積は、夫々、約1.24リットル、1.56リットルとした。

50

また、ダクト 1 a、2 a、1 b、2 b の断面形状は正方形とし、1 辺の長さ×ダクトの長さは、26 mm×70 mm、26 mm×70 mm、26 mm×104 mm、26 mm×104 mm とした。スピーカ振動板には、直径 60 mm のものを用いた。この結果、ダクトの共振周波数は、218 Hz、151 Hz、85 Hz 及び 46 Hz となった。

実施例 1 に比べてダクトの数が少く、振動の自由度が 4 であるため共振周波数は 4 つとなった。参考例と同様で $N=2$ としたときの支配方程式により、固有振動数を求めることができ、よって共振周波数を求めることができる。

【産業上の利用可能性】

【0018】

10

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図 1】構造図（実施例 1）並列配置空気室型構造スピーカ再生装置の副空気室が 4 つの場合の構造図である。

【図 2】原理図（実施例 1）並列配置空気室型構造スピーカ再生装置の副空気室が 4 つの場合の動作原理図である。

【図 3】構造図（実施例 2）並列配置空気室型構造スピーカ再生装置の副空気室が 2 つの場合の構造図である。

【図 4】参考例の場合の周波数特性

【符号の説明】

20

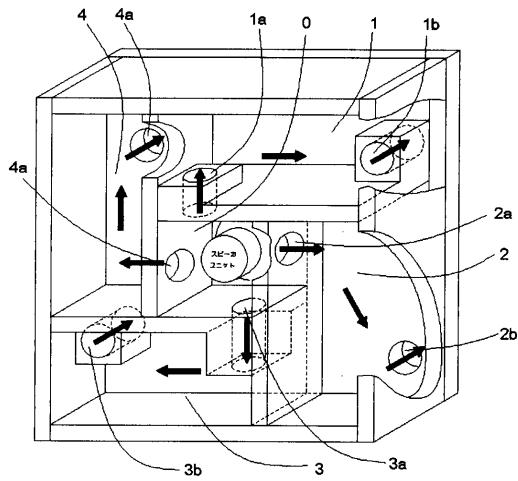
【0020】

- 0 背圧分配室
- 1 副空気室（1）
- 1 a 背圧分配室（0）と副空気室（1）をつなぐダクト
- 1 b 副空気室（1）から大気に音圧を放散するダクト
- 2 a 背圧分配室（0）と副空気室（2）をつなぐダクト
- 2 b 副空気室（2）から大気に音圧を放散するダクト
- 3 a 背圧分配室（0）と副空気室（3）をつなぐダクト
- 3 b 副空気室（3）から大気に音圧を放散するダクト
- 4 a 背圧分配室（0）と副空気室（4）をつなぐダクト
- 4 b 副空気室（4）から大気に音圧を放散するダクト

30

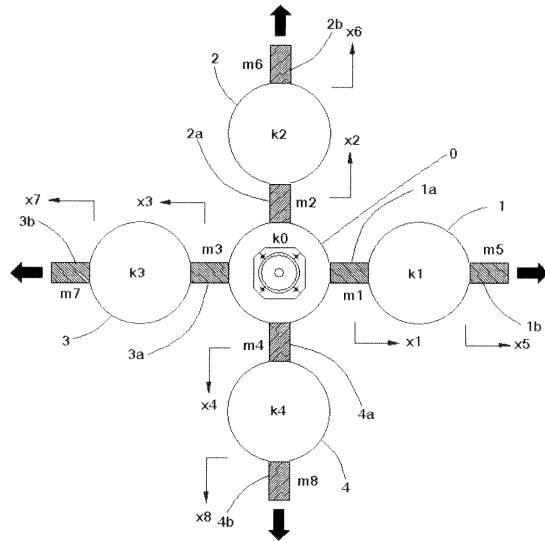
【図 1】

構造図(実施例1)



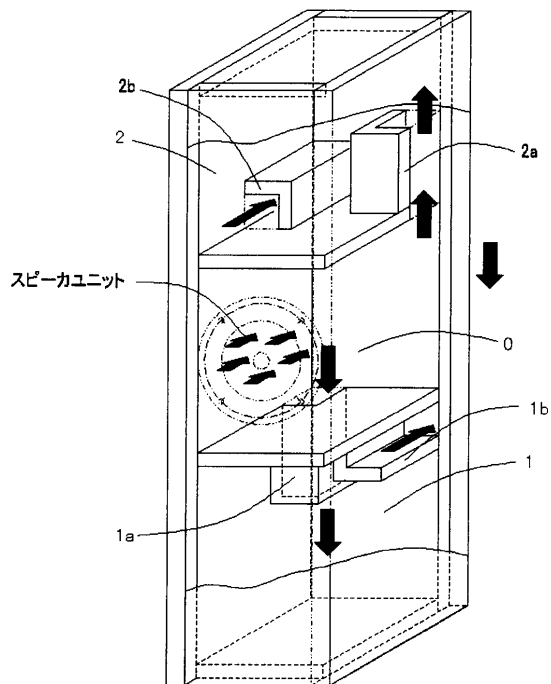
【図 2】

原理図



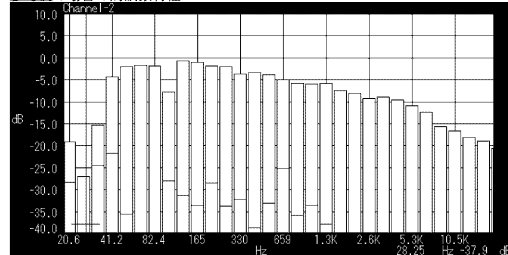
【図 3】

構造図(実施例2)



【図 4】

参考例の場合の周波数特性



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平4-81099 (JP, A)
実開昭60-149295 (JP, U)
実開昭58-13792 (JP, U)
特開平4-235500 (JP, A)
特開平4-35198 (JP, A)
特開平9-200884 (JP, A)
特開2007-166589 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04R 1/28
H04R 1/02