

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5391989号
(P5391989)

(45) 発行日 平成26年1月15日(2014.1.15)

(24) 登録日 平成25年10月25日(2013.10.25)

(51) Int.Cl.		F I			
B60R	11/02	(2006.01)	B60R	11/02	B
G10K	15/04	(2006.01)	G10K	15/04	302J
A63H	17/34	(2006.01)	A63H	17/34	

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2009-236591 (P2009-236591)	(73) 特許権者	000004075
(22) 出願日	平成21年10月13日(2009.10.13)		ヤマハ株式会社
(65) 公開番号	特開2011-84109 (P2011-84109A)		静岡県浜松市中区中沢町10番1号
(43) 公開日	平成23年4月28日(2011.4.28)	(74) 代理人	110000752
審査請求日	平成24年8月20日(2012.8.20)		特許業務法人朝日特許事務所
		(72) 発明者	藤川 直樹
			静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内
		審査官	谷治 和文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジン音生成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

あらかじめ想定したモデル車両のエンジン回転数に応じたエンジン音データを記憶したエンジン音データ記憶部と、

実車両の速度を検出する速度検出手段と、

前記実車両の走行可能な速度範囲において特定される第1の特定速度と前記モデル車両について特定した走行速度範囲において特定される第2の特定速度との比率に基づいて、前記速度検出手段が検出した速度を仮想速度に変換する速度変換手段と、

前記モデル車両の走行速度とエンジン回転数との対応関係を記憶する速度・回転数対応関係記憶手段と、

前記速度・回転数対応関係記憶手段が記憶している対応関係と、前記速度変換手段が求めた仮想速度とに基づいて前記モデル車両のエンジン回転数を示すモデル車両エンジン回転数を生成するエンジン回転数生成手段と、

前記エンジン音データ記憶部内のエンジン音データを用いて、前記エンジン回転数生成手段が生成するモデル車両エンジン回転数に対応した合成エンジン音データを生成するエンジン音生成手段と

を具備することを特徴とするエンジン音生成装置。

【請求項2】

あらかじめ定めた一定範囲内で乱数を発生する乱数発生手段を有し、

前記エンジン回転数生成手段は、前記乱数発生手段が発生した乱数に基づいて前記モデル車両エンジン回転数に揺らぎを与える

ことを特徴とする請求項 1 記載のエンジン音生成装置。

【請求項 3】

前記速度・回転数対応関係記憶手段は、複数の変速段度のそれぞれに応じて前記モデル車両の走行速度とエンジン回転数との対応関係を記憶しており、

前記エンジン回転数生成手段は、前記仮想速度の上昇、下降に伴ってあらかじめ定めた速度においてそれぞれシフトアップ、シフトダウンするように前記変速段度を切り替えて前記速度・回転数対応関係記憶手段が記憶している対応関係を選択し、かつ、一つの段度にシフトアップを行う速度より前記一つの段度からシフトダウンを行う速度が小さくなるようにヒステリシスを持たせて前記変速段度を切り替える

ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のエンジン音生成装置。

【請求項 4】

前記実車両の加速度を検出する加速度検出手段を設けるとともに、

前記速度・回転数対応関係記憶手段は、複数の変速段度のそれぞれに応じて前記モデル車両の走行速度とエンジン回転数との対応関係を記憶しており、

前記エンジン回転数生成手段は、前記仮想速度の上昇、下降に伴ってあらかじめ定めた速度においてそれぞれシフトアップ、シフトダウンするように前記変速段度を切り替えて前記速度・回転数対応関係記憶手段が記憶している対応関係を選択し、かつ、前記加速度検出手段が検出する加速度の絶対値があらかじめ設定した値より小さい場合は、あらかじめ設定したエンジン回転数を下回らない範囲において前記シフトアップを行う速度またはシフトダウンを行う速度を下げる

ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のエンジン音生成装置。

【請求項 5】

前記第 1 の特定速度を操作者の操作によって入力する入力手段を有し、前記第 2 の特定速度は前記モデル車両の最高速度である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれかに記載のエンジン音生成装置。

【請求項 6】

実車両のアクセル開度を検出するアクセル開度検出手段とをさらに具備し、

前記エンジン音データ記憶部は、あらかじめ想定したモデル車両のエンジン回転数とアクセル開度とに応じたエンジン音データを記憶し、

前記エンジン音生成手段は、当該エンジン音データ記憶部内のエンジン音データを用いて、前記エンジン回転数生成手段が生成したモデル車両エンジン回転数と前記アクセル開度検出手段が検出したアクセル開度とに対応した合成エンジン音データを生成する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 いずれかに記載のエンジン音生成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジン音生成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車両において、検出したアクセル開度およびエンジン回転速度等のパラメータを用いてエンジン音などを生成する装置が開示されている。例えば、特許文献 1 に記載の装置においては、スロットル開度データおよびエンジン回転速度データに基づいてエンジン音の合成音データを生成している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2000 - 010576 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、エンジン音のデータとして、その車両とは異なるタイプの車両を想定したデータを用いると、速度領域、エンジン回転数、アクセル開度などが必ずしもその車両と対応しない場合があるが、どのようにすれば望ましいエンジン音が合成されるかについては考慮されていない。

本発明の目的は、車両が走行する速度の情報に基づいて生成するエンジン回転数の情報を用いてエンジン音を生成するエンジン音生成装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、本発明は、あらかじめ想定したモデル車両のエンジン回転数に応じたエンジン音データを記憶したエンジン音データ記憶部と、実車両の速度を検出する速度検出手段と、前記実車両の走行可能な速度範囲において特定される第1の特定速度と前記モデル車両について特定した走行速度範囲において特定される第2の特定速度との比率に基づいて、前記速度検出手段が検出した速度を仮想速度に変換する速度変換手段と、前記モデル車両の走行速度とエンジン回転数との対応関係を記憶する速度・回転数対応関係記憶手段と、前記速度・回転数対応関係記憶手段が記憶している対応関係と、前記速度変換手段が求めた仮想速度とに基づいて前記モデル車両のエンジン回転数を示すモデル車両エンジン回転数を生成するエンジン回転数生成手段と、前記エンジン音データ記憶部内のエンジン音データを用いて、前記エンジン回転数生成手段が生成するモデル車両エンジン回転数に対応した合成エンジン音データを生成するエンジン音生成手段とを具備することを特徴とするエンジン音生成装置を提供する。

20

【0006】

本発明の好ましい態様において、あらかじめ定めた一定範囲内で乱数を発生する乱数発生手段を有し、前記エンジン回転数生成手段は、前記乱数発生手段が発生した乱数に基づいて前記モデル車両エンジン回転数に揺らぎを与えてもよい。

【0007】

本発明の好ましい態様において、前記速度・回転数対応関係記憶手段は、複数の変速段度のそれぞれに応じて前記モデル車両の走行速度とエンジン回転数との対応関係を記憶しており、前記エンジン回転数生成手段は、前記仮想速度の上昇、下降に伴ってあらかじめ定めた速度においてそれぞれシフトアップ、シフトダウンするように前記変速段度を切り替えて前記速度・回転数対応関係記憶手段が記憶している対応関係を選択し、かつ、一つの段度にシフトアップを行う速度より前記一つの段度からシフトダウンを行う速度が小さくなるようにヒステリシスを持たせて前記変速段度を切り替えてもよい。

30

【0008】

本発明の好ましい態様において、前記実車両の加速度を検出する加速度検出手段を設けるとともに、前記速度・回転数対応関係記憶手段は、複数の変速段度のそれぞれに応じて前記モデル車両の走行速度とエンジン回転数との対応関係を記憶しており、前記エンジン回転数生成手段は、前記仮想速度の上昇、下降に伴ってあらかじめ定めた速度においてそれぞれシフトアップ、シフトダウンするように前記変速段度を切り替えて前記速度・回転数対応関係記憶手段が記憶している対応関係を選択し、かつ、前記加速度検出手段が検出する加速度があらかじめ設定した値より小さい場合は、あらかじめ設定したエンジン回転数を下回らない範囲において前記シフトアップを行う速度またはシフトダウンを行う速度を下げてもよい。

40

【0009】

本発明の好ましい態様において、前記第1の特定速度を操作者の操作によって入力する入力手段を有し、前記第2の特定速度は前記モデル車両の最高速度であってもよい。

【0010】

50

本発明の好ましい態様において、実車両のアクセル開度を検出するアクセル開度検出手段とをさらに具備し、前記エンジン音データ記憶部は、あらかじめ想定したモデル車両のエンジン回転数とアクセル開度とに応じたエンジン音データを記憶し、前記エンジン音生成手段は、当該エンジン音データ記憶部内のエンジン音データを用いて、前記エンジン回転数生成手段が生成したモデル車両エンジン回転数と前記アクセル開度検出手段が検出したアクセル開度とに対応した合成エンジン音データを生成してもよい。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、予め想定したモデル車両の速度範囲に合わせて実車両の速度情報を変換することができるので、モデル車両の速度範囲に応じたエンジン音を実車両の走行速度に基づいて生成することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本実施形態に係るエンジン音生成装置の構成を示すブロック図である。

【図2】実車両とモデル車両との車速域を説明するグラフである。

【図3】ギア別車速域設定情報を説明するグラフである。

【図4】ギア別車速域設定情報を説明するグラフである。

【図5】エンジン回転数生成動作のフローチャートである。

【図6】実車両の車速と検出される車速を比較するグラフである。

【図7】車速変化傾向を説明するグラフである。

20

【図8】アクセル開度の補正を説明する図である。

【図9】アクセル開度補正值を説明する図である。

【図10】車速、エンジン回転数およびアクセル開度の時間変化の一例を示す図である。

【図11】車速、エンジン回転数およびアクセル開度の時間変化の一例を示す図である。

【図12】アクセル開度生成動作のフローチャートである。

【図13】エンジン音データの生成を説明する図である。

【図14】変形例1に係るエンジン音生成装置の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

<実施形態>

30

図1は、本実施形態に係るエンジン音生成装置10の構成を示すブロック図である。エンジン音生成装置10は、検出部20、記憶部30、処理部40、エンジン音生成部50および操作部60を備え、エンジン音を生成する。検出部20は、車両が走行する速度（以下、「車速」という。）を検出する車速検出部210と、車両の加速度を検出する加速度検出部220とで構成される。車速検出部210は、例えば、車両が有する原動機の動作に応じて車輪を回転させるシャフトに取り付けられて、このシャフトの回転数を検出するセンサを有している。車速検出部210は、このセンサが検出した回転数に基づいて、車速を検出する。車速検出部210は、検出した車速の値を示す情報（以下、「車速情報」という。）を生成し、処理部40へ出力する。加速度検出部220は、加速度を検出するセンサを有する。加速度検出部220は、車両に取り付けられて、車両の加速度を検出する。加速度検出部220は、この検出した加速度のうち、車両が走行する方向に対する加速度の値を示す情報（以下、「加速度情報」という。）を処理部40へ出力する。なお、加速度検出部220は車速情報に微分等の演算を施すことによって加速度を求めるように構成してもよい。

40

【0014】

記憶部30は、エンジン音生成装置10を搭載して実際に走行する車両（以下、「実車両R」という。）およびエンジン音生成装置10が生成するエンジン音のモデルとしてあらかじめ想定した車両（以下、「モデル車両M」という。）の特性を表わす情報を記憶する。車両設定情報310は、モデル車両Mにおけるタイヤ外周の長さおよび変速ギア比等の値を設定した情報である。車速域設定情報320は、実車両Rおよびモデル車両Mの車

50

速の範囲を設定した情報である。速度・回転数対応関係設定情報 330 は、モデル車両 M において、変速機が有する複数のギア（以下、単に「ギア」という。）のそれぞれに応じて前記モデル車両の走行速度とエンジン回転数との対応関係を設定した情報である。ギア固定時アクセル開度設定情報 340 は、後述する動作によって実車両 R の車速情報からアクセル開度を生成する際に用いる設定情報である。シフトチェンジ時アクセル開度設定情報 350 は、後述する動作によって実車両 R のシフトチェンジ時にアクセル開度を生成する際に用いる設定情報である。なお、本実施形態においては、この実車両 R が本発明における「車両」に相当する。また、変速機が有する複数のギアの組合せによる複数の回転数比が本発明における「変速段度」に相当する。

【0015】

処理部 40 は、CPU (Central Processing Unit) 410 と、この CPU 410 で用いられるプログラム等が記憶された ROM (Read Only Memory) 420 と、CPU 410 のワークエリアとして用いられる RAM (Random Access Memory) 430 とを有しており、これらは一般的なコンピュータを構成している。処理部 40 は、実車両 R から車速検出部 210 および加速度検出部 220 が検出して出力した情報を、記憶部 30 に記憶されている各種情報に基づいて処理する。処理部 40 は、この処理によって、エンジン音を生成するためのエンジン回転数の値およびアクセル開度の値を示す情報を生成する。処理部 40 は、生成したこれらの情報を、エンジン音生成部 50 へ出力する。

【0016】

エンジン音生成部 50 は、モデル車両 M のエンジン音の波形を示すエンジン音データを記憶するエンジン音データ記憶部 510 を備える。エンジン音生成部 50 は、このエンジン音データの情報と処理部 40 から入力されたエンジン回転数およびアクセル開度の情報とを用いて、実車両 R が運転されている状況に応じたエンジン音データを生成する。エンジン音生成部 50 は、生成したエンジン音データを示す信号を図示せぬ外部のアンプおよびスピーカ等の出力装置に出力し、エンジン音を放音させる。操作部 60 は、複数のボタンまたはタッチパネルなどの入力機能を有し、利用者がエンジン音生成装置 10 に対して選択、確認、取り消しなどの指示を行うための操作を行う操作手段であって、操作内容を示す情報を処理部 40 に出力する。なお、モデル車両 M は、実車両 R とはタイプ（セダン、スポーツタイプ、クーペ、トラック、バスなど）や走行性能が異なるものであってもよい。例えば、普通車である実車両 R に対して、モデル車両 M としてレーシングカーのエンジン音を生成するようにしてもよい。また、映画やアニメに登場する架空の車両をモデル車両 M としてもよい。

【0017】

エンジン音生成装置 10 は、モデル車両 M のエンジン音を再現するため、実車両 R から取得する情報に基づき、モデル車両 M における仮想の運転状況を作り出す。この運転状況のひとつが、エンジン回転数である。エンジン音生成装置 10 は、モデル車両 M のギアを示す情報および車速を示す情報からエンジン回転数を生成する。このとき、上述したレーシングカーのように、モデル車両 M と実車両 R との速度範囲（以下、「車速域」という）が大きく異なると、実車両 R のエンジン回転数をそのまま用いてもモデル車両 R のエンジン回転範囲の一部にしか対応しないため、モデル車両 R を想定した際の望ましいエンジン回転数が得られない。

【0018】

図 2 は、実車両 R とモデル車両 M との車速域を説明するグラフである。図 2 は、縦軸が回転数 (rpm) を、横軸が車速 (km/h) を示す。車速域 RB は、実車両 R の車速域を示している。速度 r_b は、車速域 RB において特定される実車両 R の最高速度またはそれに近い速度を示している。車速域 MB は、モデル車両 M の車速域を示している。速度 m_b は、車速域 MB において特定されるモデル車両 M の走行性能上の最高速度またはそれに近い速度を示している。なお、速度 m_b は、モデル車両 M が仮想の車両である場合は、仮想的に設定される特定の速度であってもよい。また、速度 r_b が本発明における「第 1 の特定速度」に相当し、速度 m_b が本発明における「第 2 の特定速度」に相当する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

破線で示したギア M G 1 , M G 2 , M G 3 , M G 4 は、モデル車両 M のギアがそれぞれ 1 速、2 速、3 速および 4 速の場合における、エンジン回転数と車速の対応関係を示している。モデル車両 M における車速とエンジン回転数とは、本実施形態においては、ギアごとに傾きの異なる線形の対応関係を有する。エンジン回転数 M R m a x は、モデル車両 M が備えるエンジンの性能上の最高回転数を示している。以下、図 2 に示す走行特性を有するモデル車両 M を用いて説明する。なお、ここではモデル車両 M のギアは 4 段としたが、これは一例であり、これとは異なる段数のモデル車両であってもよい。また、エンジン回転数と車速とは、図 2 に示すように直線的な対応関係を示すことが望ましいが、これに限らず、曲線的または特異点を有するような対応関係であってもよい。例えば、低速域ではゆるやかにエンジン回転数が上がり、高速域になると急速にエンジン回転数が上がるような対応関係であってもよい。

10

【 0 0 2 0 】

エンジン音生成装置 1 0 は、上述したとおりモデル車両 M におけるギアおよび車速の情報からエンジン回転数を生成する。ここで、実車両 R と走行性能が異なるモデル車両 M とでは、図 2 に示すように双方の車速域が異なるため、実車両 R の車速をそのまま用いてモデル車両 M におけるエンジン回転数を求めると、望ましいエンジン回転数が得られない。つまり、実車両 R の速度 r_b であっても M G 3 と M G 4 での回転数は高くないので、車速域 R B の中で 4 段全てで高回転のエンジン音を出すことはできない。そこで、エンジン音生成装置 1 0 は、車速検出部 2 1 0 によって検出される実車両 R の車速を、上述した速度 r_b と速度 m_b との比率に基づき、以下の式 1 によってモデル車両 M における仮想的な車両の速度（以下、「仮想車速」という。）に変換する。

20

[式 1] 仮想車速 ($m m / m i n$) = 実車両 R の車速 ($m m / m i n$) × モデル車両 M の最高速度 ($k m / h$) ÷ 実車両 R の最高速度 ($k m / h$)

この変換によって、エンジン音生成装置 1 0 は、実車両 R の運転状況に対応したモデル車両 M の運転状況における仮想車速を取得する。エンジン音生成装置 1 0 は、取得した仮想車速と速度・回転数対応関係設定情報 3 3 0 とに基づいて、上述した運転状況におけるモデル車両 M のギアを判断する。速度・回転数対応関係設定情報 3 3 0 は、実車両 R が加速または減速をしているときのギア判断の基準となる設定情報と一定の速度で走行しているときのギア判断の基準となる設定情報とを有する。なお、ここで言う最高速度とは、車両の性能限界を示すものではなく（であってもよい）、その車両が走行する際に想定される最高の速度である。例えば、法定制限速度であってもよい。

30

【 0 0 2 1 】

図 3 は、実車両 R が加速または減速をするときの速度・回転数対応関係設定情報 3 3 0 を説明するグラフである。図 3 の縦軸と横軸および各ギア M G 1 , M G 2 , M G 3 , M G 4 の傾きは図 2 と共通である。図 3 は、モデル車両 M の仮想車速に対して、各ギア M G 1 , M G 2 , M G 3 , M G 4 を選択する領域 $g a 1$, $g a 2$, $g a 3$, $g a 4$ （以下、区別しないときは「領域 $g a$ 」という。）を示している。エンジン音生成装置 1 0 は、仮想車速が領域 $g a 1$ の範囲にあるときは、ギア M G 1 に応じた対応関係を用いてエンジン回転数を生成する。ここで、実車両 R が加速して仮想車速が上がると、生成されるエンジン回転数がシフトアップエンジン回転数 $S U a 1$ に達し、ついには領域 $g a 1$ を外れてしまう。このとき、エンジン音生成装置 1 0 は、エンジン回転数の生成に用いるギアに応じた対応関係を、ギア M G 2 に切り替える。以下同様に、実車両 R が加速している場合は、エンジン音生成装置 1 0 は、シフトアップエンジン回転数 $S U a 2$, $S U a 3$ において、エンジン回転数の生成に用いるギアに応じた対応関係をひとつ上のギア M G 3 , M G 4 に切り替える。なお、本実施形態においては、シフトアップエンジン回転数 $S U a 1$, $S U a 2$, $S U a 3$ は同じエンジン回転数としているが、これらのエンジン回転数は、それぞれ異なるエンジン回転数を設定してもよい。

40

【 0 0 2 2 】

一方、エンジン音生成装置 1 0 は、実車両 R が減速している場合は、エンジン回転数が

50

下がることでシフトダウンエンジン回転数 $S D a 2$, $S D a 3$, $S D a 4$ にいたったときに、エンジン回転数の生成に用いる対応関係を、ひとつ下のギア $M G 1$, $M G 2$, $M G 3$ に各々切り替える。このように、エンジン音生成装置 10 は、取得した仮想速度の上昇、下降に伴ってあらかじめ定めた速度においてそれぞれシフトアップ、シフトダウンするようにギアを切り替える。そして、エンジン音生成装置 10 は、速度・回転数対応関係設定情報 330 を参照して切り替えられたギアに応じた対応関係を選択する。

【0023】

このとき、図 3 に示す仮想車速域 $B 1$ においては、領域 $g a 1$ と領域 $g a 2$ とが重なりあっている。仮想車速域 $B 1$ においては、エンジン音生成装置 10 は、実車両 R の走行状態によってギア $M G 1$ または $M G 2$ を用いてエンジン回転数を生成する。仮想車速域 $B 2$, $B 3$ も同様である。これらの領域においては、実車両 R が加速から減速に変わっても、生成されるエンジン回転数がそれぞれシフトアップエンジン回転数 $S U a 1$, $S U a 2$, $S U a 3$ を超えない限り、エンジン回転数の生成に用いられるギアがひとつ上のギア $M G 2$, $M G 3$, $M G 4$ に切り替わらない。また、実車両 R が減速から加速に変わっても、生成されるエンジン回転数がそれぞれシフトダウンエンジン回転数 $S D a 2$, $S D a 3$, $S D a 4$ を下回らない限り、エンジン回転数の生成に用いられるギアがひとつ下のギア $M G 1$, $M G 2$, $M G 3$ に切り替わらない。このように、エンジン音生成装置 10 は、一つのギアにシフトアップを行う速度よりこの一つのギアからシフトダウンを行う速度が小さくなるようにギアを切り替える。これらの速度の間の領域を以下においては「不感車速域」という。この「不感車速域」が設けられているためシフトアップとシフトダウンでは図示のようにエンジン回転数と速度との関係がヒステリシスの特性となる。

【0024】

図 4 は、実車両 R が一定の速度で走行するときの速度・回転数対応関係設定情報 330 を説明するグラフである。図 4 の縦軸と横軸および各ギア $M G 1$, $M G 2$, $M G 3$, $M G 4$ の傾きは図 2 と共通である。図 4 は、モデル車両 M の仮想車速に対して、各ギア $M G 1$, $M G 2$, $M G 3$, $M G 4$ を選択する領域 $g b 1$, $g b 2$, $g b 3$, $g b 4$ (以下、区別しないときは「領域 $g b$ 」という。)を示している。エンジン音生成装置 10 は、実車両 R が一定の速度で走行するときは、加速時および減速時に比べて高いギアを用いてエンジン回転数を生成する。このため、領域 $g b$ は、領域 $g a$ に比べてシフトアップを行う速度またはシフトダウンを行う速度を下げるように設定されている。また、領域 $g b$ は、生成されるエンジン回転数があらかじめ設定した範囲を下回らない範囲となるように設定されている。すなわち、実車両 R の加速時および減速時に比べると、同じ仮想車速であっても、生成されるエンジン回転数が小さくなる。エンジン音生成装置 10 は、加速度検出部 220 で検出した加速度情報に基づいて、実車両 R が一定の速度で走行しているかどうかを判断する。

【0025】

一般に、エンジンは、爆発間隔が変動しながら回転する(以下、この爆発間隔の変動を「揺らぎ」という。)。この揺らぎを再現するため、エンジン音生成装置 10 においては、モデル車両 M のエンジン特性に応じてあらかじめ定めた一定の範囲内で発生させた乱数を用いる。本実施形態においては、この一定の範囲は、0 から揺らぎの幅となる値(以下、「揺らぎ値」という。)までとする。処理部 40 は、0 から揺らぎ値まで範囲内での乱数を発生し、この発生した乱数の値に基づいてエンジン回転数に揺らぎを与える処理を行う。例えば、発生した乱数をエンジン回転数に加えてもよいし、あらかじめ決められた関数にエンジン回転数と乱数とを代入してエンジン回転数を算出してもよい。

【0026】

図 5 は、エンジン音生成装置 10 がエンジン回転数を生成する動作のフローチャートである。まず、エンジン音生成装置 10 は、実車両 R の車速を検出する(ステップ $S 110$)。エンジン音生成装置 10 は、検出した車速の情報を、記憶部 30 に記憶されている車速域設定情報 320 に基づき、仮想車速に変換する(ステップ $S 120$)。続いて、エンジン音生成装置 10 は、実車両 R の加速度を検出する(ステップ $S 130$)。エンジン音

10

20

30

40

50

生成装置 10 は、検出した加速度の絶対値が、あらかじめ設定した値 a よりも小さいかどうかを判断する (ステップ S 140)。加速度の絶対値があらかじめ決められた値よりも大きい場合 (ステップ S 140: No) は、エンジン音生成装置 10 は、記憶部 30 から、実車両 R が加速または減速をするときの速度・回転数対応関係設定情報 330 を読み出す (ステップ S 150)。なお、ステップ S 110, S 120 とステップ S 130 とは、実行する順序が逆であってもよい。

【0027】

加速度の絶対値があらかじめ決められた値以下の場合 (ステップ S 140: Yes) は、エンジン音生成装置 10 は、記憶部 30 から、実車両 R が一定の速度で走行するときの速度・回転数対応関係設定情報 330 を読み出す (ステップ S 160)。エンジン音生成装置 10 は、これらの設定情報および仮想車速に基づき、エンジン回転数の生成に用いるギアの情報を更新する (ステップ S 170)。エンジン音生成装置 10 は、この更新されたギアの情報および仮想車速に基づいて、速度・回転数対応関係設定情報 330 から、モデル車両 M のエンジン回転数を示すモデル車両エンジン回転数を生成する (ステップ S 180)。エンジン音生成装置 10 は、上述した揺らぎ値を生成して、この揺らぎ値を生成されたエンジン回転数に加える揺らぎ処理を行う (ステップ S 190)。

【0028】

次に、実車両 R の車速から、アクセル開度を取得する動作について説明する。実車両 R を運転する運転者は、アクセル開度を操作するアクセル操作子 (図示略) を踏み込んであらかじめ決められた範囲を移動させることでアクセル開度を調整する。アクセル開度は、このアクセル操作子が操作されていない状態では 0%、あらかじめ決められた範囲の限界位置まで移動された状態では 100% 開いた状態となる。処理部 40 は、このアクセル操作子が何も操作されていない状態の開度を初期値 0 (%) として RAM 430 に記憶している。なお、この初期値は、他の所定の値が設定されてもよい。この RAM 430 に記憶されているアクセル開度の値を以下にアクセル開度 A として表す。アクセル開度 A は、処理部 40 によって順次更新可能な値であり、その時点におけるアクセル開度の値を示している。なお、アクセル開度 A は、RAM 430 に限らず、記憶部 30 など処理部 40 によって更新可能な場所に記憶されていればよい。そして、車両が走行を開始すると、処理部 40 は、ギアと車速の変化傾向に基づいてアクセル開度 A を算出する。この車速の変化は、車速検出部 210 が検出する車速に基づき取得する。ここで、車速検出部 210 が検出する車速について説明する。

【0029】

図 6 は、実車両 R の車速と検出される車速を比較するグラフである。図 6 に示す周期 C_1 は、車速検出部 210 が実車両 R の車速を検出して処理部 40 へ出力する周期を示す。周期 C_1 の長さは、モデル車両 M のエンジンの特性または車速検出部 210 を構成するセンサの性能などからあらかじめ決められる。例えば、本実施形態においては、20 ミリ秒 (ms) であるとする。図 6 (a) は、車速検出部 210 が検出する車速の一例として、実車両 R が加速している状態で周期 C_1 毎に検出される車速 r_s およびこのときの実際の車速 R_s を示している。

【0030】

本実施形態における車速検出部 210 は、1 km/h 単位で車速を検出する。この単位は、車速検出部 210 が速度を分解できる能力を示し、この能力を速度分解能という。車速検出部 210 が検出する車速 r_s は、時刻 t_{a1} , t_{a2} では車速 r_{s1} 、時刻 t_{a3} , t_{a4} では車速 r_{s2} である。車速 r_{s2} は、車速 r_{s1} よりも 1 km/h 大きい車速となっている。このように、実車両 R の車速が、周期 C_1 の間に車速検出部 210 の速度分解能よりも小さな変化をしても、この変化が検出されない。

【0031】

図 6 (b) は、実車両 R が一定の車速で走行している状態のときに検出される車速 r_s およびこのときの実際の車速 R_s を示している。実車両 R の実際の車速 R_s は、時刻 t_{b1} から t_{b4} にかけて車速 R_{s5} で一定となっている。一方、車速検出部 210 が検出す

10

20

30

40

50

る車速 r_{s2} は、時刻 t_{b1} , t_{b3} では車速 r_{s3} 、時刻 t_{b2} , t_{b4} では車速 r_{s4} である。車速 r_{s3} は、車速 r_{s4} よりも 1 km/h 大きい車速となっている。このように、車速検出部 210 が検出できる車速 r_{s3} と r_{s4} との間の車速 r_{s5} で実車両 R が走行すると、車速検出部 210 は、車速 r_{s3} と r_{s4} とを繰り返し検出する。このため、実車両 R が一定の車速で走行していることが判断できない。車速分解能が原因で検出できないこれらの車速の状態を検出するため、エンジン音生成装置 10 では、実車両 R の車速が変化する傾向（以下、「車速変化傾向」という。）を検出し、これに基づいて判断している。

【0032】

図 7 は、車速変化傾向を説明するグラフである。上述の通り、車速検出部 210 は、周期 $C1$ の間隔で検出した車速を処理部 40 へ出力する。処理部 40 は、入力された車速の情報を、RAM 430 に記憶する。処理部 40 は、時刻 $t(n)$ に検出された車速と、RAM 430 に記憶されている時刻 $t(n)$ より周期 $C1$ 前の時刻である時刻 $t(n-1)$ に検出された車速とを比較する。比較した結果、処理部 40 は、時刻 $t(n)$ に検出された車速のほうが大きければ +1、小さければ -1、同じであれば 0 の値を、時刻 $t(n)$ における時刻 $t(n-1)$ の車速との差分から求めた値として RAM 430 に記憶する。以下、時刻 $t(n)$ におけるこの車速の差分から取得した値を、「車速差分 $D(n)$ 」という。なお、特に時刻を特定しない場合は、車速差分 D という。このようにして、処理部 40 は、周期 $C1$ における車速の変化の傾向である車速差分 D を求める。

【0033】

処理部 40 は、車速差分 $D(n)$ を、周期 $C1$ ごとに取得し、RAM 430 へ記憶して蓄積する。周期 $C1$ は、あらかじめ定められた期間である周期 $C2$ を複数に分割した小区間として設定されている。処理部 40 は、車速差分 $D(n)$ が周期 $C2$ の分だけ蓄積されると、この蓄積された車速差分 $D(n)$ の値を合計する。この合計値は、周期 $C2$ の間に実車両 R の車速がどのような変化をするかという傾向を示す。すなわち、処理部 40 は、周期 $C1$ において求められた変化傾向に基づいて周期 $C2$ の変化傾向を求める。周期 $C2$ の長さは、モデル車両 M のエンジンの特性などに応じて決められる。以下、時刻 $t(n)$ までの周期 $C2$ において取得されたこの合計値を、「車速変化傾向 $L(n)$ 」という。特に時刻を特定しない場合は、車速変化傾向 L という。周期 $C2$ の長さは、エンジン音生成を行う周期および周期 $C1$ との関係によって決められ、例えば、本実施形態においては、320 ミリ秒とする。なお、本実施形態においては、この車速変化傾向 L が本発明における「車速の変化傾向」に相当する。

【0034】

図 7 に示す車速 r_{s4} , r_{s5} , r_{s6} は、時刻 $t(n)$ までの周期 $C2$ の間に車速検出部 210 が検出した実車両 R の車速の変化を示した例である。図 7 (a) において、車速 r_{s4} は、実車両 R が一定の車速で走行しているときに検出された車速を示している。車速 r_{s4} においては、周期 $C2$ の間、車速差分 D が +1 された分だけ -1 する動きを繰り返す。車速 r_{s4} においては、処理部 40 は、車速変化傾向 $L(n)$ として +1 を取得する。図 7 (b) において、車速 r_{s5} は、実車両 R が減速しているときに検出された車速を示している。車速 r_{s5} においては、周期 $C2$ の間、車速差分 D が -1 である周期 $C1$ が多い。車速 r_{s5} においては、処理部 40 は、車速変化傾向 $L(n)$ として -7 を取得する。図 7 (c) において、車速 r_{s6} は、実車両 R が加速しているときに検出された車速を示している。車速 r_{s6} においては、周期 $C2$ の間、車速差分 D が +1 である周期 $C1$ が多い。車速 r_{s6} においては、処理部 40 は、車速変化傾向 $L(n)$ として +8 を取得する。処理部 40 は、車速変化傾向 $L(n)$ に基づいて、アクセル開度 A を補正する値を取得する。

【0035】

図 8 は、アクセル開度補正值によるアクセル開度の補正を説明する図である。図 8 (a) は、車速変化傾向 L の値とアクセル開度補正值 CR との関係を対応付けたテーブル T1 である。テーブル T1 は、ギア固定時アクセル開度設定情報 340 のひとつとして記憶部

10

20

30

40

50

30に記憶されている。車速変化傾向Lが3以上、2、-2、-2以下の場合に、アクセル開度補正值CRは+2、+1、-1、-2の値となるように対応している。車速変化傾向Lが1、0、-1の場合については、図9を用いて後ほど説明する。図8(b)は、テーブルT1によってアクセル開度Aが変動する様子を示した図である。時刻tc0~tc8は、時刻tc0から周期C2ごとに連続した時刻である。アクセル開度Aは、時刻tc0から時刻tc3にかけて、アクセル開度補正值CRとして+2を加えられ、時刻tc3においては6%の値となっている。以降、アクセル開度Aにアクセル開度補正值CRが+1、-1、-2、-1、+1と順番に加えられ、アクセル開度Aは7%、6%、4%、3%、4%と変動している。

【0036】

図9は、車速変化傾向Lが1、0、-1の場合のアクセル開度補正值を説明する図である。車速変化傾向Lが1、0、-1の場合は、実車両Rが概ね一定の車速で走行(以下、「定速走行」という。)している状態を示している。この場合、アクセル開度は概ね一定の状態となる。以下、この実車両Rが定速走行をしているときに一定の状態で維持されているアクセル開度を、基準アクセル開度BAという。なお、この1、0、-1の値は、実車両Rの走行特性に応じてあらかじめ定められた範囲を示す値であり、異なる範囲を定めてもよい。図9(a)は、実車両Rの一定の車速と基準アクセル開度BAとを対応付けたテーブルT2である。テーブルT2は、ギア固定時アクセル開度設定情報340のひとつとして記憶部30に記憶されている。テーブルT2は、一定の車速と基準アクセル開度BAとの対応の一例であり、実車両Rの性能およびエンジン音を提供するモデル車両Mの性能に応じて設定される。

【0037】

処理部40は、時刻t(n)における車速変化傾向L(n)が1、0、-1であった場合、実車両Rが概ね定速走行をしていると判断する。すると、処理部40は、テーブルT2を参照し、時刻t(n)における車速と時刻t(n)に検出されている車速rs(n)とに基づいて基準アクセル開度BA(n)を求める。処理部40は、取得した基準アクセル開度BA(n)に基づき、テーブルT1とは異なるテーブルT3を用いてアクセル開度補正值を取得する。図9(b)は、テーブルT3を説明する図である。テーブルT3は、基準アクセル開度BA(n)と時刻t(n)よりも周期C2前の時刻t(n-1)におけるアクセル開度A(n-1)とを比較した結果およびアクセル開度補正值CRを関係付けたテーブルである。テーブルT3は、ギア固定時アクセル開度設定情報340のひとつとして記憶部30に記憶されている。テーブルT3においては、アクセル開度補正值CRは、基準アクセル開度BA(n)がアクセル開度A(n-1)と比較して大きい場合、等しい場合、小さい場合において、それぞれ+1、0、-1の値が対応付けられている。このように、テーブルT3は、基準アクセル開度BA(n)の値とRAM430に記憶されているアクセル開度A(n-1)の値とに基づいたアクセル開度の補正值の関係を示している。

【0038】

図9(c)は、テーブルT2およびT3によってアクセル開度Aが変動する様子を示した図である。時刻td0~td4および時刻td10~td14は、それぞれ周期C2ごとに連続した時刻である。図9(c)は、実車両Rが時刻td0からtd4の間と時刻td10からtd14の間とにおいて、一定の車速で走行している場合を示している。まず、時刻td0におけるアクセル開度が1(%)であるとする。実車両Rが時刻td0からtd3にかけて35(km/h)で走行したとすると、時刻td1において、処理部40は、テーブルT2を参照して基準アクセル開度BAの値として2(%)を取得する。処理部40は、取得した時刻td1における基準アクセル開度BAの値2(%)と時刻td0におけるアクセル開度Aの値1(%)とを比較する。この比較した結果に基づいて、処理部40はテーブルT3を参照して、アクセル開度補正值CRの値として+1の値を取得する。アクセル開度補正值CRを取得すると、処理部40は、アクセル開度Aの値にアクセル開度補正值CRを加え、時刻td1におけるアクセル開度Aの値を算出する。この場合

10

20

30

40

50

、時刻 t_{d1} におけるアクセル開度 A の値は $2(\%)$ となる。時刻 t_{d2} から t_{d4} においては、アクセル開度 A と基準アクセル開度 B_A とが $2(\%)$ で等しくなるため、アクセル開度補正值 C_R が 0 となり、アクセル開度 A の値は $2(\%)$ のままとなる。

【0039】

時刻 t_{d10} から t_{d14} にかけては、実車両 R は $50(\text{km/h})$ で走行したとする。時刻 t_{d10} におけるアクセル開度 A が $3(\%)$ とすると、時刻 t_{d11} において、処理部 40 は、テーブル $T2$ および $T3$ を参照してアクセル開度補正值 C_R として $+1$ を取得し、アクセル開度 A を $4(\%)$ と算出する。時刻 t_{d12} においては、処理部 40 は、テーブル $T2$ および $T3$ を参照してアクセル開度補正值 C_R として -1 を取得し、アクセル開度 A を $3(\%)$ と算出する。本実施形態においては、アクセル開度補正值 C_R を $1(\%)$ 単位で設定しているため、このように基準アクセル開度 B_A が小数点以下の値を含む場合に、アクセル開度 A が基準アクセル開度 B_A の値と最も近い 2 つの値を繰り返すように算出される。以上のように、エンジン音生成装置 10 は、基準アクセル開度 B_A を求めたときは、その求められた値に対応するアクセル開度補正值 C_R を用いて、 $RAM430$ に記憶されたアクセル開度の値を更新する。なお、アクセル開度補正值 C_R は、 $1(\%)$ よりも小さな値または大きな値を単位として設定してもよい。

10

【0040】

続いて、運転者が一般的な車両においてシフトダウンおよびシフトアップによってギアを変更するときのアクセル開度について説明する。運転者は、ギアを変更する際、一度エンジンの回転と車軸の回転とを切り離し、変更したギアのギア比に合わせるようにエンジン回転数を調整してから再び接続するように制御する。以下、マニュアルミッション車における動作を説明するが、オートマチック車においては、運転者の代わりに自動変速機がこれらの制御を行う。

20

【0041】

図 10 は、変速機をシフトダウンをするときの車速 S 、エンジン回転数 R およびアクセル開度 A の時間変化の一例を示す図である。図 10 は、車速 S が示すとおり、車両が減速している状況を示している。運転者は、ギアを変更する前に、移動させた操作子をアクセル開度が $0(\%)$ になるまで戻す。この場合、時刻 t_{e1} にアクセル開度が $0(\%)$ となっている。運転者は、時刻 t_{e2} より、変速機を低いギアに変更する操作を開始する。まず、運転者は、変速機の接続を切り離れた後に、アクセル開度 A があらかじめ定められたアクセル開度 A_1 (以下、「シフトダウンアクセル開度 A_1 」という。) となるまで操作子を操作する。アクセル開度 A が大きくなったことで、エンジン回転数 R がエンジン回転数 R_1 から R_2 へと大きくなる。運転者は、時刻 t_{e3} に変速機を再び接続し、移動させた操作子を再びアクセル開度が $0(\%)$ になるまで戻す。運転者がこのように車両を制御することで、車両はより低いギアで大きなエンジンブレーキを効かせながら減速していく。シフトダウンアクセル開度 A_1 は、シフトチェンジ時アクセル開度設定情報 350 のひとつとして記憶部 30 に記憶されている。

30

【0042】

図 11 は、変速機をシフトアップをするときの車速 S 、エンジン回転数 R およびアクセル開度 A の時間変化の一例を示す図である。図 11 において、アクセル開度 A_0 、 A_2 、 A_3 は、アクセル開度の値を、エンジン回転数 R_3 、 R_4 は、エンジン回転数の値を示している。図 11 は、車速 S が示すとおり、車両が加速している状況を示している。運転者は、アクセル開度がアクセル開度 A_3 になるまで操作子を操作して、車両を加速させている。ここで、アクセル開度 A_3 は、この車両の最大のアクセル開度 (以下、「最大アクセル開度 A_3 」という。) を示している。運転者は、時刻 t_{f2} からシフトアップを開始する。まず、運転者は、移動させた操作子をアクセル開度が $0(\%)$ になるまで戻す。この場合、時刻 t_{f2} に運転者がこの操作を行い、アクセル開度 A がアクセル開度 A_0 となっている。アクセル開度 A_0 は、アクセル開度が $0(\%)$ であることを示している。

40

【0043】

運転者は、アクセル開度がアクセル開度 A_0 となった後に、変速機の接続を切り離す。

50

そして、運転者は、アクセル開度 A があらかじめ定められたアクセル開度 A₂ (以下、「シフトアップアクセル開度 A₂」という。)となるまで操作子を操作する。ここで、シフトアップアクセル開度 A₂ は、最大アクセル開度 A₃ の半分の値をとるものとする。運転者は、アクセル開度 A がシフトアップアクセル開度 A₂ となったところで、変速機を再び接続する。運転者は、変速機を接続した後、アクセル開度 A が最大アクセル開度 A₃ となるまで操作子を操作する。エンジン回転数 R は、アクセル開度 A の操作量とともに、時刻 t_{f2} まで増加し、そこから時刻 t_{f3} までは一旦減少して、時刻 t_{f3} からは再び増加する。なお、エンジン音生成装置 10 の場合、シフトアップアクセル開度 A₂ は、最大アクセル開度 A₃ の半分の値以外の値をとってもよい。この場合、モデル車両 M の運転特性に合わせてシフトアップアクセル開度 A₂ を設定すればよい。シフトアップアクセル開度 A₂ は、シフトチェンジ時アクセル開度設定情報 350 のひとつとして記憶部 30 に記憶されている。

10

【0044】

エンジン音生成装置 10 は、上記に示した動作に従って、シフトダウン時はアクセル開度 A をシフトダウンアクセル開度 A₁ に更新し、シフトアップ時はアクセル開度 A をシフトアップアクセル開度 A₂ に更新する。このようにして、エンジン音生成装置 10 は、シフトチェンジを検出した場合は、アクセル開度 A をあらかじめ定められた値となるように更新を行う。これらのシフトダウンアクセル開度 A₁ およびシフトアップアクセル開度 A₂ を区別しないときは、「シフトチェンジアクセル開度」という。

【0045】

20

図 12 は、エンジン音生成装置 10 がアクセル開度を生成する動作のフローチャートである。まず、処理部 40 は、上述したエンジン回転数を生成する動作において、図 5 に示したフローチャートの (ステップ S170) で更新されたギアの情報および更新される前のギアの情報を取得する (ステップ S200)。処理部 40 は、更新されたギアが、更新される前のギアと異なるかどうかを確認する (ステップ S210)。処理部 40 は、これらのギアが異なった場合、ギアの切り替えがあったと判断して (ステップ S210; Yes)、記憶部 30 からシフトチェンジ時アクセル開度情報 350 を取得する (ステップ S220)。このように、エンジン音生成装置 10 は、実車両 R の車速情報からシフトチェンジの有無を判断する。なお、本実施形態においては、このように検出部 20 と記憶部 30 と処理部 40 とが動作してシフトチェンジの有無を判断する。これが本発明における「シフトチェンジの有無を判断する判断手段」に相当する。処理部 40 は、ギアが下がっていればシフトダウンアクセル開度 A₁ をアクセル開度として生成し、ギアが上がっていればシフトアップアクセル開度 A₂ をアクセル開度として生成する (ステップ S300)。

30

【0046】

ステップ S210 で、ギアが等しかった場合は、処理部 40 は、シフトチェンジはなかったと判断し (ステップ S210; No)、車速変化傾向値からアクセル開度を生成する動作を行う (ステップ S230 ~ S300)。まず、車速検出部 210 が検出した実車両 R の車速情報を取得する (ステップ S230)。処理部 40 は、上述した周期 C2 の間、取得した車速情報を RAM 430 へ蓄積する (ステップ S240)。処理部 40 は、この蓄積した車速情報から、車速差分値を算出する (ステップ S250)。処理部 40 は、この車速差分値から、車速変化傾向値を算出する (ステップ S260)。処理部 40 は、この車速変化傾向値が 1, 0, -1 のいずれかであるかどうかを判断する (ステップ S270)。

40

【0047】

車速変化傾向が 1, 0, -1 のいずれかであった場合 (ステップ S270; Yes)、処理部 40 は、記憶部 30 に記憶されたテーブル T2 を参照して、ステップ S240 で最後に蓄積した車速情報に対応した基準アクセル開度を取得する (ステップ S280)。処理部 40 は、取得した基準アクセル開度と周期 C2 前のアクセル開度とを比較し、記憶部 30 に記憶されたテーブル T3 を参照してアクセル開度補正値を取得する (ステップ S290)。処理部 40 は、取得したアクセル開度補正値を、周期 C2 前のアクセル開度に加

50

えて、アクセル開度を生成する。処理部40は、こうして生成したアクセル開度の値を用いてRAM430に記憶されるアクセル開度Aの値を更新し、更新後の値をRAM430に再度記憶させる。(ステップS300)。

【0048】

車速変化傾向が1, 0, -1のいずれでもなかった場合(ステップS270; No)、処理部40は、記憶部30に記憶されたテーブルT1を参照して、取得した車速変化傾向値に対応するアクセル開度補正値を取得する(ステップS290)。処理部40は、取得したアクセル開度補正値を用いて、周期C2前のアクセル開度に加えて、アクセル開度を生成する。処理部40は、こうして生成したアクセル開度の値を用いてRAM430に記憶されるアクセル開度Aの値を更新し、更新後の値をRAM430に再度記憶させる(ステップS300)。

10

【0049】

以上のとおり、エンジン音生成装置10は、車速情報から、エンジン回転数およびアクセル開度を生成する。次に、生成されたこれらのエンジン回転数およびアクセル開度を用いて、エンジン音生成部50が、モデル車両Mのエンジン音データを生成し、実車両Rの車速の状態に対応したエンジン音を生成する動作について説明する。

【0050】

図13は、エンジン音生成部50によるエンジン音データの生成を説明する図である。エンジン音生成部50は、実車両Rの運転状態を示すテーブルT4を運転状態設定記憶部520に記憶させている。テーブルT4では、実車両Rの運転状態を、エンジン回転数とアクセル開度とをパラメータとして区分された範囲1から25で示している。エンジン音生成部50は、処理部40からエンジン回転数およびアクセル開度が入力されると、テーブルT4を参照して、入力されたエンジン回転数およびアクセル開度に対応した実車両Rの運転状態を判断する。なお、運転状態を示す範囲は、25通りに限らず、これよりも多くのパターンを設定してもよいし、少ないパターンを設定してもよい。

20

【0051】

エンジン音データ記憶部510には、モデル車両Mの特定した車速範囲における運転状態ごとに、これらの運転状態を代表するエンジン回転数とアクセル開度とに応じたエンジン音データが記憶されている。記憶されているエンジン音データは、例えば、1燃焼サイクル中における爆発区間のエンジン音データである。より具体的には、1気筒の1回の爆発に対応するエンジン音データである。本実施形態においては、エンジン音データ記憶部510には、運転状態1, 5, 13, 21, 25におけるエンジン音データW1, W5, W13, W21, W25が記憶されている。エンジン音生成部50は、これらのエンジン音データを用いて、更新されたアクセル開度の値と取得したエンジン回転数情報とに基づいて合成エンジン音データを生成する。なお、エンジン音データは、本実施形態とは異なる一部の運転状態におけるエンジン音データを記憶してもよいし、全ての運転状態におけるエンジン音データを記憶してもよい。

30

【0052】

エンジン音生成部50は、これらのエンジン音データを重み付けして重ね合わせることで合成エンジン音データを生成する。例えば、運転状態3の場合は、エンジン音データW1, W5には「0.5」の重みを、エンジン音データW13, W21, W25には「0」の重みを設定する。エンジン音生成部50は、0.5の重みを付与されたエンジン音データW1とW5とを重ね合わせることで、運転状態3における合成エンジン音データを生成する。また、エンジン音データが記憶されている運転状態の場合は、この運転状態に対応したエンジン音データの重みを「1」とし、他のエンジン音データの重みを「0」とすればよい。各運転状態における重みの設定は、モデル車両Mの特性に応じて決められればよい。

40

【0053】

このようにして、エンジン音生成部50が生成したエンジン音のデータが、図示せぬアンプによって増幅された後、外部のスピーカ等に出力されることにより、エンジン音が放

50

音される。このスピーカ等は、実車両 R の内部で運転者が放音されたエンジン音を聞き取りやすい位置に設置される。または、実車両 R の外部に設置され、車外に放音される。

【 0 0 5 4 】

< 変形例 1 >

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は他の形態でも実施可能である。

上述した実施形態においては、エンジン回転数、アクセル開度およびシフトチェンジの有無を実車両 R の車速情報から生成または取得したが、実車両 R に取り付けられたセンサからこれらの情報を取得してもよい。この場合、各センサは、エンジン音を生成する周期 C 2 以下の短い周期で検出した情報を処理部 4 0 へ出力することが望ましい。

【 0 0 5 5 】

図 1 4 は、変形例 1 に係るエンジン音生成装置 1 0 a の構成を示すブロック図である。エンジン音生成装置 1 0 a は、検出部 2 0 a に回転数検出部 2 3 0 a、開度検出部 2 4 0 a およびシフトチェンジ検出部 2 5 0 a を備える。回転数検出部 2 3 0 a は、回転数を検出するセンサを有し、このセンサは実車両 R が有する原動機の動作に応じて回転する部分に取り付けられている。回転数検出部 2 3 0 a は、このセンサが検出する回転数に応じて、エンジン回転数を示すエンジン回転数情報を取得する。回転数検出部 2 3 0 a は、取得した原動機の回転数を、処理部 4 0 へ出力する。開度検出部 2 4 0 a は、アクセル開度を検出するセンサを有し、このセンサを運転者がアクセル開度を操作する操作子に取り付けてアクセル開度を検出する。開度検出部 2 4 0 a は、検出したアクセル開度を、処理部 4 0 へ出力する。なお、このセンサは、原動機のアクセル弁に取り付けてもよい。

【 0 0 5 6 】

シフトチェンジ検出部 2 5 0 a は、運転者もしくは自動制御により変速機のシフトチェンジが行われたことを検出するセンサを有する。シフトチェンジが行われると、シフトチェンジ検出部 2 5 0 a は、シフトチェンジがあったことを示す信号を処理部 4 0 へ出力する。処理部 4 0 は、この信号が入力されると、上述したシフトチェンジがあった場合のアクセル開度取得の動作（図 1 2 のステップ S 2 2 0 , S 3 0 0 ）を行う。

【 0 0 5 7 】

< 変形例 2 >

上述した実施形態においては、エンジン音生成装置 1 0 は、シフトアップが行われたと判断した場合にシフトアップアクセル開度をアクセル開度として生成するように動作したが、シフトチェンジがない場合のアクセル開度生成の動作をしてもよい。例えば、レーシングカーは、シフトアップ時にアクセルを戻さずに開いたままシフトアップをする。このため、モデル車両 M がレーシングカーだった場合、シフトチェンジがあった場合でもこのシフトチェンジがシフトアップであれば、エンジン音生成装置 1 0 は、車速変化傾向値からアクセル開度を生成するように動作させればよい。

【 0 0 5 8 】

< 変形例 3 >

上述した実施形態においては、エンジン音生成装置 1 0 は、エンジン回転数を生成するときに揺らぎを再現したが、エンジン音を生成するときに揺らぎを再現してもよい。この場合、エンジン音生成部 5 0 は、生成したエンジン音データを再生する時刻を、乱数を用いて変動させればよい。例えば、時刻 $t(n)$ に検出された車速情報を元に生成されたエンジン回転数 $R(n)$ およびアクセル開度 $A(n)$ から生成されたエンジン音データに基づくエンジン音を、時刻 $t(n + \quad)$ にスピーカ等から放音する場合で説明する。このは、エンジン音生成部 5 0 がエンジン音データを出力してから、外部のスピーカ等が放音するまでにかかる時間である。この場合、エンジン音生成部 5 0 は、0 から揺らぎ幅までの乱数の値（以下、「揺らぎ値 F」という。）を生成し、この揺らぎ値 F だけ遅らせた時刻 $t(n + F)$ にエンジン音データを出力すればよい。

【 0 0 5 9 】

< 変形例 4 >

上述した実施形態においては、基準アクセル開度 B A をテーブル T 2 を用いて取得した

10

20

30

40

50

が、次の式で求めてもよい。

基準アクセル開度 $B A = \text{車速} \times \quad +$

この定数 \quad は、モデル車両Mの車両特性により決められる値であり、あらかじめ調査してギア固定時アクセル開度設定情報 3 4 0 に記憶させておく。この場合、処理部 4 0 は、図 1 2 のステップ S 2 7 0 で Yes と判断すると、ステップ S 2 4 0 で最後に蓄積した車速情報とこれらの定数 \quad を用いて基準アクセル開度 B A を算出する。

【 0 0 6 0 】

< 変形例 5 >

上述した実施形態においては、処理部 4 0 は、ギアの情報によってシフトチェンジを判断したが、エンジン回転数の情報を蓄積し、この蓄積されたエンジン回転数の変化の度合いによってシフトチェンジを判断してもよい。この場合、例えば、処理部 4 0 は次のようにシフトチェンジを判断する。図 1 2 のステップ S 2 0 0 において、処理部 4 0 はエンジン回転数を取得し、R A M 4 3 0 に記憶する。図 1 2 の動作を何度か繰り返すと、R A M 4 3 0 にエンジン回転数が蓄積される。処理部 4 0 は、この蓄積されたエンジン回転数の変化の度合いを数値化する。

10

【 0 0 6 1 】

一般に、シフトダウンを行うときは、図 1 0 に示すように、変更したギアに接続したときに減少していたエンジン回転数が急激に増加に転じる。また、シフトアップを行うときは、図 1 1 に示すように、運転者は変速機の接続を切る前にアクセルを戻すため増加していたエンジン回転数が急激に減少に転じる。処理部 4 0 は、蓄積されたエンジン回転数の情報から、この急激なエンジン回転数の傾きの変化を検出する。例えば、処理部 4 0 は、最後に取得したエンジン回転数と 1 回前のエンジン回転数との差分および 1 回前のエンジン回転数と 2 回前のエンジン回転数との差分を比較する。処理部 4 0 は、これらの差分同士の差分の絶対値を算出し、この絶対値があらかじめ決められた値を超える差であった場合に、シフトチェンジがされたものと判断する。

20

【 0 0 6 2 】

< 変形例 6 >

上述した実施形態においては、仮想車速の算出に用いた実車両 R の最高速度を操作者が設定して仮想車速を算出してもよい。この場合、操作者は、操作部 6 0 を操作して、車速域設定情報 3 2 0 の実車両 R の最高速度の設定値に、運転状況に応じた速度の値を入力する。例えば、制限速度が 1 0 0 (k m / h) の高速道路を走行するときに、1 0 0 (k m / h) の値を最高速度として入力して設定する。この設定により、操作者は、1 0 0 (k m / h) で走行することで、モデル車両Mの最高速度におけるエンジン音を体感することができる。

30

【 0 0 6 3 】

< 変形例 7 >

上述した実施形態においては、車速変化傾向とアクセル開度の補正值との関係は、上述したテーブル T 1 のように設定したが、エンジン音データ記憶部 5 1 0 が記憶するエンジン音データに応じて設定してもよい。例えば、ある車速変化傾向の値に対して、より大きなアクセルの操作量が必要なモデル車両Mのエンジン音データがエンジン音データ記憶部 5 1 0 に記憶されているとする。この場合、アクセル開度補正值の絶対値を、テーブル T 1 より大きくすればよい。

40

【 0 0 6 4 】

< 変形例 8 >

実車両 R は、マニュアルトランスミッションもしくはオートマチックトランスミッションを有するエンジン車、電気自動車もしくはハイブリッド車またはバイク等の原動機を有する車両であればよい。実車両 R がバイクの場合、上述した外部のスピーカ等は、例えばヘルメットの内部に設けられて運転者に聞き取れるようにエンジン音を放音する。エンジン音生成装置 1 0 は、モデル車両Mのエンジン音を生成するため、実車両 R の車速情報および加速度情報から、エンジン回転数およびアクセル開度の値を示す情報を生成する。実

50

車両 R は、例えば電気自動車の場合、実際にはエンジンを回転させたり、アクセルを開いて燃料の供給量を調整したりはしない。しかし、この場合でも、エンジン音生成装置 10 は、モデル車両 M のエンジン音を生成するため、実車両 R の車速情報および加速度情報から、エンジン回転数およびアクセル開度の値を示す情報を生成する。また、電気自動車においても、運転者は、アクセルペダル等の操作子を用いて原動機であるモータの回転を調節して実車両 R を走行させる。エンジン音生成装置 10 は、このモータの回転数またはモータを操作する操作子の操作量を検出して、エンジン音を生成するための情報として用いてもよい。このように、実車両 R は、電気自動車であっても、運転者の運転状況に応じた走行をする。このため、仮想のエンジン回転数およびアクセル開度に基づいたエンジン音であっても、運転者の運転状況に応じたものであれば、運転者は運転によるエンジン音として感じられる。

10

【0065】

<変形例 9>

上述した実施形態においては、エンジン音生成装置 10 は、エンジン音データ記憶部 510 に記憶されているエンジン音データを用いて合成エンジン音データを生成したが、更新されたアクセル開度の値と生成または取得したエンジン回転数情報とに基づいて合成エンジン音データを生成してもよい。この場合、例えば、FM (Frequency Modulation) 音源またはアナログモデリング音源等の音源方式を用いて元となるエンジン音データをあらかじめ作成する。エンジン音生成装置 10 は、このエンジン音データを、アクセル開度およびエンジン回転数の情報をパラメータに用いて加工し、モデル車両 M のエンジン音データを生成する。

20

【0066】

<変形例 10>

上述した実施形態においては、エンジン音生成装置 10 は、エンジン回転数とアクセル開度とに応じたエンジン音データを用いたが、取得したエンジン回転数のみに応じたエンジン音データを用いてもよい。この場合、エンジン音生成装置 10 は、エンジン音データ記憶部 510 内のエンジン音データを用いて、取得したエンジン回転数情報に基づいて合成エンジン音データを生成する。また、エンジン音生成装置 10 は、更新されたアクセル開度のみに応じたエンジン音データを用いてもよい。この場合、エンジン音生成装置 10 は、エンジン音データ記憶部内のエンジン音データを用いて、更新されたアクセル開度の値に基づいて合成エンジン音データを生成する。

30

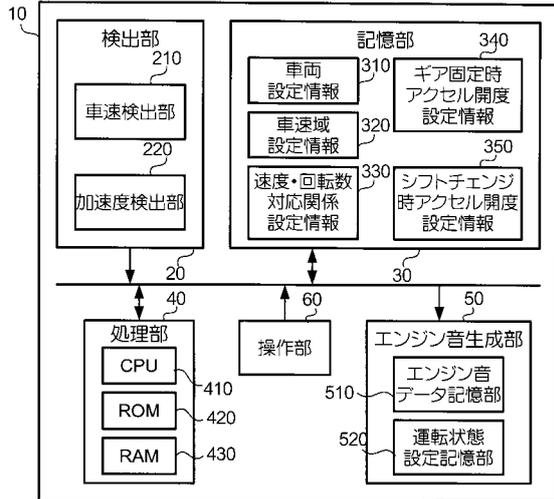
【符号の説明】

【0067】

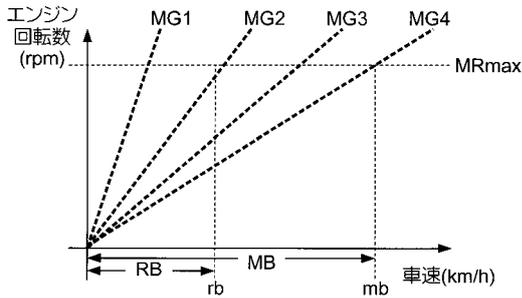
10, 10a ... エンジン音生成装置、20, 20a ... 検出部、30 ... 記憶部、40 ... 処理部、50 ... エンジン音生成部、60 ... 操作部、210 ... 車速検出部、220 ... 加速度検出部、230a ... 回転数検出部、240a ... 開度検出部、250a ... シフトチェンジ検出部、310 ... 車両設定情報、320 ... 車速域設定情報、330 ... 速度・回転数対応関係設定情報、340 ... ギア固定時アクセル開度設定情報、350 ... シフトチェンジ時アクセル開度設定情報、410 ... CPU、420 ... ROM、430 ... RAM、510 ... エンジン音データ記憶部、520 ... 運転状態設定記憶部

40

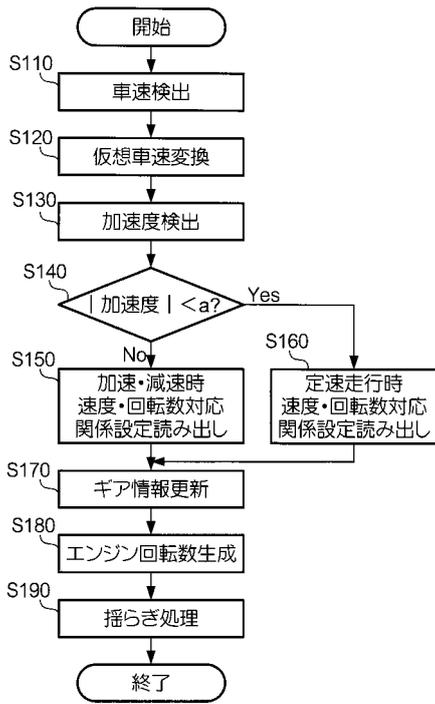
【図1】



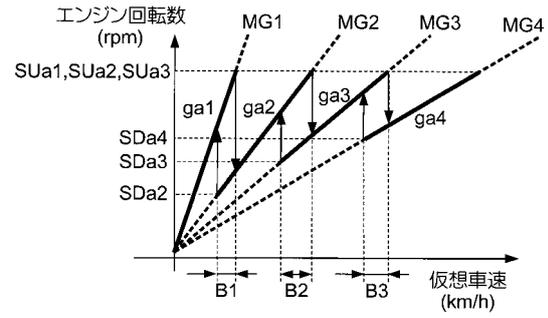
【図2】



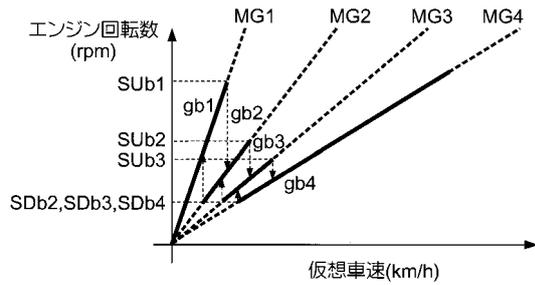
【図5】



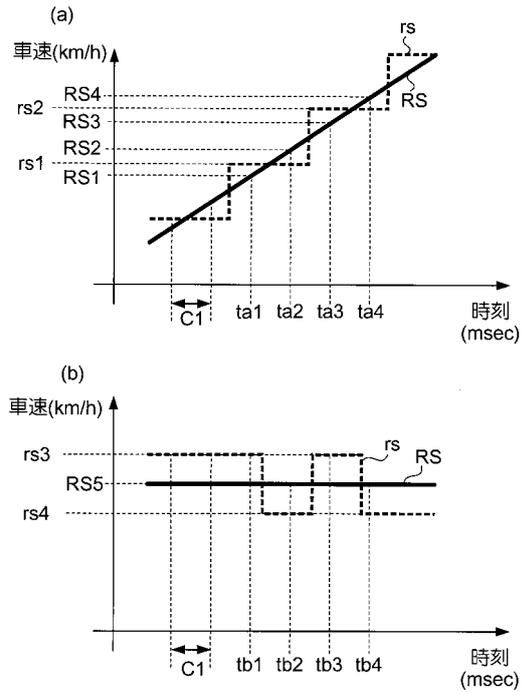
【図3】



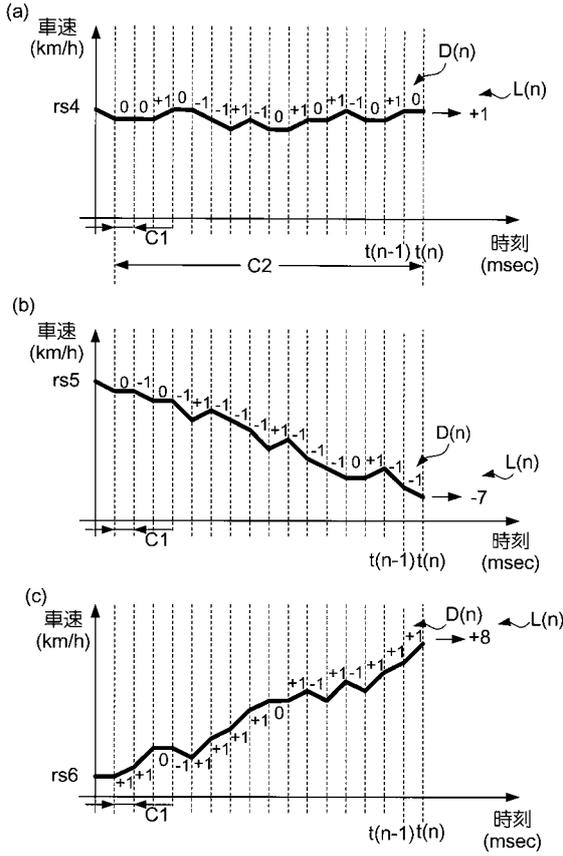
【図4】



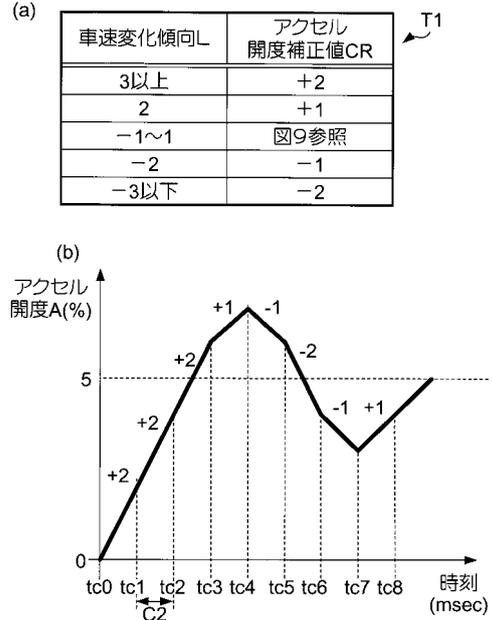
【図6】



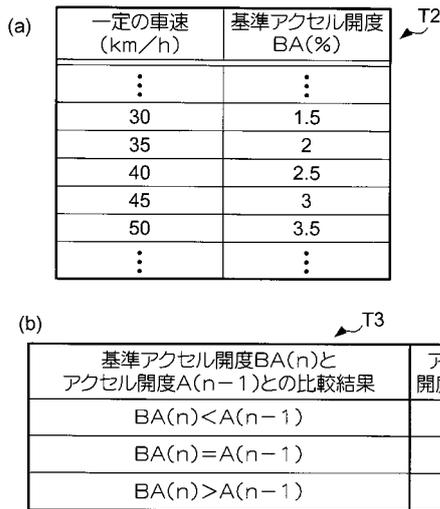
【図7】



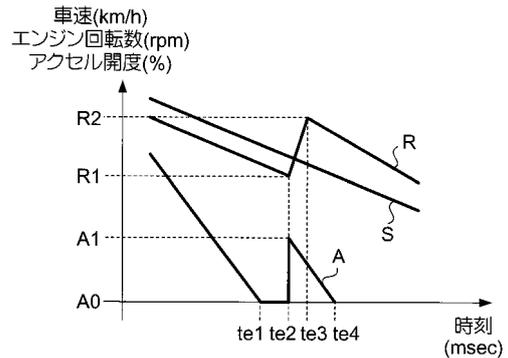
【図8】



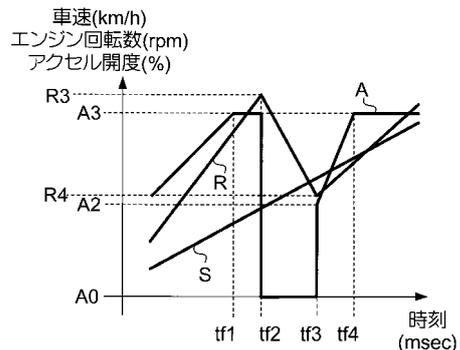
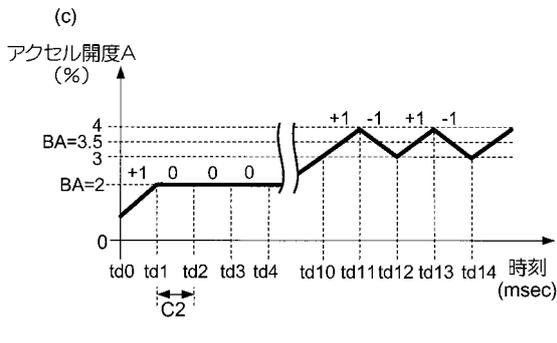
【図9】



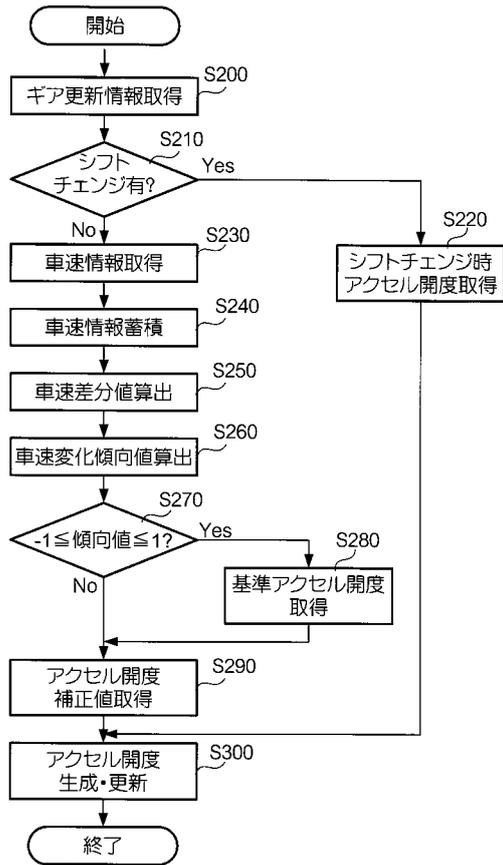
【図10】



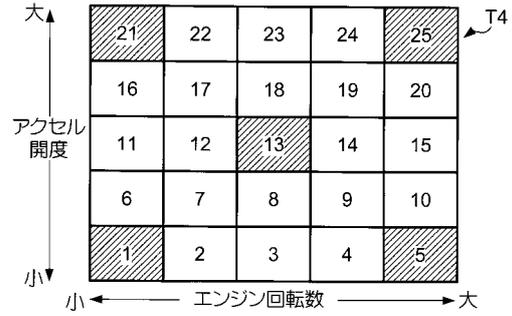
【図11】



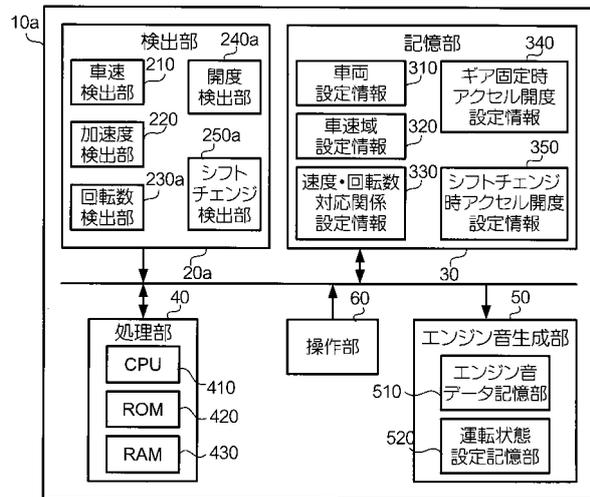
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-010576(JP,A)
特開平11-296185(JP,A)
実開平07-036504(JP,U)
特開2007-256526(JP,A)
特開2009-063968(JP,A)
特開2004-329290(JP,A)
特開2008-176169(JP,A)
特開2008-145659(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60R 11/02
A63H 17/34
G10K 15/04