

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4513810号  
(P4513810)

(45) 発行日 平成22年7月28日(2010.7.28)

(24) 登録日 平成22年5月21日(2010.5.21)

(51) Int.Cl.		F I		
<b>B 6 O R</b> 11/02	<b>(2006.01)</b>	B 6 O R	11/02	B
<b>G 1 O K</b> 11/178	<b>(2006.01)</b>	G 1 O K	11/16	H

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2006-544762 (P2006-544762)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成18年7月21日(2006.7.21)		パナソニック株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2006/314450		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02007/011010	(74) 代理人	100109667
(87) 国際公開日	平成19年1月25日(2007.1.25)		弁理士 内藤 浩樹
審査請求日	平成18年11月28日(2006.11.28)	(74) 代理人	100109151
(31) 優先権主張番号	特願2005-210921 (P2005-210921)		弁理士 永野 大介
(32) 優先日	平成17年7月21日(2005.7.21)	(74) 代理人	100120156
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 藤井 兼太郎
		(72) 発明者	大西 将秀
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニクス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 能動騒音低減装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

騒音の周波数に同期した余弦波信号を発生する余弦波発生器と、  
 前記騒音の周波数に同期した正弦波信号を発生する正弦波発生器と、  
 前記余弦波発生器からの出力信号である参照余弦波信号が入力される第1の1タップ適応フィルタと、  
 前記正弦波発生器からの出力信号である参照正弦波信号が入力される第2の1タップ適応フィルタと、  
 前記第1の1タップ適応フィルタからの出力信号と前記第2の1タップ適応フィルタからの出力信号を加算する加算器と、  
 前記加算器からの出力信号を2次騒音として発生させる複数個の2次騒音発生部と、  
 前記加算器と前記複数個の2次騒音発生部との間に設けられ、前記複数個の2次騒音発生部を択一的に切り替える切り替え部と、  
 前記切り替え部によって選択された前記2次騒音発生部からの2次騒音と前記騒音との干渉による残留信号を検出する残留信号検出部と、  
 前記複数個の2次騒音発生部から前記残留信号検出部までの間の伝達特性を模擬した複数の補正值を有し、前記参照余弦波信号及び前記参照正弦波信号が入力され、前記切り替え部によって選択された前記2次騒音発生部から前記残留信号検出部までの間の補正值で補正した模擬余弦波信号及び模擬正弦波信号を出力する模擬信号発生部と、  
 前記残留信号検出部からの出力信号と前記模擬信号発生部からの出力信号で前記残留信号

10

20

検出部の位置での前記騒音が最小となるように前記第1の1タップ適応フィルタ及び前記第2の1タップ適応フィルタのフィルタ係数を更新する係数更新部とを備え、  
前記切り替え部は、前記2次騒音発生部の切り替え時、前記係数更新部による前記第1の1タップフィルタ適応フィルタ及び前記第2の1タップ適応フィルタのフィルタ係数更新を停止させ、前記加算器からの出力信号に値が1から0まで段階的に減少する係数を乗算し、前記係数が0に至った後に前記係数更新部による適応フィルタのフィルタ係数更新を開始して切り替え信号を送出することを特徴とする能動騒音低減装置。

【請求項2】

騒音の周波数に同期した余弦波信号を発生する余弦波発生器と、  
前記騒音の周波数に同期した正弦波信号を発生する正弦波発生器と、 10  
前記余弦波発生器からの出力信号である参照余弦波信号が入力される第1の1タップ適応フィルタと、  
前記正弦波発生器からの出力信号である参照正弦波信号が入力される第2の1タップ適応フィルタと、  
前記第1の1タップ適応フィルタからの出力信号と前記第2の1タップ適応フィルタからの出力信号を加算する加算器と、  
前記加算器からの出力信号を2次騒音として発生させる複数個の2次騒音発生部と、  
前記加算器と前記複数個の2次騒音発生部との間に設けられ、前記騒音の周波数に応じて前記複数個の2次騒音発生部を択一的に切り替える切り替え部と、  
前記切り替え部によって選択された前記2次騒音発生部からの2次騒音と前記騒音との干渉による残留信号を検出する残留信号検出部と、 20  
前記複数個の2次騒音発生部から前記残留信号検出部までの間の伝達特性を模擬した複数の補正值を有し、前記参照余弦波信号及び前記参照正弦波信号が入力され、前記切り替え部によって選択された前記2次騒音発生部から前記残留信号検出部までの間の補正值で補正した模擬余弦波信号及び模擬正弦波信号を出力する模擬信号発生部と、  
前記残留信号検出部からの出力信号と前記模擬信号発生部からの出力信号で前記残留信号検出部の位置での前記騒音が最小となるように前記第1の1タップ適応フィルタ及び前記第2の1タップ適応フィルタのフィルタ係数を更新する係数更新部とを備え、  
前記切り替え部は、前記騒音の周波数が変化すると共に、前記複数個の2次騒音発生部から前記残留信号検出部までの伝達特性を模擬した複数の補正值のうちの現在の周波数での利得特性の値を比較し、前記値が最大となる2次騒音発生部を選択し、 30  
さらに前記切り替え部は、前記値が最大となる2次騒音発生部から前記残留信号検出部までの伝達特性を模擬した補正值のうちの現在の周波数での利得特性の値と、現在より以前に選択され既に動作中である2次騒音発生部から前記残留信号検出部までの伝達特性を模擬した補正值のうちの現在の周波数での利得特性の値との差分の絶対値が、所定値以上の場合にのみ切り替え信号を送出することを特徴とする能動騒音低減装置。

【請求項3】

騒音の周波数に同期した余弦波信号を発生する余弦波発生器と、  
前記騒音の周波数に同期した正弦波信号を発生する正弦波発生器と、  
前記余弦波発生器からの出力信号である参照余弦波信号が入力される第1の1タップ適応フィルタと、 40  
前記正弦波発生器からの出力信号である参照正弦波信号が入力される第2の1タップ適応フィルタと、  
前記第1の1タップ適応フィルタからの出力信号と前記第2の1タップ適応フィルタからの出力信号を加算する加算器と、  
前記加算器からの出力信号を2次騒音として発生させる複数個の2次騒音発生部と、  
前記加算器と前記複数個の2次騒音発生部との間に設けられ、前記騒音の周波数に応じて前記複数個の2次騒音発生部を択一的に切り替える切り替え部と、  
前記切り替え部によって選択された前記2次騒音発生部からの2次騒音と前記騒音との干渉による残留信号を検出する残留信号検出部と、 50

前記複数個の2次騒音発生部から前記残留信号検出部までの間の伝達特性を模擬した複数の補正値を有し、前記参照余弦波信号及び前記参照正弦波信号が入力され、前記切り替え部によって選択された前記2次騒音発生部から前記残留信号検出部までの間の補正値で補正した模擬余弦波信号及び模擬正弦波信号を出力する模擬信号発生部と、  
 前記残留信号検出部からの出力信号と前記模擬信号発生部からの出力信号で前記残留信号検出部の位置での前記騒音が最小となるように前記第1の1タップ適応フィルタ及び前記第2の1タップ適応フィルタのフィルタ係数を更新する係数更新部とを備え、  
 前記切り替え部は、前記騒音の周波数が変化すると共に、前記複数個の2次騒音発生部から前記残留信号検出部までの伝達特性を模擬した複数の補正値のうちの現在の周波数での利得特性の値を比較し、前記値が最大となる2次騒音発生部を選択し、  
 さらに前記切り替え部は、前記値が最大となる2次騒音発生部から前記残留信号検出部までの伝達特性を模擬した補正値のうちの現在の周波数での利得特性の値と、前記補正値を有する現在の周波数より低くかつ現在の周波数に最も近い周波数での利得特性の値との差の絶対値及び前記補正値を有する現在の周波数より高くかつ現在の周波数に最も近い周波数での利得特性の値との差の絶対値のうち、少なくともどちらか一方が所定値以上である場合は前記選択された2次騒音発生部を除外して再度新たな2次騒音発生部を選択することを特徴とする能動騒音低減装置。

10

【請求項4】

前記切り替え部は、択一的に2次騒音発生部を選択することができない場合は、何れの2次騒音発生部も選択せず、能動騒音低減のための動作を行わないことを特徴とする請求項3に記載の能動騒音低減装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はエンジン回転に伴って車室内に発生する不快なエンジンこもり音に対し、逆位相かつ等振幅の信号を干渉させることで、このエンジンこもり音を低減する能動騒音低減装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の能動騒音低減装置として、特に車載用途向けにエンジン回転に伴って車室内に発生する不快なエンジンこもり音を低減させるために、適応ノッチフィルタを利用した適応フィードフォワード制御を行う方法が知られている。この従来の能動騒音低減装置においては、車室内に固定して配置されたマイクロフォンを含んだ残留信号検出部と、同じく車室内に固定して配置されたスピーカを含んだ2次騒音発生部を使用しており、残留信号検出部の位置における課題となる騒音を低減するために、常に同じ場所に配置されている2次騒音発生部との組み合わせで騒音低減制御を行っていた。

30

【0003】

なお、この出願の発明に関連する先行技術文献情報としては、例えば、特開2000-99037号公報が知られている。

【0004】

しかしながら、狭い車室内環境下では、スピーカを含んだ2次騒音発生部からマイクロフォンを含んだ残留信号検出部までの間の伝達利得特性において深いディップや急激なピークを生じる場合がある。これらは車室空間での音波干渉や反射に起因するもので、車室内に配置される残留信号検出部と2次騒音発生部の場所に限らず発生する。上記従来技術に係る能動騒音低減装置では、残留信号検出部の位置における課題となる騒音を低減するために、常に同じ場所に配置されている2次騒音発生部を用いて騒音低減制御を行っている。そのため、騒音低減制御を行いたい周波数帯域内において、2次騒音発生部から残留信号検出部までの間の伝達利得特性にディップやピークを生じてしまう可能性が非常に大きい。伝達利得特性にディップやピークが発生している周波数帯域では、伝達位相特性も急峻に変化するとともに、その発生周波数自体のばらつきも大きい。従って、このような

40

50

周波数で騒音低減制御を行う場合、適応フィルタの動作が不安定になりやすく理想的な騒音低減効果が得られない。また、最悪の場合には適応フィルタが発散状態に陥ってしまい、異常音を発生させてしまう。さらに、このような周波数では2次騒音発生部から放射された2次騒音が残留信号検出部まで到達しにくいいため、能動騒音低減装置の出力が増大し、2次騒音発生部から歪音が発生してしまう。

【発明の開示】

【0005】

本発明は、上記従来課題を解決するもので、騒音低減制御を行う周波数において、スピーカを含んだ2次騒音発生部からマイクロフォンを含んだ残留信号検出部までの間の伝達利得特性にディップやピークを生じている場合でも、安定的な動作ができるとともに、  
10 発散による異常音や過大出力による歪音の発生を抑制して理想的な騒音低減効果が得られる能動騒音低減装置を提供する。

【0006】

上記課題を解決するために本発明は、騒音の周波数に同期した余弦波信号を発生する余弦波発生器と、騒音の周波数に同期した正弦波信号を発生する正弦波発生器と、余弦波発生器からの出力信号である参照余弦波信号が入力される第1の1タップ適応フィルタと、正弦波発生器からの出力信号である参照正弦波信号が入力される第2の1タップ適応フィルタと、第1の1タップ適応フィルタからの出力信号と第2の1タップ適応フィルタからの出力信号を加算する加算器と、加算器からの出力信号を2次騒音として発生させる複数個の2次騒音発生部と、加算器と複数個の2次騒音発生部との間に設けられ、複数個の2  
20 次騒音発生部を択一的に切り替える切り替え部と、切り替え部によって選択された2次騒音発生部からの2次騒音と騒音との干渉による残留信号を検出する残留信号検出部と、複数個の2次騒音発生部から残留信号検出部までの間の伝達特性を模擬した複数の補正値を有し、参照余弦波信号及び参照正弦波信号が入力され、切り替え部によって選択された2次騒音発生部から残留信号検出部までの間の補正値で補正した模擬余弦波信号及び模擬正弦波信号を出力する模擬信号発生部と、残留信号検出部からの出力信号と模擬信号発生部からの出力信号で残留信号検出部の位置での騒音が最小となるように第1の1タップ適応フィルタ及び第2の1タップ適応フィルタのフィルタ係数を更新する係数更新部とを備え、  
30 この切り替え部は、2次騒音発生部の切り替え時、係数更新部による第1の1タップフィルタ適応フィルタ及び第2の1タップ適応フィルタのフィルタ係数更新を停止させ、加算器からの出力信号に値が1から0まで段階的に減少する係数を乗算し、係数が0に至った後に係数更新部による適応フィルタのフィルタ係数更新を開始して切り替え信号を送出するものである。

【0007】

このような構成により、騒音低減制御を行う周波数において、スピーカを含んだ2次騒音発生部からマイクロフォンを含んだ残留信号検出部までの間の伝達利得特性にディップやピークを生じている場合でも、安定的な動作ができるとともに、発散による異常音や過大出力による歪音の発生を抑制して理想的な騒音低減効果が得られる能動騒音低減装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明し、本発明の理解に供する。本発明を例えば自動車等の車両に搭載し、エンジンの振動に起因して車室内に発生した不快な騒音を低減させる場合について説明する。

【0009】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における能動騒音低減装置の構成を示すブロック図である。図1において、エンジン1は騒音を発生させる騒音源である。そして、デジタル信号処理装置やマイクロコンピュータ等の離散信号処理装置27がソフトウェア処理することにより、この騒音を打ち消す信号を生成させて騒音低減制御を行う。  
50

## 【 0 0 1 0 】

この能動騒音低減装置は、エンジン 1 の回転数に同期した顕著な周期性を有する騒音を低減するように動作する。低減される騒音はエンジン 1 の回転によって発生した加振力が車体を伝播することで発生する騒音と同種のものである。例えば、4 サイクル 4 気筒エンジンであれば、エンジン回転数の 2 倍の周波数を有する回転 2 次成分と称される騒音が制御の対象となる。この制御の対象となる騒音は、エンジンクランク 1 / 2 回転ごとに発生するガス燃焼によりトルクが変動することで生じる。すなわち、エンジンを発生源とした加振振動が車室内に騒音を出す。この騒音はこもり感が強く、乗員が非常に不快に感じるものである。

## 【 0 0 1 1 】

エンジン 1 の回転に同期した電気信号であるエンジンパルスは、波形整形器 2 に入力され、重畳しているノイズ等が除去されるとともに波形整形される。このエンジンパルスとしては、上死点センサの出力信号やタコパルスを利用することが考えられる。タコパルスを利用する場合、タコパルスはタコメータの入力信号等として既に車両側に具備されている場合が多く、特別な装置を別に設置する必要はないため、コストの上昇を抑えることができる。

## 【 0 0 1 2 】

波形整形器 2 の出力信号は周波数算出部 3 3、及び余弦波発生器 3 と正弦波発生器 4 に加えられる。周波数算出部 3 3 では、エンジン 1 の回転数情報から消音すべきノッチ周波数（以下、「ノッチ周波数」と記す）を算出する。そして、余弦波発生器 3 及び正弦波発生器 4 は、この得られたノッチ周波数に同期した参照信号としての余弦波と正弦波を発生させる。

## 【 0 0 1 3 】

余弦波発生器 3 の出力信号である参照余弦波信号は、適応ノッチフィルタ 5 のうち、第 1 の 1 タップ適応フィルタ 6 のフィルタ係数  $W_0$  と乗算される。同じく、正弦波発生器 4 の出力信号である参照正弦波信号は、適応ノッチフィルタ 5 のうち、第 2 の 1 タップ適応フィルタ 7 のフィルタ係数  $W_1$  と乗算される。そして、第 1 の 1 タップ適応フィルタ 6 の出力信号と第 2 の 1 タップ適応フィルタ 7 の出力信号は、加算器 8 で加算される。

## 【 0 0 1 4 】

第 1 の電力増幅器 2 8 と第 1 のスピーカ 3 0、及び第 2 の電力増幅器 2 9 と第 2 のスピーカ 3 1 は、適応ノッチフィルタ 5 の出力信号である加算器 8 からの出力信号を騒音を打ち消すための 2 次騒音として車室内に放射させるための 2 次騒音発生部である。ここで、第 1 のスピーカ 3 0 及び第 2 のスピーカ 3 1 は車室内に場所が固定して配置されている。ここでは、第 1 のスピーカ 3 0 としてはオーディオ信号再生用に予め車両に具備されているフロントドアスピーカを使用し、第 2 のスピーカ 3 1 としては同じくオーディオ信号再生用に予め車両に具備されているリアトレイスピーカを使用するものとする。

## 【 0 0 1 5 】

従来の一般的な能動騒音低減装置は、背景技術で述べたように、2 次騒音を発生させるためのスピーカは常に同じ場所に配置されているものを使用する。従って、常に第 1 のスピーカ 3 0 及び第 2 のスピーカ 3 1 の何れか一方を使用して騒音低減制御を行う。以下、2 次騒音を発生させるためのスピーカとして常に第 1 のスピーカ 3 0 を使用する場合について、説明する。

## 【 0 0 1 6 】

第 1 のスピーカ 3 0 より放射された 2 次騒音と課題となる騒音との干渉により消音しきれなかった騒音制御部の残留信号は、残留信号検出部としてのマイクロフォン 3 2 により検出され、誤差信号  $e(n)$  として適応ノッチフィルタ 5 のフィルタ係数  $W_0$  及び  $W_1$  を更新するための適応制御アルゴリズムに使用される。ここで、 $n$  は自然数で、アルゴリズムの繰り返し数を示す。

## 【 0 0 1 7 】

ノッチ周波数における第 1 の電力増幅器 2 8 からマイクロフォン 3 2 までの伝達特性を

10

20

30

40

50

模擬する模擬信号発生部は、第1の補正值としての伝達要素12, 13, 14, 15と加算器16, 17とから構成される。まず、伝達要素12に参照余弦波信号を入力し、同じく伝達要素13に参照正弦波信号を入力する。次に、伝達要素12と伝達要素13の出力信号を加算器16にて加算して第1の模擬余弦波信号 $r_0(n)$ を発生させる。この第1の模擬余弦波信号 $r_0(n)$ は、適応制御アルゴリズム演算器25に入力され、第1の1タップ適応フィルタ6のフィルタ係数 $W_0$ を更新するための適応制御アルゴリズムに使用される。

【0018】

同様に、伝達要素14に参照正弦波信号を入力し、同じく伝達要素15に参照余弦波信号を入力する。次に、伝達要素14と伝達要素15の出力信号を加算器17にて加算して第1の模擬正弦波信号 $r_1(n)$ を発生させる。この第1の模擬正弦波信号 $r_1(n)$ は、適応制御アルゴリズム演算器26に入力され、第2の1タップ適応フィルタ7のフィルタ係数 $W_1$ を更新するための適応制御アルゴリズムに使用される。

10

【0019】

一般的には、適応制御アルゴリズムとして、最急降下法の一様である最小二乗法(LMS (Least Mean Square))アルゴリズムに基づいて適応ノッチフィルタ5のフィルタ係数 $W_0$ 及び $W_1$ を更新する。この時、適応ノッチフィルタ5のフィルタ係数 $W_0(n+1)$ 及び $W_1(n+1)$ は次式で求められる。

【0020】

$$W_0(n+1) = W_0(n) - \mu \cdot e(n) \cdot r_0(n) \dots \dots (1)$$

$$W_1(n+1) = W_1(n) - \mu \cdot e(n) \cdot r_1(n) \dots \dots (2)$$

但し、 $\mu$ はステップサイズパラメータである。

20

【0021】

このようにして、再帰的に適応ノッチフィルタ5のフィルタ係数 $W_0(n+1)$ 及び $W_1(n+1)$ は誤差信号 $e(n)$ が小さくなるように、言い換えれば騒音制御部であるマイクロフォン32での騒音を減少させるように最適値に収束していく。

【0022】

上述のように、常に同じ場所に配置されているスピーカを使用して騒音低減制御を行うことは、制御を行いたい周波数帯域においてスピーカ(2次騒音発生部)からマイクロフォン(残留信号検出部)までの間の伝達利得特性にレベルの低下や深いディップまたは急激なピークが発生していない場合は、有効である。しかし、実際に車室内で能動騒音低減装置が使用される環境下においては、伝達利得特性に狭い車室内特有のディップやピークが数多く存在する。これらは車室内で生じる音波の反射や干渉が原因となって発生する。

30

【0023】

図2は本発明の実施の形態1における能動騒音低減装置の第1のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性を示す図である。車室内での伝達利得特性の一例である。フロントドアに配置された2次騒音発生部としての第1のスピーカ30から、前席のマッパランプに配置された残留信号検出部としてのマイクロフォン32までの伝達利得特性である。図2において、35Hz以下は第1のスピーカ30自身の出力の低下に伴う伝達利得特性の低下であるが、それ以上の帯域で特に43Hzから47Hzの帯域において、大きなディップが発生しているのがわかる。

40

【0024】

図3は本発明の実施の形態1における能動騒音低減装置の第1のスピーカからマイクロフォンまでの伝達位相特性を示す図である。図3から、特に43Hzから47Hzの帯域において伝達位相特性が非常に急峻に変化していることがわかる。この帯域のディップは車室内で生じる音波の反射や干渉が原因となって発生している。そのため、第1のスピーカ30やマイクロフォン32の特性の経時変化や乗員の増減、窓の開閉等の能動騒音低減装置を使用する環境の微妙な変化によって、その発生周波数は大きく変化する。それに伴い、伝達位相特性も大きく変化する。そのため、模擬信号発生部の補正值とのずれも大きくなり、適応ノッチフィルタ5の動作が不安定になる。また、最悪の場合、発散による異

50

常音を乗員が聞いてしまう。さらに、このような帯域では第1のスピーカ30から放射される2次騒音がマイクロフォン32に到達しにくいいため、能動騒音低減装置の出力が必然的に大きくなり、第1のスピーカ30から歪音を発生させてしまう。

【0025】

そこで、2次騒音発生部であるスピーカから残留信号検出部であるマイクロフォンまでの伝達利得特性にレベルの低下やディップまたはピークがある場合でも、適応ノッチフィルタの動作を安定的に保ち発散等の異常動作を抑制する必要がある。

【0026】

本実施の形態1における能動騒音低減装置は、適応ノッチフィルタ5の出力信号を2次騒音として放射するための2次騒音発生部を複数個設けるとともに、これらを択一的に切り替える切り替え部を設けている。そして、2次騒音発生部を適宜切り替えることで適応ノッチフィルタ5の発散を抑制して安定的な騒音低減効果を得るものである。

【0027】

上記を実現するために、加算器8と2次騒音発生部である第1の電力増幅器28、及び第2の電力増幅器29の間に切り替え部としての出力切り替え器9を設ける。この出力切り替え器9は、適応ノッチフィルタ5の出力信号を第1のスピーカ30及び第2のスピーカ31の何れより放射するかを択一的に切り替えるスイッチである。出力切り替え器9の内部には、入力信号である加算器8の出力信号に乗じられる乗算器10の係数Kと、第1のスピーカ30及び第2のスピーカ31を切り替えるポイントとなる周波数(以下、「切り替え周波数」と記す)を記憶しておく切り替え周波数記憶部11が設けられている。この乗算器10の係数Kの値は、出力切り替え器9が後述する切り替え動作を実行中でない状態においては「1」となっている。出力切り替え器9は、周波数算出部33で算出された現在のノッチ周波数と切り替え周波数記憶部11が記憶している切り替え周波数を常時比較しており、適宜第1のスピーカ30及び第2のスピーカ31のうち的一方を選択する。

【0028】

図4は本発明の実施の形態1における能動騒音低減装置の第2のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性を示す図である。車室内での伝達利得特性の別の一例である。リアトレイに配置された2次騒音発生部としての第2のスピーカ31から、前述と同様に前席のマップランプに配置された誤差信号検出部としてのマイクロフォン32までの伝達利得特性である。図2と図4を比較すると、図2でディップを発生している43Hzから47Hzの帯域において、図4では図2のようなディップは見られない。また65Hzまでの帯域では、リアトレイに配置された第2のスピーカ31からの方がフロントドアに配置された第1のスピーカ30からよりもマイクロフォン32への音の伝達が大きく、騒音低減制御で使用するには有利であることがわかる。

【0029】

よって、この能動騒音低減装置を、例えば40Hzから80Hzまで動作させるとした場合、40Hz以上43Hz未満の帯域では第1のスピーカ30を使用し、43Hz以上60Hz未満の帯域では第2のスピーカ31を使用し、60Hz以上80Hz以下では再度第1のスピーカ30を使用することにより、騒音低減制御を行いたい周波数帯域全域で伝達利得特性のレベル低下やディップの影響を排除することができる。従って、出力切り替え器9内に設けられた切り替え周波数記憶部11には、切り替え周波数を43Hzと60Hzとして記憶させるとともに、上記使用するスピーカも同時に記憶させる。

【0030】

例えば、現在の騒音の周波数算出部33の算出結果が41Hzである定常的な場合を説明する。切り替え周波数記憶部11からの情報を基に、出力切り替え器9は第1のスピーカ30を選択している。このとき、乗算器10の係数Kには値「1」がセットされている。適応制御アルゴリズム演算器25, 26の前段には、模擬信号選択器24が設けられており、現在選択されている第1のスピーカ30からマイクロフォン32までの第1の模擬余弦波信号 $r_0(n)$ 及び第1の模擬正弦波信号 $r_1(n)$ を選択している。この模擬信

10

20

30

40

50

号選択器 24 は出力切り替え器 9 からの切り替え信号により、出力切り替え器 9 が切り替えた 2 次騒音発生部としてのスピーカからマイクロフォン 32 までの間の伝達特性を模擬した模擬余弦波信号及び模擬正弦波信号を選択するスイッチである。

【0031】

次に、エンジン 1 の回転数が上昇し、50 Hz に変化したとする。この時、切り替え周波数記憶部 11 は、記憶している切り替え周波数と現在の周波数である 50 Hz とを比較し、第 2 のスピーカ 31 に切り替えるように判断し、切り替え動作を開始する。しかし、急激に出力切り替え器 9 による切り替え動作を実行した場合、今まで 2 次騒音の出力として用いていた第 1 のスピーカ 30 からボツ音と呼ばれる異音を発生させたり、また急激な制御音場の変化に適応ノッチフィルタ 5 が追従できず制御不安定に陥ったりする。

10

【0032】

そこで、切り替え周波数記憶部 11 がスピーカの切り替えを判断すると、まず適応アルゴリズム演算器 25, 26 に信号を送出し適応演算を一旦停止させる。次に、乗算器 10 の係数を現在の値である「1」から段階的に「0」に近づけていき、第 1 のスピーカ 30 から放射される 2 次騒音を段階的に少なく、フェードアウトをさせていく。乗算器 10 の値が「0」になった後、出力切り替え器 9 はスイッチを第 2 のスピーカ 31 側に切り替えるとともに、模擬信号選択器 24 のスイッチも第 2 のスピーカ 31 側に切り替える切り替え信号を送出する。また乗算器 10 の値を再度「1」にリセットするとともに、適応アルゴリズム演算器 25, 26 の動作を再開させる。

【0033】

20

ここで、模擬信号選択器 24 が選択し、適応アルゴリズム演算器 25, 26 が使用する第 2 のスピーカ 31 からマイクロフォン 32 までの間の伝達特性を模擬した信号について説明する。

【0034】

第 1 のスピーカ 30 の時と同様、ノッチ周波数における第 2 の電力増幅器 29 からマイクロフォン 32 までの伝達特性を模擬する模擬信号発生部は、第 2 の補正值としての伝達要素 18, 19, 20, 21 と加算器 22, 23 とから構成される。まず、伝達要素 18 に参照余弦波信号を入力し、同じく伝達要素 19 に参照正弦波信号を入力する。次に、伝達要素 18 と伝達要素 19 の出力信号を加算器 22 にて加算して第 2 の模擬余弦波信号  $r_2(n)$  を発生させる。この第 2 の模擬余弦波信号  $r_2(n)$  は、適応制御アルゴリズム演算器 25 に入力され、第 1 の 1 タップ適応フィルタ 6 のフィルタ係数  $W_0$  を更新するための適応制御アルゴリズムに使用される。

30

【0035】

同様に、伝達要素 20 に参照正弦波信号を入力し、同じく伝達要素 21 に参照余弦波信号を入力する。次に、伝達要素 20 と伝達要素 21 の出力信号を加算器 23 にて加算して第 2 の模擬正弦波信号  $r_3(n)$  を発生させる。この第 2 の模擬正弦波信号  $r_3(n)$  は適応制御アルゴリズム演算器 26 に入力され、第 2 の 1 タップ適応フィルタ 7 のフィルタ係数  $W_1$  を更新するための適応制御アルゴリズムに使用される。適応ノッチフィルタ 5 のフィルタ係数  $W_0(n+1)$  及び  $W_1(n+1)$  は (1) 式、(2) 式と同様に次式で求められる。

40

【0036】

$$W_0(n+1) = W_0(n) - \mu \cdot e(n) \cdot r_2(n) \dots \dots (3)$$

$$W_1(n+1) = W_1(n) - \mu \cdot e(n) \cdot r_3(n) \dots \dots (4)$$

但し、 $\mu$  はステップサイズパラメータである。

【0037】

さらに、エンジン 1 の回転数が上昇し 70 Hz に変化したとする。この時、切り替え周波数記憶部 11 は現在の第 2 のスピーカ 31 から再度第 1 のスピーカ 30 に切り替えるように動作し始める。この際、切り替えの過程は上述と同様である。

【0038】

(実施の形態 2)

50



図5は、本発明の実施の形態2における能動騒音低減装置の構成を示すブロック図である。なお、実施の形態1と同様の構成を有するものについては、同一の符号を付しその説明を省略する。

【0039】

実施の形態1では、第1のスピーカ30からマイクロフォン32までの伝達利得特性及び第2のスピーカ31からマイクロフォン32までの伝達利得特性を計測器等を用いて予め測定しておき、その結果に基づき予め出力切り替え器9内に設けられた切り替え周波数記憶部11に切り替え周波数と使用するスピーカを記憶させておく方法について述べた。実施の形態2では、これらの切り替えに関わる判断を能動騒音低減装置自身が行う方法について述べる。

10

【0040】

図5において、図1との相違点は、切り替え周波数記憶部11が模擬伝達特性比較部34に変更されている点のみである。これは、切り替え周波数記憶部11が予め切り替え周波数と使用するべきスピーカを記憶していたのに対し、能動騒音低減装置がその時点で使用するべきスピーカを自らで逐次判断するための変更である。以下にこの模擬伝達特性比較部34の具体的な動作について述べる。

【0041】

模擬伝達特性比較部34は、周波数算出部33が算出した課題となる騒音の周波数が増加するごとに、現在の周波数における第1のスピーカ30からマイクロフォン32までの間の伝達特性を模擬する第1の補正值としての伝達要素12, 13の値であるC0, C1と、同じく現在の周波数における第2のスピーカ31からマイクロフォン32までの間の伝達特性を模擬する第2の補正值としての伝達要素18, 19の値であるC2, C3を用いて、各伝達特性のうちの利得特性を算出する。第1のスピーカ30からマイクロフォン32までの伝達利得特性G1及び第2のスピーカ31からマイクロフォン32までの伝達利得特性G2は、次式で求められる。

20

【0042】

$$G1 = 20 \times \log_{10} ( (C0^2 + C1^2) ) [dB] \dots\dots (5)$$

$$G2 = 20 \times \log_{10} ( (C2^2 + C3^2) ) [dB] \dots\dots (6)$$

このG1, G2の値に基づき、模擬伝達特性比較部34は現在使用するべきスピーカを選択する。具体的には、現在の周波数において、G1もしくはG2の値が最大となる方を選択する。これは、能動的な騒音低減制御において、スピーカからマイクロフォンまでの伝達特性のうちの利得特性が大きい方がより大きな騒音低減効果が期待できるためである。

30

【0043】

図5に示したブロック図では、スピーカは第1のスピーカ30と第2のスピーカ31の2個しかないので最大となる方は単に大きい方と等しくなるが、スピーカが3個以上の複数個(n個)存在する場合は、式(5)、(6)と同様にして求めた各スピーカからマイクロフォンまでのn個の利得特性G1, G2, G3, ..., Gnのうちの最大値を得るスピーカが選択される。

【0044】

図6は図2に示した第1のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性を示す図と図4に示した第2のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性を示す図を同時に示す図である。図6では、図2に示した第1のスピーカ30からマイクロフォン32までの伝達利得特性を一点鎖線で示し、図4に示した第2のスピーカ31からマイクロフォン32までの伝達利得特性を実線で示している。実施の形態1と同様、図5に示した能動騒音低減装置を40Hzから80Hzまで動作させるものとする。

40

【0045】

例えば、現在の騒音の周波数算出部33の算出結果が45Hzである定常的な場合を説明する。この周波数算出部33からの算出結果を受けて、模擬伝達特性比較部34は制御すべき45Hzにおける第1の補正值としての伝達要素12, 13の値であるC0, C1と、同じく45Hzにおける第2の補正值としての伝達要素18, 19の値であるC2,

50

C 3 を用いて G 1 , G 2 を計算する。この場合、G 1 は - 1 5 [ d B ]、G 2 は - 2 [ d B ] となり、その値はそれぞれ図 6 の 4 5 H z における値と一致する。何故なら、C 0 , C 1 及び、C 2 , C 3 は予め計測器を用いて測定して得たスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性と伝達位相特性を基に、次式の演算を行い求めているからである。

【 0 0 4 6 】

すなわち、計測器で測定した第 1 のスピーカ 3 0 からマイクロフォン 3 2 までの伝達利得値を G a i n 1、伝達位相値を P h a s e 1 とし、同様に計測器で測定した第 2 のスピーカ 3 1 からマイクロフォン 3 2 までの伝達利得値を G a i n 2、伝達位相値を P h a s e 2 とすると、次式が得られる。

【 0 0 4 7 】

$$C 0 = G a i n 1 \times c o s ( P h a s e 1 ) \dots\dots ( 7 )$$

$$C 1 = - G a i n 1 \times s i n ( P h a s e 1 ) \dots\dots ( 8 )$$

$$C 2 = G a i n 2 \times c o s ( P h a s e 2 ) \dots\dots ( 9 )$$

$$C 3 = - G a i n 2 \times s i n ( P h a s e 2 ) \dots\dots ( 1 0 )$$

現在の制御周波数である 4 5 H z において、模擬伝達特性比較部 3 4 は G 1 と G 2 を比較した結果最大値となる G 2、即ち第 2 のスピーカ 3 1 を選択する判断を行う。そして、現時点での最適なスピーカである、第 2 のスピーカ 3 1 を用いて、能動騒音低減動作を行う。

【 0 0 4 8 】

以後、周波数算出部 3 3 が算出した課題となる騒音の周波数が変化するとともに、模擬伝達特性比較部 3 4 は同様の演算を行い、その時点での最も大きな伝達利得特性が得られるスピーカを逐次選択する。模擬伝達特性比較部 3 4 が現時点でのスピーカを選択した後に行われるスピーカ切り替えの過程は、前述の実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 4 9 】

まず適応アルゴリズム演算器 2 5 , 2 6 に信号を送出し適応演算を一旦停止させる。次に、乗算器 1 0 の係数を現在の値である「 1 」から段階的に「 0 」に近づけていき、現在選択されているスピーカから放射される 2 次騒音を段階的に少なく、フェードアウトをさせていく。乗算器 1 0 の値が「 0 」になった後、出力切り替え器 9 はスイッチを第 2 のスピーカ 3 1 側に切り替えるとともに、模擬信号選択器 2 4 のスイッチも新たに選択されたスピーカ側に切り替える切り替え信号を送出する。また乗算器 1 0 の値を再度 1 にリセットするとともに、適応アルゴリズム演算器 2 5 , 2 6 の動作を再開させる。このようにすることで、急激なスピーカ切り替え時に発生するポツ音を防止している。

【 0 0 5 0 】

図 7 は図 5 に示した本発明の実施の形態 2 における能動騒音低減装置の第 1 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性と第 2 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性を同時に示す図である。図 6 に示したように、能動騒音低減装置の動作周波数範囲において、選択可能なスピーカからマイクロフォンまでのそれぞれの伝達利得特性のレベルに明確な差がある場合は、騒音の周波数が変化しても頻繁に選択されるスピーカが変わることはない。

【 0 0 5 1 】

しかし、図 7 に示すように、互いの伝達利得特性の値が非常に似かよった周波数帯域が存在する場合、上述の様に伝達利得特性が最大となるスピーカを選択するだけでは使用されるスピーカが頻繁に変化しすぎて十分な騒音低減効果が得られなくなることがある。従って、このような場合には、頻繁にスピーカが変わることを防止することが必要となる。

【 0 0 5 2 】

そこで、模擬伝達特性比較部 3 4 は周波数算出部 3 3 が算出した課題となる騒音の周波数が変化するとともに、現在の周波数における現在選択中のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性 ( G n o w ) と、現在の周波数における選択可能な全てのスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性のうちの最大値 ( G m a x ) を比較し、G m a x が G n o w より所定の閾値以上大きい場合にのみ、使用するスピーカの切り替え動作に遷移す

10

20

30

40

50

るようにする。

【 0 0 5 3 】

図 7 の伝達利得特性を例に、具体的に説明する。この例でも、図 5 に示した能動騒音低減装置は、40 Hz から 80 Hz まで動作するものとする。ここでは、上述のスピーカ切り替えのための伝達利得特性の差の閾値（所定値）を 6 [ dB ] とする。図 7 において、第 1 のスピーカ 3 0 からマイクロフォン 3 2 までの伝達利得特性を一点鎖線で示し、第 2 のスピーカ 3 1 からマイクロフォン 3 2 までの伝達利得特性を実線で示している。

【 0 0 5 4 】

現在の課題となる騒音の周波数が 41 Hz の定常的な場合、この周波数算出部 3 3 からの算出結果を受けて、模擬伝達特性比較部 3 4 は制御すべき 41 Hz における第 1 の補正值としての伝達要素 1 2 , 1 3 の値である C 1 , C 2 と、同じく 41 Hz における第 2 の補正值としての伝達要素 1 8 , 1 9 の値である C 3 , C 4 を用いて、第 1 のスピーカ 3 0 からマイクロフォン 3 2 までの利得特性 ( G 5 ) 及び第 2 のスピーカ 3 1 からマイクロフォン 3 2 までの利得特性 ( G 6 ) を計算する。この場合、G 5 は - 29 [ dB ]、G 6 は - 18 [ dB ] であり、図 7 から読み取れる値と同一になるのは前述の通りである。この時、G 6 と G 5 の差は 11 [ dB ] であり、スピーカ切り替えのための伝達利得特性の差の閾値（所定値である 6 [ dB ]）より大きいので、能動騒音低減装置は第 2 のスピーカ 3 1 を選択して能動音低減動作を行う。

【 0 0 5 5 】

次に、騒音の周波数が上昇して 53 Hz になった場合、同様に G 5 , G 6 を比較すると、G 5 は - 15 [ dB ]、G 6 は - 16 [ dB ] である。G 5 の方が G 6 より大きいので、本来は現在選択中の第 2 のスピーカ 3 1 から第 1 のスピーカ 3 0 に切り替える方が騒音低減効果の観点から見ると有利ではあるが、G 5 と G 6 の差はわずか 1 [ dB ] しかないため、効果の差としても極わずかしかない。また、改めて図 7 を見ると、45 Hz から 71 Hz の帯域において、G 5 と G 6 はその差がわずかしかなく、極わずかの騒音低減効果の差を考慮するよりも、むしろこの周波数帯域内で頻繁にスピーカを変えることによる制御の不安定さを払拭する方が優先的に考慮すべきである。この例でスピーカ切り替えのための伝達利得特性の差の閾値を 6 [ dB ] に設定したのもこれに起因する。現在の騒音の周波数 53 Hz においては、G 5 と G 6 の差 ( 1 [ dB ] ) は閾値 ( 所定値である 6 [ dB ] ) 未満であるため、能動騒音低減装置は使用するスピーカを切り替えない。

【 0 0 5 6 】

さらに騒音の周波数が上昇し、60 Hz になったとしても、同じ理由から使用するスピーカは当初の第 2 のスピーカ 3 1 のままである。図 7 の例の場合、騒音の周波数が 76 Hz になった場合、G 5 は 2 [ dB ]、G 6 は - 4 [ dB ] となり、G 5 と G 6 の差 ( 6 [ dB ] ) は閾値 ( 6 [ dB ] ) 以上となるため、能動騒音低減装置は使用するスピーカを第 1 のスピーカ 3 0 に切り替える。

【 0 0 5 7 】

( 実施の形態 3 )

実施の形態 3 における能動騒音低減装置のブロック図は実施の形態 2 と同様に図 5 を用いる。

【 0 0 5 8 】

前述の実施の形態 2 では、能動騒音低減装置が自ら使用すべきスピーカを選択して能動騒音低減動作を行う方法について述べた。実施の形態 3 では、その中の特殊なケースとして、能動騒音低減装置が選択可能な全てのスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性が、同一の周波数帯域でディップやピークを生じている場合について述べる。

【 0 0 5 9 】

図 8 は図 5 に示した本発明の実施の形態 3 における能動騒音低減装置の第 1 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性と第 2 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性を同時に示す図である。図 8 において、図 6、図 7 と同じく前者を一点鎖線で示し、後者を実線で示している。特に 100 Hz 付近に注目すると、両者ともこの周波数帯

10

20

30

40

50

域で深いディップを生じていることがわかる。このようなディップの帯域は位相回転も早く、制御が不安定になる恐れがあるということは実施の形態1に述べたとおりである。能動騒音低減装置が自ら使用するスピーカを選択する際、先に実施の形態2で述べた方法を適用するだけでは、このような同一帯域に存在するディップやピークに対して充分に対処しきれないことがある。実施の形態3では、それを回避する方法について述べる。

#### 【0060】

この例では、図5に示した能動騒音低減装置は、70Hzから120Hzまで動作するものとする。現在、周波数算出部33が算出した課題となる騒音の周波数が90Hzであるとする。能動騒音低減装置は90Hzにおける第1のスピーカ30からマイクロフォン32までの伝達利得特性(-17dB)と第2のスピーカ31からマイクロフォン32までの伝達利得特性(-12dB)を比較し、その最大値を得る第2のスピーカ31を選択して能動騒音低減動作を行っている。ここでは、説明の簡単化のため、スピーカ切り替えのための伝達利得特性の差の閾値は0dBとして考慮しないものとする。

10

#### 【0061】

次に、課題となる騒音の周波数が変化し、95Hzになった場合を説明する。同様にして、第1のスピーカ30からマイクロフォン32までの伝達利得特性(-18dB)と第2のスピーカ31からマイクロフォン32までの伝達利得特性(-15dB)を比較することで、模擬伝達特性比較部34は第2のスピーカ31を今回使用するスピーカの第一候補として選択する。しかし、すぐにこの選択したスピーカを実際に使用せず、後述する方法で先程選択したスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性がこの帯域でディップまたはピークを生じていないかを調査する。模擬伝達特性比較部34がディップまたはピークでないと判断した場合は、実際に先程選択したスピーカを用いて能動騒音低減動作を行う。ディップまたはピークであると判断した場合は、先程選択したスピーカを除外して残りの全てのスピーカで再度同様にスピーカ選択のための動作を繰り返す。こうすることで、現在制御しようとする周波数で伝達利得特性にディップまたはピークを生じているスピーカを使用しないようにして、能動騒音低減動作の安定度を高める。

20

#### 【0062】

以下、模擬伝達特性34がディップまたはピークを判断する方法について説明する。この例では、能動騒音低減装置内にある騒音算出部33が算出可能な騒音の周波数分解能は1Hzであり、第1の補正值としての伝達要素12, 13, 14, 15と第2の補正值としての伝達要素18, 19, 20, 21は1Hzごとに値を有しているものとする。それを受けて、模擬伝達特性比較部34は、まず現在の課題となる騒音の周波数より1Hz低い周波数(94Hz)での第2のスピーカ31の伝達利得特性を求める。図8より、この値は-14[dB]であることが読み取れる。更に、同じく現在の課題となる騒音の周波数より1Hz高い周波数(96Hz)での第2のスピーカ31の伝達利得特性を求める。この値は、図8より-19[dB]であることがわかる。

30

#### 【0063】

次に、今求めた2つの周波数での伝達利得特性の値と現在の周波数での伝達利得特性の値の差の絶対値をそれぞれ求める。これら2つの値のうち少なくともどちらか一方が、模擬伝達特性比較部34がディップまたはピークであると判断する閾値以上の場合、選択しているスピーカがこの周波数帯域でディップまたはピークの特性を生じていると判断してこのスピーカを使用することを止める。この例では、模擬伝達特性比較部34がディップまたはピークであると判断する閾値を5[dB]とする。上述の方法に従い、まず95Hzと94Hzでの伝達利得特性の差の絶対値を求めると、その値は1[dB]であり閾値未満である。

40

#### 【0064】

同様に、95Hzと96Hzでの伝達利得特性の差の絶対値を求めると、その値は5[dB]であり閾値以上である。よって、当初選択した第2のスピーカ31からマイクロフォン32までの伝達利得特性はこの周波数帯域でディップまたはピークとなっていると判断される。

50

## 【0065】

上述の結果を受け、模擬伝達特性比較部34は第2のスピーカ31を除外して残りのスピーカで再度同様の動作を繰り返す。この例では、残りのスピーカは第1のスピーカ30のみであるため、改めて残りのスピーカの中で現在の周波数での伝達利得特性が最大となるスピーカを探す必要はないが、残りのスピーカが2個以上ある場合はこの動作を行う必要がある。

## 【0066】

さて、第1のスピーカ30からマイクロフォン32までの伝達利得特性を用いて再度同様の動作を行うと、95 Hzでは-18.2 [dB]、94 Hzでは-18.0 [dB]、96 Hzでは-18.5 [dB]であることが図8より読み取れる。よって、95 Hzと94 Hzでの伝達利得特性の差の絶対値は0.2 [dB]で閾値未満、同様に、95 Hzと96 Hzでの伝達利得特性の差の絶対値も0.3 [dB]であり閾値未満である。よって、模擬伝達特性比較部34は、第1のスピーカ30からマイクロフォン32までの伝達利得特性はこの周波数帯域でディップまたはピークを生じていないと判断し、実際にこのスピーカを用いて能動消音動作を行うためにスピーカの切り替え動作を行う。このスピーカ切り替えの過程は、前述の実施の形態1または実施の形態2と同様であるため、ここでは説明を省略する。

10

## 【0067】

次に、騒音の周波数が上昇して100 Hzになった場合を説明する。100 Hzにおいて、スピーカからマイクロフォンまでの最大となる伝達利得特性を得るのは第1のスピーカ30であり、その値は-30 [dB]である。この第1のスピーカからマイクロフォン32までの伝達利得特性は、99 Hzで-25 [dB]であり、101 Hzで-35 [dB]であることが読み取れる。よって、100 Hzと99 Hzでの伝達利得特性の差の絶対値は5 [dB]で閾値以上、同様に、100 Hzと101 Hzでの伝達利得特性の差の絶対値も5 [dB]であり閾値以上であるため、選択した第1のスピーカ30からマイクロフォン32までの伝達利得特性はこの周波数帯域でディップまたはピークとなっていると判断される。

20

## 【0068】

この結果を受け、模擬伝達特性比較部34は第1のスピーカ30を除外して、残りのスピーカである第2のスピーカ31からマイクロフォン32までの伝達利得特性を用いて再度同様の動作を行う。100 Hzでは-33 [dB]、99 Hzでは-28 [dB]、101 Hzでは-28 [dB]であることが図8より読み取れる。よって、100 Hzと99 Hzでの伝達利得特性の差の絶対値は5 [dB]で閾値以上、同様に、100 Hzと101 Hzでの伝達利得特性の差の絶対値も5 [dB]であり閾値以上であるため、模擬伝達特性比較部34は、第2のスピーカ31からマイクロフォン32までの伝達利得特性もこの周波数帯域でディップまたはピークを生じていると判断する。この結果、能動騒音低減装置は選択可能な全てのスピーカがこの帯域でディップまたはピークを生じているという理由から、制御の安定性を確保するためにこの帯域での能動消音動作を行わない。

30

## 【0069】

なお、本発明の実施の形態1から3では、出力切り替え器9はソフトウェアで処理されるスイッチの場合を述べたが、機械的に動作するスイッチやトランジスタなどの半導体で構成されるスイッチであっても構わない。この時、ソフトウェアで処理されるスイッチと同様に、切り替え周波数記憶部11または模擬伝達特性比較部34からの情報に基づいて、適宜スピーカを切り替える構成とすることで同様の効果を得ることができる。

40

## 【0070】

また、本発明の実施の形態1から3では、周波数算出部33の算出結果に基づく騒音の周波数に応じてスピーカの切り替え判断を行う方法を示したが、エンジン1からのエンジンパルスに基づいて直接切り替え判断を行うようにしても構わない。これは、課題となる騒音の周波数成分が、エンジン回転に同期した調波周波数となるためである。

## 【0071】

50

また、本発明の実施の形態 1 から 3 では、2 次騒音発生部であるスピーカが 2 個の場合を示したが、3 個以上の複数個であっても構わない。この時、複数個のスピーカそれぞれに対応した電力増幅器と模擬信号発生部を用意し、複数個のスピーカから使用するスピーカを択一的に適宜切り替える構成とすることで同様の効果を得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0072】

本発明にかかる能動騒音低減装置は、適応ノッチフィルタの出力を 2 次騒音として放射する 2 次騒音発生部としてのスピーカを適宜切り替えることで、スピーカからマイクロフォンの間の伝達利得特性にディップやピークを生じている場合でも安定的な動作ができるとともに、発散による異常音や過大入力による歪音の発生を抑制して理想的な騒音低減効果が得られるので、自動車などへの適用に有用である。

10

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図 1】本発明の実施の形態 1 における能動騒音低減装置の構成を示すブロック図

【図 2】本発明の実施の形態 1 における能動騒音低減装置の第 1 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性を示す図

【図 3】本発明の実施の形態 1 における能動騒音低減装置の第 1 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達位相特性を示す図

【図 4】本発明の実施の形態 1 における能動騒音低減装置の第 2 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性を示す図

20

【図 5】本発明の実施の形態 2 または 3 における能動騒音低減装置の構成を示すブロック図

【図 6】図 2 に示した第 1 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性を示す図と図 4 に示した第 2 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性を示す図を同時に示す図

【図 7】図 5 に示した本発明の実施の形態 2 における能動騒音低減装置の第 1 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性と第 2 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性を同時に示す図

【図 8】図 5 に示した本発明の実施の形態 3 における能動騒音低減装置の第 1 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性と第 2 のスピーカからマイクロフォンまでの伝達利得特性を同時に示す図

30

【符号の説明】

【0074】

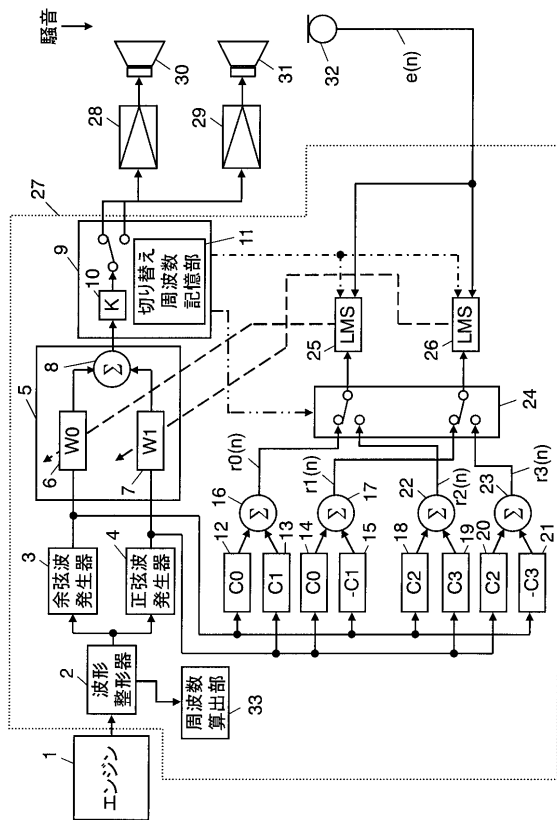
- 1 エンジン
- 3 余弦波発生器
- 4 正弦波発生器
- 5 適応ノッチフィルタ
- 6 第 1 の 1 タップ適応フィルタ
- 7 第 2 の 1 タップ適応フィルタ
- 8 , 16 , 17 , 22 , 23 加算器
- 9 出力切り替え器 ( 切り替え部 )
- 10 乗算器
- 12 , 13 , 14 , 15 第 1 の補正值としての伝達要素 ( 模擬信号発生部 )
- 18 , 19 , 20 , 21 第 2 の補正值としての伝達要素 ( 模擬信号発生部 )
- 24 模擬信号選択器
- 25 , 26 適応制御アルゴリズム演算器 ( 係数更新部 )
- 27 離散信号処理装置
- 28 第 1 の電力増幅器 ( 2 次騒音発生部 )
- 29 第 2 の電力増幅器 ( 2 次騒音発生部 )
- 30 第 1 のスピーカ ( 2 次騒音発生部 )

40

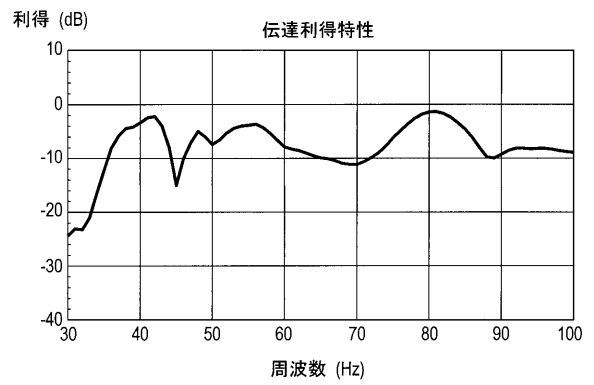
50

- 3 1 第2のスピーカ(2次騒音発生部)
- 3 2 マイクロフォン(残留信号検出部)

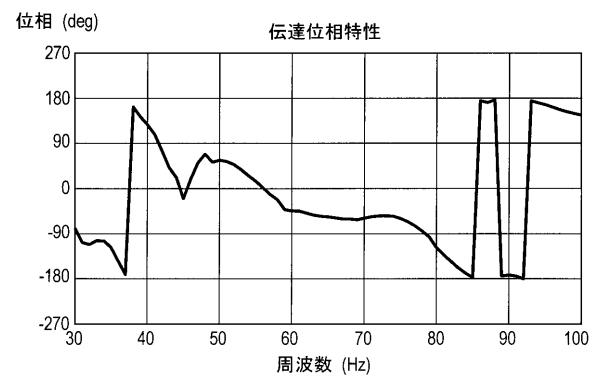
【図1】



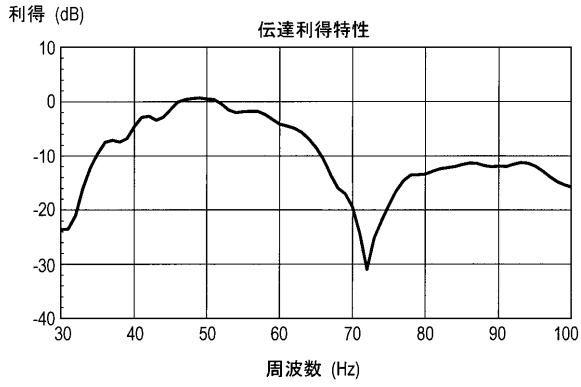
【図2】



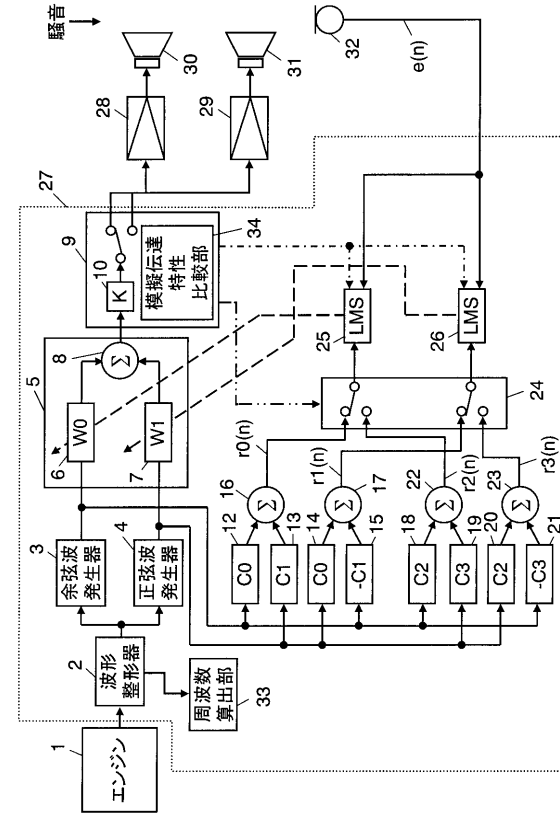
【図3】



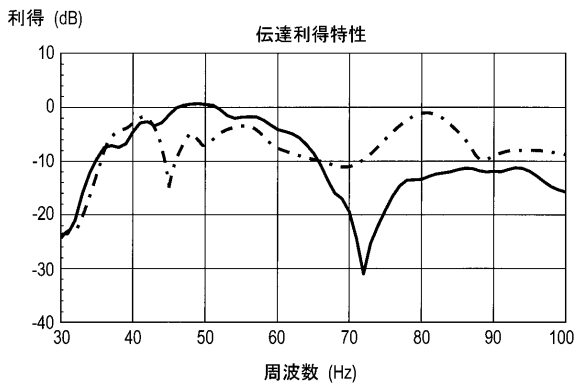
【図4】



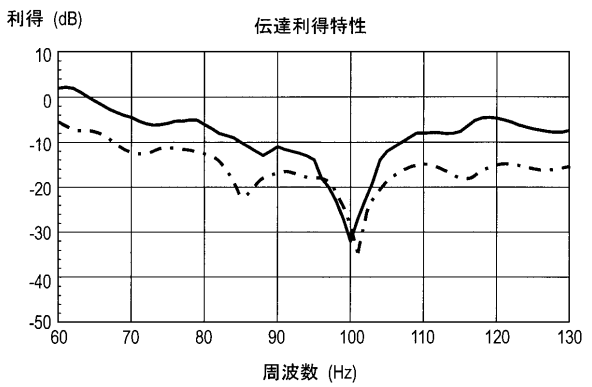
【図5】



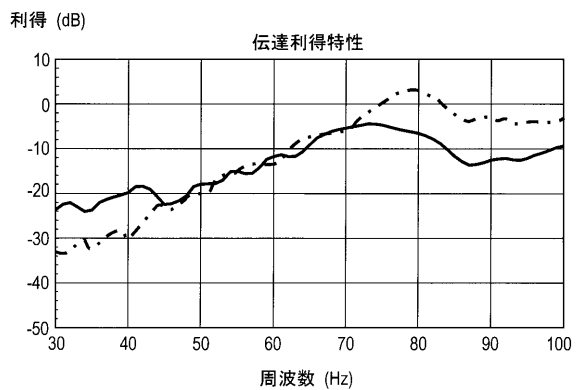
【図6】



【図8】



【図7】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 中村 由男  
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内
- (72)発明者 吉田 茂樹  
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

審査官 三宅 達

- (56)参考文献 特開平04-342296(JP,A)  
特開2000-099037(JP,A)  
特開2004-354657(JP,A)  
特開2004-361721(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B60R 11/02  
G10K 11/178