

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4378391号
(P4378391)

(45) 発行日 平成21年12月2日(2009.12.2)

(24) 登録日 平成21年9月18日(2009.9.18)

(51) Int. Cl. F I
B6OR 11/02 (2006.01) B6OR 11/02 B
G1OK 11/178 (2006.01) G1OK 11/16 H

請求項の数 2 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2007-85809 (P2007-85809)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成19年3月28日 (2007.3.28)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2008-239098 (P2008-239098A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年10月9日 (2008.10.9)	(74) 代理人	100077665
審査請求日	平成20年1月25日 (2008.1.25)		弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100142066
			弁理士 鹿島 直樹
		(74) 代理人	100126468
			弁理士 田久保 泰夫
		(72) 発明者	小林 康統
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用能動型騒音制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の駆動系回転体から発生する駆動系回転体振動騒音の周波数に基づいて、前記駆動系回転体振動騒音に起因した車室内の駆動系騒音を相殺するための第1制御信号を生成する第1能動型騒音制御装置と、

前記車両のエンジンから発生するエンジン振動騒音の周波数に基づいて、前記エンジン振動騒音に起因した前記車室内のエンジン騒音を相殺するための第2制御信号を生成する第2能動型騒音制御装置と、

前記第1制御信号と前記第2制御信号とを合成して出力する信号合成手段と、

前記信号合成手段により合成された前記第1制御信号及び前記第2制御信号を相殺音として前記車室内に出力する音出力手段と、

前記第1制御信号の第1制御周波数と前記第2制御信号の第2制御周波数とを比較して、前記各制御周波数が同一又は近接する場合に、いずれか一方の制御信号の前記信号合成手段への出力を停止し、又は、いずれか一方の制御信号の出力レベルを変化させる比較調整手段と、

を有する

ことを特徴とする車両用能動型騒音制御システム。

【請求項2】

請求項1記載の車両用能動型騒音制御システムにおいて、

該システムは、前記駆動系騒音及び前記エンジン騒音と前記相殺音との相殺誤差音を検

出し誤差信号として出力する誤差信号検出手段をさらに有し、

前記第1能動型騒音制御装置は、

前記駆動系回転体振動騒音の周波数に基づいて、前記第1制御周波数の第1基準信号を生成する第1基準信号生成手段と、

前記第1基準信号に基づいて前記第1制御信号を生成する第1適応型フィルタと、

前記第1制御周波数に対応した前記音出力手段から前記誤差信号検出手段までの伝達特性を表わす補正值に基づいて前記第1基準信号を補正し第1参照信号として出力する第1参照信号生成手段と、

前記誤差信号と前記第1参照信号とに基づいて、前記誤差信号が最小となるように前記第1適応型フィルタの第1フィルタ係数を逐次更新する第1フィルタ係数更新手段と、

を備え、

前記第2能動型騒音制御装置は、

前記エンジン振動騒音の周波数に基づいて、前記第2制御周波数の第2基準信号を生成する第2基準信号生成手段と、

前記第2基準信号に基づいて前記第2制御信号を生成する第2適応型フィルタと、

前記第2制御周波数に対応した前記音出力手段から前記誤差信号検出手段までの伝達特性を表わす補正值に基づいて前記第2基準信号を補正し第2参照信号として出力する第2参照信号生成手段と、

前記誤差信号と前記第2参照信号とに基づいて、前記誤差信号が最小となるように前記第2適応型フィルタの第2フィルタ係数を逐次更新する第2フィルタ係数更新手段と、

を備える

ことを特徴とする車両用能動型騒音制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両の振動騒音源から発生する振動騒音に起因した車室内騒音を、該車室内騒音に対して逆位相の相殺音により低減する能動型騒音制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、車室内に配置されたマイクロフォンにより車室内騒音を検出し、この車室内騒音及びエンジンの振動騒音と相関性のあるエンジン回転信号に基づいて、前記車室内騒音とは逆位相の相殺音を該車室内に配置されたスピーカから出力することにより、前記マイクロフォンの位置における前記車室内騒音を低減する能動型騒音制御装置に関する技術が知られている（特許文献1及び2参照）。この能動型騒音制御装置は、前記車室内騒音のうち前記エンジンの振動騒音に起因した前記車室内の騒音（以下、エンジン騒音あるいはエンジンこもり音ともいう。）を打ち消す。

【0003】

ところで、前記車室内騒音には、前記エンジン騒音以外にも、車両の走行時におけるプロペラシャフト、ドライブシャフト等の駆動系回転体の振動騒音に起因した前記車室内の騒音（以下、駆動系騒音ともいう。）がある。特許文献3には、プロペラシャフトの外周にトーショナルダンパを配設して、前記プロペラシャフトのねじり振動を減衰させることによりデファレンシャルから発生する騒音を低減させることが提案されている。

【0004】

【特許文献1】特開2006-84532号公報（図1）

【特許文献2】特許第3843082号公報（図1）

【特許文献3】実開昭62-200034号公報（第1図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

前述したデファレンシャルから発生する騒音は、比較的長尺で且つ大重量のプロペラシ

10

20

30

40

50

シャフトの回転のバランスがとられていないことに起因して発生する。この場合、前記騒音を低減するために、トーショナルダンパを前記プロペラシャフトに配設すると、車両全体の重量が増加すると共にコストも増大する。前記トーショナルダンパに代えて、駆動系の振動発生部分にウェイトを設置し、あるいは、前記駆動系の各種部品の製造ばらつきを厳重に管理することにより駆動系騒音を低減させることも考えられるが、これらの対策によっても、車両全体の重量が増加し、あるいは、コストが増大する。

【0006】

そこで、前述した能動型騒音制御装置を適用して前記駆動系騒音を低減することも考えられる。しかしながら、前記能動型騒音制御装置は、エンジン騒音がエンジンの出力軸の回転に同期して発生することに注目して、前記出力軸の回転数に応じたエンジン回転信号の周波数を用いて相殺音を生成するものであり、前記能動型騒音制御装置を前記駆動系騒音の低減にそのまま適用することはできない。

10

【0007】

これは、オートマチック車でのロックアップコントロール機能やマニュアル車でのクラッチ機能により前記エンジンとトランスミッションとの接続状態が断になる場合もあるので、常時、前記エンジンの出力軸の回転数からドライブシャフトや前記プロペラシャフト等の駆動系の回転数や回転周波数を算出することが困難であるためである。従って、前記エンジン回転信号の周波数を用いて相殺音を生成しても、前記駆動系の振動騒音に起因した車室内の騒音（駆動系騒音）を低減することは難しい。

【0008】

この発明は、このような問題を考慮してなされたものであり、駆動系騒音を確実に打ち消すことが可能となる車両用能動型騒音制御システムを提供することを目的とする。

20

【0009】

また、この発明は、車両の軽量化及びコストダウンを実現可能な車両用能動型騒音制御システム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】

この発明に係る車両用能動型騒音制御システムは、車両の振動騒音源から発生する振動騒音の周波数に基づく所定の制御周波数の基準信号を生成する基準信号生成手段と、前記基準信号に基づいて前記振動騒音に起因した車室内騒音を相殺するための制御信号を生成する適応型フィルタと、前記制御信号を相殺音として車室内に出力する音出力手段と、前記車室内騒音と前記相殺音との相殺誤差音を検出し誤差信号として出力する誤差信号検出手段と、前記制御周波数に対応した前記音出力手段から前記誤差信号検出手段までの伝達特性を表わす補正值に基づいて前記基準信号を補正し参照信号として出力する参照信号生成手段と、前記誤差信号と前記参照信号とに基づいて前記誤差信号が最小となるように前記適応型フィルタのフィルタ係数を逐次更新するフィルタ係数更新手段とを備える。

30

【0011】

そして、このシステムでは、前記車両の車速を検出して車速信号を出力する車速検出手段と、前記車速信号に基づいて前記振動騒音源としての前記車両の駆動系回転体の回転周波数に対して調波の前記制御周波数を算出し、算出した前記制御周波数を前記基準信号生成手段に出力する周波数算出手段とを有し、前記基準信号生成手段は、1周期分の波形データを記憶する波形データテーブルを有し、サンプリング毎に前記波形データテーブルから前記波形データを順次読み出して前記制御周波数の基準信号を生成することを特徴とする。

40

【0012】

また、このシステムでは、前記車両のエンジンのエンジン回転数を検出するエンジン回転数検出手段と、前記エンジン回転数に基づいて前記振動騒音源としての前記車両の駆動系回転体の回転周波数に対して調波の前記制御周波数を算出し、算出した前記制御周波数を前記基準信号生成手段に出力する周波数算出手段とを有し、前記基準信号生成手段は、1周期分の波形データを記憶する波形データテーブルを有し、サンプリング毎に前記波形

50

データテーブルから前記波形データを順次読み出して前記制御周波数の基準信号を生成することを特徴とする。

【0013】

これらの構成によれば、前記エンジン回転数又は前記車速信号から前記駆動系回転体の回転周波数を推定し、この回転周波数に対して調波の前記制御周波数を有する前記基準信号を生成し、この基準信号から前記制御信号を生成する。この場合、前記駆動系回転体の振動騒音に起因して前記車室内に発生する前記車室内騒音は、前記振動騒音の周波数に対し調波の周波数を有する駆動系騒音であるから、前記制御信号を前記相殺音として前記音出力手段から前記車室内に出力すれば、前記誤差信号検出手段の位置における前記駆動系騒音を確実に消音することが可能となる。

10

【0014】

また、トーショナルダンパやウェイトを用いることなく前記駆動系騒音の消音を行うので、車両全体の軽量化やコストダウンも実現することができる。

【0015】

なお、前記駆動系とは、前記エンジンの出力軸側に配置されたクラッチ又はトルクコンバータからタイヤまでの動力伝達機構全体をいい、例えば、トランスミッション、プロペラシャフト、デファレンシャル、ドライブシャフト、ホイールを含む。また、前記駆動系回転体とは、前記駆動系において前記車両の動作時に回転可能な構成要素であり、例えば、前述したプロペラシャフトやドライブシャフトやタイヤがある。

【0016】

上記のシステムにおいて、前記車速検出手段は、前記車両に備わるカウンタシャフト等の回転数を検出し、この回転数に応じたパルス信号を前記車速信号として前記周波数算出手段に出力する。

20

【0017】

この場合、前記周波数算出手段では、前記車速信号を利用して前記制御周波数を算出するので、前記システムでは、前記駆動系騒音を相殺するための前記制御信号を容易に生成することができる。

【0018】

ここで、前記エンジン回転数から前記回転周波数を推定する方法は、下記の通りである。

30

【0019】

前記駆動系回転体が前記プロペラシャフトである場合に、前記周波数算出手段は、前記エンジン回転数に応じた周波数に、変速ギヤ比、ファイナルギヤ比、ベベルギヤ比及びトランスファギヤ比を乗算して前記プロペラシャフトの回転周波数を算出することが好ましい。

【0020】

これにより、前記エンジン回転数から前記プロペラシャフトの回転周波数を容易に算出することができる。

【0021】

なお、前記変速ギヤ比とは、前記トランスミッションのメインシャフトに備わるギヤとカウンタシャフトに備わるギヤとのギヤ比をいう。また、前記ファイナルギヤ比とは、前記カウンタシャフトに備わる他のギヤと前記ドライブシャフトに備わるギヤとのギヤ比をいう。さらに、前記ベベルギヤ比とは、デファレンシャル内において、前記ドライブシャフトに備わるベベルギヤと、このベベルギヤに噛合する前記プロペラシャフト側のベベルギヤとのギヤ比をいう。前記トランスファギヤ比とは、前記プロペラシャフト側の前記ベベルギヤを備えるシャフトに取り付けられた他のギヤと、前記プロペラシャフトに備わるギヤとのギヤ比をいう。

40

【0022】

また、前記駆動系回転体が前記ドライブシャフト又は前記タイヤである場合に、前記周波数算出手段は、前記エンジン回転数に応じた周波数に、前記変速ギヤ比及び前記ファイ

50

ナルギヤ比を乗算して前記ドライブシャフト又は前記タイヤの回転周波数を算出することが好ましい。

【0023】

これにより、前記エンジン回転数から前記ドライブシャフト又は前記タイヤの回転周波数を容易に算出することができる。

【0024】

この場合、上記システムは、前記エンジンと前記車両に備わるトランスミッションとの接続が断になったことを示す接続断信号を前記周波数算出手段に出力する接続状態出力手段をさらに有し、前記周波数算出手段は、前記接続断信号が入力されたときに前記回転周波数の算出を停止することが好ましい。

10

【0025】

これにより、前記周波数算出手段では、前記エンジン回転数に基づいて前記回転周波数を算出している最中に、前記接続断信号の入力があれば、前記エンジン回転数による前記回転周波数の算出を速やかに停止することが可能となる。

【0026】

一方、前記車速信号から前記回転周波数を推定する方法は、下記の通りである。

【0027】

前記駆動系回転体が前記プロペラシャフトである場合に、前記周波数算出手段は、前記車速信号の周波数に、前記カウンタシャフトの回転数と前記車速信号との間の所定の変換値、前記ファイナルギヤ比、前記ベベルギヤ比及び前記トランスファギヤ比を乗算して前記プロペラシャフトの回転周波数を算出する。

20

【0028】

また、前記駆動系回転体が前記ドライブシャフト又は前記タイヤである場合に、前記周波数算出手段は、前記車速信号の周波数に、前記カウンタシャフトの回転数と前記車速信号との間の所定の変換値及び前記ファイナルギヤ比を乗算して前記ドライブシャフト又は前記タイヤの回転周波数を算出する。

【0029】

これにより、前記車速信号から前記プロペラシャフトや前記ドライブシャフト又は前記タイヤの回転周波数を容易に算出することができる。

【0030】

この場合、上記のシステムは、前記車両のエンジンのエンジン回転数を検出するエンジン回転数検出手段と、前記エンジンと前記車両に備わるトランスミッションとの接続が断になったことを示す接続断信号を前記周波数算出手段に出力する接続状態出力手段とをさらに有し、前記周波数算出手段は、前記接続断信号が入力されていない場合には、前記車速信号又は前記エンジン回転数に基づいて前記回転周波数を算出し、一方で、前記接続断信号が入力されている場合には、前記車速信号に基づいて前記回転周波数を算出することが好ましい。

30

【0031】

これにより、前記周波数算出手段では、前記車速信号に基づいて前記回転周波数を算出している最中に、前記エンジンと前記トランスミッションとの接続が断になっても前記回転周波数を算出し続けることができる。また、前記周波数算出手段において、前記エンジン回転数に基づいて前記回転周波数を算出している最中に前記接続断信号の入力があれば、前記車速信号に基づく前記回転周波数の算出に速やかに切り替えることが可能となる。

40

【0032】

また、上記のシステムにおいて、前記制御周波数が前記回転周波数に対して実数倍の周波数であれば、前記振動騒音に対して所定次数の周波数の駆動系騒音であっても、確実に消音することが可能となる。

【0033】

さらに、前記制御信号は、前記駆動系回転体の振動騒音に起因した前記車室内の駆動系騒音を相殺するための第1制御信号であり、上記のシステムは、前記振動騒音源としての

50

エンジンから発生するエンジン振動騒音に基づいて前記エンジン振動騒音に起因した前記車室内のエンジン騒音を相殺するための第2制御信号を生成する能動型騒音制御装置と、前記第1制御信号と前記第2制御信号とを合成して前記音出力手段に出力する信号合成手段とをさらに有することが好ましい。

【0034】

これにより、前記誤差信号検出手段の位置における前記車室内騒音（前記エンジン騒音及び前記駆動系騒音）を良好に打ち消すことができる。

【0035】

また、上記のシステムでは、前記第1制御信号の制御周波数と前記第2制御信号の制御周波数とを比較して、前記各制御周波数が同一又は近接する場合に、いずれか一方の制御信号の前記信号合成手段への出力を停止し、又はいずれか一方の制御信号の出力レベルを変化させる比較調整手段をさらに有することが好ましい。

【0036】

これにより、前記各周波数が同一である場合には、いずれか一方の制御信号を用いて前記車室内騒音の消音制御を行う。また、前記各周波数が近接する場合には、出力レベルの比較的大きな制御信号に応じた相殺音により、この制御信号の周波数と同一周波数の騒音が消音されると共に、前記制御信号の周波数に近接する周波数の騒音は、他方の制御信号の相殺音により低減される。従って、このような比較調整手段を採用することにより、前記車室内騒音を効率よく消音することが可能となる。

【発明の効果】

【0037】

この発明によれば、エンジン回転数又は車速信号から駆動系回転体の回転周波数を推定し、この回転周波数に対して調波の制御周波数を有する基準信号を生成し、この基準信号から制御信号を生成する。この場合、駆動系回転体の振動騒音に起因して車室内に発生する車室内騒音は、前記振動騒音の周波数に対し調波の周波数を有する駆動系騒音であるから、前記制御信号を相殺音として音出力手段から前記車室内に出力すれば、前記誤差信号検出手段の位置における前記駆動系騒音を確実に消音することが可能となる。

【0038】

また、トーションアルダンパやウェイトを用いることなく前記駆動系騒音の消音を行うので、車両全体の軽量化やコストダウンも実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

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。

【0040】

図1及び図2は、この発明の第1実施形態に係る車両用能動型騒音制御システム（以下、システムという。）10Aを車両12に組み込んだ構成を示すブロック図である。なお、図2では、一例として、4WD（AWD）の車両12を図示している。

【0041】

このシステム10Aは、車室14内の前席16側のヘッドレスト18（図示しない乗員の耳位置近傍）上方のルーフライニングに配置されたマイクロフォン22と、後部座席24のヘッドレスト26近傍に配置されたマイクロフォン28と、前席16側のドアに配置されたスピーカ30と、後部座席24後方に配置されたスピーカ32と、電子制御装置34とを有する。

【0042】

この場合、車両12のエンジン36を制御するエンジン制御ECU38には、エンジン回転センサ（エンジン回転数検出手段）400からエンジン回転信号が供給される。前記エンジン回転信号とは、エンジン36の出力軸の回転に同期してエンジン回転センサ400から出力されるエンジン回転パルスであり、該エンジン36から発生する騒音（例えば、エンジン音やエンジン36の出力軸の回転によって発生した加振力等に起因した周期性のある騒音）やエンジン36の振動等の振動騒音に対して相関性のある信号である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

また、エンジン制御 E C U 3 8 には、該車両 1 2 がマニュアル車である場合に、前記乗員によるシフトレバー 4 0 2 の操作に応じたトランスミッション 4 5 の変速ギヤ比を示すギヤポジション信号がシフトレバー操作検出手段 4 0 4 より供給される。さらに、エンジン制御 E C U 3 8 には、前記乗員によるクラッチペダル 4 0 6 の操作に起因してクラッチ 4 2 がエンジン 3 6 とトランスミッション 4 5 との接続状態を断としたときに、接続が断になったことを示すクラッチ接続信号（接続断信号）がクラッチ接続検出手段（接続状態出力手段） 4 0 8 より供給される。なお、前記変速ギヤ比とは、図 2 に示すトランスミッション 4 5 において、メインシャフト 4 4 に備わる変速ギヤ 4 6 と、この変速ギヤ 4 6 に噛み合し且つカウンタシャフト 4 8 に備わる変速ギヤ 5 0 とのギヤ比をいう。

10

【 0 0 4 4 】

以下の説明では、車両 1 2 がマニュアル車である場合について説明するが、オートマテイク車である場合には、クラッチ 4 2 の代わりにトルクコンバータが配置され、前記トルクコンバータの動作に起因してエンジン 3 6 とトランスミッション 4 5 との接続状態が断となったときに、前記トルクコンバータ及びトランスミッション 4 5 を制御する A T 制御装置（接続状態検出手段） 4 1 0（図 1 及び図 2 中、破線で図示）は、接続が断になったことを示すクラッチ接続信号（接続断信号）を生成する。また、A T 制御装置 4 1 0 は、トランスミッション 4 5 の前記変速ギヤ比を示すギヤポジション信号も生成する。

【 0 0 4 5 】

また、図 2 に示すように、前記駆動系とは、エンジン 3 6 の出力軸側に配置されたクラッチ 4 2 からタイヤ 6 0、6 2、8 2、8 4 までの動力伝達機構全体をいう。すなわち、前記駆動系とは、クラッチ 4 2 と、トランスミッション 4 5 内のメインシャフト 4 4、カウンタシャフト 4 8、変速ギヤ 4 6、5 0 及びファイナルギヤ 5 2 と、フロントデファレンシャル 5 4 内のファイナルギヤ 5 6、ベベルギヤ 6 4、6 6、トランスファギヤ 7 0、7 2 及びシャフト 6 8、7 4 と、ドライブシャフト 5 8 と、プロペラシャフト 7 6 と、リヤデファレンシャル 7 8 と、ドライブシャフト 8 0 と、ホイール 3 7、3 9、4 1、4 3 と、タイヤ 6 0、6 2、8 2、8 4 とを含む。

20

【 0 0 4 6 】

さらに、前記駆動系において、車両 1 2 の動作時にプロペラシャフト 7 6 やドライブシャフト 5 8 やタイヤ 6 0、6 2、8 2、8 4 等の駆動系回転体の回転によって発生する振動騒音に起因して、車室 1 4（図 1 参照）内には、前記振動騒音の周波数に対し調波周波数の駆動系騒音が発生する。なお、前記駆動系を構成する上記の各構成要素は周知であるので、その詳細な作用については説明を省略する。

30

【 0 0 4 7 】

カウンタシャフト 4 8 近傍には、車速センサ（車速検出手段） 4 0 が配置されている。車速センサ 4 0 は、該カウンタシャフト 4 8 の回転数に応じた車両 1 2 の車速を車速信号（車速パルス）として電子制御装置 3 4 に供給する。この場合、車速センサ 4 0 は、カウンタシャフト 4 8 の回転に応じたカウンタシャフトパルスを、図示しない車速メータに車速を表示させるための法定された所定の変換値 を用いて前記車速パルスに変換し、電子制御装置 3 4 へ出力する。

40

【 0 0 4 8 】

前記変換値 は、例えば、0 . 8 5 2 9 であり、この場合は、カウンタシャフト 4 8 が 0 . 8 5 2 9 回転すると 1 パルスの車速パルスが生成されることを意味している。なお、車速センサ 4 0 では、 $n = 1$ 、すなわち、カウンタシャフト 4 8 が 1 回転した際に 1 パルスの車速パルスを生成することも可能であるが、以下の説明では、 $n = 0 . 8 5 2 9$ として説明する。

【 0 0 4 9 】

電子制御装置 3 4 は、前記車速信号に基づいて、駆動系騒音を含む車室内騒音を相殺するための制御信号 S c 1、S c 2 を生成してスピーカ（音出力手段） 3 0、3 2（図 1 参照）へ出力し、スピーカ 3 0、3 2 は、制御信号 S c 1、S c 2 を相殺音として車室 1 4

50

内に出力する。マイクロフォン（誤差信号検出手段）22、28は、前記車室内騒音と前記相殺音との相殺誤差音を検出し誤差信号e1、e2として電子制御装置34に出力する。

【0050】

図3は、電子制御装置34の機能ブロック図である。なお、図3では、理解を容易化するために、前席16側のマイクロフォン22及びスピーカ30を用いて車室14内のマイクロフォン22の位置における駆動系騒音を含む車室内騒音を低減する場合について図示し、以下に説明する各ブロック図でも同様とする。

【0051】

電子制御装置34は、マイクロコンピュータにより構成され且つ前記車速信号に基づいて制御信号Scpを生成する制御回路部104と、D/Aコンバータ（以下、DACともいう。）112と、A/Dコンバータ（以下、ADCともいう。）114とを有する。

10

【0052】

制御回路部104は、周波数検出回路（周波数算出手段）150と、基準信号生成手段316と、参照信号生成手段324と、適応型フィルタ156、158と、加算器160と、フィルタ係数更新手段168、176とを有する。

【0053】

周波数検出回路150は、入力された車速パルスの周波数fcからプロペラシャフト76の周波数（回転周波数）fpを推定する。

【0054】

20

ここで、周波数検出回路150における周波数fcからの周波数fpの推定方法について説明する。

【0055】

ファイナルギヤ52（図2参照）の歯数Frとファイナルギヤ56の歯数Fnとのギヤ比（ファイナルギヤ比）をFr/Fn、ベベルギヤ64の歯数Brとベベルギヤ66の歯数Bnとのギヤ比（ベベルギヤ比）をBr/Bn、トランスファギヤ70の歯数Trとトランスファギヤ72の歯数Tnとのギヤ比（トランスファギヤ比）をTr/Tnとすると、周波数検出回路150では、下記の(1)式よりfcからfpを算出（推定）する。

$$f_p = f_c \times \left(\frac{F_r}{F_n} \right) \times \left(\frac{B_r}{B_n} \right) \times \left(\frac{T_r}{T_n} \right) \quad (1)$$

30

【0056】

一例として、 $f_c = 58.8$ [Hz]、 $\left(\frac{F_r}{F_n} \right) \times \left(\frac{B_r}{B_n} \right) \times \left(\frac{T_r}{T_n} \right) = 0.629764$ であれば、 $f_p = 37$ [Hz]となる。

【0057】

なお、上記の推定方法では、変速ギヤ46の歯数Hrと変速ギヤ50の歯数Hnとのギヤ比（変速ギヤ比）Hr/Hnが(1)式に含まれていないので、周波数検出回路150は、エンジン36とトランスミッション45との接続状態（接続が断であるか否か）に関わらず、前記車速信号を用いて周波数fcから周波数fpを算出することが可能である。

【0058】

このように、周波数検出回路150は、上記の(1)式により推定されたプロペラシャフト76の周波数fpを利用して、この周波数fpに対し調波（例えば、1次等の実数倍）の制御周波数fp'を算出し、該制御周波数fp'を基準信号生成手段316に出力する。

40

【0059】

なお、周波数検出回路150は、前記マイクロコンピュータ（制御回路部104）の標本化周期を有するタイミング信号（サンプリングパルス）も発生し、前記マイクロコンピュータでは、前記タイミング信号に基づいて後述するLMSアルゴリズム等の演算処理を行う。

【0060】

基準信号生成手段316は、アドレスシフト部312と、メモリとしての波形データ

50

ーブル314と、余弦波発生回路320と、正弦波発生回路322とを有し、波形データテーブル314に格納された1周期分の波形データに基づいて、制御周波数 $f_{p'}$ の基準信号（基準余弦波信号 x_{p1} 及び基準正弦波信号 x_{p2} ）を生成して適応型フィルタ156、158及び参照信号生成手段324に出力する。

【0061】

波形データテーブル314は、図4の(a)及び(b)に模式的に示すように、正弦波の1周期分の波形を時間軸方向{図4(b)では位相方向}に所定数(N)等分したときの各瞬時値を表す各瞬時値データを、アドレス毎に波形データとして記憶している。なお、前記アドレス(i)は、0から(前記所定数-1)までの整数($i = 0, 1, 2, \dots, N - 1$)であり、図4の(a)及び(b)に記載されているAは、1又は任意の正の実数である。従って、アドレスiの波形データは、 $A \cdot \sin(360^\circ \times i / N)$ で算出される。すなわち、1サイクルの正弦波を前記時間軸方向にN分割して標本化し、各標本化点を順次波形データテーブル314(図3参照)のアドレスとし、各標本化点における前記正弦波の瞬時値を量子化したデータを前記波形データとして、対応する波形データテーブル314のアドレス位置に格納したものである。

10

【0062】

そのため、波形データテーブル314では、周波数検出回路150からの制御周波数 $f_{p'}$ に基づく所定のアドレスが、波形データテーブル314に対する正弦波発生回路322の読み出しアドレスとして指定され、一方で、アドレスシフト部312により前記制御周波数 $f_{p'}$ に基づく前記所定のアドレスを1/4周期分だけシフトさせたアドレスが、波形データテーブル314に対する余弦波発生回路320の読み出しアドレスとして指定される。

20

【0063】

図5は、基準信号生成手段316(図3参照)による前記基準信号(基準余弦波信号 x_{p1} 及び基準正弦波信号 x_{p2})の生成方法を模式的に示した図である。ここでは、図3~図5を参照しながら、余弦波発生回路320による基準余弦波信号 x_{p1} の生成方法と、正弦波発生回路322による基準正弦波信号 x_{p2} の生成方法とについて、より具体的に説明する。

【0064】

図5において、nは、0以上の整数であって、前記サンプリングパルスの計数值(タイミング信号計数值)である。図5の(a)は、波形データテーブル314(図3参照)のアドレスと波形データとの関係を模式的に示し、図5の(b)は、基準正弦波信号 x_{p2} の生成を模式的に示し、図5の(c)は、基準余弦波信号 x_{p1} の生成を模式的に示している。

30

【0065】

ここでは、周波数検出回路150から一定のサンプリング周期でタイミング信号が出力される固定サンプリング方式について説明し、前記所定数(N)は3600と仮定する。これにより、アドレスは、 $i = 0, 1, 2, \dots, N - 1 = 0, 1, 2, \dots, 3599$ となり、1/4周期分のシフト量は $N / 4 = 900$ となる。また、説明を簡単にするために、サンプリング間隔(時間) $t = 1 / N = 1 / 3600$ [s]と規定する。

40

【0066】

サンプリング間隔が $1 / 3600$ [s] ($1 / N$ [s])であるため、波形データテーブル314では、周波数検出回路150から入力されるサンプリングパルス毎に、下記の(2)式で示されるように、制御周波数 $f_{p'}$ に基づくアドレス間隔 i_s で読み出しアドレス $i(n)$ が指定される。

$$\begin{aligned} \text{アドレス間隔: } i_s &= N \times f_{p'} \times t = 3600 \times f_{p'} \times (1 / 3600) \\ &= f_{p'} \end{aligned} \quad (2)$$

【0067】

従って、あるタイミングのアドレス $i(n)$ は、(3)式となる。

$$i(n) = i(n - 1) + i_s = i(n - 1) + f_{p'} \quad (3)$$

50

【 0 0 6 8 】

なお、 $i(n) > 3599 (= N - 1)$ のときは、(4) 式となる。

$$i(n) = i(n - 1) + f_{p'} - 3600 \quad (4)$$

【 0 0 6 9 】

このため、正弦波発生回路 322 (図 3 参照) は、周波数検出回路 150 が発生するサンプリングパルス毎に、制御周波数 $f_{p'}$ に相当するアドレス間隔 i_s で波形データテーブル 314 の波形データを順次読み出すことにより、基準正弦波信号 $x_{p2}(n)$ を生成する。例えば、制御周波数 $f_{p'}$ が $40 [Hz]$ の場合には、制御が開始されると、サンプリングパルス毎、すなわち、 $1/3600 [s]$ 毎に、 $i(n) = 0, 40, 80, 120, \dots, 3560, 0, \dots$ のアドレスに相当する波形データが順次読み出されることになり、 $40 [Hz]$ の基準正弦波信号 $x_{p2}(n)$ が生成される。

10

【 0 0 7 0 】

また、アドレスシフト部 312 (図 3 参照) は、 $\sin(\theta + \pi/2) = \cos \theta$ より、基準正弦波信号 $x_{p2}(n)$ の読み出しアドレス $i(n)$ に対して、下記の (5) 式で示すように、 $1/4$ 周期分だけシフト (加算) したアドレスを、波形データテーブル 314 に対する余弦波発生回路 320 の読み出しアドレス $i'(n)$ として指定する。

$$i'(n) = i(n) + N/4 = i(n) + 900 \quad (5)$$

【 0 0 7 1 】

なお、 $i'(n) > 3599 (= N - 1)$ のときは、下記の (6) 式となる。

$$i'(n) = i(n) + 900 - 3600 \quad (6)$$

20

【 0 0 7 2 】

従って、余弦波発生回路 320 は、基準正弦波信号 $x_{p2}(n)$ の読み出しアドレス $i(n)$ を $1/4$ 周期だけシフトしたアドレス $i'(n)$ に従って、周波数検出回路 150 から発生するサンプリングパルス毎に、制御周波数 $f_{p'}$ に相当するアドレス間隔 i_s で波形データテーブル 314 の波形データを順次読み出すことにより基準余弦波信号 $x_{p1}(n)$ を生成する。

【 0 0 7 3 】

例えば、 $f_{p'} = 40 [Hz]$ の場合には、制御が開始されると、サンプリングパルス毎に、すなわち、 $1/3600 [s]$ 毎に、 $i'(n) = 900, 940, 980, 1020, \dots, 860, 900, \dots$ のアドレスに相当する波形データが順次読み出されることにより $40 [Hz]$ の基準余弦波信号 $x_{p1}(n)$ が生成される。

30

【 0 0 7 4 】

このように、固定サンプリング方式の場合には、制御周波数 $f_{p'}$ に応じて、前記波形データの読み出しアドレス間隔を変化させることにより基準信号 { 基準余弦波信号 $x_{p1}(n)$ 及び基準正弦波信号 $x_{p2}(n)$ } が生成される。

【 0 0 7 5 】

一方、周波数検出回路 150 からプロペラシャフト 76 (図 2 参照) の回転数 (車速パルスの回転数) に同期したサンプリング周期でタイミング信号が出力される場合 (可変サンプリング方式) についても、特許文献 1 に開示されている同期サンプリング方式 (可変サンプリング方式) による基準信号の生成方法と、上記の固定サンプリング方式とを利用して、所定数 (N) の値や、プロペラシャフト 76 の回転数に同期したサンプリング間隔等を変化させることにより実現可能である。

40

【 0 0 7 6 】

このようにして生成された基準余弦波信号 x_{p1} 及び基準正弦波信号 x_{p2} は、プロペラシャフト 76 の周波数 f_p に対する調波周波数の基準信号であり、前記調波周波数である制御周波数 $f_{p'}$ は、プロペラシャフト 76 の振動騒音に起因して車室 14 内に発生する駆動系騒音の周波数に相当する。

【 0 0 7 7 】

適応型フィルタ 156 は、フィルタ係数 W_{p1} を用いて基準余弦波信号 x_{p1} を補正し加算器 160 に出力し、適応型フィルタ 158 は、フィルタ係数 W_{p2} を用いて基準正弦

50

波信号 x_{p2} を補正し加算器 160 に出力する。加算器 160 は、適応型フィルタ 156 からの信号 $x_{p1} \cdot W_{p1}$ と適応型フィルタ 158 からの信号 $x_{p2} \cdot W_{p2}$ とを加算して、プロペラシャフト 76 (図 2 参照) の回転により発生する振動騒音に起因した車室 14 内の駆動系騒音を相殺するための制御信号 S_{cp} を生成する。

【0078】

制御信号 S_{cp} は、DAC 112 にてデジタル信号からアナログ信号に変換され、スピーカ 30 は、アナログ信号に変換された制御信号 S_{cp} (S_{c1}) を相殺音として車室 14 内に出力する。マイクロフォン 22 は、その配置位置における駆動系騒音を含む車室内騒音と前記相殺音との相殺誤差音を検出し誤差信号 e_1 として出力する。誤差信号 e_1 は、ADC 114 にてアナログ信号からデジタル信号に変換され、フィルタ係数更新手段 168、176 に出力される。

10

【0079】

参照信号生成手段 324 は、スピーカ 30 (図 1 及び図 3 参照) からマイクロフォン 22 までの信号伝達特性 C_{11} を示す補正值 C^{\wedge} が設定された補正部 326、328 を有し、基準信号 x_{p1} 、 x_{p2} を補正值 C^{\wedge} で補正することにより参照信号 r_{p1} 、 r_{p2} を生成し、フィルタ係数更新手段 168、176 に出力する。

【0080】

なお、実際の信号伝達特性は、例えば、図 6 に示すように、フーリエ変換装置からなる信号伝達特性測定装置 500 を DAC 112 の入力側と ADC 114 の出力側とに接続した状態で、制御回路部 104 の加算器 160 側から DAC 112 に入力されたテスト信号と、ADC 114 から制御回路部 104 のフィルタ係数更新手段 168、176 側に出力された信号とに基づいて測定される。図 3 及び図 6 中、参照信号生成手段 324 内の補正部 326、328 には、信号伝達特性測定装置 500 にて測定された信号伝達特性が補正值 C^{\wedge} として設定される。従って、信号伝達特性測定装置 500 による信号伝達特性の測定方法によっては、補正值 C^{\wedge} は、スピーカ 30 からマイクロフォン 22 までの信号伝達特性を示す場合や、上記例の測定方法のように、スピーカ 30 からマイクロフォン 22 までの信号伝達特性を含む加算器 160 の出力側からフィルタ係数更新手段 168、176 の入力側までの信号伝達特性を示す場合もある。

20

【0081】

フィルタ係数更新手段 168、176 (図 3 及び図 6 参照) は、最小二乗法 (LMS) アルゴリズム演算器から構成され、参照信号 r_{p1} 、 r_{p2} と、誤差信号 e_1 とに基づいて、フィルタ係数 W_{p1} 、 W_{p2} の適応演算処理 (誤差信号 e_1 が最小となるようなフィルタ係数 W_{p1} 、 W_{p2} を最小二乗法に基づき算出する演算処理) をそれぞれ行い、この演算結果よりフィルタ係数 W_{p1} 、 W_{p2} を前記サンプリングパルス毎に逐次更新する。

30

【0082】

このように、第 1 実施形態に係るシステム 10A では、車速パルスの周波数 f_c から駆動系回転体としてのプロペラシャフト 76 の (回転) 周波数 f_p を推定し、この周波数 f_p に対して調波の制御周波数 $f_{p'}$ を有する基準信号 (基準余弦波信号 x_{p1} 及び基準正弦波信号 x_{p2}) を生成し、この基準信号から制御信号 S_{cp} (S_{c1}) を生成する。この場合、プロペラシャフト 76 の回転により発生する振動騒音に起因して車室 14 内に発生する騒音は、前記振動騒音の周波数に対し調波周波数の駆動系騒音であるから、制御信号 S_{cp} を相殺音としてスピーカ 30 から車室 14 内に出力すれば、マイクロフォン 22 の位置における前記駆動系騒音を確実に消音することが可能となる。

40

【0083】

また、トーションナルダンパやウェイトを用いることなく前記駆動系騒音の消音を行うので、車両 12 全体の軽量化やコストダウンも実現することができる。

【0084】

また、周波数検出回路 150 では、前記車速パルスの周波数 f_c を利用して周波数 f_p 及び制御周波数 $f_{p'}$ を算出するので、このシステム 10 では、前記駆動系騒音を相殺するための制御信号 S_{cp} を容易に生成することができる。

50

【 0 0 8 5 】

この場合、周波数検出回路 1 5 0 では、上記の (1) 式を用いて車速パルスの周波数 f_c からプロペラシャフト 7 6 の周波数 f_p を算出するので、前記車速パルスからプロペラシャフト 7 6 の周波数 f_p を容易に算出することができる。

【 0 0 8 6 】

また、このシステム 1 0 A において、制御周波数 $f_{p'}$ が周波数 f_p に対して実数倍の調波の周波数であるので、前記振動騒音に対して所定次数の周波数の駆動系騒音が車室 1 4 内に発生しても、確実に消音することが可能となる。

【 0 0 8 7 】

次に、第 2 実施形態に係るシステム 1 0 B について、図 7 ~ 図 9 を参照しながら説明する。なお、このシステム 1 0 B において、第 1 実施形態に係るシステム 1 0 A (図 1 ~ 図 6 参照) と同じ構成要素については、同じ参照符号を付けてその詳細な説明を省略し、以下同様とする。

10

【 0 0 8 8 】

このシステム 1 0 B において、電子制御装置 3 4 には、前記車速信号が供給されず、その代わりに、エンジン制御 ECU 3 8 からエンジン回転信号、ギヤポジション信号及びクラッチ接続信号が供給され、該電子制御装置 3 4 は、前記エンジン回転信号、前記ギヤポジション信号及び前記クラッチ接続信号に基づいて、制御信号 S_{c1} 、 S_{c2} を生成する。また、電子制御装置 3 4 は、スイッチ 3 0 0 とスイッチ制御部 3 0 2 とをさらに有する。

20

【 0 0 8 9 】

なお、図 7 及び図 8 において、車両 1 2 がオートマチック車である場合には、AT 制御装置 4 1 0 から電子制御装置 3 4 にギヤポジション信号及びクラッチ接続信号が供給されるが、この第 2 実施形態においても、車両 1 2 がマニュアル車である場合について説明し、以下同様とする。

【 0 0 9 0 】

スイッチ制御部 3 0 2 は、エンジン制御 ECU 3 8 からクラッチ接続信号が入力されたときに、クラッチ 4 2 がエンジン 3 6 とトランスミッション 4 5 との接続を断にしたことを示す断信号 S_s を制御回路部 1 0 4 及びスイッチ 3 0 0 に出力する。これにより、スイッチ 3 0 0 は、断信号 S_s の入力がない場合は、スイッチオン状態となって前記エンジン回転信号を制御回路部 1 0 4 に供給し、一方で、断信号 S_s の入力があれば、スイッチオフ状態となって前記エンジン回転信号の制御回路部 1 0 4 への供給を停止する。

30

【 0 0 9 1 】

周波数検出回路 1 5 0 は、断信号 S_s の入力がない場合に、スイッチ 3 0 0 から供給されたエンジン回転信号 (エンジン回転パルス) の周波数 f_e よりプロペラシャフト 7 6 (図 8 参照) の周波数 (回転周波数) f_p を推定する。

【 0 0 9 2 】

ここで、周波数検出回路 1 5 0 における周波数 f_e からの周波数 f_p の推定方法について説明する。

【 0 0 9 3 】

周波数検出回路 1 5 0 は、下記の (7) 式より f_e から f_p を算出 (推定) する。

$$f_p = f_e \times (H_r / H_n) \times (F_r / F_n) \times (B_r / B_n) \times (T_r / T_n) \quad (7)$$

40

【 0 0 9 4 】

一例として、周波数検出回路 1 5 0 に入力される前記ギヤポジション信号の示す変速ギヤ比 H_r / H_n が 5 速のギヤ比であり、 $(H_r / H_n) \times (F_r / F_n) \times (B_r / B_n) \times (T_r / T_n) = 1.5357$ 、エンジン回転数が 3 0 0 0 [rpm] であれば、 $f_e = 50$ [Hz] (= 3 0 0 0 [rpm] / 60 [s]) であるから、 $f_p = 76.8$ [Hz] となる。

【 0 0 9 5 】

50

なお、(7)式によるプロペラシャフト76の周波数 f_p の推定方法は、エンジン36とトランスミッション45とがクラッチ42を介し接続されている場合に適用可能である。すなわち、周波数検出回路150では、断信号 S_s の入力があれば、プロペラシャフト76の周波数 f_p の推定を停止する。

【0096】

このように、第2実施形態に係るシステム10Bでは、エンジン36とトランスミッション45とがクラッチ42を介し接続されている場合において、エンジン回転パルスの周波数 f_e から駆動系回転体としてのプロペラシャフト76の(回転)周波数 f_p を推定するので、この周波数 f_p に対して調波の制御周波数 f_p' を有する基準信号(基準余弦波信号 x_{p1} 及び基準正弦波信号 x_{p2})を生成することにより、第1実施形態に係るシステム10Aと同様に、マイクロフォン22の位置における駆動系騒音に対する良好な消音効果が得られると共に、車両12全体の軽量化やコストダウンも実現することができる。

10

【0097】

また、周波数検出回路150では、前記エンジン回転パルスの周波数 f_e を利用して周波数 f_p 及び制御周波数 f_p' を算出することになるので、このシステム10Bでも、前記駆動系騒音を相殺するための制御信号 S_{cp} を容易に生成することができる。

【0098】

さらに、周波数検出回路150では、上記の(7)式を用いてエンジン回転パルスの周波数 f_e からプロペラシャフト76の周波数 f_p を算出するので、前記エンジン回転パルスからプロペラシャフト76の周波数 f_p を容易に算出することができる。

20

【0099】

次に、第3実施形態に係るシステム10Cについて、図10～図12を参照しながら説明する。

【0100】

このシステム10Cにおいて、電子制御装置34には、車速センサ40から車速信号が供給され、エンジン制御ECU38からエンジン回転信号、ギヤポジション信号及びクラッチ接続信号が供給され、該電子制御装置34は、前記車速信号、前記エンジン回転信号、前記ギヤポジション信号及び前記クラッチ接続信号に基づいて、制御信号 S_{c1} 、 S_{c2} を生成する。また、電子制御装置34内のスイッチ300は、断信号 S_s の入力がなければ、前記エンジン回転信号を制御回路部104に供給し、一方で、断信号 S_s の入力があれば、前記車速信号を制御回路部104に供給する切替スイッチである。

30

【0101】

従って、周波数検出回路150は、断信号 S_s の入力がない場合に、上記の(7)式より前記エンジン回転パルスの周波数 f_e からプロペラシャフト76(図11参照)の周波数 f_p を推定し、一方で、断信号 S_s の入力がある場合に、上記の(1)式より前記車速パルスの周波数 f_c からプロペラシャフト76の周波数 f_p を推定する。

【0102】

このように、第3実施形態に係るシステム10Bでは、スイッチ制御部302が断信号 S_s をスイッチ300及び周波数検出回路150に出力することにより、該スイッチ300は、スイッチ内部の接続を切り替えて、エンジン回転パルスに代えて車速パルスを周波数検出回路150に供給することができる。これにより、周波数検出回路150は、断信号 S_s の入力に基づいて、前記エンジン回転パルスによる周波数 f_p の算出から、車速パルスによる周波数 f_p の算出に速やかに切り替えて、周波数 f_p を算出し続けることが可能となる。従って、周波数検出回路150では、クラッチ42によりエンジン36とトランスミッション45との接続が断になっても、周波数 f_p に基づく制御周波数 f_p' を基準信号生成手段316に出力することが可能であるので、制御回路部104は、マイクロフォン22の位置における駆動系騒音に対する消音制御を継続して行うことができる。

40

【0103】

なお、この第3実施形態では、断信号 S_s の入力に基づいて、周波数検出回路150がエンジン回転パルスによる周波数 f_p の算出から車速パルスによる周波数 f_p の算出に切

50

り替えることについて説明したが、この構成に代えて、断信号 S_s の入力に関わりなく、スイッチ 300 から周波数検出回路 150 に車速パルスを供給し、周波数検出回路 150 において、前記車速パルスに基づいて周波数 f_p の算出を行うようにすることも可能である。

【0104】

次に、第4実施形態に係るシステム 10D について、図 13 ~ 図 14C を参照しながら説明する。

【0105】

このシステム 10D は、振動騒音源をプロペラシャフト 76 (図 11 参照) と、エンジン 36 と、ドライブシャフト 58 又はタイヤ 60、62 とし、プロペラシャフト 76 の回転により発生する振動騒音に起因したマイクロフォン 22 の位置における駆動系騒音を低減するための制御回路部 104 に加え、エンジン 36 から発生する振動騒音に起因したマイクロフォン 22 の位置におけるエンジン騒音 (エンジンこもり音) を低減するための制御回路部 102 と、ドライブシャフト 58 又はタイヤ 60、62 の回転により発生する振動騒音に起因したマイクロフォン 22 の位置における駆動系騒音を低減するための制御回路部 106 とを備え、これらの制御回路部 102、104、106 にて生成される制御信号 S_{ce} 、 S_{cp} 、 S_{ct} の合成信号である制御信号 S_{c1} を相殺音としてスピーカ 30 から車室 14 内に出力することにより、前記エンジン騒音及び前記各駆動系騒音を含む車室内騒音を低減する点で、システム 10C (図 10 ~ 図 12 参照) とは異なる。

【0106】

この場合、制御回路部 102、104、106 は、互いに略同一の構成を有する。すなわち、制御回路部 102、104、106 は、周波数検出回路 120、150、180 と、基準信号生成手段 316、334、364 と、参照信号生成手段 324、340、370 と、適応型フィルタ 126、128、156、158、186、188 と、フィルタ係数更新手段 138、146、168、176、198、206 とを有する。

【0107】

また、エンジン騒音低減用の制御回路部 102 において、周波数検出回路 120 は、エンジン回転信号 (エンジン回転パルス) に基づいて、前記エンジン回転パルスの周波数 f_e に対して調波 (実数倍) の制御周波数 $f_{e'}$ を生成し、基準信号生成手段 334 は、制御周波数 $f_{e'}$ の基準余弦波信号 x_{e1} 及び基準正弦波信号 x_{e2} を生成し、参照信号生成手段 340 は、基準余弦波信号 x_{e1} 及び基準正弦波信号 x_{e2} に基づく参照信号 r_{e1} 、 r_{e2} を生成する。

【0108】

さらに、ドライブシャフト 58 又はタイヤ 60、62 の回転に起因した駆動系騒音を低減するための制御回路部 106 において、周波数検出回路 180 は、スイッチ 300 から供給されるエンジン回転パルスの周波数 f_e 又は車速パルスの周波数 f_c に基づいて、ドライブシャフト 58 又はタイヤ 60、62 の周波数 f_t を推定し、この周波数 f_t に対し調波 (実数倍) の制御周波数 $f_{t'}$ を算出する。

【0109】

すなわち、周波数検出回路 180 では、前記エンジン回転パルスが入力されている際に、下記の (8) 式により前記エンジン回転パルスの周波数 f_e からドライブシャフト 58 又はタイヤ 60、62 の周波数 f_t を推定する。

$$f_t = f_e \times (H_r / H_n) \times (F_r / F_n) \quad (8)$$

【0110】

一方、前記車速パルスが入力されている際には、下記の (9) 式により前記車速パルスの周波数 f_c から周波数 f_t を推定する。

$$f_t = f_c \times (F_r / F_n) \quad (9)$$

【0111】

一例として、 $f_c = 58.8$ [Hz]、 $F_r / F_n = 0.1854$ であれば、 $f_t = 10.9$ [Hz] となる。

10

20

30

40

50

【0112】

そして、周波数検出回路180は、この周波数 f_t に対し調波（例えば、3次）の制御周波数 f_t' （ $=10.9 \times 3 = 32.7$ [Hz]）を算出して基準信号生成手段364に出力する。

【0113】

基準信号生成手段364は、制御周波数 f_t' の基準余弦波信号 x_{t1} 及び基準正弦波信号 x_{t2} を生成し、参照信号生成手段370は、基準余弦波信号 x_{t1} 及び基準正弦波信号 x_{t2} に基づく参照信号 r_{t1} 、 r_{t2} を生成する。

【0114】

なお、基準信号生成手段334、364における基準余弦波信号 x_{e1} 、 x_{t1} 及び基準正弦波信号 x_{e2} 、 x_{t2} の生成動作と、参照信号生成手段340、370における参照信号 r_{e1} 、 r_{e2} 、 r_{t1} 、 r_{t2} の生成動作とは、制御周波数が $f_{e'}$ 、 $f_{t'}$ である点以外は、前述した基準信号生成手段316における x_{p1} 、 x_{p2} の生成動作や、参照信号生成手段324における r_{p1} 、 r_{p2} の生成動作と略同様であるので、その詳細な説明については省略する。

10

【0115】

また、適応型フィルタ126、128、186、188及びフィルタ係数更新手段138、146、198、206の動作についても、適応型フィルタ156、158及びフィルタ係数更新手段168、176と略同様であるので、その詳細な説明については省略する。

20

【0116】

制御回路部（第1能動型騒音制御装置）104、106から出力された制御信号 S_{cp} 、 S_{ct} は、加算器108により加算されて加算器110に出力され、加算器110は、制御回路部（第2能動型騒音制御装置）102からの制御信号 S_{ce} と、加算器108からの信号（ $S_{cp} + S_{ct}$ ）とを合成し制御信号 S_{c1} としてDAC112を介してスピーカ30に出力する。

【0117】

図14A～図14Cは、このシステム10Dによりマイクロフォン22の位置における車室内騒音を低減した結果を図示した特性図である。図14Aは、プロペラシャフト76（図11参照）の振動騒音に起因する駆動系騒音の低減を示す特性図であり、図14Bは、ドライブシャフト58又はタイヤ60、62の振動騒音に起因した駆動系騒音の低減を示す特性図であり、図14Cは、エンジン騒音の低減を示す特性図である。いずれの特性図においても、制御回路部102、104、106による消音制御を行った場合（ANC ON）には、前記消音制御を行わない場合（ANC OFF）と比較して、前記各騒音が低減されていることが諒解される。

30

【0118】

これは、制御回路部104（図13参照）において、プロペラシャフト76（図11参照）の周波数 f_p に基づく調波の制御周波数（第1制御周波数） f_p' の制御信号 S_{cp} を生成することにより、マイクロフォン22の位置では、制御信号 S_{cp} に応じた相殺音によって、プロペラシャフト76の振動騒音に起因した駆動系騒音が低減され（図14A参照）、制御回路部106において、ドライブシャフト58又はタイヤ60、62の周波数 f_t に基づく調波の制御周波数（第1制御周波数） f_t' の制御信号 S_{ct} を生成することにより、マイクロフォン22の位置では、制御信号 S_{ct} に応じた相殺音によって、ドライブシャフト58又はタイヤ60、62の振動騒音に起因した駆動系騒音が低減され（図14B参照）、さらに、制御回路部102において、周波数 f_e に基づく調波の制御周波数（第2制御周波数） f_e' の制御信号 S_{ce} を生成することにより、マイクロフォン22の位置では、制御信号 S_{ce} に応じた相殺音によってエンジン騒音が低減されるためである（図14C参照）。

40

【0119】

このように、第4実施形態に係るシステム10Dにおいても、前述した第3実施形態に

50

係るシステム10C(図10~図12参照)と同様の効果が得られるのに加え、ドライブシャフト58又はタイヤ60、62に起因した前記駆動系騒音や、前記エンジン騒音も消音されるので、車室内騒音を良好に打ち消すことができる。

【0120】

次に、第5実施形態に係るシステム10Eについて、図15を参照しながら説明する。

【0121】

このシステム10Eは、電子制御装置34における制御回路部102、104、106の出力側に、比較器250及び可変利得増幅器252、254、256を有する比較調整手段260を配置した点で、第4実施形態に係るシステム10D(図13参照)とは異なる。

10

【0122】

比較器250は、制御信号Sceの制御周波数 $f_{e'}$ と、制御信号Scpの制御周波数 $f_{p'}$ と、制御信号Sctの制御周波数 $f_{t'}$ とを比較して、これらの制御周波数 $f_{e'}$ 、 $f_{p'}$ 、 $f_{t'}$ が同一又は近接する場合には、可変利得増幅器252、254、256のゲインを調整する。

【0123】

具体的には、前記各制御周波数 $f_{e'}$ 、 $f_{p'}$ 、 $f_{t'}$ が同一である場合($f_{e'} = f_{p'} = f_{t'}$)に、比較器250は、例えば、可変利得増幅器254、256のゲインが0となるように調整する。これにより、制御信号Sceのみが加算器110及びDAC112を介してスピーカ30に供給され、この制御信号Sceを用いて車室14内の消音制御が行われる。

20

【0124】

また、前記各制御周波数 $f_{e'}$ 、 $f_{p'}$ 、 $f_{t'}$ が近接する場合に、比較器250は、例えば、可変利得増幅器254、256のゲインが可変利得増幅器252のゲインよりも小さくなるように調整する。これにより、制御信号Sceと、出力レベルの小さな制御信号Scp、Sctとが加算器110に供給され、これらの制御信号Sce、Scp、Sctを用いて車室14内の消音制御が行われる。すなわち、出力レベルの比較的大きな制御信号Sceに応じた相殺音により、この制御信号Sceの制御周波数 $f_{e'}$ と同一周波数の騒音が消音されると共に、制御信号Sceの制御周波数 $f_{e'}$ に近接する周波数の騒音は、前記相殺音により低減される。低減された前記騒音は、出力レベルの小さな制御信号Scp、Sctに応じた相殺音により消音される。これにより、前記車室内騒音を確実に打ち消すことができる。

30

【0125】

このように、第5の実施形態に係るシステム10Eでは、前述した第3及び第4実施形態に係るシステム10C、10D(図10~図13参照)での効果に加え、比較調整手段260を採用することにより、マイクロフォン22の位置における車室内騒音を効率よく打ち消すことが可能となる。

【0126】

なお、上記の各実施形態では、車速センサ40がカウンタシャフト48の回転数を車速信号(車速パルス)として出力する場合について説明したが、車速に同期した信号であれば、メインシャフト44の回転数、ドライブシャフト58、80の回転数、プロペラシャフト76の回転数を直接検出し、これらの回転数に応じた車速パルスを車速センサ40から電子制御装置34に出力しても、制御回路部104、106による駆動系騒音の低減が可能である。

40

【0127】

また、上記の各実施形態では、車両12が4WD(AWD)車両である場合について説明したが、FF、FR、RR、MR等の他の駆動方式による車両でも、制御回路部102、104、106を適宜組み合わせることで電子制御装置34を構成することにより適用可能であることは勿論である。

【0128】

50

さらに、上記の各実施形態では、制御回路部 102、104、106 の作動又は停止や、スイッチ 300 の切替の際に、フィルタ係数 W_{e1} 、 W_{e2} 、 W_{p1} 、 W_{p2} 、 W_{t1} 、 W_{t2} の値を逐次減少又は増加するように更新して、スピーカ 30 から出力される相殺音を滑らかに減衰又は増幅させるフェードアウト又はフェードイン動作を行えば、制御回路部 102、104、106 の作動又は停止や、スイッチ 300 の切替により発生する不快な振動騒音の発生を防止することができる。

【0129】

さらにまた、上記の各実施形態では、マイクロフォン 22 の位置における車室内騒音の低減について説明したが、マイクロフォン 28 の位置における車室内騒音についても、上記した制御回路部 102、104、106 を適用することにより低減可能であることは勿論である。

10

【0130】

この発明は、上述した実施形態に限らず、種々の構成を採り得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0131】

【図1】第1実施形態に係る車両用能動型騒音制御システムを車両に適用した場合を示すブロック図である。

【図2】図1の車両の駆動系を示す模式的平面図である。

【図3】図1の車両用能動型騒音制御システムの機能ブロック図である。

【図4】図3の波形データテーブルの格納内容を示す説明図である。

20

【図5】図3の波形データテーブルからの格納内容の読み出しを示す説明図である。

【図6】図3の車両用能動型騒音制御システムにおいて、電子制御装置内に信号伝達特性測定装置を配置した機能ブロック図である。

【図7】第2実施形態に係る車両用能動型騒音制御システムを車両に適用した場合を示すブロック図である。

【図8】図7の車両の駆動系を示す模式的平面図である。

【図9】図7の車両用能動型騒音制御システムの機能ブロック図である。

【図10】第3実施形態に係る車両用能動型騒音制御システムを車両に適用した場合を示すブロック図である。

【図11】図10の車両の駆動系を示す模式的平面図である。

30

【図12】図10の車両用能動型騒音制御システムの機能ブロック図である。

【図13】第4実施形態に係る車両用能動型騒音制御システムの機能ブロック図である。

【図14】図14A～図14Cは、図13のシステムによる消音制御を示す特性図である。

【図15】第5実施形態に係る車両用能動型騒音制御システムの機能ブロック図である。

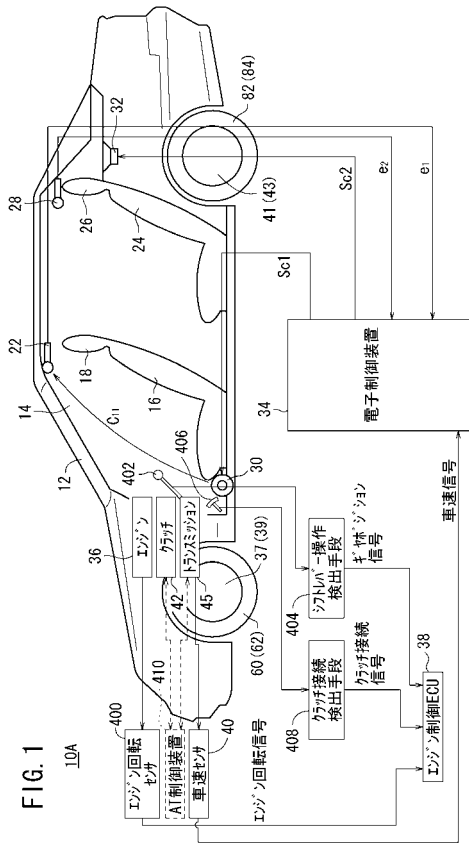
【符号の説明】

【0132】

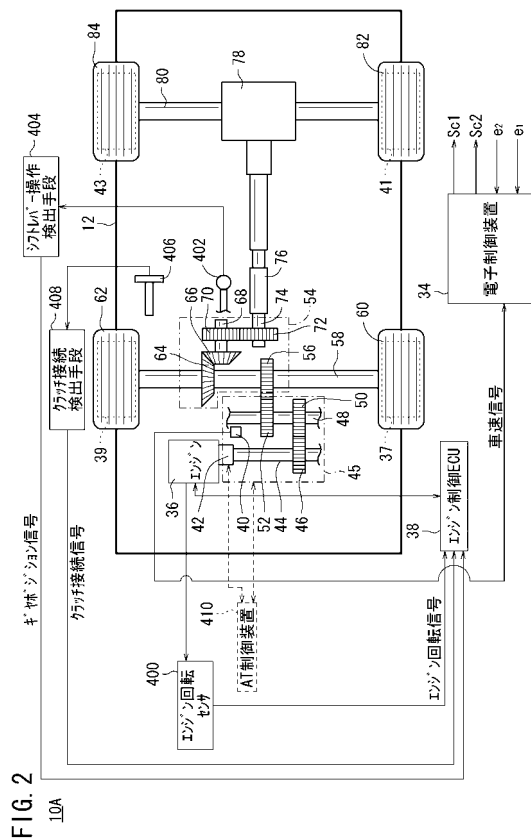
- | | | |
|--|-------------------------|----|
| 10 ... 車両用能動型騒音制御システム | 12 ... 車両 | |
| 14 ... 車室 | 22、28 ... マイクロフォン | |
| 30、32 ... スピーカ | 34 ... 電子制御装置 | 40 |
| 36 ... エンジン | 40 ... 車速センサ | |
| 42 ... クラッチ | 46、50 ... 変速ギヤ | |
| 48 ... カウンタシャフト | 52、56 ... ファイナルギヤ | |
| 58、80 ... ドライブシャフト | 60、62、82、84 ... タイヤ | |
| 64、66 ... ベベルギヤ | 70、72 ... トランスファギヤ | |
| 76 ... プロペラシャフト | 102、104、106 ... 制御回路部 | |
| 108、110、160 ... 加算器 | 120、150、180 ... 周波数検出回路 | |
| 126、128、156、158、186、188 ... 適応型フィルタ | | |
| 138、146、168、176、198、206 ... フィルタ係数更新手段 | | |
| 250 ... 比較器 | 252、254、256 ... 可変利得増幅器 | 50 |

- 260 ... 比較調整手段
- 302 ... スイッチ制御部
- 314 ... 波形データテーブル
- 320 ... 余弦波発生回路
- 324、340、370 ... 参照信号生成手段
- 326、328 ... 補正部
- 402 ... シフトレバー
- 406 ... クラッチペダル
- 410 ... A T制御装置
- 300 ... スイッチ
- 312 ... アドレスシフト部
- 316、334、364 ... 基準信号生成手段
- 322 ... 正弦波発生回路
- 400 ... エンジン回転センサ
- 404 ... シフトレバー操作検出手段
- 408 ... クラッチ接続検出手段
- 500 ... 信号伝達特性測定装置

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

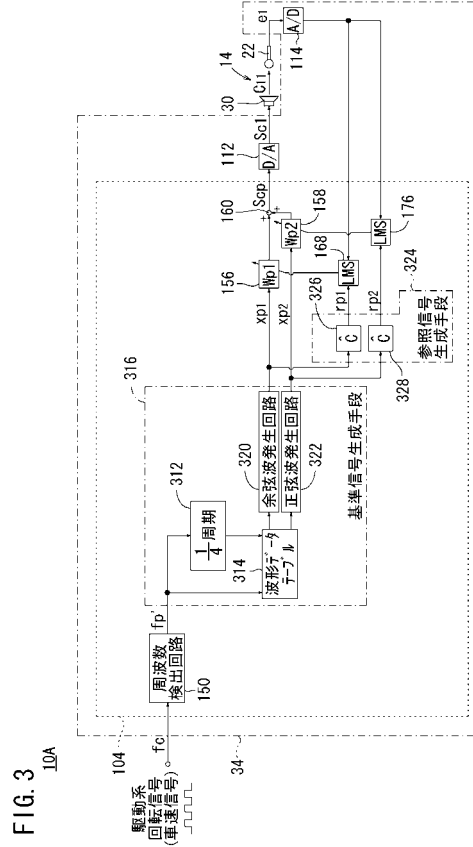


FIG. 3
10A

【 図 4 】

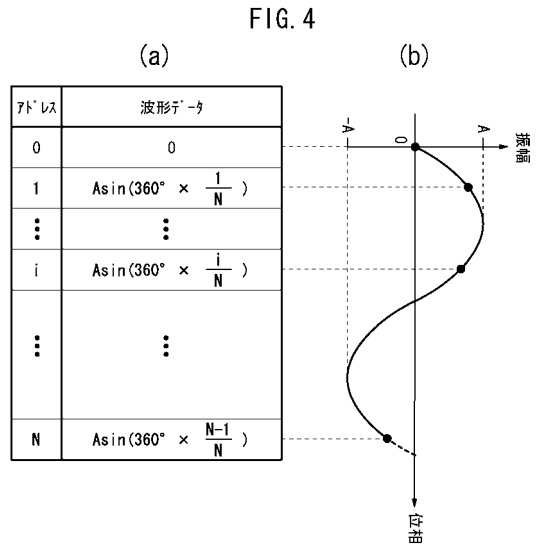


FIG. 4

【 図 5 】

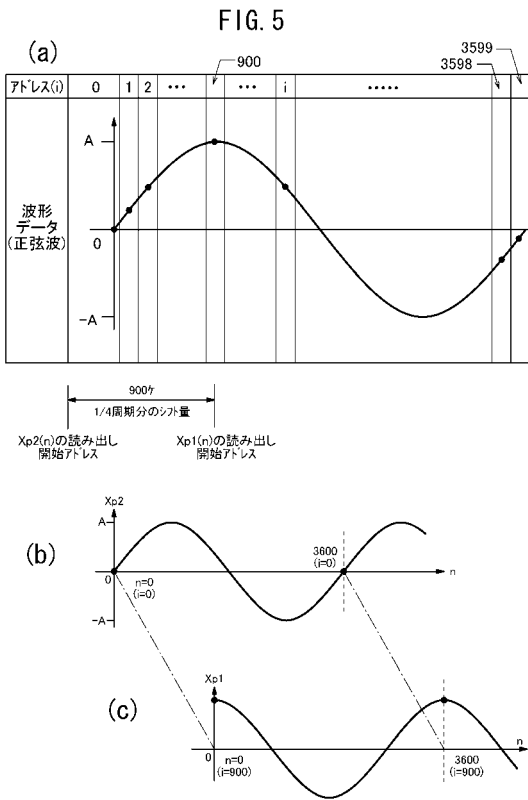


FIG. 5

【 図 6 】

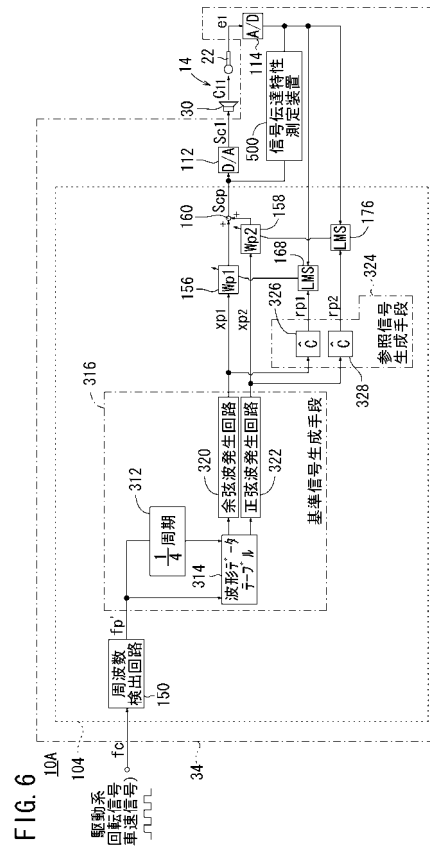


FIG. 6
10A

【 図 7 】

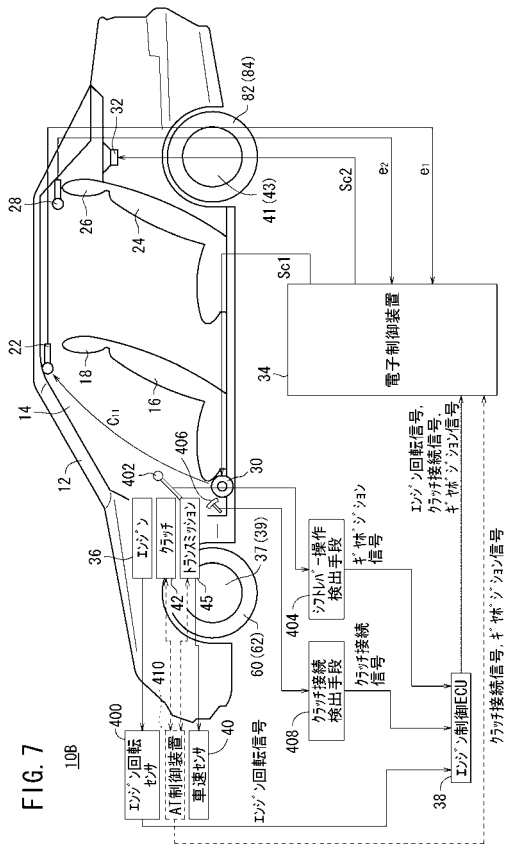


FIG. 7

10B

【 図 8 】

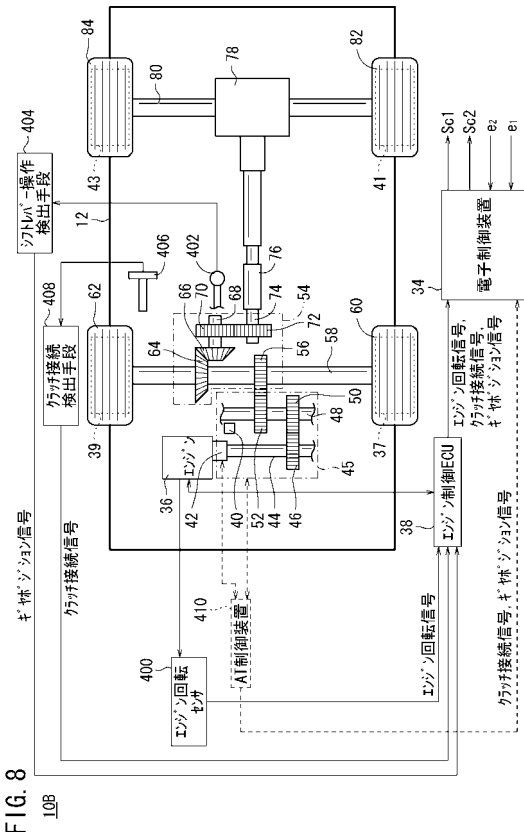


FIG. 8

10B

【 図 9 】

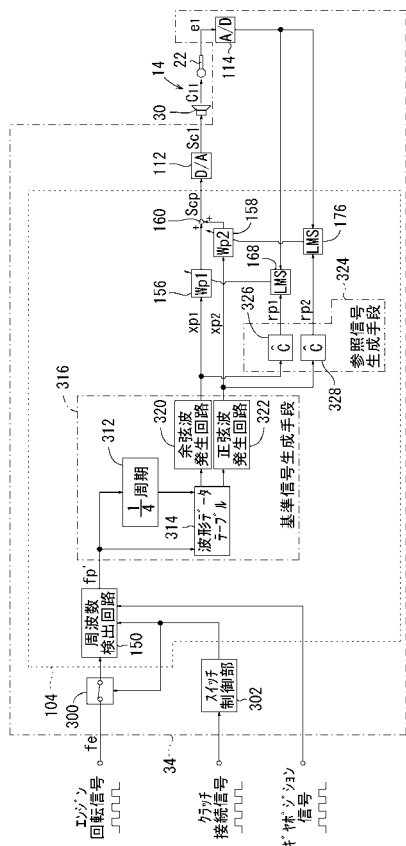


FIG. 9

10B

【 図 10 】

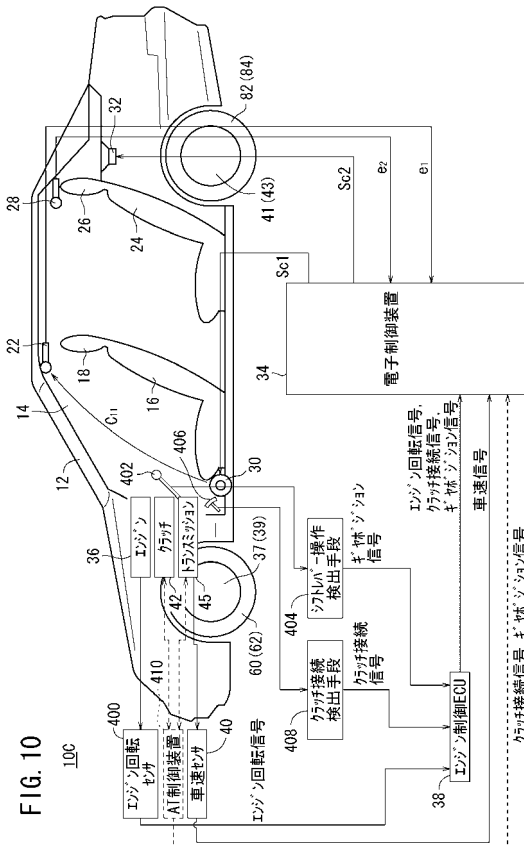


FIG. 10

10C

【図 1 1】

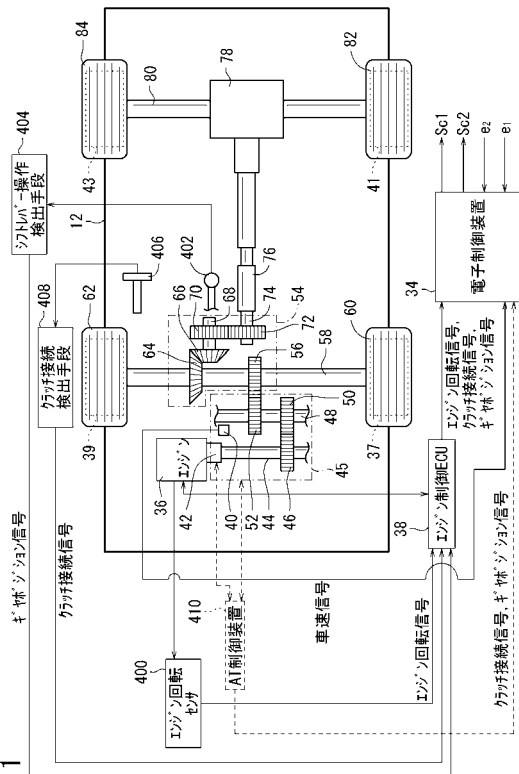


FIG. 11

【図 1 2】

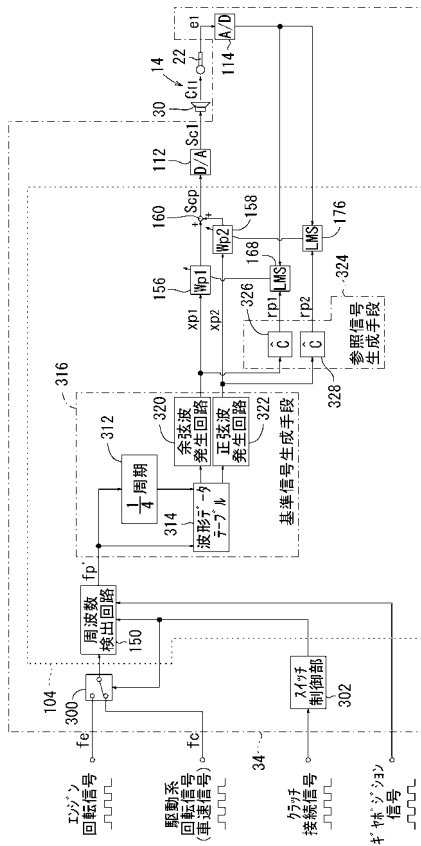


FIG. 12

【図 1 3】

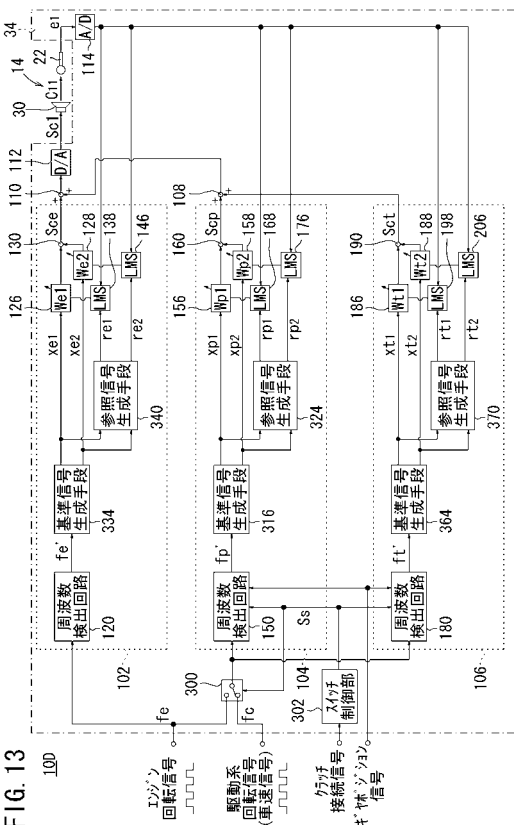
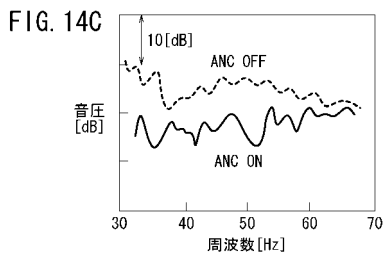
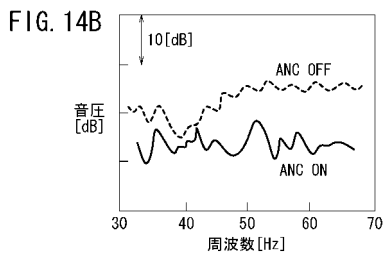
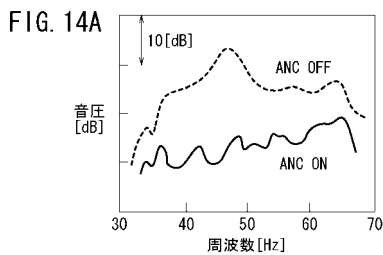


FIG. 13

【図 1 4】



【 15 】

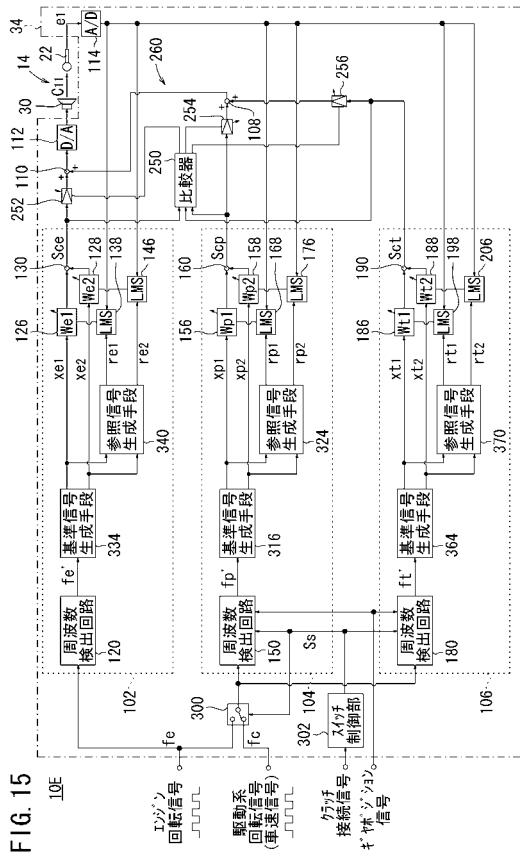


FIG. 15

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 高橋 彰
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 三宅 達

- (56)参考文献 特開平06-019485(JP,A)
特開平06-043882(JP,A)
特開平03-203792(JP,A)

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