

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-106289

(43) 公開日 平成9年(1997)4月22日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 K	11/178		G 1 0 K 11/16	H
F 0 1 N	1/00		F 0 1 N 1/00	A
	1/20		1/20	
G 0 5 B	13/02		G 0 5 B 13/02	B
				S

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-265573

(22) 出願日 平成7年(1995)10月13日

(71) 出願人 591023479

ダイダン株式会社

大阪府大阪市西区江戸堀1丁目9番25号

(72) 発明者 山下 礼二

埼玉県入間郡三芳町北永井390

ダイダン株式会社技術研究所内

(72) 発明者 伊藤 修一

埼玉県入間郡三芳町北永井390

ダイダン株式会社技術研究所内

(72) 発明者 田中 康信

埼玉県入間郡三芳町北永井390

ダイダン株式会社技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

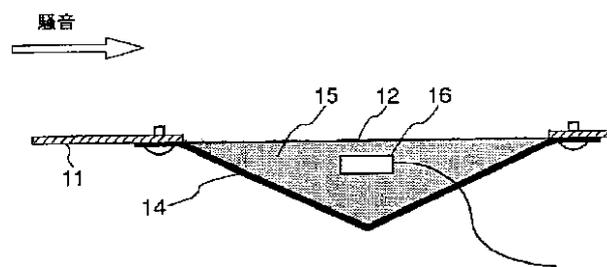
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 能動騒音制御装置

(57) 【要約】

【課題】本発明の課題は、ダクト内気流及びダクト振動の影響を軽減してダクト内騒音を精度良く検出でき、又、ダクト横断面方向に生じる消音用音波よりなる定在波の周波数を高くして大口径ダクトにおいても広い周波数範囲での消音を可能にできる能動騒音制御装置を提供することにある。

【解決手段】本発明は、ダクト11内に伝搬する騒音もしくはダクト11内の消音状況を検知するセンサとして、ダクト11内空間に連通しダクト11内空間の外側に断面形状をダクト11の長さ方向を一辺とする二等辺三角形とする空間を設け、この空間にセンサ16を設置したことを特徴とし、又、消音用スピーカとして、スピーカ671, 672をそれぞれダクト11の対向壁面に向かい合わせに設置し、スピーカ671, 672から同位相同音圧の音波をダクト内に放射してダクト横断面方向に生じる定在波の周波数を高くすることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ダクト内に伝搬する騒音を検知する第1センサと、前記ダクト内の消音状況を検知する第2センサと、前記第1センサ及び第2センサの検知出力により制御されダクト内伝搬騒音に対して逆位相同音圧の音波を音波発生部よりダクト内に放射することによってダクト内伝搬騒音を消音する能動騒音制御装置において、第1センサもしくは第2センサとして、ダクト内空間に連通しダクト内空間の外側に断面形状をダクト長さ方向を一辺とする二等辺三角形とする空間を設け、この空間にセンサを設置したことを特徴とする能動騒音制御装置。

【請求項2】ダクト内に伝搬する騒音を検知する第1センサと、前記ダクト内の消音状況を検知する第2センサと、前記第1センサ及び第2センサの検知出力により制御されダクト内伝搬騒音に対して逆位相同音圧の音波を音波発生部よりダクト内に放射することによってダクト内伝搬騒音を消音する能動騒音制御装置において、音波発生部として、少なくとも一対以上の音波発生部をそれぞれダクト対向壁面に向かい合わせに設置し、相対する音波発生部から同位相同音圧の音波をダクト内に放射してダクト横断面方向に生じる定在波の周波数を高くすることを特徴とする能動騒音制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ダクト内騒音の伝搬通路内において騒音と逆位相同音圧の音波を放射して騒音の消音を行なう能動騒音制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、空調用ダクト内を伝搬する騒音を消音する一つの方法として、ダクト内に内貼りした吸音材によって吸音する方法など、主に受動的な消音方法がとられてきたが、圧力損失や大きさなどの問題点を抱えている。一方、ダクト内伝搬騒音の音波に対して逆位相同音圧の音波を同時にダクト内に放射して、両音波の干渉によって消音を行なう能動的な消音方法の研究が盛んに行なわれている。しかしまだ多くの問題が残っている。

【0003】図16は従来の能動騒音制御システムを示す構成説明図である。即ち、マイクロホンよりなる第1センサ61によってダクト62内を伝搬する騒音の情報をアナログ電気信号として取り込み、さらにマイクロホンアンプの増幅器63を通して増幅する。

【0004】前記増幅器63によって増幅されたアナログ電気信号に対して、まずアナログローパスフィルタ64を通す。その後A/D(アナログ-デジタル)変換器65を通してデジタル電気信号に変換する。

【0005】こうして消音の対象とする低周波数領域の信号のみを含むデジタル電気信号をデジタル演算部66に入力する。また、システムが稼働することによる

ダクト62内の消音の状況が、騒音源からみて消音用スピーカ67より下流側に設置されたマイクロホンよりなる第2センサ68で検知される。この第2センサ68から得られたダクト62内の消音状況の情報であるアナログ電気信号も、第1センサ61から得られたアナログ電気信号と同じように、マイクロホンアンプの増幅器69、アナログ信号処理によるアナログローパスフィルタ70、A/D(アナログ-デジタル)変換器71を通す。

10 【0006】前記第2センサ68からはシステムが稼働することによってどれだけダクト62内伝搬騒音が消音されたかの情報が入力される。デジタル演算部66ではその情報を取り込んでその信号が常にゼロに近づくような最適な係数を適応制御アルゴリズム72に基づいて算出し、消音信号発生フィルタ73のフィルタ係数として第1センサ61からの入力信号に畳み込む演算を行なう。

20 【0007】こうしてデジタル演算部66では様々な係数を第1センサ61からの入力信号に畳み込み演算し、適応制御アルゴリズム72により消音信号発生フィルタ73を逐次更新して消音用デジタル電気信号を作成する。

【0008】この消音用デジタル電気信号をD/A(デジタル-アナログ)変換器74によりアナログ電気信号に変換してアナログ信号処理によるアナログローパスフィルタ75を通して最終的に消音の対象とする低周波数領域の信号のみを含む消音用アナログ電気信号にする。

30 【0009】この消音用アナログ電気信号をパワーアンプの増幅器76により増幅して消音用スピーカ67を駆動し、ダクト62内に消音用音波を放射するのである。こうして様々な信号処理が施され、ダクト62内を伝搬する騒音に対して逆位相同音圧の消音用音波がダクト62内に放射される。放射された消音用音波はダクト62内を伝搬する騒音音波と干渉を起こし打ち消しあって結果、消音効果が得られる。

40 【0010】前記増幅器63、69及びアナログローパスフィルタ64、70及びA/D変換器65、71はA/D変換部77、78を構成し、前記D/A変換器74及びアナログローパスフィルタ75及び増幅器76はD/A変換部79を構成する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ダクト62内の音場を1次元であると仮定すると、ダクト62内伝搬騒音の伝搬方向は+方向(騒音源 下流)と-方向(下流 騒音源)の2方向が考えられる。能動騒音制御システムのコントローラは、第1センサ61から入力された音波が+方向に伝搬する場合の計算を行なうため、-方向からの伝搬騒音(例えば下流側曲りダクトなどからの反射音)が第1センサ61及び第2センサ68

から入力されると正確な制御が行なえない。

【0012】又、図7に示すように、第1センサ61が騒音源からの音波の他に、スピーカ67から放射された音波を検知すると、再度コントローラに入力・増幅され、デジタル演算部66の消音信号発生フィルタ73で処理されてスピーカ67から消音用音波以外の音波として再放射される。これは、制御を悪化させるだけでなく、スピーカ67と第1センサ61の間でハウリング現象につながる。従来はこのハウリング現象を回避するため、コントローラ内のハウリングキャンセルフィルタ80を使って信号処理によってハウリング音をキャンセルしていた。図7において、Aはハウリングキャンセルフィルタ80によるスピーカ67と第1センサ61の間の音響伝達関数である。スピーカ67の出力信号にこのハウリングキャンセルフィルタ80の音響伝達関数を畳み込むことによって、スピーカ67から第1センサ61に回り込む音を予測する。Bにおいて、実際に第1センサ61から入力された信号から予測したスピーカ67から第1センサ61に回り込む音を引き算することによってハウリングを回避する。

【0013】又、ダクト内を伝搬する騒音及びシステム稼働時におけるダクト内の消音状況を検知する手段として用いる2つのセンサ(マイクロホン)はダクト内の高速な気流に暴露されて設置される。ダクト内の気流は風速5m/s~10m/sであり、そのためにセンサの振動部がその高速な気流の影響を受けて反応してしまい雑音信号を発生する。したがって、ダクト内の音響信号を電気信号に変換してシステム内に取り込む際にこの雑音信号も取り込んでしまうことになる。演算部はこの雑音信号を含んだ信号に対して演算処理を行なう。そのため*30

$$\begin{aligned} p(t, x) &= P\{\sin(\omega t - kx + \phi_i) + \sin(\omega t + kx + \phi_r)\} \\ &= 2P \cos(kx - \frac{\phi_i - \phi_r}{2}) \sin(\omega t - \frac{\phi_i + \phi_r}{2}) \end{aligned}$$

ただし、反射は完全反射とし、kは波数、 ω は角周波数、 ϕ_i は位相を表す。ダクト壁面では完全反射するという条件から、 $x = l$ で音圧は2Pとなるため、

$$\begin{aligned} kl - \frac{\phi_i - \phi_r}{2} &= 2n\pi \\ \phi_i - \phi_r &= 2kl - 4n\pi \quad (n = 0, 1, 2, \dots) \end{aligned}$$

したがって、音圧および粒子速度は次式のように表される。

【0019】

$$\begin{aligned} p(t, x) &= 2P \cos k(x - l) \sin(\omega t + \phi_i - kl) \\ u(t, x) &= \frac{2P}{\rho c} \sin k(l - x) \cos(\omega t + \phi_i - kl) \end{aligned}$$

この式に、 $x = 0$ 駆動端での粒子速度は $U_0 \sin$

* 作成された消音用信号も不要な信号を含むので、不要な音まで消音用音波としてダクト内に放射してしまうことになる。特にこの雑音信号は低周波成分を多く含み消音の対象とする低周波数領域と重なるので、消音の精度は非常に悪くなる。

【0014】特に、センサをダクト内に突出して設置するとダクト壁面に凹凸ができ、その部分で気流の乱れが生じセンサが気流の乱れを雑音信号として検知する。そのため精度の高い騒音制御が行なえなかった。

10 【0015】そこで、図4に示すように、単一指向特性を持ったマイクロホンよりなるセンサ16は、気流に暴露しないようにダクト11壁面に設けられたマイクロホン設置部14 内部のマイクロホン設置空間に格納する。この場合、マイクロホン設置部14 の断面形状を長方形にすると、ダクト11壁面とマイクロホン設置部14 内壁面のなす角が大きくなり、ダクト11内伝搬音波がマイクロホン設置空間に侵入する際に空間形状の変化に伴う音響変化である回折現象を起こし、いくら単一指向性マイクロホンのセンサ16を使用してもダクト11内を+方向に伝搬する騒音を正確に検知することができず、騒音制御の精度をあげることができなかつた。

【0016】又、図14は単一の消音用スピーカ67をダクト11の壁面に設置した場合である。ただし、cは音速、lはダクト断面寸法である。即ち、矩形ダクト11の一壁面に単一の消音用スピーカ67を設置し駆動力を与える場合(粒子速度を与える場合)、ダクト11の横断面の音圧分布は次のように表される。

【0017】

【数1】

【0018】

【数2】

tという条件を与えると

【0020】

【数4】

$$\begin{aligned} u(t, 0) &= \frac{2P}{\rho c} \sin kl \cos(\omega t + \phi_i - kl) \\ &= U_0 \sin \omega t \end{aligned}$$

したがって、

50 【0021】

【数 5】

$$P = \frac{\rho c U_0}{2 \sin kl \sin(2n + 1)\frac{\pi}{2}}, \quad \phi_i = kl + (2n + 1)\pi$$

以上より、ダクトの一壁面に単一の消音用スピーカを設置した場合の横断面方向の音圧分布は、

【0022】

【数 6】

$$p(t, x) = \frac{\rho c U_0}{\sin kl} \cos k(x - l) \cos(\omega t + \pi)$$

と表すことができ、ダクト辺の長さ l と波長 λ の関係、および音圧の腹と節の位置は次のようになる。

【0023】 $kl = m$

$l = m \times \lambda / 2$ ($m = \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$)

腹 $k(x - l) = m$, $x = l + m \times \lambda / 2$

節 $k(x - l) = (2m + 1) \times \lambda / 2$, $x = l + (2m + 1) \times \lambda / 4$

ただし、腹、節の場合、 x は0以上 l 以下となるので、 m は $-1, -2, -3 \dots$ だけである。

【0024】図10に、1次、2次、3次の定在波の形とその時の周波数を示す。能動制御によりダクト内伝搬騒音を消音する場合、その消音可能な上限周波数は、ダクト横断面方向に生じる第1定在波の周波数までであり、この周波数はダクト辺の寸法によって決まる。したがって、大型ダクトに能動制御を適用した場合、消音できる騒音が非常に低い帯域に絞られてしまうという問題点があった。

【0025】本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、ダクト内気流及びダクト振動の影響を軽減してダクト内騒音を精度良く検出でき、又、ダクト横断面方向に生じる消音用音波よりなる定在波の周波数を高くして大口径ダクトにおいても広い周波数範囲での消音を可能にできる能動騒音制御装置を提供することにある。

【0026】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の能動騒音制御装置は、ダクト内に伝搬する騒音を検知する第1センサと、前記ダクト内の消音状況を検知する第2センサと、前記第1センサ及び第2センサの検知出力により制御されダクト内伝搬騒音に対して逆位相同音圧の音波を音波発生部よりダクト内に放射することによってダクト内伝搬騒音を消音する能動騒音制御装置において、第1センサもしくは第2センサとして、ダクト内空間に連通しダクト内空間の外側に断面形状をダクト長さ方向を一辺とする二等辺三角形とする空間を設け、この空間にセンサを設置したことを特徴とするものである。

【0027】又、本発明の能動騒音制御装置は、ダクト内に伝搬する騒音を検知する第1センサと、前記ダクト

内の消音状況を検知する第2センサと、前記第1センサ及び第2センサの検知出力により制御されダクト内伝搬騒音に対して逆位相同音圧の音波を音波発生部よりダクト内に放射することによってダクト内伝搬騒音を消音する能動騒音制御装置において、音波発生部として、少なくとも一対以上の音波発生部をそれぞれダクト対向壁面に向かい合わせに設置し、相対する音波発生部から同位相同音圧の音波をダクト内に放射してダクト横断面方向に生じる定在波の周波数を高くすることを特徴とするものである。

【0028】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態例を詳細に説明する。本発明の実施の形態例として図16の能動騒音制御システムに用いられたセンサ装置について説明する。即ち、ダクト62内に伝搬する騒音を検知する第1センサ61と、前記ダクト62内の消音状況を検知する第2センサ68と、前記第1センサ61及び第2センサ68の検知出力をA/D変換部77、78を介してデジタル演算部66に入力し、このデジタル演算部66により制御されダクト62内伝搬騒音に対して逆位相同音圧の音波をダクト62内にスピーカから放射することによってダクト62内伝搬騒音を消音する能動騒音制御装置が用いられる。

【0029】図1は本発明に係るセンサ装置の一例を示す断面図である。即ち、例えば亜鉛鉄板製のダクト11の壁面にはダクト11の長さ方向に長辺を持つ長方形の開口部12が設けられ、この開口部12には例えば鉛板等よりなるマイクロホン設置部14が開口部12を塞ぐように開口部12の長さ方向を一辺とする断面二等辺三角形のマイクロホン設置空間を設けるように取り付けられる。前記マイクロホン設置部14は開口部12の伝搬騒音上流端および伝搬騒音下流端から両端間の中央に傾斜して形成される。前記マイクロホン設置部14内のマイクロホン設置空間には例えばグラスウール等よりなる多孔質材料15が設けられる。この多孔質材料15中には例えば単一指向性マイクロホンよりなるセンサ16が受音面を騒音源方向に向けてマイクロホン設置空間に保持される。

【0030】即ち、ダクト11内の音場を1次元であると仮定すると、ダクト11内伝搬騒音の伝搬方向は+方向(騒音源 下流)と-方向(下流 騒音源)の2方向が考えられる。能動騒音制御システムのコントローラは、センサ16から入力された音波が+方向に伝搬する場合の計算を行なうため、-方向からの伝搬騒音(例えば下流側曲りダクトなどからの反射音)がセンサ16か

10

20

30

40

50

ら入力されると正確な制御が行えない。そこで、図3に示すように、センサ16に騒音源方向からの音波のみを検知するような単一指向特性を持たせることによって、能動騒音制御システムのコントローラの制御の精度を向上させることができる。

【0031】又、図5に示すように、マイクロホン設置部14のマイクロホン設置空間を小さな底角を持つ断面二等辺三角形形状とすることによって、ダクト11内伝搬音波がマイクロホン設置空間内に侵入する際に回折現象を防ぎ単一指向性マイクロホンの単一指向特性を活かせるマイクロホン設置空間を実現することができる。

【0032】又、センサが騒音源からの音波の他に、スピーカから放射された音波を検知すると、再度コントローラに入力・増幅され、デジタル演算部の消音信号発生フィルタで処理されてスピーカから消音用音波以外の音波として再放射される。これは、制御を悪化させるだけでなく、スピーカとセンサの間でハウリング現象につながる。従来はこのハウリング現象を回避するため、コントローラ内のハウリングキャンセルフィルタを使って信号処理によってハウリング音をキャンセルしていた。そこで、図6に示すように、Cにおいて、単一指向性マイクロホンのセンサ16を騒音源方向に向けて設置することによって、スピーカ67の放射音を検知せず、ハウリングを回避することができる。すなわち、センサ16に単一の指向特性を持たせ、スピーカ67の放射音を検知しないようにしたことによって、コントローラ内のハウリングキャンセルフィルタを割愛することが可能である。

【0033】又、ダクト11内の気流速度は5 m/sから10 m/sと速く、ダクト11内を伝搬する騒音の情報やダクト11内の消音状況を検知するマイクロホンよりなるセンサ16がその気流に反応する。反応すると不要な雑音信号を発生することになり、消音に悪影響を及ぼす。そこで、マイクロホンよりなるセンサ16を設置するダクト11壁面の開口部12に、多孔質材料15をマイクロホン設置部14で保持し、この多孔質材料15中にマイクロホンよりなるセンサ16を保持する。多孔質材料15としてグラスウールを用いると、気流にとって抵抗となりダクト11内の空気流をマイクロホンよりなるセンサ16に直接あてず、センサ16がダクト11内の気流から受ける影響は小さくなる。また、グラスウールは中域から高域の周波数領域の音は吸音するが低周波数領域の音はほとんど吸音せず透過するので、消音の対象とする低周波数領域の音は変化を受けることなくほとんど減衰せずにマイクロホンよりなるセンサ16に到達する。なお、前記多孔質材料15はダクト11の壁面と同一面上に設定することができるので、ダクト11の

壁面の凹凸がなくなり滑らかとなり、ダクト11内の気流の乱れを防ぐことができる。また多孔質材料15はダクト11の振動を吸収する。したがって、センサ16はダクト11内を伝搬する騒音の情報及びダクト11内の消音状況を正確にシステム内に取り込むことができる。すなわち、センサ16は高速な気流による雑音信号の発生を防ぎ、かつダクト11の振動を吸収するから、不要な音を含まない消音音波を発生することができ、精度の高い騒音制御を行なうことができる。

10 【0034】尚、図2に示すように、例えば石膏ボード製の厚みのあるパネルダクト11を用いるようにしてもよく、この場合にはパネルダクト11に開口部12を設け、マイクロホン設置部14を開口部12内に突出するようにパネルダクト11の内面側に設け、パネルダクト11の外側面に蓋状のプロテクタ13を設けてもよい。15は断面二等辺三角形形状のマイクロホン設置空間に設けた多孔質材料であり、16はセンサである。この場合にも、上記実施例と同様の効果がある。

20 【0035】図8は本発明に係るスピーカ装置の一例を示す断面図である。即ち、一对の消音用スピーカ671, 672はそれぞれダクト11の対向壁面に向かい合わせに設置され、このスピーカ671, 672は図9に示すように、コントローラ80に接続され、このコントローラ80には第1センサ61及び第2センサ68が接続される。前記コントローラ80は図16に示すように、デジタル演算部66及びA/D変換部77, 78及びD/A変換部79より構成され、前記デジタル演算部66は適応制御アルゴリズム72及び消音信号発生フィルタ73より構成され、前記A/D変換部77は増幅器63及びアナログローパスフィルタ64及びA/D変換器65より構成され、前記A/D変換部78は増幅器69及びアナログローパスフィルタ70及びA/D変換器71より構成され、前記D/A変換部79はD/A変換器74及びアナログローパスフィルタ75及び増幅器76より構成される。

30 【0036】すなわち、相対するスピーカ671, 672から同位相同音圧の音波をダクト11内に放射してダクト11の横断面方向に生じる第1次定在波の周波数を2倍にする。

40 【0037】図15は一对の消音用スピーカ671, 672をそれぞれ相対向するダクト11の壁面に設置した場合である。即ち、矩形ダクト11の相対向する壁面に一对の消音用スピーカ671, 672を設置し、同相の駆動力を与える場合(粒子速度を与える場合)、ダクト断面の音圧分布は次のように表される。

【0038】

【数7】

$$\begin{aligned}
 p(t, x) &= P \left\{ \sin(\omega t - kx + \phi_i) + \sin(\omega t + kx + \phi_r) \right. \\
 &\quad \left. + \sin(\omega t + k(x-l) + \phi_i) + \sin(\omega t - k(x-l) + \phi_r) \right\} \\
 &= 4P \cos\left(k\frac{l}{2} - \frac{\phi_i - \phi_r}{2}\right) \cos(k(x-l) + \frac{\phi_i - \phi_r}{2}) \sin\left(\omega t + \frac{\phi_i + \phi_r}{2}\right)
 \end{aligned}$$

この式より、定在波の腹と節は次のように決まる。

【0039】

【数8】

$$\text{腹 } x = \frac{l}{2} \pm m \frac{\lambda}{2} \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

$$\text{節 } x = \frac{l}{2} \pm (2m + 1) \frac{\lambda}{4} \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

また、両端の駆動点付近で音圧が最大になる（駆動点では、「粒子速度0」とならないため「音圧最大」とはならない）ことから、定在波の形状およびその時の周波数はおおよそ図11のようになる。

【0040】また距離1だけ離れた一対の消音用スピーカ671, 672は、周波数 $c/2l \times m$ ($m = 1, 2, \dots$)において、図12に示すような特殊な放射指向性を持つ。単一音源の場合、ダクト横断面方向に1次定在波を生じる周波数 $c/2l$ における指向特性をみると、ダクト横断面方向には音波を放射せず、ダクトの縦断面（ダクトの長さ方向）にのみ放射することが分かる。（図13参照）ダクト横断面方向に音波を放射するのは、周波数 c/l の時、この周波数で初めてダクト横断面方向の定在波が生じる。

【0041】以上の理論から、一対以上の同位相2重音源を対向するダクト壁面に向かい合わせに設置することによってダクト横断面方向に定在波を生じる周波数を高くすることができ、能動制御によって消音できる周波数範囲を広げることができる。

【0042】以上のように、一対あるいはそれ以上の同位相2重音源を、ダクト対向壁面に向かい合わせに設置することにより、ダクト横断面方向に生じる第1次定在波の周波数を2倍にすることができ、大口径ダクトにおいても広い周波数範囲での消音が可能となった。

【0043】また、音波発生部の音源を2つ、あるいは4つにすることによって、1つの音源が出力する制御音が減少するので、1つのスピーカにかかる負担が小さくなる。また、大きな伝搬騒音にも対処できるようになる。

【0044】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、ダクト内気流及びダクト振動の影響を軽減して精度の高い騒音制御を行うことができ、且つセンサとスピーカ間のハウリングキャンセルフィルタを不要にでき、又、相対する音波発生部から同位相同音圧の音波をダクト内に放射してダクト横断面方向に生じる定在波の周波数を高くし

て大口径ダクトにおいても広い周波数範囲での消音を可能にできる能動騒音制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の実施形態例であるセンサ装置の一例を示す断面図である。

【図2】本発明の実施形態例であるセンサ装置の他の例を示す断面図である。

【図3】本発明に係るセンサの単一の指向特性の一例を示す特性図である。

【図4】本発明と比較するセンサ装置を示す断面図である。

【図5】本発明に係るセンサ装置の一例を示す断面図である。

20 【図6】本発明に係る能動騒音制御システムの動作の一例を示す構成説明図である。

【図7】従来の能動騒音制御システムの動作の一例を示す構成説明図である。

【図8】本発明の実施形態例であるスピーカ装置の一例を示す斜視図である。

【図9】本発明の実施形態例であるスピーカ装置の一例を示すブロック図である。

【図10】従来の単一音源の場合のダクト横断面定在波を示す説明図である。

30 【図11】本発明に係る同位相2重音源の場合のダクト横断面定在波の一例を示す説明図である。

【図12】本発明に係る同位相2重音源の場合の放射指向特性の一例を示す特性図である。

【図13】ダクト内における同位相2重音源の $c/2l$ [Hz]の放射指向特性の一例を示す特性図である。

【図14】従来の単一音源をダクト一壁面に設置した場合の数式を導くための説明図である。

【図15】本発明に係る同位相2重音源をそれぞれ相対向するダクト壁面に設置した場合の数式を導くための説明図である。

40 【図16】能動騒音制御システムの一例を示す構成説明図である。

【符号の説明】

11...ダクト、12...開口部、13...外囲器、14...ホルダ、15...多孔質材料、16...センサ、61...第1センサ、62...ダクト、63...増幅器、64...アナログローパスフィルタ、65...A/D（アナログ-デジタル）変換器、66...デジタル演算部、67...消音用スピーカ、68...第2センサ、69...増幅器、70...アナログローパスフィルタ、71...A/D（アナログ-ディ

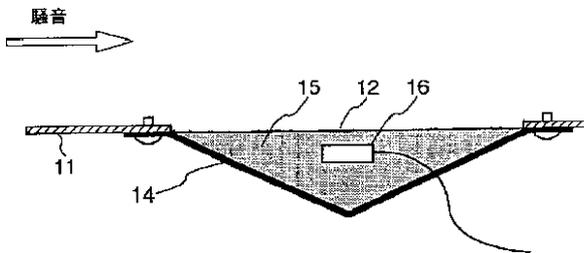
11

12

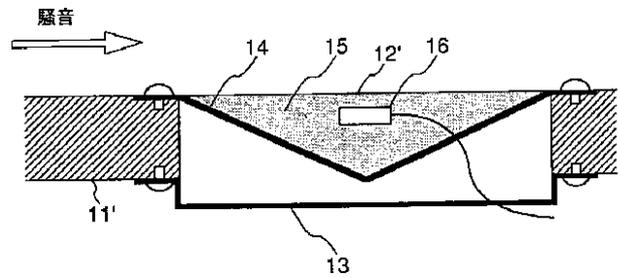
デジタル)変換器、72...適応制御アルゴリズム、73...
 消音信号発生フィルタ、74...D/A(デジタル-ア
 ナログ)変換器、75...アナログローパスフィルタ、7*

*6...増幅器、77,78...A/D変換部、79...D/A
 変換部、80...ハウリングキャンセルフィルタ。

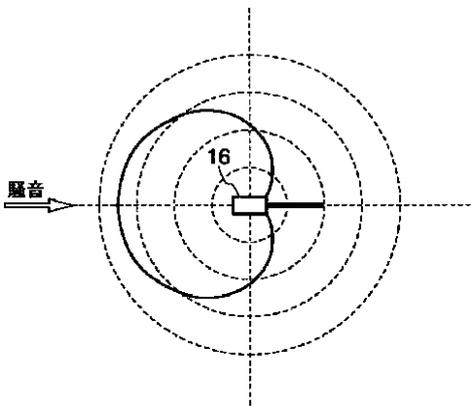
【図1】



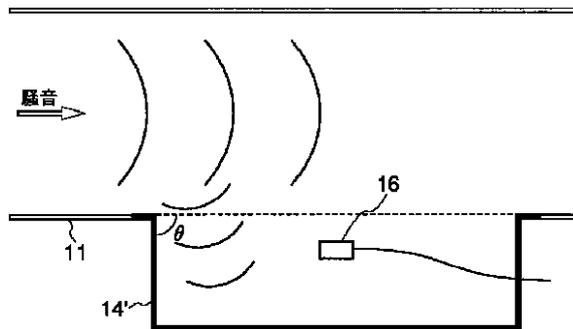
【図2】



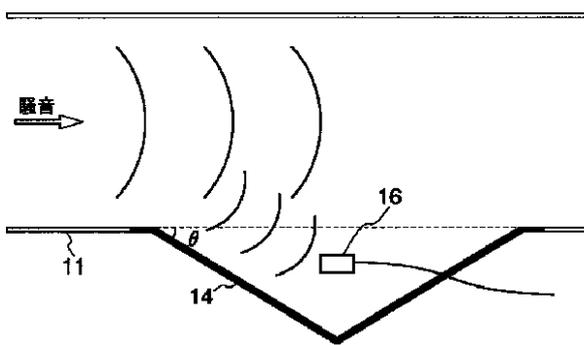
【図3】



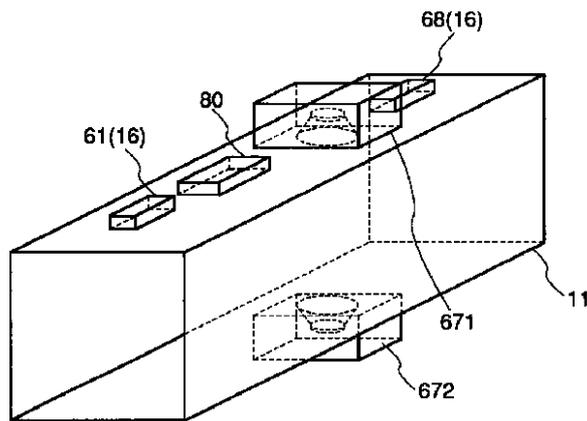
【図4】



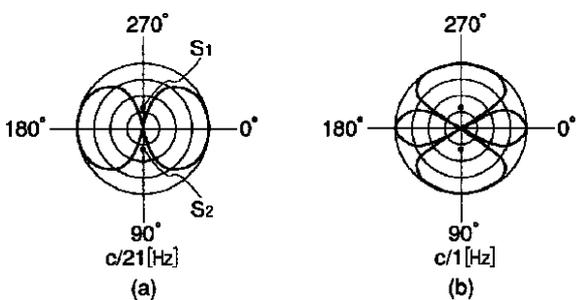
【図5】



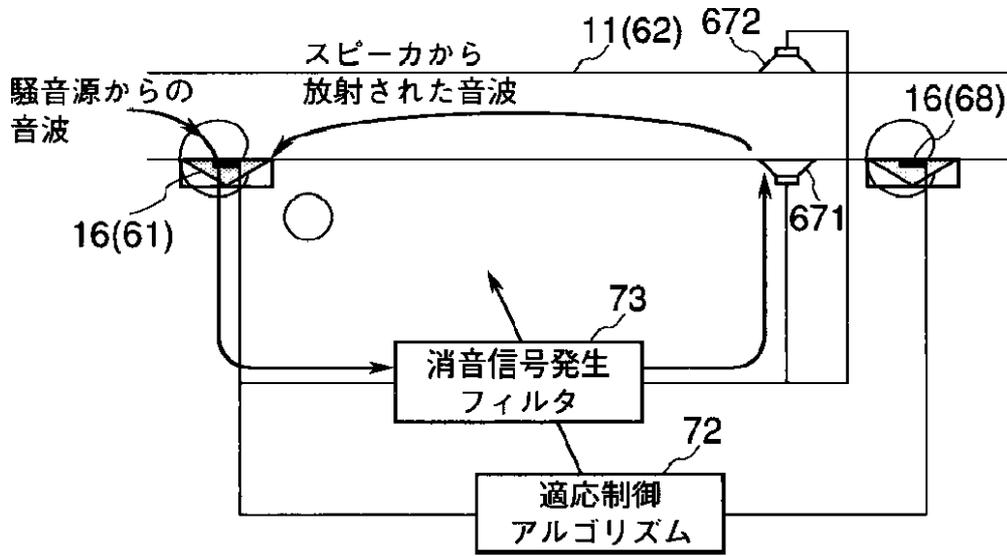
【図8】



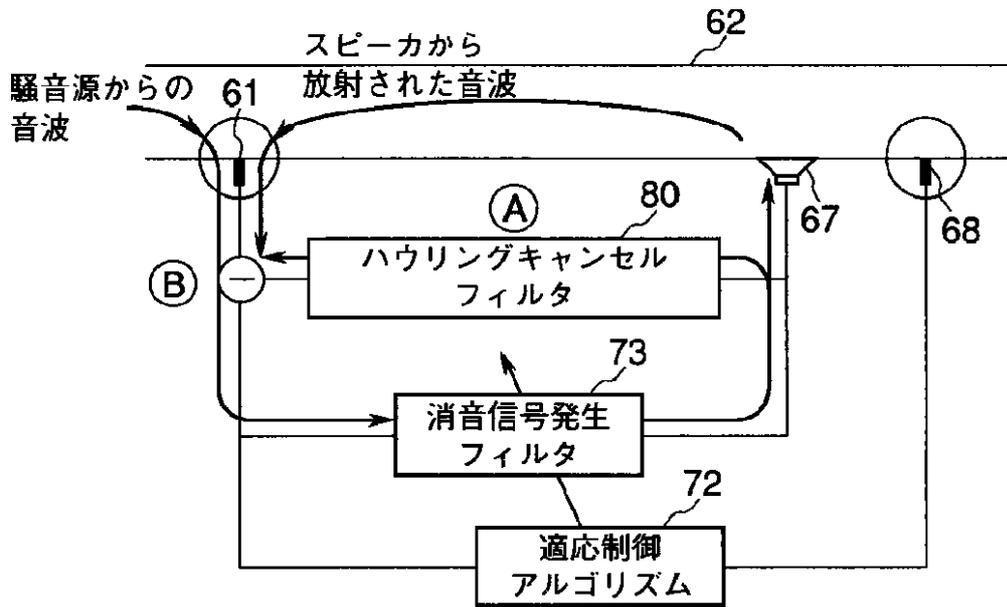
【図12】



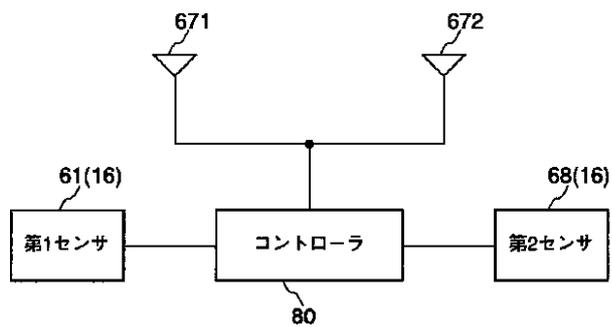
【図6】



【図7】



【図9】



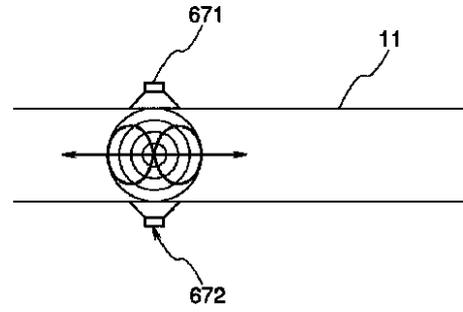
【図10】

次数	1次	2次	3次
定在波の形状			
周波数	$c/2l$	$2 \times c/2l$	$3 \times c/2l$

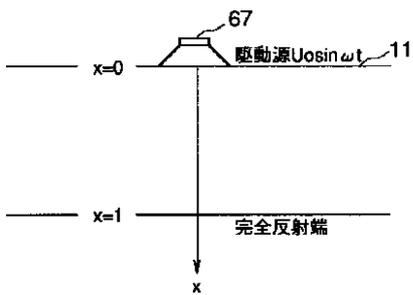
【図11】

次数	1次	2次	3次
定在波の形状			
周波数	$2 \times c/2l$	$4 \times c/2l$	$6 \times c/2l$

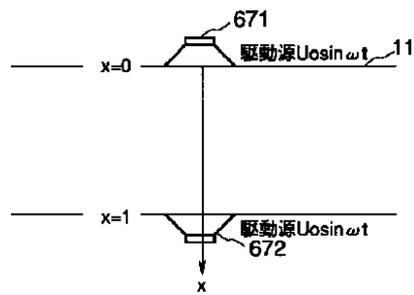
【図13】



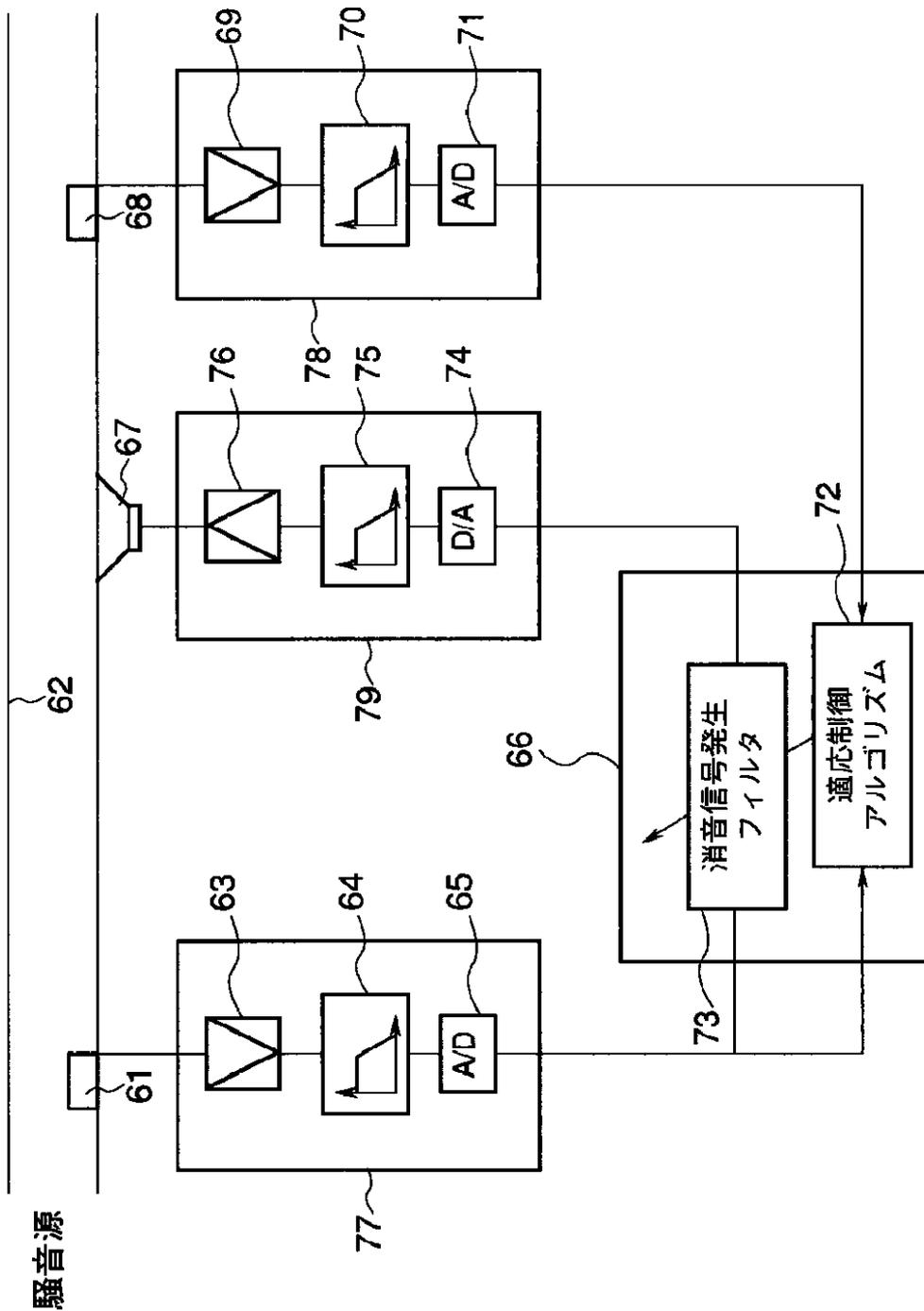
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
G10K 11/16

識別記号 庁内整理番号

F I
G10K 11/16

技術表示箇所

B

(72) 発明者 青木 雅夫
兵庫県神戸市西区伊川谷町有瀬31の1の
206 青木応用音響有限会社内