

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5713958号  
(P5713958)

(45) 発行日 平成27年5月7日(2015.5.7)

(24) 登録日 平成27年3月20日(2015.3.20)

(51) Int.Cl.

F 1

G 1 O K 11/178 (2006.01)

G 1 O K 11/16

H

請求項の数 6 (全 19 頁)

|           |                               |           |                 |
|-----------|-------------------------------|-----------|-----------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-116321 (P2012-116321)  | (73) 特許権者 | 000005326       |
| (22) 出願日  | 平成24年5月22日 (2012.5.22)        |           | 本田技研工業株式会社      |
| (65) 公開番号 | 特開2013-242459 (P2013-242459A) |           | 東京都港区南青山二丁目1番1号 |
| (43) 公開日  | 平成25年12月5日 (2013.12.5)        | (74) 代理人  | 100077665       |
| 審査請求日     | 平成25年3月27日 (2013.3.27)        |           | 弁理士 千葉 剛宏       |
|           |                               | (74) 代理人  | 100116676       |
|           |                               |           | 弁理士 宮寺 利幸       |
|           |                               | (74) 代理人  | 100149261       |
|           |                               |           | 弁理士 大内 秀治       |
|           |                               | (74) 代理人  | 100136548       |
|           |                               |           | 弁理士 仲宗根 康晴      |
|           |                               | (74) 代理人  | 100136641       |
|           |                               |           | 弁理士 坂井 志郎       |
|           |                               | (74) 代理人  | 100169225       |
|           |                               |           | 弁理士 山野 明        |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 能動型騒音制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の騒音事象に対する第1相殺信号を生成する第1能動型騒音制御部と、  
前記第1の騒音事象とは異なる第2の騒音事象に対する第2相殺信号を生成する第2能動型騒音制御部と、

前記第1相殺信号と前記第2相殺信号とを混合して混合相殺信号を生成するミキサと、  
前記混合相殺信号に基づく相殺音を出力する相殺音出力部と、

からなる能動型騒音制御装置であって、

さらに、前記第1相殺信号の振幅に応じて前記第2相殺信号の振幅を抑制する振幅抑制部を備える

ことを特徴とする能動型騒音制御装置。

【請求項2】

請求項1記載の能動型騒音制御装置において、

前記振幅抑制部は、

前記第1相殺信号の振幅と前記第2相殺信号の振幅の和が、前記ミキサで許容される最大出力振幅を上回る場合に、前記第2相殺信号の振幅を、前記ミキサで許容される前記最大出力振幅から前記第1相殺信号の振幅を引いた差に設定する

ことを特徴とする能動型騒音制御装置。

【請求項3】

請求項1記載の能動型騒音制御装置において、

前記振幅抑制部は、

前記第 1 相殺信号の振幅と前記第 2 相殺信号の振幅の和が、前記ミキサで許容される最大振幅を上回る場合に、前記第 2 相殺信号の振幅がゼロ値になるように設定する

ことを特徴とする能動型騒音制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の能動型騒音制御装置において、

前記第 1 能動型騒音制御部及び前記第 2 能動型騒音制御部は、それぞれ適応ノッチフィルタを備え、前記適応ノッチフィルタのそれぞれのフィルタ係数に基づき前記第 1 相殺信号の振幅及び前記第 2 相殺信号の振幅を算出する

ことを特徴とする能動型騒音制御装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の能動型騒音制御装置において、

前記第 1 の騒音事象はロードノイズである

ことを特徴とする能動型騒音制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の能動型騒音制御装置において、

前記第 2 の騒音事象に対する第 2 相殺信号が前記第 1 の騒音事象に対する第 1 相殺信号よりも騒音低減優先順位が低く設定されている

ことを特徴とする能動型騒音制御装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

この発明は、車室内の騒音を制御する能動型騒音制御装置に関し、特に、複数の能動型騒音制御部の各出力信号である相殺信号を混合して混合相殺信号を生成するミキサを備える能動型騒音制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、車室内の騒音事象として、エンジンの燃焼を原因とするこもり音（エンジンこもり音という。）、車両の走行時におけるプロペラシャフト等の駆動系回転体の回転のアンバランスを原因とするこもり音（ペラこもり音という。）、及びロード（路面）から車輪・サスペンションを介して受けるノイズ（ロードノイズという。）等が知られている。

30

【0003】

これらの騒音事象を低減するために、エンジンこもり音の相殺信号、及びロードノイズの相殺信号が、それぞれの能動型騒音制御部で生成される（特許文献 1 ~ 4）。

【0004】

この場合、コスト、スペース等を考慮し、車室内楽音装置を構成する楽音出力部であるスピーカが相殺音出力部として共用される。

【0005】

そして、前記エンジンこもり音の相殺信号、及び前記ロードノイズの相殺信号がミキサにより混合され（加算され）、混合相殺信号が前記スピーカに供給されることで、前記スピーカから相殺音出力される。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 7 - 104767 号公報（要約）

【特許文献 2】特開平 10 - 214119 号公報（要約）

【特許文献 3】特開 2009 - 57018 号公報（要約）

【特許文献 4】特開 2009 - 292201 号公報（要約）

【発明の概要】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

ところで、前記ミキサは、出力レンジ、いわゆるダイナミックレンジが、例えば、 $n$ ビットと有限であり、そのため、従来技術では、その出力レンジが、複数の前記相殺信号の数、例えば、 $m$ に応じて均等に分割された分の出力レンジが各相殺信号に割り当てられ使用に供されている。

## 【0008】

しかしながら、上記従来技術に係る能動型騒音制御装置においては、車両の走行状況に応じて、特定の相殺信号の振幅（大きさ）が大きくなった場合に、ミキサの出力レンジとしては余裕があるときでも、割り当てられた分割出力レンジで、その特定の相殺信号がクリップされてしまい、その結果、騒音相殺制御効果が低下してしまうという課題がある。特に、ロードノイズは、路面の違いにより騒音が大幅に変化し、想定範囲を設定することが難しく、改良の余地がある。

## 【0009】

この発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、ミキサの出力レンジを最大限活用して車両の走行状況に応じた最適な相殺音を出力することを可能とする能動型騒音制御装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

この発明に係る能動型騒音制御装置が適用される騒音事象には、少なくとも2つの騒音事象が含まれ、騒音事象として、エンジンこもり音、ペラこもり音、ロードノイズ、及び車体表面を流れる空気流により発生する風切り音等の騒音事象の他に、エンジンの回転数等に応じた音を生成して車内に出力する、いわゆる加速音（疑似加速音）も含まれる。

## 【0011】

この発明に係る能動型騒音制御装置は、第1の騒音事象に対する第1相殺信号を生成する第1能動型騒音制御部と、前記第1の騒音事象とは異なる第2の騒音事象に対する第2相殺信号を生成する第2能動型騒音制御部と、前記第1相殺信号と前記第2相殺信号とを混合して混合相殺信号を生成するミキサと、前記混合相殺信号に基づく相殺音を出力する相殺音出力部と、からなる能動型騒音制御装置であって、さらに、前記第1相殺信号の振幅に応じて前記第2相殺信号の振幅を抑制する振幅抑制部を備えることを特徴とする。

## 【0012】

この発明によれば、ミキサに入力される第1相殺信号の振幅に応じて、前記ミキサに入力される第2相殺信号の振幅を抑制する振幅抑制部を備えているので、前記ミキサの出力レンジを最大限活用して車両の走行状況に応じた最適な相殺音を出力することができる。

## 【0013】

この場合、前記振幅抑制部は、前記第1相殺信号の振幅と前記第2相殺信号の振幅の和が、前記ミキサで許容される最大出力振幅（前記出力レンジ/2）を上回る場合に、前記第2相殺信号の振幅を、前記ミキサで許容される前記最大出力振幅から前記第1相殺信号の振幅を引いた差に設定するようにしたので、前記第1相殺信号の振幅がクリップされる事態が可及的に回避される。

## 【0014】

また、前記振幅抑制部は、前記第1相殺信号の振幅と前記第2相殺信号の振幅の和が、前記ミキサで許容される最大振幅を上回る場合に、前記第2相殺信号の振幅がゼロ値になるように設定することで、同様に、前記第1相殺信号の振幅がクリップされる事態が可及的に回避される。

## 【0015】

ここで、前記第1能動型騒音制御部及び前記第2能動型騒音制御部は、それぞれ適応ノッチフィルタを備え、前記適応ノッチフィルタのそれぞれのフィルタ係数に基づき前記第1相殺信号の振幅及び前記第2相殺信号の振幅を算出するように構成することで、簡単に前記第1相殺信号の振幅及び前記第2相殺信号の振幅を算出することができる。

10

20

30

40

50

## 【0016】

なお、前記第1の騒音事象がロードノイズである場合、第1相殺信号の振幅が事前に想定できない場合でも、前記ロードノイズを相殺する相殺音を発生させるための所望とする第1相殺信号がクリップしてしまうことが防止され、ミキサの出力レンジを最大限活用して車両の走行状況に応じて最適な相殺音を出力することができる。

## 【0017】

この発明に係る能動型騒音制御装置は、複数の騒音事象に対する複数の相殺信号を生成する能動型騒音制御部と、複数の前記相殺信号を混合して混合相殺信号を生成するミキサと、前記混合相殺信号に基づく相殺音を出力する相殺音出力部と、からなる能動型騒音制御装置であって、複数の前記騒音事象は、騒音低減優先順位が設定されており、さらに、前記騒音低減優先順位に応じて複数の前記相殺信号の内、少なくとも1つの相殺信号の振幅を抑制する振幅抑制部を備えることを特徴とする。

10

## 【0018】

この発明によれば、騒音低減優先順位の低い少なくとも1つの相殺信号の振幅を振幅抑制部で抑制するようにしたので、その分、騒音低減優先順位の高い相殺信号の振幅の抑制を回避することができる。

## 【発明の効果】

## 【0019】

この発明によれば、ミキサに入力される第1相殺信号の振幅に応じて、前記ミキサに入力される第2相殺信号の振幅を抑制する振幅抑制部を備えているので、前記ミキサの出力レンジを最大限活用して車両の走行状況に応じた最適な相殺音を出力することができる。

20

## 【0020】

また、この発明によれば、騒音低減優先順位の低い少なくとも1つの相殺信号の振幅を振幅抑制部で抑制するようにしたので、その分、騒音低減優先順位の高い相殺信号の振幅の抑制を回避することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0021】

【図1】この実施形態に係る能動型騒音制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】この実施形態に係る能動型騒音制御装置を構成する第1～第4能動型騒音制御部の騒音低減優先順位表の説明図である。

30

【図3】この実施形態に係る能動型騒音制御装置の動作説明に供される全体フローチャートである。

【図4】振幅抑制部により実行される出力レンジの割当・調整処理の第1実施例に係る処理の詳細を示すフローチャートである。

【図5】図5A、図5Bは、第1実施例に係る作用効果の説明図である。

【図6】図6A、図6Bは、対応する従来技術に係る動作の説明図である。

【図7】振幅抑制部により実行される出力レンジの割当・調整処理の第2実施例に係る処理の詳細を示すフローチャートである(その1)。

【図8】振幅抑制部により実行される出力レンジの割当・調整処理の第2実施例に係る処理の詳細を示すフローチャートである(その2)。

40

【図9】上述した第1実施例及び第2実施例を含む実施形態の構成・作用効果の説明の際に、理解の便宜のために供される能動型騒音制御装置のブロック図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0022】

以下、この発明の実施形態について図面を参照して説明する。

## 【0023】

図1は、この実施形態に係る能動型騒音制御装置10の構成を示すブロック図である。

## 【0024】

車両に搭載される能動型騒音制御装置10は、基本的には、所定周波数 $f_1$ のロードノイズ1を相殺する相殺音を生成するための第1相殺信号 $S_{c1}$ を生成する第1能動型騒音

50

制御部 1 1 と、エンジンこもり音 1 を相殺する相殺音を生成するための第 2 相殺信号  $S c 2$  を生成する第 2 能動型騒音制御部 1 2 と、前記所定周波数  $f 1$  とは異なる所定周波数  $f 2$  のロードノイズ 2 を相殺する相殺音を生成するための第 3 相殺信号  $S c 3$  を生成する第 3 能動型騒音制御部 1 3 と、ペラこもり音 2 を相殺する相殺音を生成するための第 4 相殺信号  $S c 4$  を生成する第 4 能動型騒音制御部 1 4 と、必要に応じて第 1 ~ 第 4 相殺信号  $S c 1 \sim S c 4$  の振幅  $A 1 \sim A 4$  を抑制する振幅抑制部 5 0 と、を備え、ロードノイズ 1、2 ( 図 1 中、ノイズ 1、ノイズ 2 と表記。 ) とエンジンこもり音 1、ペラこもり音 2 ( 図 1 中、こもり音 1、こもり音 2 と表記。 ) の消音制御を協調して行う。

【 0 0 2 5 】

図 1 において、第 1 ~ 第 4 能動型騒音制御部 1 1 ~ 1 4 及び振幅抑制部 5 0 は、1 又は複数のコンピュータを含んで構成され、CPU が各種入力に基づき ROM 等のメモリに記憶されているプログラムを実行することで各種の機能を実現する機能実現部 ( 機能実現手段ともいう。 ) としても動作する。

【 0 0 2 6 】

前記第 1 ~ 第 4 相殺信号  $S c 1 \sim S c 4$  が、出力レンジ DR のミキサ ( 加算部 ) 2 0 で混合 ( 加算 ) され、混合 ( 加算 ) された混合相殺信号  $S c 0$  (  $S c 0 = S c 1 + S c 2 + S c 3 + S c 4$  ) に基づく D / A 変換器 2 6 から出力により、前記ロードノイズ 1、2 及びエンジンこもり音 1、ペラこもり音 2 を相殺するための前記相殺音を車室内空間 1 8 に出力するスピーカ ( 相殺音出力部 ) 2 8 が、車室内空間 1 8 に設けられている。

【 0 0 2 7 】

ここで、混合相殺信号  $S c 0$  の振幅 ( 片振幅 ) の 2 倍 ( 全振幅 ) がミキサ 2 0 の出力レンジ DR を上回ると混合相殺信号  $S c 0$  がミキサ 2 0 によりクリップされる点に留意する。つまり、ミキサ 2 0 の許容最大出力振幅は、出力レンジ DR の  $1 / 2$  になる点に留意する。

【 0 0 2 8 】

評価点 ( 評価位置、受聴点 ) において、エンジンこもり音 1、ペラこもり音 2、ロードノイズ 1、2 及びこれらの前記相殺音の干渉による残留騒音を誤差信号  $e$  として検出するマイクロフォン ( 誤差信号検出部 ) 1 6 が、車室内空間 1 8 に設けられている。

【 0 0 2 9 】

マイクロフォン 1 6 から出力される誤差信号  $e$  は、A / D 変換器 3 0 を通じてデジタル信号の誤差信号  $e$  とされ第 1 ~ 第 4 能動型騒音制御部 1 1 ~ 1 4 に入力信号として供給される。

【 0 0 3 0 】

ロードノイズ 1、2 を消音するための第 1 及び第 3 能動型騒音制御部 1 1、1 3 は、バンドパスフィルタとして機能する第 1 及び第 3 適応ノッチフィルタ 1 0 1、1 0 3 と、模擬伝達特性部 1 1 1、1 1 3 とから構成される。

【 0 0 3 1 】

第 1 能動型騒音制御部 1 1 を構成する第 1 適応ノッチフィルタ 1 0 1 は、車種により固定の、例えば周波数  $1 2 0 [ H z ]$  程度のロードノイズ 1 の周波数  $f d 1 [ H z ]$  に同期した第 1 基準信号  $S r 1$  { 余弦波信号  $\cos ( 2 \pi f d 1 t )$  と正弦波信号  $\sin ( 2 \pi f d 1 t )$  } を生成する第 1 基準信号生成器 (  $S r 1$  生成器 ) 2 1 と、第 1 基準信号  $S r 1$  から減算器 8 1 の減数入力端子で誤差信号  $e$  中のロードノイズ 1 の周波数  $f d 1$  の成分の振幅と位相に略等しい原第 1 相殺信号  $S c o 1$  を生成する第 1 適応フィルタ 3 1 と、フィルタ係数更新器 ( アルゴリズム演算器 ) 4 1 と、を備える。

【 0 0 3 2 】

フィルタ係数更新器 4 1 には、第 1 基準信号  $S r 1$  と、1 サンプル遅延器 9 1 で遅延された、誤差信号  $e$  から原第 1 相殺信号  $S c o 1$  を減算した信号 (  $e - S c o 1$  ) と、が供給される。フィルタ係数更新器 4 1 は、該信号 (  $e - S c o 1$  ) が最小となる適応制御アルゴリズム、例えば最急降下法の一様である LMS アルゴリズムに基づいて第 1 適応ノッチフィルタ 1 0 1 の第 1 適応フィルタ 3 1 のフィルタ係数  $W 1$  ( 実部 +  $i$  虚部 =  $R w 1 +$

10

20

30

40

50

$i I w 1$ ) を更新する。

【 0 0 3 3 】

周波数  $f d 1$  のロードノイズ 1 は、サスペンションの共振等を原因とし路面の状況によって、その大きさが、大幅に変化する。

【 0 0 3 4 】

模擬伝達特性部 1 1 1 は、移相器 5 1 とゲイン設定器 (ゲイン調整器) 6 1 とから構成される。移相器 5 1 には、入力される周波数  $f d 1$  の原第 1 相殺信号  $S c o 1$  の位相がマイクロフォン 1 6 の位置でロードノイズ 1 の位相と逆相となるような移相量が予め設定される。ゲイン設定器 6 1 には、移相器 5 1 で移相された原第 1 相殺信号  $S c o 1$  の振幅がマイクロフォン 1 6 の位置でのロードノイズ 1 の振幅に対して等振幅に近づくようなゲイン  $G 1$  が設定される。

10

【 0 0 3 5 】

第 3 能動型騒音制御部 1 3 を構成する第 3 適応ノッチフィルタ 1 0 3 は、車種により固定の、例えば周波数 4 0 [ H z ] 程度のロードノイズ 2 の周波数  $f d 2$  [ H z ] に同期した第 3 基準信号  $S r 3$  { 余弦波信号  $\cos(2 f d 2 t)$  と正弦波信号  $\sin(2 f d 2 t)$  } を生成する第 3 基準信号生成器 (  $S r 3$  生成器 ) 2 3 と、第 3 基準信号  $S r 3$  から減算器 8 3 の減数入力端子で誤差信号  $e$  中のロードノイズ 2 の周波数  $f d 2$  の成分の振幅と位相に略等しい原第 3 相殺信号  $S c o 3$  を生成する第 3 適応フィルタ 3 3 と、フィルタ係数更新器 ( アルゴリズム演算器 ) 4 3 と、を備える。

【 0 0 3 6 】

20

フィルタ係数更新器 4 3 には、第 3 基準信号  $S r 3$  と、1 サンプル遅延器 9 3 で遅延された、誤差信号  $e$  から原第 3 相殺信号  $S c o 3$  を減算した信号  $( e - S c o 3 )$  と、が供給される。フィルタ係数更新器 4 3 は、該信号  $( e - S c o 3 )$  が最小となる適応制御アルゴリズム、例えば最急降下法の一様である L M S アルゴリズムに基づいて第 3 適応ノッチフィルタ 1 0 3 の第 3 適応フィルタ 3 3 のフィルタ係数  $W 3$  ( 実部 +  $i$  虚部 =  $R w 3 + i I w 3$  ) を更新する。

【 0 0 3 7 】

周波数  $f d 2$  によるロードノイズ 2 は、車室内音場の共鳴等を原因とする、いわゆるドラミングノイズであり、ロードノイズ 1 に比較して、その大きさが、車両状況に応じて、ロードノイズ 1 ほど大幅には変化しない。

30

【 0 0 3 8 】

模擬伝達特性部 1 1 3 は、移相器 5 3 とゲイン設定器 (ゲイン調整器) 6 3 とから構成される。移相器 5 3 には、入力される周波数  $f d 2$  の原第 3 相殺信号  $S c o 3$  の位相がマイクロフォン 1 6 の位置でロードノイズ 2 の位相と逆相となるような移相量が予め設定される。ゲイン設定器 6 3 には、移相器 5 3 で移相された原第 3 相殺信号  $S c o 3$  の振幅がマイクロフォン 1 6 の位置でのロードノイズ 2 の振幅に対して等振幅に近づくようなゲイン  $G 3$  が設定される。

【 0 0 3 9 】

一方、第 2 及び第 4 能動型騒音制御部 1 2、1 4 は、フィードフォワード型の  $f i l t e r d - X$  L M S アルゴリズムを利用した回路である。

40

【 0 0 4 0 】

第 2 能動型騒音制御部 1 2 は、図示しない燃料噴射 E C U ( F I E C U ) から供給されるエンジン回転信号 ( エンジンパルス ) からエンジンクランク ( 回転体 ) の回転周波数  $f e 1$  を検出する周波数カウンタ等により構成される回転周波数検出器 (  $f e 1$  検出器 ) 7 2 と、回転周波数  $f e 1$  の周波数を有する第 2 基準信号  $S r 2$  { 余弦波信号  $\cos(2 f e 1 t)$  と正弦波信号  $\sin(2 f e 1 t)$  } を生成する第 2 基準信号生成器 (  $S r 2$  生成器 ) 2 2 と、第 2 基準信号  $S r 2$  の位相と振幅を調整して第 2 相殺信号  $S c 2$  を生成する第 2 適応フィルタ 3 2 ( 第 2 適応ノッチフィルタ ) と、第 2 相殺信号  $S c 2$  の出力端からミキサ 2 0 D / A 変換器 2 6 スピーカ 2 8 車室内空間 1 8 ( 音場 ) マイクロフォン 1 6 A / D 変換器 3 0 を通じて第 2 能動型騒音制御部 1 2 の入力端 ( 後述する

50

フィルタ係数更新部 4 2 の入力端) までの回転周波数  $f_{e1}$  (回転周波数  $f_{e1}$  は、エンジン回転信号に応じて変化するので、回転周波数  $f_{e1}$  毎) の音の伝達特性を模擬した模擬伝達特性  $C^{\wedge}$  等が設定され第 2 基準信号  $S_{r2}$  を濾波して第 2 参照信号  $r_2$  を生成する参照信号生成部 (フィルタ) 5 2 と、第 2 参照信号  $r_2$  と誤差信号  $e$  とが供給され誤差信号  $e$  が最小となる適応制御アルゴリズム、例えば最急降下法の一つである  $LMS$  (Least Mean Square) アルゴリズムに基づいて第 2 適応フィルタ 3 2 のフィルタ係数  $W_2$  (実部 +  $i$  虚部 =  $Rw_2 + iIw_2$ ) を更新するフィルタ係数更新部 (アルゴリズム演算器) 4 2 と、を備える。

【0041】

この第 2 相殺信号  $S_{c2}$  による相殺音により相殺しようとする騒音は、エンジンクランクの回転周波数  $f_{e1}$  に対応したエンジンこもり音 1 である。

10

【0042】

第 4 能動型騒音制御部 1 4 は、図示しないカウンタシャフト近傍に配置されている車速センサから供給される車速信号 (車速パルス) からプロペラシャフト (回転体) の回転周波数に調波した回転周波数  $f_{e2}$  を検出する周波数カウンタ等により構成される回転周波数検出器 ( $f_{e2}$  検出器) 7 4 と、回転周波数  $f_{e2}$  の周波数を有する第 4 基準信号  $S_{r4}$  { 余弦波信号  $\cos(2\pi f_{e2}t)$  と正弦波信号  $\sin(2\pi f_{e2}t)$  } を生成する第 4 基準信号生成器 ( $S_{r4}$  生成器) 2 4 と、第 4 基準信号  $S_{r4}$  の位相と振幅を調整して第 4 相殺信号  $S_{c4}$  を生成する第 4 適応フィルタ 3 4 (第 4 適応ノッチフィルタ) と、第 4 相殺信号  $S_{c4}$  の出力端からミキサ 2 0 D/A 変換器 2 6 スピーカ 2 8 車室内空間 1 8 (音場) マイクロフォン 1 6 A/D 変換器 3 0 を通じて第 4 能動型騒音制御部 1 4 の入力端 (後述するフィルタ係数更新部 4 4 の入力端) までの回転周波数  $f_{e2}$  (回転周波数  $f_{e2}$  は、プロペラシャフトの回転周波数に応じて変化するので、回転周波数  $f_{e2}$  毎) の音の伝達特性を模擬した模擬伝達特性  $C^{\wedge}$  等が設定され第 4 基準信号  $S_{r4}$  を濾波して第 4 参照信号  $r_4$  を生成する参照信号生成部 (フィルタ) 5 4 と、第 4 参照信号  $r_4$  と誤差信号  $e$  とが供給され誤差信号  $e$  が最小となる適応制御アルゴリズム、例えば最急降下法の一つである  $LMS$  (Least Mean Square) アルゴリズムに基づいて第 4 適応フィルタ 3 4 のフィルタ係数  $W_4$  (実部 +  $i$  虚部 =  $Rw_4 + iIw_4$ ) を更新するフィルタ係数更新部 (アルゴリズム演算器) 4 4 と、を備える。

20

【0043】

この第 4 相殺信号  $S_{c4}$  による相殺音により相殺しようとする騒音は、プロペラシャフトの回転周波数に対応したペラこもり音 2 である。

30

【0044】

さらに、能動型騒音制御装置 1 0 は、振幅抑制部 5 0 を備える。振幅抑制部 5 0 は、第 1 ~ 第 4 相殺信号  $S_{c1} \sim S_{c4}$  の振幅  $A_1 \sim A_4$  をフィルタ係数  $W_1 \sim W_4$  に基づき監視し、ミキサ 2 0 がクリップを発生しないように、ミキサ 2 0 の出力レンジ DR の割り当て調整をフィルタ係数  $W_1 \sim W_4$  に基づき行って第 1 ~ 第 4 相殺信号  $S_{c1} \sim S_{c4}$  の振幅  $A_1 \sim A_4$  を抑制する。

【0045】

なお、図 1 において、所定周波数  $f_1$  のロードノイズ 1 を相殺する相殺音を生成する第 1 能動型騒音制御部 1 1 は、サスペンション振動に係る基準信号を振動検出器により検出し、検出した基準信号を適応フィルタを介してスピーカ 2 8 から相殺音として出力し、この相殺音とロードノイズ 1 との干渉による残留騒音をマイクロフォン 1 6 により誤差信号として検出し、前記基準信号から音響伝達特性 (前記スピーカから前記マイクロフォンまでの模擬伝達特性) により生成された参照信号と前記誤差信号とを入力し、前記誤差信号が最小となるように前記適応フィルタのフィルタ係数を更新する、いわゆる適応フィードフォワード技術 (フィードフォワード型の  $filterd-X$   $LMS$  アルゴリズムを利用した回路技術) による能動型騒音制御部に代替してもよい。

40

【0046】

図 2 は、この実施形態に係る能動型騒音制御装置 1 0 を構成する第 1 ~ 第 4 能動型騒音

50

制御部 1 1 ~ 1 4 の騒音低減優先順位表 4 0 を示している。優先順位表 (優先順位テーブル) 4 0 は、振幅抑制部 5 0 の記憶部に設定 (記憶) されている。

【 0 0 4 7 】

この実施形態において、優先順位 1 は、振幅が事前にもっとも想定しにくいロードノイズ 1 の第 1 相殺信号 S c 1 を出力する第 1 能動型騒音制御部 1 1 に設定され、以下、優先順位 2 は、ロードノイズ 2 の第 3 相殺信号 S c 3 を出力する第 3 能動型騒音制御部 1 3 に設定され、優先順位 3 は、エンジンこもり音 1 の第 2 相殺信号 S c 2 を出力する第 2 能動型騒音制御部 1 2 に設定され、優先順位 4 は、ペラこもり音 2 の第 4 相殺信号 S c 4 を出力する第 4 能動型騒音制御部 1 4 に設定される。

【 0 0 4 8 】

次に、基本的には、以上のように構成されるこの能動型騒音制御装置 1 0 の動作について説明する。

【 0 0 4 9 】

[ 全体動作 ]

図 3 に示す全体フローチャートが、振幅抑制部 5 0 及び第 1 ~ 第 4 能動型騒音制御部 1 1 ~ 1 4 により、一定周期の割り込みで実行される。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 1 のスピーカ出力処理にて、第 1 ~ 第 4 能動型騒音制御部 1 1 ~ 1 4 で生成された第 1 ~ 第 4 相殺信号 S c 1 ~ S c 4 に基づき、スピーカ 2 8 からロードノイズ 1、ロードノイズ 2、エンジンこもり音 1、及びペラこもり音 2 をそれぞれ相殺する相殺音が車室内空間 1 8 に出力される。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 2 のマイクロフォン (マイク) 入力処理にて、マイクロフォン 1 6 は、評価点において、ロードノイズ 1、ロードノイズ 2、エンジンこもり音 1、及びペラこもり音 2 と、これらの前記相殺音との干渉による残留騒音を誤差信号 e として検出し、第 1 ~ 第 4 能動型騒音制御部 1 1 ~ 1 4 に出力する。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 3 の車両情報取得処理にて、エンジンパルス及び車速パルス等の車両情報が第 2 及び第 4 能動型騒音制御部 1 2、1 4 に取り込まれる。

【 0 0 5 3 】

そこで、ステップ S 4 にて、詳細を後述する、ミキサ 2 0 の出力レンジ D R の第 1 実施例及び第 2 実施例に係る割当・調整処理が実行される。

【 0 0 5 4 】

ミキサ 2 0 の出力レンジ D R の割当・調整結果に基づき、ステップ S 5 ~ S 8 において、第 1 ~ 第 4 能動型騒音制御部 1 1 ~ 1 4 のフィルタ係数 W 1 ~ W 4 が設定され、第 1 ~ 第 4 相殺信号 S c 1 ~ S c 4 が第 1 ~ 第 4 能動型騒音制御部 1 1 ~ 1 4 { 図 3 のフローチャートでは、ステップ S 5 のロードノイズ 1 A N C (Active Noise Control) 処理、ステップ S 6 のロードノイズ 2 A N C 処理、ステップ S 7 のエンジンこもり音 1 A N C 処理、及びステップ S 8 のペラこもり音 2 A N C 処理 } により生成される。

【 0 0 5 5 】

次いで、ステップ S 9 の各制御部出力和算出処理にて、第 1 ~ 第 4 能動型騒音制御部 1 1 ~ 1 4 により生成された第 1 ~ 第 4 相殺信号 S c 1 ~ S c 4 がミキサ 2 0 にて混合 (加算) され、混合相殺信号 S c 0 が生成され、ステップ S 1 の処理に戻る。

【 0 0 5 6 】

[ 第 1 実施例の動作 ]

図 4 は、振幅抑制部 5 0 により実行されるステップ S 4 のミキサ 2 0 の出力レンジ D R の第 1 実施例に係る割当・調整処理の詳細なフローチャートを示している。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 1 にて、振幅抑制部 5 0 は、出力レンジ D R の残り分である残出力レンジ D R r を初期化する ( D R r = 1 0 0 [ % ] ) 。

10

20

30

40

50

## 【0058】

次いで、ステップS12にて、振幅抑制部50は、第1適応フィルタ31の今回のフィルタ係数W1に基づき、優先順位1の第1相殺信号Sc1の振幅（振幅要求値）A1を次の（1）式により算出し、残出力レンジDRrに割り当てる（設定する）。

$$A1 = G1 \times \{ (Rw1)^2 + (Iw1)^2 \} \quad \dots (1)$$

## 【0059】

（1）式において、右辺のG1は、ゲイン設定器61のゲイン（利得）であり、 $\{ (Rw1)^2 + (Iw1)^2 \}$ は、第1適応フィルタ31のフィルタ係数W1（ $W1 = Rw1 + i \cdot Iw1$ ）の大きさ（マグニチュード）を表している。

## 【0060】

次いで、ステップS13にて、振幅抑制部50は、次の（2）式により残出力レンジDRrを更新する。

$$DRr = DRr - A1 \quad \dots (2)$$

## 【0061】

つまり、現在の残出力レンジDRrから振幅A1を差し引いて更新後の残出力レンジDRrとする。

## 【0062】

次に、ステップS14にて、振幅抑制部50は、第3適応フィルタ33の今回のフィルタ係数W3に基づき、優先順位2の第3相殺信号Sc3の振幅（要求振幅）A3を次の（3）式により算出する。

$$A3 = G3 \times \{ (Rw3)^2 + (Iw3)^2 \} \quad \dots (3)$$

## 【0063】

（3）式において、右辺のG3は、ゲイン設定器63のゲイン（利得）であり、 $\{ (Rw3)^2 + (Iw3)^2 \}$ は、第3適応フィルタ33のフィルタ係数W3（ $W3 = Rw3 + i \cdot Iw3$ ）の大きさ（マグニチュード）を表している。

## 【0064】

次いで、ステップS15にて、振幅抑制部50は、次の（4）式によりミキサ20の残出力レンジDRrが残っているか否かを判定する。

$$(DRr - A3) > 0 \quad \dots (4)$$

## 【0065】

残っている場合には、ステップS16にて、ミキサ20の残出力レンジDRrに第3相殺信号Sc3の振幅A3を割り当て、ステップS17にて、振幅抑制部50は、次の（5）式により残出力レンジDRrを更新する。

$$DRr = (DRr - A3) \quad \dots (5)$$

## 【0066】

次に、ステップS18にて、振幅抑制部50は、第2適応フィルタ32の今回のフィルタ係数W2から、優先順位3の第2相殺信号Sc2の振幅A2を次の（6）式により算出する。

$$A2 = \{ (Rw2)^2 + (Iw2)^2 \} \quad \dots (6)$$

## 【0067】

（6）式において、右辺の $\{ (Rw2)^2 + (Iw2)^2 \}$ は、第2適応フィルタ32のフィルタ係数W2（ $W2 = Rw2 + i \cdot Iw2$ ）の大きさ（マグニチュード）を表している。

## 【0068】

次いで、ステップS19にて、振幅抑制部50は、次の（7）式によりミキサ20の残出力レンジDRrが残っているか否かを判定する。

$$DRr - A2 > 0 \quad \dots (7)$$

## 【0069】

残っている場合には、ステップS20にて、ミキサ20の残出力レンジDRrに第2相殺信号Sc2の振幅A2を割り当て、ステップS21にて、振幅抑制部50は、次の（8

10

20

30

40

50

)式により残出力レンジ  $DR_r$  を更新する。

$$DR_r = (DR_r - A_2) \quad \dots (8)$$

【0070】

次に、ステップ  $S_{22}$  にて、振幅抑制部 50 は、第 4 適応フィルタ 34 の今回のフィルタ係数  $W_4$  から、優先順位 4 の第 4 相殺信号  $Sc_4$  の振幅  $A_4$  を次の (9) 式により算出する。

$$A_4 = \{ (Rw_4)^2 + (Iw_4)^2 \} \quad \dots (9)$$

【0071】

(9) 式において、右辺の  $\{ (Rw_4)^2 + (Iw_4)^2 \}$  は、第 4 適応フィルタ 34 のフィルタ係数  $W_4$  ( $W_4 = Rw_4 + i \cdot Iw_4$ ) の大きさ (マグニチュード) を表している。

10

【0072】

次いで、ステップ  $S_{23}$  にて、振幅抑制部 50 は、次の (10) 式によりミキサ 20 の残出力レンジ  $DR_r$  が残っているか否かを判定する。

$$DR_r - A_4 > 0 \quad \dots (10)$$

【0073】

残っている場合には、ステップ  $S_{24}$  にて、ミキサ 20 の残出力レンジ  $DR_r$  に第 4 相殺信号  $Sc_4$  の振幅  $A_4$  を割り当て、処理を終了し、ステップ  $S_5 \sim S_9$  及びステップ  $S_1 \sim S_3$  の処理後、ステップ  $S_4$  のステップ  $S_{11} \sim S_{24}$  の処理を繰り返す。

【0074】

20

一方、ステップ  $S_{15}$  の判定にて、ステップ  $S_{14}$  にて算出した優先順位 2 のロードノイズ 2 の第 3 相殺信号  $Sc_3$  の振幅  $A_3$  を割り当てられないことが判明した場合  $\{ (DR_r - A_3) = 0 \}$ 、ステップ  $S_{25}$  にて、優先順位 2 以降 (優先順位 2 ~ 4) のフィルタ係数  $W_3$ 、 $W_2$ 、 $W_4$  の忘却処理を行う。すなわち、第 3、第 2、及び第 4 能動型騒音制御部 13、12、14 の第 3、第 2、及び第 4 適応フィルタ 33、32、34 のフィルタ係数  $W_3$ 、 $W_2$ 、 $W_4$  にそれぞれ 1 未満の所定値、例えば  $127 / 128 = 0.99$  を逐次乗算した補正フィルタ係数を用いて相殺音を生成する第 3、第 2、及び第 4 相殺信号  $Sc_3$ 、 $Sc_2$ 、 $Sc_4$  の忘却処理、いわゆるフェードアウト処理を行う。

【0075】

同様に、ステップ  $S_{19}$  の判定にて、優先順位 3 のエンジンこもり音 1 の第 2 相殺信号  $Sc_2$  の振幅  $A_2$  を割り当てられないことが判明した場合  $\{ (DR_r - A_2) = 0 \}$ 、ステップ  $S_{26}$  にて、優先順位 3、4 のフィルタ係数  $W_2$ 、 $W_4$  の忘却処理を行う。すなわち、更新前のフィルタ係数  $W_2$ 、 $W_4$  にそれぞれ 1 未満の所定値、例えば  $127 / 128 = 0.99$  を逐次乗算した補正フィルタ係数を用いて相殺音を生成する第 2 及び第 4 相殺信号  $Sc_2$ 、 $Sc_4$  の忘却処理、いわゆるフェードアウト処理を行う。

30

【0076】

また、ステップ  $S_{23}$  の判定にて、優先順位 4 のペラこもり音 2 の第 4 相殺信号  $Sc_4$  の振幅  $A_4$  を割り当てられないことが判明した場合  $\{ (DR_r - A_4) = 0 \}$ 、ステップ  $S_{27}$  にて、優先順位 4 のフィルタ係数  $W_4$  の忘却処理を行う。すなわち、更新前のフィルタ係数  $W_4$  に 1 未満の所定値、例えば  $127 / 128 = 0.99$  を逐次乗算した補正フィルタ係数を用いて相殺音を生成する第 4 相殺信号  $Sc_4$  の忘却処理、いわゆるフェードアウト処理を行う。

40

【0077】

図 5 A、図 5 B は、上述した第 1 実施例に係る作用効果の説明図、図 6 A、図 6 B は、対応する従来技術に係る動作の説明図である。

【0078】

図 5 A に示すように、第 1 実施例によれば、第 1、第 3、第 2、第 4 相殺信号  $Sc_1$ 、 $Sc_3$ 、 $Sc_2$ 、 $Sc_4$  の全振幅  $A_1 \times 2$ 、 $A_3 \times 2$ 、 $A_2 \times 2$ 、 $A_4 \times 2$  の加算値  $2 \times (A_1 + A_3 + A_2 + A_4)$  が、出力レンジ  $DR$  より小さい場合には、第 1、第 3、第 2、第 4 相殺信号  $Sc_1$ 、 $Sc_3$ 、 $Sc_2$ 、 $Sc_4$  のいずれもクリップされることがないの

50

で、ミキサ20の出力信号である混合相殺信号Sc0が歪むことなくD/A変換器26を介してスピーカ28に供給され、スピーカ28から対応する各相殺音が出力される。

【0079】

また、図5B例に示すように、第1実施例によれば、第1、第3、第2相殺信号Sc1、Sc3、Sc2の全振幅A1×2、A3×2、A2×2の加算値2×(A1+A3+A2)が、出力レンジDRより小さい場合には(ステップS19:YES)、第1、第3、第2相殺信号Sc1、Sc3、Sc2のいずれもがクリップされることがなく相殺音として出力されるが、ステップS23の判定が否定的である場合には{(DRr-A4)0}、第4相殺信号Sc4に対して忘却処理がなされるので、第1、第3、第2相殺信号Sc1、Sc3、Sc2のミキサ20による混合相殺信号Sc0は歪むことがない。

10

【0080】

その一方、従来技術では、図6Aに示すように、第1、第3、第2、第4相殺信号Sc1、Sc3、Sc2、Sc4の全振幅A1×2、A3×2、A2×2、A4×2が、それぞれ、出力レンジDRの1/4より小さい場合には、第1、第3、第2、第4相殺信号Sc1、Sc3、Sc2、Sc4のいずれもクリップされることがないので、混合相殺信号Sc0は歪むことがない。

【0081】

しかしながら、従来技術では、図6Bに示すように、第1、第3、第2、第4相殺信号Sc1、Sc3、Sc2、Sc4の全振幅A1×2、A3×2、A2×2、A4×2中、いずれか1つ、この例では、第1相殺信号Sc1の全振幅A1×2が、出力レンジDRの1/4より大きい場合には、第1相殺信号Sc1がクリップされることになるので、混合相殺信号Sc0が歪んでしまうことになる。

20

【0082】

[第2実施例の動作]

図7及び図8は、振幅抑制部50により実行されるステップS4のミキサ20の出力レンジDRの第2実施例に係る割当・調整処理の詳細なフローチャートを示している。なお、この第2実施例の動作説明に際し、第1実施例の動作と同じあるいは類推される動作については、煩雑さを回避するために省略乃至簡単に説明する。

【0083】

ステップS31にて、振幅抑制部50は、出力レンジDRの残り分である残出力レンジDRrを初期化する(DRr=100[%])。

30

【0084】

次いで、ステップS32にて、振幅抑制部50は、優先順位1の第1相殺信号Sc1の振幅要求値A1rqを、第1適応フィルタ31の今回のフィルタ係数W1に基づき、次の(11)式により算出する。

$$A1rq = K1 \times G1 \times \{ (Rw1)^2 + (Iw1)^2 \} \quad \dots (11)$$

【0085】

ここで、K1は、余裕係数であり、例えば、 $2 > K1 > 1$ 中の所定値に予め設定される。余裕計数K1の値が、値1を上回るように設定するのは、次の更新の際の出力レンジDRの確保のためであり、次の更新をある程度許容するためである。

40

【0086】

次に、ステップS33にて、振幅抑制部50は、振幅要求値A1rqが第1適応フィルタ31のフィルタ係数W1に基づき算出される現在の振幅抑制値A1(A1=G1×{(Rw1)<sup>2</sup>+(Iw1)<sup>2</sup>})を上回っているか否かを判定する。

【0087】

上回っていると判定した場合(ステップS33:YES)、振幅抑制部50は、ステップS34にて、次の(12)式に基づき、目標値を徐々に増加するための追従処理を行わせ、振幅抑制値A1を更新する。(12)式において、DRは、出力レンジDRの割当を小量追加するための固定値である。

$$A1 = A1 + DR \quad \dots (12)$$

50

## 【 0 0 8 8 】

その一方、ステップ S 3 3 の判定にて上回っていないと判定した場合（ステップ S 3 3 : NO）、振幅抑制部 5 0 は、ステップ S 3 5 にて、次の ( 1 3 ) 式に基づき、目標値を徐々に減少するための追従処理を行わせ、振幅抑制値 A 1 を更新する。

$$A 1 \quad A 1 - \quad D R \quad \dots ( 1 3 )$$

## 【 0 0 8 9 】

次いで、ステップ S 3 6 にて、更新された振幅抑制値 A 1 が、残出力レンジ D R r より小さいか否かを判定する。

## 【 0 0 9 0 】

小さい場合には（ステップ S 3 6 : YES）、更新された振幅抑制値 A 1 の  $1 / G 1$  を、ロードノイズ 1 を消音する第 1 能動型騒音制御部 1 1 の第 1 適応フィルタ 3 1 のフィルタ係数 W 1 に設定し、ステップ S 3 7 にて、残出力レンジ D R r を次の ( 1 4 ) 式により更新する。

$$D R r \quad D R r - A 1 \quad \dots ( 1 4 )$$

## 【 0 0 9 1 】

その一方、ステップ S 3 6 の判定にて、更新された振幅抑制値 A 1 が、残出力レンジ D R r より小さくない場合には（ステップ S 3 6 : NO、 $D R r > A 1$ ）、出力レンジ D R が不足することになるので、ステップ S 3 8 にて、ミキサ 2 0 の出力レンジ D R の全てをロードノイズ 1 を消音する第 1 能動型騒音制御部 1 1 に割り当てるとともに、残出力レンジ D R r をゼロ値に設定する（ $D R r = 0$ ）。

## 【 0 0 9 2 】

次に、ステップ S 4 2 にて、振幅抑制部 5 0 は、優先順位 2 の第 3 相殺信号 S c 3 の振幅要求値 A 3 r q を第 3 適応フィルタ 3 3 の今回のフィルタ係数 W 3 に基づき、次の ( 1 5 ) 式により算出する。

$$A 3 r q = K 3 \times G 3 \times \{ ( R w 3 ) ^ 2 + ( I w 3 ) ^ 2 \} \quad \dots ( 1 5 )$$

## 【 0 0 9 3 】

ここで、K 3 は、余裕係数であり、例えば、 $2 > K 3 > 1$  中の所定値に予め設定される。

## 【 0 0 9 4 】

以下、ステップ S 4 3 ~ S 4 8 の各処理は、上述したステップ S 3 3 ~ S 3 8 の各処理と同様の処理であるので、簡単に説明する。

## 【 0 0 9 5 】

ステップ S 4 3 にて、振幅抑制部 5 0 は、振幅要求値 A 3 r q が第 3 適応フィルタ 3 3 のフィルタ係数 W 3 に基づき、現在の振幅抑制値 A 3 ( $A 3 = G 3 \times \{ ( R w 3 ) ^ 2 + ( I w 3 ) ^ 2 \}$ ) を上回っているか否かを判定し、上回っていると判定した場合（ステップ S 4 3 : YES）、ステップ S 3 4 にて、次の ( 1 6 ) 式に基づき、目標値を徐々に増加するための追従処理を行わせ、振幅抑制値 A 3 を更新する。

$$A 3 \quad A 3 + \quad D R \quad \dots ( 1 6 )$$

## 【 0 0 9 6 】

その一方、ステップ S 4 3 の判定にて上回っていないと判定した場合（ステップ S 4 3 : NO）、振幅抑制部 5 0 は、ステップ S 4 5 にて、次の ( 1 7 ) 式に基づき、目標値を徐々に減少するための追従処理を行わせ、振幅抑制値 A 3 を更新する。

$$A 3 \quad A 3 - \quad D R \quad \dots ( 1 7 )$$

## 【 0 0 9 7 】

次いで、ステップ S 4 6 にて、更新された振幅抑制値 A 3 が、残出力レンジ D R r より小さいか否かを判定する。

## 【 0 0 9 8 】

小さい場合には（ステップ S 4 6 : YES）、更新された振幅抑制値 A 3 の  $1 / G 3$  を、ロードノイズ 2 を消音する第 3 能動型騒音制御部 1 3 の第 3 適応フィルタ 3 3 のフィルタ係数 W 3 に設定し、ステップ S 4 7 にて、残出力レンジ D R r を次の ( 1 8 ) 式により

10

20

30

40

50

更新する。

$$DRr = DRr - A3 \quad \dots (18)$$

【0099】

その一方、ステップS46の判定にて、更新された振幅抑制値A3が、残出力レンジDRrより小さくない場合には(ステップS46:NO、DRr=A3)、出力レンジDRが不足することになるので、ステップS48にて、ミキサ20の出力レンジDRの全てをロードノイズ2を消音する第3能動型騒音制御部13に割り当てるとともに、残出力レンジDRrをゼロ値に設定する(DRr=0)。なお、ステップS38の処理にて、既に残出力レンジDRrがDRr=0値に設定されていた場合には、第3適応フィルタ33のフィルタ係数W3を忘却処理にてゼロ値にする。

10

【0100】

次に、ステップS52にて、振幅抑制部50は、優先順位3の第2相殺信号Sc2の振幅要求値A2rqを第2適応フィルタ32の今回のフィルタ係数W2から次の(19)式により算出する。

$$A2rq = K2 \times \{ (Rw2)^2 + (Iw2)^2 \} \quad \dots (19)$$

【0101】

ここで、K2は、余裕係数であり、例えば、 $2 > K2 > 1$ 中の所定値に予め設定される。

【0102】

以下、ステップS53~S58の各処理は、上述したステップS33~S38の各処理と同様の処理であるので、簡単に説明する。

20

【0103】

ステップS53にて、振幅抑制部50は、振幅要求値A2rqが現在の振幅抑制値A2  $\{ A2 = (Rw2)^2 + (Iw2)^2 \}$ を上回っているか否かを判定し、上回っていると判定した場合(ステップS53:YES)、ステップS54にて、次の(20)式に基づき、目標値を徐々に増加するための追従処理を行わせ、振幅抑制値A2を更新する。

$$A2 = A2 + DR \quad \dots (20)$$

【0104】

その一方、ステップS53の判定にて上回っていないと判定した場合(ステップS53:NO)、振幅抑制部50は、ステップS55にて、次の(21)式に基づき、目標値を徐々に減少するための追従処理を行わせ、振幅抑制値A2を更新する。

30

$$A2 = A2 - DR \quad \dots (21)$$

【0105】

次いで、ステップS56にて、更新された振幅抑制値A2が、残出力レンジDRrより小さいか否かを判定する。

【0106】

小さい場合には(ステップS56:YES)、更新された振幅抑制値A2を、エンジンこもり音1を消音する第2能動型騒音制御部12のフィルタ係数W2に設定し、ステップS57にて、残出力レンジDRrを次の(22)式により更新する。

$$DRr = DRr - A2 \quad \dots (22)$$

40

【0107】

その一方、ステップS56の判定にて、更新された振幅抑制値A2が、残出力レンジDRrより小さくない場合には(ステップS56:NO、DRr=A2)、出力レンジDRが不足することになるので、ステップS58にて、ミキサ20の出力レンジDRの全てをエンジンこもり音1を消音する第2能動型騒音制御部12に割り当てるとともに、残出力レンジDRrをゼロ値に設定する(DRr=0)。

【0108】

この場合においても、ステップS38の処理又はステップS48の処理にて、既に残出力レンジDRrがDRr=0値に設定されていた場合には、第2適応フィルタ32のフィルタ係数W2を忘却処理にてゼロ値にする。

50

## 【0109】

次に、ステップS62にて、振幅抑制部50は、優先順位4の第4相殺信号Sc4の振幅要求値A4rqを第4適応フィルタ34の今回のフィルタ係数W4から次の(23)式により算出する。

$$A4rq = K4 \times \{ (Rw4)^2 + (Iw4)^2 \} \quad \dots (23)$$

## 【0110】

ここで、K4は、余裕係数であり、例えば、 $2 > K4 > 1$ 中の所定値に予め設定される。

## 【0111】

以下、ステップS63～S68の各処理は、上述したステップS33～S38の各処理と同様の処理であるので、簡単に説明する。

10

## 【0112】

ステップS63にて、振幅抑制部50は、振幅要求値A4rqが第4適応フィルタ34の現在の振幅抑制値A4{ $A4 = (Rw4)^2 + (Iw4)^2$ }を上回っているか否かを判定し、上回っていると判定した場合(ステップS63: YES)、ステップS64にて、次の(24)式に基づき、目標値を徐々に増加するための追従処理を行わせ、振幅抑制値A4を更新する。

$$A4 = A4 + DR \quad \dots (24)$$

## 【0113】

その一方、ステップS63の判定にて上回っていないと判定した場合(ステップS63: NO)、振幅抑制部50は、ステップS65にて、次の(25)式に基づき、目標値を徐々に減少するための追従処理を行わせ、振幅抑制値A4を更新する。

20

$$A4 = A4 - DR \quad \dots (25)$$

## 【0114】

次いで、ステップS66にて、更新された振幅抑制値A4が、残出力レンジDRrより小さいか否かを判定する。

## 【0115】

小さい場合には(ステップS66: YES)、更新された振幅抑制値A4を、ペラこもり音2を消音する第4能動型騒音制御部14のフィルタ係数W4に設定し、ステップS67にて、残出力レンジDRrを次の(26)式により更新する。

30

$$DRr = DRr - A4 \quad \dots (26)$$

## 【0116】

その一方、ステップS66の判定にて、更新された振幅抑制値A4が、残出力レンジDRrより小さくない場合には(ステップS66: NO、 $DRr < A4$ )、出力レンジDRが不足することになるので、ステップS68にて、ミキサ20の出力レンジDRの全てをペラこもり音2を消音する第4能動型騒音制御部14に割り当てるとともに、残出力レンジDRrをゼロ値に設定する( $DRr = 0$ )。

## 【0117】

この場合においても、ステップS38、ステップS48、又はステップS58の処理にて、既に残出力レンジDRrが $Dr = 0$ 値に設定されていた場合には、第4適応フィルタ34のフィルタ係数W4を忘却処理にてゼロ値にする。

40

## 【0118】

[実施形態のまとめ]

上述した第1実施例及び第2実施例を含む実施形態の構成及び作用効果について、理解の便宜のために、図9に示す、優先順位1のロードノイズ1を消音する第1能動型騒音制御部11と、優先順位3(この図9例では、優先順位2)のエンジンこもり音1を消音する第2能動型騒音制御部12との2つの能動型騒音制御部を備える能動型騒音制御装置100を例として説明する。

## 【0119】

この実施形態に係る能動型騒音制御装置100は、第1の騒音事象に対する第1相殺信

50

号  $S_{c1}$  を生成する第1能動型騒音制御部11と、前記第1の騒音事象とは異なる第2の騒音事象に対する第2相殺信号  $S_{c2}$  を生成する第2能動型騒音制御部12と、第1相殺信号  $S_{c1}$  と第2相殺信号  $S_{c2}$  とを混合して混合相殺信号  $S_{c0}$  を生成するミキサ20と、混合相殺信号  $S_{c0}$  に基づく相殺音を出力する相殺音出力部としてのスピーカ28と、からなる能動型騒音制御装置100であって、さらに、第1相殺信号  $S_{c1}$  の振幅  $A_1$   $\{ A_1 = G_1 \times (Rw_1)^2 + (Iw_1)^2 \}$  に応じて第2相殺信号  $S_{c2}$  の振幅  $A_2$   $\{ A_2 = (Rw_2)^2 + (Iw_2)^2 \}$  を抑制する振幅抑制部50を備える。

【0120】

このように、ミキサ20に入力される第1相殺信号  $S_{c1}$  の振幅  $A_1$  に応じて、ミキサ20に入力される第2相殺信号  $S_{c2}$  の振幅  $A_2$  を抑制する振幅抑制部50を備えているので、ミキサ20の出力レンジDR（振幅に対応する場合  $DR/2$ ）を最大限活用して車両の走行状況に応じた最適な相殺音を出力することができる。

10

【0121】

この場合、振幅抑制部50は、第1相殺信号  $S_{c1}$  の振幅  $A_1$  と第2相殺信号  $S_{c2}$  の振幅  $A_2$  の和  $(A_1 + A_2)$  が、ミキサ20で許容される最大出力振幅  $DR/2$  を上回る場合  $\{ (A_1 + A_2) > (DR/2) \}$  に、第2相殺信号  $S_{c2}$  の振幅  $A_2$  を、ミキサ20の許容最大出力振幅  $DR/2$  から第1相殺信号  $S_{c1}$  の振幅  $A_1$  を引いた差  $[A_2 - \{ (DR/2) - A_1 \}]$  に設定するようにしたので、第1相殺信号  $S_{c1}$  の振幅  $A_1$  がクリップされる事態が可及的に回避される。

20

【0122】

また、振幅抑制部50は、第1相殺信号  $S_{c1}$  の振幅  $A_1$  と前記第2相殺信号  $S_{c2}$  の振幅  $A_2$  の和  $(A_1 + A_2)$  が、ミキサ20で許容される最大出力振幅  $DR/2$  を上回る場合  $\{ (A_1 + A_2) > (DR/2) \}$  に、第2相殺信号  $S_{c2}$  の振幅  $A_2$  がゼロ値になるように設定することで、同様に、第1相殺信号  $S_{c1}$  の振幅  $A_1$  がクリップされる事態が可及的に回避される。

【0123】

ここで、第1能動型騒音制御部11及び第2能動型騒音制御部12は、それぞれ第1及び第2適応ノッチフィルタ101、32（参照符号32は、適応フィルタとして説明しているが、回転周波数  $f_{e1}$  のエンジンこもり音1を適応的に減衰させるので、適応ノッチフィルタとして考えることができる。）を備え、第1及び第2適応ノッチフィルタ101、32のそれぞれのフィルタ係数  $W_1$ 、 $W_2$  から第1相殺信号  $S_{c1}$  の振幅  $A_1$   $\{ A_1 = G_1 \times (Rw_1)^2 + (Iw_1)^2 \}$  及び第2相殺信号  $S_{c2}$  の振幅  $A_2$   $\{ A_2 = (Rw_2)^2 + (Iw_2)^2 \}$  を算出するように構成することで、簡単に第1相殺信号  $S_{c1}$  の振幅  $A_1$  及び第2相殺信号  $S_{c2}$  の振幅  $A_2$  を算出することができる。

30

【0124】

なお、前記第1の騒音事象がロードノイズ1である場合、第1相殺信号  $S_{c1}$  の振幅  $A_1$  が事前に想定できない場合でも、所望とする第1相殺信号  $S_{c1}$  がクリップしてしまうことが防止され、ミキサ20の出力レンジDRを最大限活用して車両の走行状況に応じて最適な相殺音を出力することができる。

【0125】

また、この実施形態に係る能動型騒音制御装置100は、複数の騒音事象に対する複数の第1及び第2相殺信号  $S_{c1}$ 、 $S_{c2}$  を生成する第1及び第2能動型騒音制御部11、12と、複数の第1及び第2相殺信号  $S_{c1}$ 、 $S_{c2}$  を混合して混合相殺信号  $S_{c0}$  を生成するミキサ20と、混合相殺信号  $S_{c0}$  に基づく相殺音を出力する相殺音出力部としてのスピーカ28と、からなる能動型騒音制御装置100であって、複数の前記騒音事象は、騒音低減優先順位（第1能動型騒音制御部11の優先順位が第2能動型騒音制御部12の優先順位より高い）が設定されており、さらに、前記騒音低減優先順位に応じて複数の第1及び第2相殺信号  $S_{c1}$ 、 $S_{c2}$  の内、少なくとも1つ（優先順位の低いほう）の第2相殺信号  $S_{c2}$  の振幅  $A_2$  を抑制する振幅抑制部50を備える。

40

【0126】

50

この実施形態によれば、騒音低減優先順位の低い少なくとも1つの第2相殺信号Sc2の振幅A2を振幅抑制部50で抑制するようにしたので、その分、騒音低減優先順位の高い第1相殺信号Sc1の振幅の抑制を回避することができる。

【0127】

なお、この発明は、上述の実施形態に限らず、この明細書の記載内容に基づき、例えば、図9例の能動型騒音制御装置100中、エンジンこもり音1を相殺する第2能動型騒音制御部12を削除し、この第2能動型騒音制御部12に代替して、エンジン振動の検出信号に基づいて基準信号を生成し、加速に応じた効果音となるように当該基準信号の振幅や位相を変化させて制御信号を生成し、前記制御信号をミキサ20を介してスピーカ28に出力することで前記車室内空間18に効果音（加速音）を発生する優先順位2の能動型効果音発生制御部を設けるようにする、あるいは、図1例の能動型騒音制御装置10において、さらに、優先順位5に前記能動型効果音発生制御部を設けるようにする等、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

10

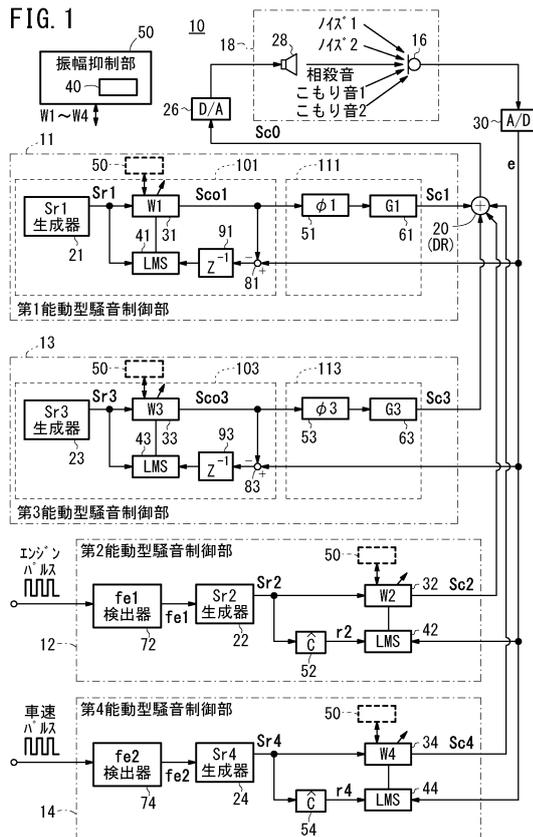
【符号の説明】

【0128】

- 10、100... 能動型騒音制御装置
- 11... 第1能動型騒音制御部
- 12... 第2能動型騒音制御部
- 13... 第3能動型騒音制御部
- 14... 第4能動型騒音制御部
- 16... マイクフォン（誤差信号検出器）
- 18... 車室内空間
- 20... ミキサ（加算器）
- 28... スピーカ（相殺音出力部）
- 31～34... 第1～第4適応フィルタ
- 50... 振幅抑制部
- 101、103... 適応ノッチフィルタ
- 111、113... 模擬伝達特性部

20

【図1】



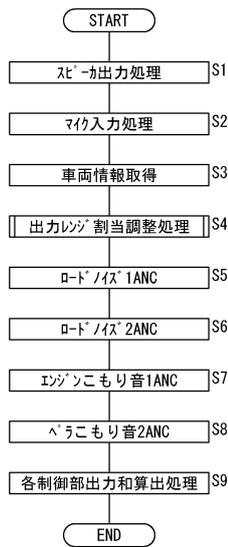
【図2】

40

| 優先順位 | 能動型騒音制御部 | 相殺信号               | フィルタ係数 |
|------|----------|--------------------|--------|
| 1    | 11       | Sc1<br>(ロードノイズ1)   | W1     |
| 2    | 13       | Sc3<br>(ロードノイズ2)   | W3     |
| 3    | 12       | Sc2<br>(エンジンこもり音1) | W2     |
| 4    | 14       | Sc4<br>(へうこもり音2)   | W4     |

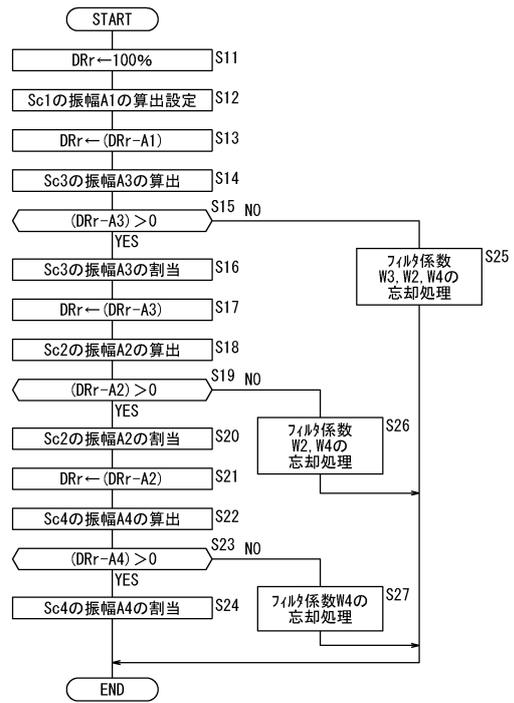
【 図 3 】

FIG. 3



【 図 4 】

FIG. 4



【 図 5 】

FIG. 5A

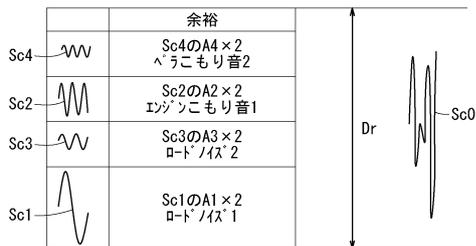


FIG. 5B



【 図 6 】

FIG. 6A

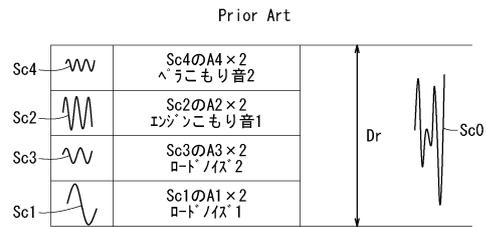
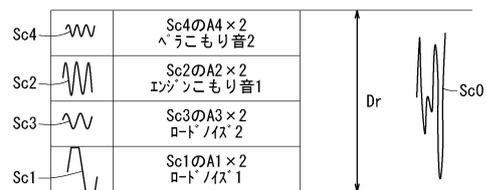
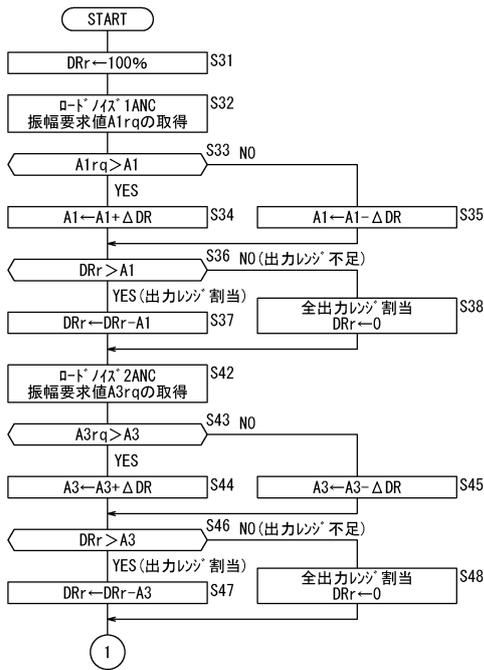


FIG. 6B



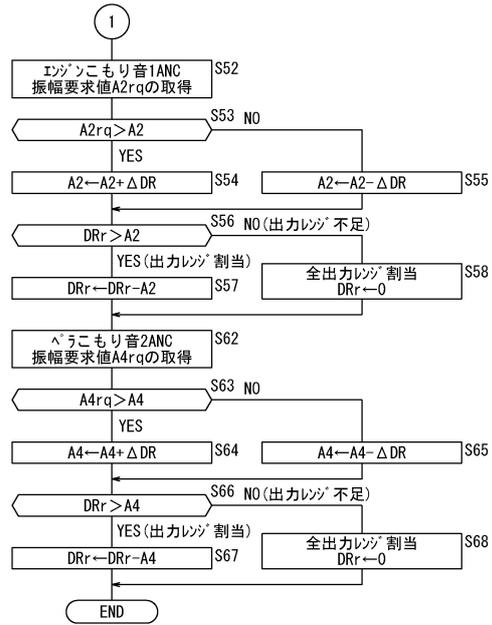
【図7】

FIG. 7



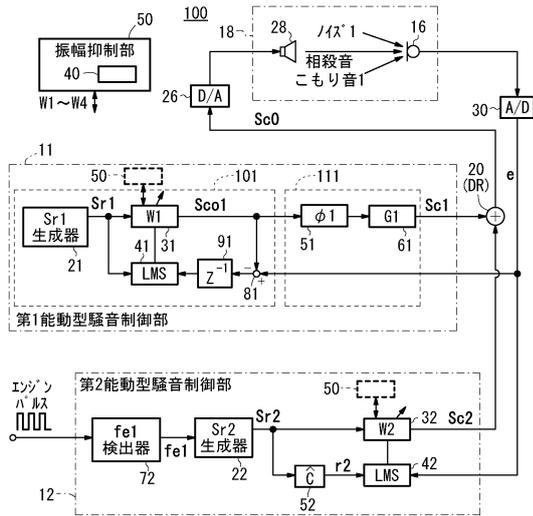
【図8】

FIG. 8



【図9】

FIG. 9



---

フロントページの続き

- (72)発明者 井上 敏郎  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 坂本 浩介  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 渡邊 正宏

- (56)参考文献 特開平03-203497(JP,A)  
特開2010-202136(JP,A)  
特開平05-061487(JP,A)  
米国特許第5710822(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |               |
|------|---------------|
| B60R | 9/00 - 11/06  |
| G10K | 11/00 - 13/00 |