

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5742339号
(P5742339)

(45) 発行日 平成27年7月1日(2015.7.1)

(24) 登録日 平成27年5月15日(2015.5.15)

(51) Int. Cl. F 1
G09B 9/052 (2006.01) G09B 9/052
G09B 19/16 (2006.01) G09B 19/16

請求項の数 6 (全 61 頁)

(21) 出願番号	特願2011-61693 (P2011-61693)	(73) 特許権者	000003137
(22) 出願日	平成23年3月18日 (2011.3.18)		マツダ株式会社
(65) 公開番号	特開2012-198344 (P2012-198344A)		広島県安芸郡府中町新地3番1号
(43) 公開日	平成24年10月18日 (2012.10.18)	(74) 代理人	110001427
審査請求日	平成26年2月12日 (2014.2.12)		特許業務法人前田特許事務所
		(74) 代理人	100077931
			弁理士 前田 弘
		(74) 代理人	100110939
			弁理士 竹内 宏
		(74) 代理人	100110940
			弁理士 嶋田 高久
		(74) 代理人	100113262
			弁理士 竹内 祐二
		(74) 代理人	100115059
			弁理士 今江 克実

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用運転支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両運転を支援する車両用運転支援装置であって、
 車両の加速度の変化量を算出する変化量算出手段と、
 車両の加速度の変化の終了時における質点速度を算出する質点速度算出手段と、
 上記変化量算出手段により算出された車両の加速度の変化量と上記質点速度算出手段により算出された車両の加速度の変化の終了時における質点速度とに基づいて、車室内の質点の動きを表す振動モデルを用いて算出された、車両の加速度の変化量に対するその変化の終了時における質点の運動エネルギーの比に基づいて予め設定された判定基準に従って、適度な加速度変化のある第1運転操作状態であるか、急激な加速度変化のある第2運転操作状態であるかを判定する状態判定手段と、

10

車両の今回の運転における上記状態判定手段による判定結果についての点数を算出し、該点数を車両の今回の運転における上記状態判定手段による判定回数で除することにより第1評価指数を算出し、該第1評価指数に基づいて、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出する総合判定手段とを備えていることを特徴とする車両用運転支援装置。

【請求項2】

請求項1記載の車両用運転支援装置において、
 ばたつき運転度を判定するばたつき運転度判定手段をさらに備えており、
 上記総合判定手段は、車両の今回の運転における上記ばたつき運転度判定手段による判

20

定結果についての点数を算出し、該点数を車両の今回の運転における上記たつき運転度判定手段による判定時間又は判定回数で除することにより第2評価指数を算出し、上記第1及び第2評価指数に基づいて、第1及び第2評価点を算出し、該第1及び第2評価点に基づいて、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出するように構成されていることを特徴とする車両用運転支援装置。

【請求項3】

請求項2記載の車両用運転支援装置において、

上記総合判定手段は、上記第1評価点が上記第2評価点よりも重みが大きくなるように上記第1及び第2評価点に重み付けをし、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出するように構成されていることを特徴とする車両用支援装置。

10

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1つに記載の車両用運転支援装置において、

上記総合判定手段により算出された総合評価点が所定点数よりも低いときに、その旨及び車両の運転操作についてのアドバイス情報の少なくとも一方を報知する報知手段をさらに備えていることを特徴とする車両用運転支援装置。

【請求項5】

請求項1～4のいずれか1つに記載の車両用運転支援装置において、

上記総合判定手段により算出された総合評価点に基づいて、上記判定基準を変更する変更手段をさらに備えていることを特徴とする車両用運転支援装置。

20

【請求項6】

請求項1～5のいずれか1つに記載の車両用運転支援装置において、

上記総合判定手段により算出された総合評価点を表示する表示手段をさらに備えていることを特徴とする車両用運転支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両運転を支援する車両用運転支援装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

車両運転を支援する車両用運転支援装置が従来技術として知られている。この車両用運転支援装置には、車両の運転操作状態を判定するものがある（例えば、特許文献1参照）。この特許文献1の車両用運転支援装置は、車両の複数の走行区間の各々を、道路属性に基づいて複数の小区間に分割する走行区間分割部と、これら複数の走行区間に共通して含まれる小区間を繋いで仮想走行区間を形成する仮想走行区間形成部と、その複数の走行区間各々について、仮想走行区間の形成に用いた小区間での車両の走行データから仮想走行区間における車両の走行データを求めて、この走行データから、運転技術を評価する運転技術評価部とを備えている。走行データには、車両の燃費や急制動回数、急発進回数、急ハンドル回数が含まれる。これによれば、同一の車両で複数人が異なる区間を走行する場合でも運転技術を公平に評価することができる。

30

【0003】

また、単位時間当たりの加速度の変化率である躍度（加加速度）が既知である（例えば、特許文献2を参照）。この特許文献2には、運転者が操作する操作部材の操作量に基づいて車両を制御する運動制御装置が開示されている。この運動制御装置は、具体的には、目標躍度に基づいて目標加速度を設定し、目標加速度に基づいて内燃機関のスロットル開度を制御している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-168862号公報

【特許文献2】特開2009-209899号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、本発明者たちは、車両の躍度と車両の運転操作状態との間の関係について鋭意研究を重ねた結果、躍度から運転操作状態を精度良く判定することができることを見出した。また、運転者が、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価についての情報を知れるようにし、車両の次の運転操作における運転操作の技術向上に役立てることができるようにするのが好ましい。

【0006】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その課題とするところは、車両の運転操作状態を精度良く判定するとともに、運転者が、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価についての情報を知ることができるようにし、車両の次の運転における運転操作の技術向上を図れるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するため、本発明は、車両運転を支援する車両用運転支援装置を対象とし、次のような解決手段を講じた。

【0008】

すなわち、第1の発明は、車両の加速度の変化量を算出する変化量算出手段と、車両の加速度の変化の終了時における質点速度を算出する質点速度算出手段と、上記変化量算出手段により算出された車両の加速度の変化量と上記質点速度算出手段により算出された車両の加速度の変化の終了時における質点速度とに基づいて、車室内の質点の動きを表す振動モデルを用いて算出された、車両の加速度の変化量に対するその変化の終了時における質点の運動エネルギーの比に基づいて予め設定された判定基準に従って、適度な加速度変化のある第1運転操作状態であるか、急激な加速度変化のある第2運転操作状態であるかを判定する状態判定手段と、車両の今回の運転における上記状態判定手段による判定結果についての点数を算出し、該点数を車両の今回の運転における上記状態判定手段による判定回数で除することにより第1評価指数を算出し、該第1評価指数に基づいて、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出する総合判定手段とを備えていることを特徴とするものである。

【0009】

これによれば、車両の加速度の変化量とその変化の終了時における質点速度とに基づいて、車室内の質点の動きを表す振動モデルを用いて算出された、車両の加速度の変化量に対するその変化の終了時における質点の運動エネルギーの比に基づいて予め設定された判定基準に従って、適度な加速度変化のある第1運転操作状態であるか、急激な加速度変化のある第2運転操作状態であるかを判定するとともに、車両の今回の運転におけるその判定結果についての点数を算出し、その点数を車両の今回の運転におけるその判定回数で除することにより第1評価指数を算出し、その第1評価指数に基づいて、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出するので、車両の運転操作状態を精度良く判定することができるとともに、運転者は、運転終了時において、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価についての情報を知ることができ、この情報を基に、車両の次の運転における運転操作の技術向上を図ることができる。

【0010】

第2の発明は、上記第1の発明において、ばたつき運転度を判定するばたつき運転度判定手段をさらに備えており、上記総合判定手段は、車両の今回の運転における上記ばたつき運転度判定手段による判定結果についての点数を算出し、該点数を車両の今回の運転における上記ばたつき運転度判定手段による判定時間又は判定回数で除することにより第2評価指数を算出し、上記第1及び第2評価指数に基づいて、第1及び第2評価点を算出し、該第1及び第2評価点に基づいて、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出するように構成されていることを特徴とするものである。

【 0 0 1 1 】

これによれば、ばたつき運転度を判定するとともに、車両の今回の運転におけるばたつき運転度判定結果についての点数を算出し、その点数を車両の今回の運転におけるそのばたつき運転度の判定時間又は判定回数で除することにより第2評価指数を算出し、第1及び第2評価指数に基づいて、第1及び第2評価点を算出し、その第1及び第2評価点に基づいて、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出するので、運転者は、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価についての情報を正確に知ることができる。

【 0 0 1 2 】

尚、ばたつき運転度は、運転操作の頻度が多いばたつき運転の度合いを示すものである

10

【 0 0 1 3 】

第3の発明は、上記第2の発明において、上記総合判定手段は、上記第1評価点が上記第2評価点よりも重みが大きくなるように上記第1及び第2評価点に重み付けをし、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出するように構成されていることを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

これによれば、第1評価点が第2評価点よりも重みが大きくなるように第1及び第2評価点に重み付けをし、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出するので、運転者は、第1運転操作状態であるか、第2運転操作状態であるかをばたつき運転度よりも重みを大きくした、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価についての情報を知ることができる。

20

【 0 0 1 5 】

第4の発明は、上記第1～3のいずれか1つの発明において、上記総合判定手段により算出された総合評価点が所定点数よりも低いときに、その旨及び車両の運転操作についてのアドバイス情報の少なくとも一方を報知する報知手段をさらに備えていることを特徴とするものである。

【 0 0 1 6 】

これによれば、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点が所定点数よりも低いときに、その旨及び車両の運転操作についてのアドバイス情報の少なくとも一方を報知するので、運転者は、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価が相対的に低いことについての情報や車両の運転操作についてのアドバイス情報を知ることができ、この情報を基に、車両の次の運転における運転操作の技術向上を確実に図ることができる。

30

【 0 0 1 7 】

第5の発明は、上記第1～4のいずれか1つの発明において、上記総合判定手段により算出された総合評価点に基づいて、上記判定基準を変更する変更手段をさらに備えていることを特徴とするものである。

【 0 0 1 8 】

これによれば、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点に基づいて、判定基準を変更するので、車両の運転操作状態の判定を車両の運転操作の技術に応じたものに行うことができる。

40

【 0 0 1 9 】

第6の発明は、上記第1～5のいずれか1つの発明において、上記総合判定手段により算出された総合評価点を表示する表示手段をさらに備えていることを特徴とするものである。

【 0 0 2 0 】

これによれば、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を表示するので、運転者は、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を知ることができ、この総合評価点を基に、車両の次の運転における運転操作の技術向上を確実に図ることがで

50

きる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、車両の加速度の変化量とその変化の終了時における質点速度とに基づいて、車室内の質点の動きを表す振動モデルを用いて算出された、車両の加速度の変化量に対するその変化の終了時における質点の運動エネルギーの比に基づいて予め設定された判定基準に従って、適度な加速度変化のある第1運転操作状態であるか、急激な加速度変化のある第2運転操作状態であるかを判定するとともに、車両の今回の運転におけるその判定結果についての点数を算出し、その点数を車両の今回の運転におけるその判定回数で除することにより第1評価指数を算出し、その第1評価指数に基づいて、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出するので、車両の運転操作状態を精度良く判定することができる。また、運転者は、運転終了時において、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価についての情報を知ることができ、この情報を基に、車両の次の運転における運転操作の技術向上を図ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施形態に係る車両用運転支援装置を示すブロック図である。

【図2】振動モデルを示す図である。

【図3】時間と車両の前後方向の加速度との関係の一例を示すグラフである。

【図4】振動モデルを示す図である。

20

【図5】時間と質点位置との関係を示すグラフである。

【図6】経過時間と減衰率との関係を示すグラフである。

【図7】時間と質点位置との関係の一例を示すグラフである。

【図8】平均車速と質点のオーバーシュート率との関係の一例を示すグラフである。

【図9】第1判定マップを示す図である。

【図10】第2判定マップを示す図である。

【図11】時間とアクセル操作履歴値との関係の一例を示す操作履歴モデルである。

【図12】評価指数と評価点との関係の一例を示すグラフである。

【図13】直近2sec間における平均車速とサンプル時間との関係を示すグラフである。

30

【図14】時間と質点速度との関係の一例を示すグラフである。

【図15】平均車速と質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数との関係の一例を示すグラフである。

【図16】振動モデルを示す図である。

【図17】時間と車両の前後方向の加速度との関係の一例を示すグラフである。

【図18】時間と車速との関係の一例を示すグラフである。

【図19】時間と車速との関係を示すグラフである。

【図20】平均車速と車速の変化量に対するその変化に要した時間の比との関係の一例を示すグラフである。

【図21】ステアリングスイッチを示す正面図である。

40

【図22】メータ表示器を示す正面図である。

【図23】しなやかな運転表示部が点灯表示された状態の第1通常画面の一例を示す図である。

【図24】前後ゆれる運転表示部が点灯表示された状態の第1通常画面の一例を示す図である。

【図25】左右ゆれる運転表示部が点灯表示された状態の第1通常画面の一例を示す図である。

【図26】やさしい運転表示部が点灯表示された状態の第1通常画面の一例を示す図である。

【図27】第2通常画面の一例を示す図である。

50

【図 28】第 3 通常画面の一例を示す図である。

【図 29】第 4 通常画面の一例を示す図である。

【図 30】第 5 通常画面の一例を示す図である。

【図 31】第 1 エンディング画面の一例を示す図である。

【図 32】第 2 エンディング画面の一例を示す図である。

【図 33】第 1 スタート画面の一例を示すものである。

【図 34】車両の運転操作状態の判定・評価制御を示すフローチャートである。

【図 35】車両前後方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価制御を示すフローチャートである。

【図 36】車両左右方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価制御を示すフローチャートである。

10

【図 37】だらだら運転度の判定・評価制御を示すフローチャートである。

【図 38】車両前後方向のばたつき運転度の判定・評価制御を示すフローチャートである。

【図 39】車両左右方向のばたつき運転度の判定・評価制御を示すフローチャートである。

【図 40】車両の運転操作状態の総合判定・評価制御を示すフローチャートである。

【図 41】車両運転情報の表示制御を示すフローチャートである。

【図 42】メータ表示器の変形例を示す正面図である。

【図 43】しなやかな運転表示部、前後ゆれる運転表示部、左右ゆれる運転表示部及びやさしい運転表示部の変形例を示す図であり、(a)はしなやかな運転表示部、前後ゆれる運転表示部、左右ゆれる運転表示部及びやさしい運転表示部の配置を示す図、(b)はしなやかな運転表示部が点灯表示された状態を示す図、(c)はやさしい運転表示部が点灯表示された状態を示す図、(d)は上側の前後ゆれる運転表示部が点灯表示された状態を示す図、(e)は右側の左右ゆれる運転表示部が点灯表示された状態を示す図である。

20

【図 44】しなやかな運転表示部、前後ゆれる運転表示部、左右ゆれる運転表示部及びやさしい運転表示部の別の変形例を示す図であり、(a)はしなやかな運転表示部、前後ゆれる運転表示部、左右ゆれる運転表示部及びやさしい運転表示部の配置を示す図、(b)はしなやかな運転表示部が点灯表示された状態を示す図、(c)はやさしい運転表示部が点灯表示された状態を示す図、(d)は前後ゆれる運転表示部が点灯表示された状態を示す図、(e)は左右ゆれる運転表示部が点灯表示された状態を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0024】

図 1 は、本発明の実施形態に係る、車両用表示装置を備えている車両用運転支援装置（スマートドライブサポートシステムとも言う）を示すブロック図である。符号 1 は、運転者による車両の運転操作状態の判定・評価制御を行うシステム側コントローラ（PCMとも言う）である。このシステム側コントローラ 1 は、車両の車速を検出する車速センサ 20、車両の操舵角を検出する舵角センサ 21、車両のアクセル開度を検出するアクセル開度センサ 22、車両のブレーキ液圧を検出するブレーキ液圧センサ 23 等から信号が入力され、車両の運転操作状態（運転技術）を判定・評価する。具体的には、“しなやかな運転”状態であるか、“体がゆれる運転（以下、ゆれる運転と言う）”状態であるか、“やさしい運転”状態であるかと、“ばたつき運転度”から、運転操作状態を判定・評価する。詳細には、車両前後方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかと、車両前後方向のばたつき運転度から、車両前後方向の運転操作状態を判定・評価する一方、車両左右方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかと、車両左右方向のばたつき運転度から、車両左右方向の運転操作状態を判定・評価する。尚、車両前後方向の運転操作にはアクセル操作とブレーキ操作、車両左右方向の運転操作にはステアリング操作があ

40

50

る。

【0025】

システム側コントローラ1は、変化量算出部(変化量算出手段)10と、躍度算出部(質点速度算出手段)11と、加速度算出部(加速度算出手段)12と、状態判定部(状態判定手段)13と、ばたつき運転度判定部(ばたつき運転度判定手段)14と、比算出部15と、だらだら運転度判定部16と、総合判定部(総合判定手段)17と、変更部(変更手段)18とを有している。

【0026】

変化量算出部10は、車速センサ20及び舵角センサ21からの検出信号から、車両の加速度(加減速)の変化量(変化巾)を算出(計算)する。躍度算出部11は、車速センサ20及び舵角センサ21からの検出信号から、車両の加速度の変化の終了時における質点速度を算出する。加速度算出部12は、車速センサ20及び舵角センサ21からの検出信号から、車両の加速度の絶対値に関連する第3関連値を算出する。

10

【0027】

状態判定部13は、変化量算出部10によって算出された車両の加速度の変化量と躍度算出部11によって算出された車両の加速度の変化の終了時における質点速度から、車室内の質点の動きを表す振動モデルを用いて算出された、車両の加速度の変化量に対するその変化の終了時における質点の運動エネルギーの比から予め設定された判定基準に従って、適度な加速度変化のある(ゆっくり過ぎず、急激過ぎない加速度変化のある)しなやかな運転状態(好ましい運転操作状態、第1運転操作状態)であるか、急激な加速度変化のあるゆるる運転状態(好ましくない運転操作状態、第2運転操作状態)であるか、ゆっくりな加速度変化のあるやさしい運転状態(好ましい運転操作状態、第3運転操作状態)であるかを判定する。詳細には、状態判定部13は、車両の加速度の変化量が所定値以上のときには、第1判定マップを用いて、車両の加速度の変化量及びその変化の終了時における質点速度から、判定基準に従って、しなやかな運転状態であるか、ゆるる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定する一方、車両の加速度の変化量が所定値よりも小さいときには、第1判定マップとは異なる第2判定マップを用いて、車両の加速度の変化量と加速度算出部12によって算出された第3関連値から、適度な加速度のあるしなやかな運転状態であるかを判定する。ばたつき運転度判定部14は、ばたつき運転度を判定する。比算出部15は、車両の車速の変化量(車速差とも言う)に対するその変化に要した時間の比を算出する。だらだら運転度判定部16は、だらだら運転度を判定する。

20

30

【0028】

総合判定部17は、車両の今回の運転(直近のイグニッションオンから現在までの運転。以下、1DC(1トリップ)とも言う)における状態判定部13による判定結果についての点数を算出し、その点数を車両の今回の運転における状態判定部13による判定回数で除することにより第1評価指数を算出し、その第1評価指数から、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出する。詳細には、総合判定部17は、車両の今回の運転におけるばたつき運転度判定部14による判定結果についての点数を算出し、その点数を車両の今回の運転におけるばたつき運転度判定部14による判定時間又は判定回数で除することにより第2評価指数を算出し、第1及び第2評価指数から、第1及び第2評価点を算出し、その第1及び第2評価点から、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出する。変更部18は、総合判定部17によって算出された総合評価点から、上記判定基準を変更する。

40

【0029】

上記判定・評価の詳細を以下、説明する。

【0030】

《しなやかな運転状態、ゆるる運転状態及びやさしい運転状態の判定》

しなやかな運転状態、ゆるる運転状態及びやさしい運転状態の判定は、以下に示すように行う。

【0031】

50

< 判定基準 >

上記判定基準は、以下に示すように求める。

【 0 0 3 2 】

- 車両前後方向の加減速時に用いる判定基準の算出 -

最初に、車両前後方向の加減速時に用いる判定基準の算出について説明する。

【 0 0 3 3 】

車両前後方向の加減速時に用いる判定基準には、アクセルオン（アクセル踏込）による車両の加速時に用いる判定基準とブレーキオフ（ブレーキ戻し）による加速時に用いる判定基準、アクセルオフ（アクセル戻し）による減速時に用いる判定基準、ブレーキオン（ブレーキ踏込）による減速時に用いる判定基準がある。これらの判定基準は、互いに異なるものである。以下の説明では、アクセルオンによる車両の加速時に用いる判定基準の算出方法を示す。尚、これ以外の判断基準の算出方法は、アクセルオンによる車両の加速時に用いる判定基準の算出方法とほぼ同様である。また、アクセルオンとアクセルオフ、ブレーキオン、ブレーキオフは、車速センサ 2 0 からの検出信号から算出される車両の前後方向の加速度から判定される。

10

【 0 0 3 4 】

判定基準を算出するにはまず、車速に相当する車速センサ 2 0 からの検出信号を時間について微分することにより、車両の前後方向の加速度（車両前後方向 G）を算出する。

【 0 0 3 5 】

この加速度には高周波（例えば 0 . 5 H z 以上）のノイズ成分が含まれており、この高周波領域において、実際の車両は挙動を示さない。そこで、振動モデルを用いて、車室内の質点の位置を高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度として算出する（車室内の質点の位置（車両の加速度が 0 のときにおける質点位置を基準として、その基準位置からの移動量）は、車両の一定加速度に比例した値となるため、質点位置を車両の加速度として算出することができる）。この詳細を以下、図 2 を用いて説明する。この図 2 は、ノイズを除去するための振動モデルを示す図である。

20

【 0 0 3 6 】

図 2 に示すように、ノイズを除去するための振動モデルとして、車両に固定された 1 自由度粘性減衰モデル（1 自由度ばね・質量・ダンパーモデル）を用いる。このモデルは、メモリ（不図示）に予め記憶されている。このことは、以下の振動モデルすべてについて言える。

30

【 0 0 3 7 】

質点の質量を m 、ばね定数を k 、ダンパーの減衰定数（減衰係数）を C 、質点位置を x （車両の加速度が 0 で且つ質点が静止状態の位置を基準位置 $x = 0$ とする）、時間を t 、質点への入力を $f(t)$ とすると（尚、 m 、 k 、 C 、 x 、 t 及び $f(t)$ は、振動モデルの算出結果を相対比較するためのものであり、無単位となる。以下、同様）、質点の微分方程式（運動方程式）は、次の式（1）で表される。

【 数 1 】

$$m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} + c \cdot \frac{dx}{dt} + k \cdot x = f(t) \quad \dots(1)$$

40

【 0 0 3 8 】

m 、 k 及び C の値は次のように決定する。つまり、位相がずれず且つ 0 . 5 H z 以上のノイズ成分を最大限除去することができるように、固有振動数の値（ k / m の値に比例）を 0 . 5 ~ 1 H z の範囲内とすべく、 m 及び k の値を設定する。例えば、 $m = 5$ のときは、 k の値を 5 0 ~ 2 0 0 の範囲内とする。

【 0 0 3 9 】

また、連続走行中に実態と近いものとなるように、減衰比の値を 0 . 5 ~ 1 . 0 の範囲内とすべく、 C の値を設定する。減衰比を とすると、 は次の式で表される。

【数 2】

$$\zeta = \frac{c}{2\sqrt{m \cdot k}}$$

例えば、 $m = 5$ 、 $k = 80$ のときは、 C の値を $20 \sim 40$ の範囲内とする。

ここでは、例えば、 $m = 5$ 、 $k = 80$ 、 $C = 25$ とする。

【0040】

また、 $f(t)$ は、次の式で表される。

$f(t) = (\text{質点質量 } m) \times (\text{車両の前後方向の加速度})$

式(1)の微分方程式の数値計算方法として、差分方程式を用いた逐次計算を行う。

10

【0041】

質点位置 x の時間 t についての 1 回微分及び 2 回微分は、次の式(2)及び(3)でそれぞれ表される。

【数 3】

$$\frac{dx}{dt} = \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} \quad \dots(2)$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \left\{ \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} - \frac{x(t) - x(t-\Delta t)}{\Delta t} \right\} / \Delta t \quad \dots(3)$$

20

【0042】

式(1)に式(2)及び(3)を代入して展開し、次の式(4)で表す。

【数 4】

$$x(t+\Delta t) = \left\{ \left(2 + \frac{c}{m} \cdot \Delta t - \frac{k}{m} \cdot \Delta t^2 \right) \cdot x(t) - x(t-\Delta t) + \frac{f(t)}{m} \cdot \Delta t^2 \right\} / \left(1 + \frac{c}{m} \cdot \Delta t \right) \quad \dots(4)$$

【0043】

この式(4)を用いて、時間 t における質点位置 $x(t)$ 及び時間 $t - \Delta t$ における質点位置 $x(t - \Delta t)$ から、時間 $t + \Delta t$ における質点位置 $x(t + \Delta t)$ を逐次計算する。この質点位置 x は、上述したように、高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度に相当する。

30

【0044】

図3は、時間と車両の前後方向の加速度との関係の一例を示すグラフである。この図3において、実線は、時間と振動モデルを用いて算出した、高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度(質点位置)との関係、破線は、時間と車速センサ20からの検出信号から算出した、車両の前後方向の加速度を示す。

【0045】

以上のように、質点位置を高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度として算出する。

40

【0046】

尚、振動モデルを用いて、高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度を求めたが、例えば、低域周波数通過フィルタを用いて求めてもよい。

【0047】

次に、振動モデルを用いて、車室内に着座した乗員の頭である質点の位置を、高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度による力 $f(t)$ を質点に入力して算出する。つまり、車両の前後方向の加速度の変化による頭の動きを振動モデルで仮想し、その質点位置を演算する。この質点を用いて、車両の運転操作状態を判定・評価するのは、車両の加速度の変化は、路面やシフトチェンジなどの様々な影響を受けて複雑になる一方、頭の動きは、その変化すべてに追従しないためである。この詳細を以下、図4を用いて

50

説明する。この図4は、質点位置を算出するための振動モデルを示す図である。尚、図4では、車両の図示を省略している。

【0048】

図4に示すように、質点位置を算出するための振動モデルとして、車両に固定された1自由度粘性減衰モデルを用いる。このモデルは、質点を着座した乗員の頭、ばね及びダンパーを乗員の首と仮想している。

【0049】

質点の微分方程式は、次の式(1)で表される。

【数1】

$$m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} + c \cdot \frac{dx}{dt} + k \cdot x = f(t) \quad \dots(1)$$

10

【0050】

質点質量 m 、ばね定数 k 及びダンパー減衰定数 C の値は次のように決定する。つまり、実際の頭の動きに近づくように、固有振動数の値を $0.2 \sim 0.5$ Hzの範囲内とすべく、 m 及び k の値を設定する。例えば、 $m = 5$ のときは、 k の値を $10 \sim 50$ の範囲内とする。

【0051】

また、実際の頭の動きを想定し、減衰比の値を $0.2 \sim 0.5$ の範囲内の値とすべく、 C の値を設定する。例えば、 $m = 5$ 、 $k = 35$ のときは、 C の値を $6 \sim 13$ の範囲内とする。

20

ここでは、 $m = 5$ 、 $k = 35$ 、 $C = 8$ とする。

【0052】

また、 $f(t)$ は、次の式で表される。

$f(t) = (\text{質点質量 } m) \times (\text{高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度})$

式(1)の微分方程式の数値計算方法として、差分方程式を用いた逐次計算を行う。

【0053】

質点位置 x の時間 t についての1回微分及び2回微分は、次の式(2)及び(3)でそれぞれ表される。

30

【数3】

$$\frac{dx}{dt} = \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} \quad \dots(2)$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \left\{ \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} - \frac{x(t) - x(t-\Delta t)}{\Delta t} \right\} / \Delta t \quad \dots(3)$$

【0054】

式(1)に式(2)及び(3)を代入して展開し、次の式(4)で表す。

40

【数4】

$$x(t+\Delta t) = \left\{ \left(2 + \frac{c}{m} \cdot \Delta t - \frac{k}{m} \cdot \Delta t^2 \right) \cdot x(t) - x(t-\Delta t) + \frac{f(t)}{m} \cdot \Delta t^2 \right\} / \left(1 + \frac{c}{m} \cdot \Delta t \right) \quad \dots(4)$$

【0055】

この式(4)を用いて、時間 t における質点位置 $x(t)$ 及び時間 $t - \Delta t$ における質点位置 $x(t - \Delta t)$ から、時間 $t + \Delta t$ における質点位置 $x(t + \Delta t)$ を逐次計算する。この質点位置 x は、仮想した乗員の体に作用する車両前後方向の加速度に相当する(質点位置 x と車両前後方向の加速度は比例関係にあるため)。

【0056】

50

以上のように、質点位置を車両前後方向の加速度から算出する。

【0057】

次に、その算出した質点位置を時間について微分することにより、質点速度を車両の前後方向の躍度として算出する。つまり、この質点速度は、車両の前後方向の躍度に相当する。

【0058】

次に、車両の、前後方向の加速度の変化量及びその変化の終了時における質点の運動エネルギーをその変化毎に算出する。この詳細を以下、図4及び図5を用いて説明する。この図5は、時間と質点位置との関係を示すグラフである。

【0059】

図5において、実線は、時間と上述した高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度により質点に入力される力が加わったときの質点位置（質点の動的位置とも言う。図4の実線で示すように、オーバーシュートを含む質点の位置）との関係、破線は、時間と上述した高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度により質点に入力される力が静的に加わったときの安定した質点位置（質点の静的位置とも言う。図4の破線で示すように、オーバーシュートを含まない収束後の質点の位置）との関係を示す。白抜き三角は、破線のピークを示し、このピークにおいて、車両の加速度の変化が開始（終了）する。黒塗り三角は、実線のピークを示し、このピークにおいて、質点位置の変化が開始（終了）する。黒丸は、実線と破線との交点を示し、この交点において、質点への入力が0になる（質点位置の加速度が増加（減少）に転ずる）。

【0060】

車両の、前後方向の加速度の変化量は、車両の、前後方向の加速度の変化に伴う質点の位置エネルギーの変化量（その変化に伴う質点の位置移動に最低限必要なエネルギー）に相当する変化量であり、図5において、相隣り合う白抜き三角の間の、縦軸方向の長さに相当する変化量（図4、図5の G ）である。この変化量は、車両の、前後方向の加速度の変化に伴う質点の位置エネルギーの変化量が大きくなるに従って大きくなる。つまり、頭の動く幅は、車両の、前後方向の加速度の変化量から決定される。車両の、前後方向の加速度の変化量を G 、車両の、前後方向の加速度の変化の終了時（図5では、判定時点に相当）における車両の、前後方向の加速度を G_i （車両の、前後方向の加速度の変化の終了時における質点位置 h_i に相当）、車両の、前後方向の加速度の変化の開始時における車両の、前後方向の加速度を G_{i-1} （車両の、前後方向の加速度の変化の開始時における質点位置 h_{i-1} に相当）とすると、 G は次の式で表される。

$$G = G_i - G_{i-1}$$

【0061】

一方、車両の、前後方向の加速度の変化の終了時における質点の運動エネルギーは、その変化時において質点がオーバーシュートしたことにより発生した余剰エネルギーであり、図5において、右上側の黒丸における質点の運動エネルギー（図4では、質点が破線位置にあるときの運動エネルギー）である。この運動エネルギーは、車両の前後方向の躍度が大きくなるに従って大きくなる。つまり、頭の動く速さは、車両の前後方向の躍度の大きさから決定される。車両の、前後方向の加速度の変化の終了時における質点の運動エネルギーを E_k 、その終了時における質点速度を v とすると、 E_k は次の式で表される。

$$E_k = 1/2 \cdot m \cdot v^2$$

【0062】

この E_k は、車両の前後方向の加速度の、前回の变化の終了時における質点の運動エネルギー（図5では、左下側の黒丸における質点の運動エネルギー）、即ち、残存エネルギーの影響を受けたものである。そこで、 E_k は、車両の前後方向の加速度の、前回の变化の終了時における質点の運動エネルギーの影響を除いたものとするのが好ましい。この詳細を以下、図5及び図6を用いて説明する。この図6は、経過時間と減衰率との関係を示すグラフである。

【0063】

10

20

30

40

50

車両の前後方向の加速度の、今回の変化の終了時における質点速度を v_i 、車両の前後方向の加速度の、前回の变化の終了時における質点速度を v_{i-1} 、車両の前後方向の加速度の、前回の变化の終了時から今回の変化の終了時までの自然減衰率を δ^t とすると、車両の前後方向の加速度の、前回の变化の終了時における質点の運動エネルギーの影響を除いた E_k は次の式で表される。

$$E_k = 1/2 \cdot m \cdot (v_i - v_{i-1} \cdot \delta^t)^2$$

【0064】

車両の前後方向の加速度の、前回の变化の終了時から今回の変化の終了時までの経過時間を t_p 、角固有振動数を Ω 、減衰角固有振動数を ω_d とすると、 δ^t は、対数減衰率から、次の式で表される（図6を参照）。

【数5】

$$\delta^t = e^{-\Omega \cdot \Delta t_p} \cdot \cos(\omega_d \cdot \Delta t_p)$$

及び ω_d は、次の式でそれぞれ表される。

【数6】

$$\Omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\omega_d = \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{c}{2 \cdot m}\right)^2}$$

【0065】

図7は、時間と質点位置との関係の一例を示すグラフである。この図7において、実線は、時間と高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度により質点に入力される力 $f(t)$ が加わったときの質点位置との関係、破線は、時間と高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度により質点に入力される力 $f(t)$ が静的に加わったときの安定した質点位置との関係を示す。

【0066】

以上のように、車両の、前後方向の加速度の変化量及びその変化の終了時における質点の運動エネルギーを算出する

【0067】

次に、車両の、前後方向の加速度の変化量に対するその変化の終了時における質点の運動エネルギーの比である質点のオーバーシュート率を算出する。このオーバーシュート率は、車両前後方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定するのに用いる判定指数である。質点のオーバーシュート率を OS とすると、この OS は次の式で表される。

$$OS = E_k / G$$

【0068】

尚、この G が所定値以下のときは、その G を OS の算出対象としない。また、 $OS = E_k / G$ としているが、 $OS = v / G$ 、 $OS = v / E_p$ （車両の、前後方向の加速度の変化に伴う質点の位置エネルギーの変化量）又は $OS = E_k / E_p$ としてもよい。但し、車両前後方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを精度良く判定するには、実走フィーリングから、 $OS = E_k / G$ とするのが好ましい。

【0069】

図8は、平均車速と質点のオーバーシュート率との関係の一例を示すグラフである。この図8において、黒丸は、優良ドライバーの運転結果、黒四角は、優良ドライバーに準ずる運転者の運転結果、十字は、一般的な運転者の運転結果、×点は、運転が下手な運転者の運転結果を示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

図 8 から、質点のオーバーシュート率は、同じ運転者において比較すると、平均車速が大きいほど、高くなる傾向にあることが分かる。また、質点のオーバーシュート率は、同じ平均車速において比較すると、運転が上手な運転者であるほど、低くなる傾向にあることが分かる。これらから予測される、最良ドライバーの運転結果を示すのが、図 8 の折れ線である。

【 0 0 7 1 】

このように、車両の運転操作の良否と、質点のオーバーシュート率との間には相関関係があることが分かる。つまり、車両の動きと、質点に相当する乗員の頭の動きとは、運転操作が急激であるほど、そのずれが大きくなる。そして、運転操作は、車両の動きと頭の動きとのずれが大きいほど、不良であり、そのずれが小さいほど、良好である。そこで、車両の特性と実走フィーリングから、質点のオーバーシュート率（上記判定指数）を固定し、この固定値から、車両前後方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定する。

10

【 0 0 7 2 】

質点のオーバーシュート率 OS （固定値）は、上述したように、次の式（5）で表される。

$$OS = E_k / G \dots (5)$$

E_k は、上述したように、次の式（6）で表される。

$$E_k = 1 / 2 \cdot m \cdot v^2 \dots (6)$$

20

式（5）に式（6）を代入して v について展開すると、次の式で表される。

【 数 7 】

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{\frac{2OS}{m}} \cdot \sqrt{\Delta G} \\ &= K \cdot \sqrt{\Delta G} (K \text{ は定数}) \end{aligned}$$

【 0 0 7 3 】

この式は、車両前後方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定するのに用いる判定基準（判定閾値）である（図 9 を参照）。

30

【 0 0 7 4 】

以上のように、車両前後方向の加減速時に用いる判定基準を求める。

【 0 0 7 5 】

- 車両左右方向の操舵時に用いる判定基準の算出 -

続いて、車両左右方向の操舵時に用いる判定基準の算出について説明する。

【 0 0 7 6 】

車両左右方向の操舵時に用いる判定基準には、車両のステアリング操舵（切り込み）時に用いる判定基準とステアリング戻し時に用いる判定基準がある。これらの判定基準は、互いに異なるものである。以下の説明では、ステアリング操舵時に用いる判定基準の算出方法を示す。尚、これ以外の判断基準の算出方法は、ステアリング操舵時に用いる判定基準の算出方法とほぼ同様である。また、ステアリング操舵と戻しは、車速センサ 20 及び舵角センサ 21 からの検出信号から算出される車両の左右方向の加速度から判定される。

40

【 0 0 7 7 】

まず、車速センサ 20 及び舵角センサ 21 からの検出信号から、車両の左右方向の加速度（車両左右方向 G ）を算出する。車両の左右方向の加速度は次の式で表される。

$$(\text{車両の左右方向の加速度}) = \text{係数} \cdot (\text{車両の操舵角}) \cdot (\text{車速})^2$$

この係数は車速に依存するものである。この式は一般によく知られているので、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 7 8 】

50

これ以降の算出工程は、車両前後方向の加減速時に用いる判定基準の算出工程とほぼ同様である。つまり、上述したノイズを除去するための振動モデルを用いて、その質点位置を高周波のノイズ成分を除去した、車両の左右方向の加速度として算出する。次に、質点位置を算出するための振動モデルを用いて、その質点位置を、高周波のノイズ成分を除去した、車両の左右方向の加速度による力 $f(t)$ を質点に入力して算出する。次に、質点速度を車両の左右方向の躍度として算出する。次に、車両の、左右方向の加速度の変化量及びその変化の終了時における質点の運動エネルギーをその変化毎に算出する。次に、車両の、左右方向の加速度の変化量に対するその変化の終了時における質点の運動エネルギーの比である質点のオーバーシュート率を、車両左右方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定するのに用いる判定指数として算出する。次に、車両左右方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定するのに用いる判定基準を算出する。

10

【0079】

以上のように、車両左右方向の操舵時に用いる判定基準を求める。

【0080】

<しなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価>

しなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価は、以下に示すように行う。尚、この評価には”リアルタイム評価”と“総合評価”がある。

【0081】

20

- 車両前後方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価 -

最初に、車両前後方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価について説明する。

【0082】

まず、上記第1及び第2判定マップについて説明する。図9は、第1判定マップを示す図、図10は、第2判定マップを示す図である。

【0083】

第1及び第2判定マップは、上記メモリに予め記憶されている。第1及び第2判定マップには、アクセルオンによる車両の加速時に用いる第1及び第2判定マップとブレーキオフによる車両の加速時に用いる第1及び第2判定マップ、アクセルオフによる車両の減速時に用いる第1及び第2判定マップ、ブレーキオンによる車両の減速時に用いる第1及び第2判定マップがある。これらの第1及び第2判定マップは、互いに異なるものである。

30

【0084】

第1判定マップは、車両の発進時や停車時、加速時、減速時など加速度の変化量が相対的に大きいとき（加速度が変化しているとき）に用いるマップである。第1判定マップの縦軸は、車両の前後方向の躍度に相当する質点速度 v 、横軸は、車両の、前後方向の加速度の変化量 G である。

【0085】

そして、上記判定基準から下側の範囲（判定基準を下回る領域）がしなやかな運転状態とやさしい運転状態の範囲、判定基準から上側の範囲（判定基準を超える領域）がゆれる運転状態の範囲である。判定基準から下側の範囲のうち、車両の、前後方向の加速度の変化量が所定量以上の範囲がしなやかな運転状態の範囲、その変化量が所定量よりも小さい範囲がやさしい運転状態の範囲である。

40

【0086】

第1判定マップにおけるしなやかな運転状態とは、運転操作が適度な速さで行われることにより、乗員の体が適度な大きさ、速さで揺れ、運転者にとって気持ちが良い運転状態である。ゆれる運転状態とは、運転操作が急激に行われることにより、乗員の体が大きく、ガクンガクンと揺れ、運転者以外の乗員にとって気持ちが悪く、燃費が悪い、不安定な（荒い）運転状態である。やさしい運転状態とは、運転操作がゆっくり行われること

50

により、乗員の体が小さく、ゆっくりと揺れ、運転者以外の乗員にとって気持ち良く、燃費が良い、安定した運転状態である。

【0087】

一方、第2判定マップは、車両の加速中や減速中など加速度の変化量が相対的に小さいとき（加速度が略一定のとき）に用いるマップである。第2判定マップの縦軸は、車両の、前後方向の加速度の変化量 G 、横軸は、車両の、前後方向の加速度の絶対値 $|G|$ である。尚、車両の、前後方向の加速度の変化量が相対的に小さい状態から大きい状態へ移行した場合は第1判定マップを用いる。

【0088】

車両の、前後方向の加速度の変化量が所定量以下で且つ車両の、前後方向の加速度の絶対値が所定値以上の範囲がしなやかな運転状態の範囲である。

10

【0089】

第2判定マップにおけるしなやかな運転状態とは、運転操作が最適な操作量で一発で行われ、その操作状態が維持されることにより、乗員の体が一定に維持される、爽快な運転状態である。

【0090】

ここまで、第1及び第2判定マップについて説明した。

【0091】

次に、第1及び第2判定マップを用いた、車両前後方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価について説明する。

20

【0092】

まず、車速に相当する車速センサ20からの検出信号を時間について微分することにより、車両の前後方向の加速度を算出する。

【0093】

次に、振動モデルを用いて、車室内の質点の位置を高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度として算出する。この詳細を以下、図2を用いて説明する。

【0094】

図2に示すように、ノイズを除去するための振動モデルとして、車両に固定された1自由度粘性減衰モデルを用いる。

【0095】

30

質点質量を m 、ばね定数を k 、ダンパー減衰定数を C 、質点位置を x 、時間を t 、質点への入力を $f(t)$ とすると、質点の微分方程式は、次の式(1)で表される。

【数1】

$$m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} + c \cdot \frac{dx}{dt} + k \cdot x = f(t) \quad \dots(1)$$

【0096】

m 、 k 及び C の値は次のように決定する。つまり、位相がずれず且つ 0.5 Hz 以上のノイズ成分を最大限除去することができるように、固有振動数の値を $0.5 \sim 1 \text{ Hz}$ の範囲とすべく、 m 及び k の値を設定する。例えば、 $m = 5$ のときは、 k の値を $50 \sim 200$ の範囲とする。

40

【0097】

また、連続走行中に実態と近いものとなるように、減衰比の値を $0.5 \sim 1.0$ の範囲とすべく、 C の値を設定する。減衰比を ζ とすると、 ζ は次の式で表される。

【数2】

$$\zeta = \frac{c}{2\sqrt{m \cdot k}}$$

例えば、 $m = 5$ 、 $k = 80$ のときは、 C の値を $20 \sim 40$ の範囲とする。

ここでは、例えば、 $m = 5$ 、 $k = 80$ 、 $C = 25$ とする。

50

【 0 0 9 8 】

また、 $f(t)$ は、次の式で表される。

$f(t) = (\text{質点質量 } m) \times (\text{車両の前後方向の加速度})$

式(1)の微分方程式の数値計算方法として、差分方程式を用いた逐次計算を行う。

【 0 0 9 9 】

質点位置 x の時間 t についての 1 回微分及び 2 回微分は、次の式(2)及び(3)でそれぞれ表される。

【 数 3 】

$$\frac{dx}{dt} = \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} \quad \dots(2) \quad 10$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \left\{ \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} - \frac{x(t) - x(t-\Delta t)}{\Delta t} \right\} / \Delta t \quad \dots(3)$$

【 0 1 0 0 】

式(1)に式(2)及び(3)を代入して展開し、次の式(4)で表す。

【 数 4 】

$$x(t+\Delta t) = \left\{ \left(2 + \frac{c}{m} \cdot \Delta t - \frac{k}{m} \cdot \Delta t^2 \right) \cdot x(t) - x(t-\Delta t) + \frac{f(t)}{m} \cdot \Delta t^2 \right\} / \left(1 + \frac{c}{m} \cdot \Delta t \right) \quad \dots(4) \quad 20$$

【 0 1 0 1 】

この式(4)を用いて、時間 t における質点位置 $x(t)$ 及び時間 $t - \Delta t$ における質点位置 $x(t - \Delta t)$ から、時間 $t + \Delta t$ における質点位置 $x(t + \Delta t)$ を逐次計算する。この質点位置 x は、上述したように、高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度に相当する。

【 0 1 0 2 】

次に、振動モデルを用いて、車室内に着座した乗員の頭である質点の位置を、高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度による力 $f(t)$ を質点に入力して算出する。つまり、車両の前後方向の加速度の変化による頭の動きを振動モデルで仮想し、その質点位置を演算する。この詳細を以下、図4を用いて説明する。

30

【 0 1 0 3 】

図4に示すように、質点位置を算出するための振動モデルとして、車両に固定された 1 自由度粘性減衰モデルを用いる。このモデルは、質点を着座した乗員の頭、ばね及びダンパーを乗員の首と仮想している。

【 0 1 0 4 】

質点の微分方程式は、次の式(1)で表される。

【 数 1 】

$$m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} + c \cdot \frac{dx}{dt} + k \cdot x = f(t) \quad \dots(1) \quad 40$$

【 0 1 0 5 】

質点質量 m 、ばね定数 k 及びダンパー減衰定数 C の値は次のように決定する。つまり、実際の頭の動きに近づくように、固有振動数の値を $0.2 \sim 0.5$ Hz の範囲とすべく、 m 及び k の値を設定する。例えば、 $m = 5$ のときは、 k の値を $10 \sim 50$ の範囲とする。

【 0 1 0 6 】

また、実際の頭の動きを想定し、減衰比 ζ の値を $0.2 \sim 0.5$ の範囲の値とすべく、 C の値を設定する。例えば、 $m = 5$ 、 $k = 35$ のときは、 C の値を $6 \sim 13$ の範囲とする。

。

ここでは、 $m = 5$ 、 $k = 35$ 、 $C = 8$ とする。

50

【 0 1 0 7 】

また、 $f(t)$ は、次の式で表される。

$f(t) = (\text{質点質量 } m) \times (\text{高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度})$

式(1)の微分方程式の数値計算方法として、差分方程式を用いた逐次計算を行う。

【 0 1 0 8 】

質点位置 x の時間 t についての1回微分及び2回微分は、次の式(2)及び(3)でそれぞれ表される。

【数3】

$$\frac{dx}{dt} = \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} \quad \dots(2) \quad 10$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \left\{ \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} - \frac{x(t) - x(t-\Delta t)}{\Delta t} \right\} / \Delta t \quad \dots(3)$$

【 0 1 0 9 】

式(1)に式(2)及び(3)を代入して展開し、次の式(4)で表す。

【数4】

$$x(t+\Delta t) = \left\{ \left(2 + \frac{c}{m} \cdot \Delta t - \frac{k}{m} \cdot \Delta t^2 \right) \cdot x(t) - x(t-\Delta t) + \frac{f(t)}{m} \cdot \Delta t^2 \right\} / \left(1 + \frac{c}{m} \cdot \Delta t \right) \quad \dots(4) \quad 20$$

【 0 1 1 0 】

この式(4)を用いて、時間 t における質点位置 $x(t)$ 及び時間 $t - t$ における質点位置 $x(t - t)$ から、時間 $t + t$ における質点位置 $x(t + t)$ を逐次計算する。

【 0 1 1 1 】

次に、その算出した質点位置を時間について微分することにより、質点速度を車両の前後方向の躍度として算出する。

【 0 1 1 2 】

次に、車両の、前後方向の加速度の変化量 G 、その変化の終了時における質点速度 v 及びその変化の終了時における車両の、前後方向の加速度の絶対値 $|G|$ (第3関連値) をその変化毎に算出する(図5を参照)。

【 0 1 1 3 】

次に、 G 、 v 及び $|G|$ のデータから、上記第1及び第2判定マップを用いて、車両前後方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定する。具体的には、 G が所定量以上のとき(加速度が変化しているとき)には、第1判定マップを用いて、(G , v) がしなやかな運転状態の範囲内にあるときはしなやかな運転状態、やさしい運転状態の範囲内にあるときはやさしい運転状態、ゆれる運転状態の範囲内にあるときはゆれる運転状態と判定する。つまり、 G が相対的に大きく且つ v が相対的に小さいときはしなやかな運転状態又はやさしい運転状態と判定する一方、 G が相対的に小さく且つ v が相対的に大きいときはゆれる運転状態と判定する。

【 0 1 1 4 】

一方、 G が所定量よりも小さいとき(加速度が略一定のとき)には、第2判定マップを用いて、($|G|$, G) がしなやかな運転状態の範囲内にあるときはしなやかな運転状態と判定する。

【 0 1 1 5 】

また、車速センサ20からの検出信号から車両の、前後方向の加速度の変化があったと判定した場合であって、アクセル開度センサ22及びブレーキ液圧センサ23の検出信号

からアクセル操作又はブレーキ操作が所定操作量以下で行われた（アクセル操作及びブレーキ操作が実質的に行われていない）と判定したときには、その加速度変化は車両前後方向の運転操作以外のものに起因する（例えば、車両が水たまりや段差のあるところ等の悪路を走行していることに起因する）として、車両前後方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定しない。

【0116】

さらに、アクセル開度センサ22及びブレーキ液圧センサ23の検出信号からアクセル操作又はブレーキ操作が一定操作量以上で一定頻度以上で行われたと判定したときには、

G、v及び|G|の大きさに拘わらず、ゆれる運転状態（好ましくない運転操作状態）と判定する。つまり、アクセル操作又はブレーキ操作が短時間に繰り返し行われる（所定周期以下で行われる）と、車両前後方向の運転操作（例えばアクセル操作）が行われても、車両前後方向の加速度が変化しなかったり、振動モデルが車両前後方向の運転操作（例えばブレーキ操作）による車両の加速度変化の周波数に追従しなかったりして、上記第1及び第2判定マップを用いて、車両前後方向の運転操作状態を判定することができないが、そのアクセル操作又はブレーキ操作は好ましくない運転操作状態であるので、ゆれる運転状態と判定する。この判定の詳細を以下、説明する。

【0117】

図11は、時間と後述のアクセル操作履歴値との関係の一例を示す操作履歴モデルである。この図11において、一点鎖線は、後述の所定値（閾値）を示す。アクセル操作が一定操作量以上で1回行われると、アクセル操作履歴値が所定値よりも小さい値（例えば20）だけ増加する。アクセル操作履歴値は所定時間毎に1ずつ減少する。そして、アクセル操作が一定操作量以上で一定頻度以上で行われ、アクセル操作履歴値が所定値以上になったときは、ゆれる運転状態と判定する。尚、ブレーキ操作が一定操作量以上で一定頻度以上で行われたかの判定方法は、アクセル操作が一定操作量以上で一定頻度以上で行われたかの判定方法とほぼ同様である。

【0118】

さらにまた、車両前後方向についてゆれる運転状態であると判定したときには、そのゆれる運転状態度（ゆれる運転状態の度合い）を評価する。この評価の詳細を以下、説明する。

【0119】

第1判定マップにおけるゆれる運転状態の範囲には、判定基準の上側に第1及び第2評価基準（評価閾値）が予め設定されており、これらの第1及び第2評価基準は、図9において、破線で示されている。第2評価基準は、第1評価基準よりも上側にある。そして、第1判定マップを用いて判定した場合には、（G、v）が第1判定マップのゆれる運転状態の範囲における第1評価基準から下側の範囲内にあるときはNG1で減点が1点、第1評価基準から第2評価基準までの範囲内にあるときはNG2で減点が2点、第2評価基準から上側の範囲内にあるときはNG3で減点が3点と評価する。つまり、この減点が高いほど、車両の、前後方向の運転操作が急激である。上記評価点は、車両前後方向についてのゆれる運転状態度のリアルタイム評価点とされる。このリアルタイム評価点についての情報を含む信号は、後述のメータ側コントローラ3に送信される。

【0120】

尚、以下の説明では、ゆれる運転状態度の評価点のみをリアルタイム表示しているが、これに加えて、上記ばたつき運転度の評価点や上記だらだら運転度の評価点をリアルタイム表示してもよい。

【0121】

また、車両の今回の運転における車両前後方向の“急激運転操作度”の評価指数を算出する。この詳細を以下、説明する。

【0122】

上記第1判定マップを用いて、しなやかな運転状態であると判定したときは加点が1点、ゆれる運転状態であると判定したときは減点が1点、2点又は3点（上記ゆれる運転状

10

20

30

40

50

態度の減点を参照)、やさしい運転状態であると判定したときは加減点が0と判定する。一方、上記第2判定マップを用いて、しなやかな運転状態であると判定したときは加点が0.3点と判定する。

【0123】

そして、車両の今回の運転における車両前後方向の急激運転操作度の評価指数は、車両の今回の運転において、車両前後方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定した判定回数(評価回数)と、車両の今回の運転における上記減点の総和(合計)と、車両の今回の運転における上記加点の総和から、次の式で表される。

$$\text{評価指数} = (\text{減点の総和} - \text{加点の総和}) / \text{判定回数}$$

10

【0124】

次に、この評価指数から、5点満点法における相関に従って、車両前後方向の急激運転操作度の評価点を算出する。この詳細を以下、説明する。

【0125】

図12は、評価指数と評価点の関係の一例を示すグラフである。この図12の実線に示すように、評価指数が第1所定値以下のときは5点、評価指数が第1所定値よりも大きい第2所定値以上のときは1点とし、その間は線形補間して、車両前後方向の急激運転操作度の評価点を算出する。

【0126】

以上のように、車両前後方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価を行う。

20

【0127】

- 車両左右方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価 -

続いて、車両左右方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価について説明する。

【0128】

まず、上記第1及び第2判定マップについて説明する(図9及び図10を参照)。

【0129】

第1及び第2判定マップは、上記メモリに予め記憶されている。第1及び第2判定マップには、車両のステアリング操舵時に用いる第1及び第2判定マップとステアリング戻し時に用いる第1及び第2判定マップがある。これらの第1及び第2判定マップは、互いに異なるものである。

30

【0130】

第1判定マップは、車両の旋回開始時や旋回終了時など加速度の変化量が相対的に大きいとき(加速度が変化しているとき)に用いるマップである。第1判定マップの縦軸は、車両の左右方向の躍度に相当する質点速度 v 、横軸は、車両の、左右方向の加速度の変化量 G である。

【0131】

そして、上記判定基準から下側の範囲がしなやかな運転状態とやさしい運転状態の範囲、判定基準から上側の範囲がゆれる運転状態の範囲である。判定基準から下側の範囲のうち、車両の、左右方向の加速度の変化量が所定量以上の範囲がしなやかな運転状態の範囲、その変化量が所定量よりも小さい範囲がやさしい運転状態の範囲である。

40

【0132】

第2判定マップは、車両の旋回中など加速度の変化量が相対的に小さいとき(加速度が略一定のとき)に用いるマップである。第2判定マップの縦軸は、車両の、左右方向の加速度の変化量 G 、横軸は、車両の、左右方向の加速度の絶対値 $|G|$ である。尚、車両の、左右方向の加速度の変化量が相対的に小さい状態から大きい状態へ移行した場合は第1判定マップを用いる。

【0133】

50

車両の、左右方向の加速度の変化量が所定量以下で且つ車両の、左右方向の加速度の絶対値が所定値以上の範囲がしなやかな運転状態の範囲である。

【0134】

ここまで、第1及び第2判定マップについて説明した。

【0135】

次に、第1及び第2判定マップを用いた、車両左右方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価について説明する。

【0136】

まず、車速センサ20及び舵角センサ21からの検出信号から、車両の左右方向の加速度を算出する。

【0137】

これ以降の判定工程は、車両前後方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかの判定工程とほぼ同様である。つまり、上述したノイズを除去するための振動モデルを用いて、その質点位置を高周波のノイズ成分を除去した、車両の左右方向の加速度として算出する。次に、質点位置を算出するための振動モデルを用いて、その質点位置を、高周波のノイズ成分を除去した、車両の左右方向の加速度による力 $f(t)$ を質点に入力して算出する。次に、質点速度を車両の左右方向の躍度として算出する。次に、車両の、左右方向の加速度の変化量 G 、その変化の終了時における質点速度 v 及びその変化の終了時における車両の、左右方向の加速度の絶対値 $|G|$ を算出する。次に、 G 、 v 及び $|G|$ のデータから、上記第1及び第2判定マップを用いて、車両左右方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定する。

【0138】

また、舵角センサ21の検出信号からステアリング操作が一定操作量以上で一定頻度以上で行われたと判定したときには、 G 、 v 及び $|G|$ の大きさに拘わらず、ゆれる運転状態（好ましくない運転操作状態）と判定する。つまり、ステアリング操作が短時間に繰り返し行われると、振動モデルがステアリング操作による車両の加速度変化の周波数に追従しなかつたりして、上記第1及び第2判定マップを用いて、車両左右方向の運転操作状態を判定することができないが、そのステアリング操作は好ましくない運転操作状態であるので、ゆれる運転状態と判定する。尚、この判定方法は、上述したアクセル操作が一定操作量以上で一定頻度以上で行われたかの判定方法とほぼ同様である。

【0139】

さらに、車両左右方向についてゆれる運転状態であると判定したときには、そのゆれる運転状態を評価する。この評価方法は、車両前後方向についてのゆれる運転状態の評価方法とほぼ同様である。つまり、 G が所定量以上の場合（加速度が変化している場合）には、 (G, v) が第1判定マップのゆれる運転状態の範囲における第1評価基準から下側の範囲内にあるときは $NG1$ で減点が1点、第1評価基準から第2評価基準までの範囲内にあるときは $NG2$ で減点が2点、第2評価基準から上側の範囲内にあるときは $NG3$ で減点が3点と評価する。この評価点は、車両左右方向についてのゆれる運転状態のリアルタイム評価点とされる。このリアルタイム評価点についての情報を含む信号は、メータ側コントローラ3に送信される。

【0140】

また、車両の今回の運転における車両左右方向の急激運転操作度の評価指数を算出する。この詳細を以下、説明する。

【0141】

つまり、上記第1判定マップを用いて、しなやかな運転状態であると判定したときは加点が1点、ゆれる運転状態であると判定したときは減点が1点、2点又は3点（上記ゆれる運転状態の減点を参照）、やさしい運転状態であると判定したときは加減点が0と判定する。一方、上記第2判定マップを用いて、しなやかな運転状態であると判定したときは加点が0、3点と判定する。

10

20

30

40

50

【0142】

そして、車両の今回の運転における車両左右方向の急激運転操作度の評価指数は、車両の今回の運転において、車両左右方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定した判定回数と、車両の今回の運転における上記減点の総和と、車両の今回の運転における上記加点の総和から、次の式で表される。

評価指数 = (減点の総和 - 加点の総和) / 判定回数

【0143】

次に、この評価指数から、上述した車両前後方向の急激運転操作度の評価点の算出方法と同様の方法で、5点満点法における相関に従って、車両左右方向の急激運転操作度の評価点を算出する。

10

【0144】

以上のように、車両左右方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価を行う。

【0145】

《ばたつき運転度》

ばたつき運転度は、以下に示すように、車両の前後方向又は左右方向の躍度に相当する質点速度の、ピークの発生頻度を算出することにより求める。

【0146】

<車両前後方向のばたつき運転度>

20

最初に、車両前後方向のばたつき運転度について説明する。

【0147】

- 車両の前後方向の躍度に相当する質点速度の、ピークの発生頻度の算出 -

まず、車両の前後方向の躍度に相当する質点速度の、ピークの発生頻度の算出について説明する。

【0148】

始めに、車両の、前後方向の加速度の変化量に対するその変化の終了時における質点の運動エネルギーの比の算出において算出した、車両の前後方向の躍度に相当する質点速度（上述した、車両の、前後方向の加速度の変化による頭の動きを仮想した質点の位置を算出するための振動モデルを用いて算出した質点速度）を微分することにより、質点の加速度を算出する。

30

【0149】

次に、その算出した質点加速度が0のときにおける質点速度のピーク値を算出する（求める）。このピーク値は、質点速度の、前回のピーク値の影響を受けたものである。そこで、ピーク値は、質点速度の、前回のピーク値の影響を除いたものとするのが好ましい。質点速度の、前回のピーク値の影響を除いた、質点速度のピーク値を $v_{p,r,i}$ 、質点速度の今回のピーク値を $v_{p,i}$ 、質点速度の前回のピーク値を $v_{p,(i-1)}$ 、質点速度の前回のピークから今回のピークまでの自然減衰率を δ' とすると、質点速度の、前回のピーク値の影響を除いた $v_{p,r,i}$ は次の式で表される。

$$v_{p,r,i} = v_{p,i} - v_{p,(i-1)} \cdot \delta'$$

40

【0150】

質点速度の前回のピークから今回のピークまでの経過時間を t_p 、角固有振動数を ω_d 、減衰角固有振動数を ζ とすると、 δ' は、対数減衰率から、次の式で表される（図6を参照）。

【数5】

$$\delta' = e^{-\zeta \cdot \omega_d \cdot \Delta t_p} \cdot \cos(\omega_d \cdot \Delta t_p)$$

及び ω_d は、次の式でそれぞれ表される。

【数 6】

$$\Omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\omega_d = \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{c}{2 \cdot m}\right)^2}$$

【0151】

尚、質点速度のピーク値の絶対値が所定値（閾値）以下のときは、そのピークをピークとみなさない。

10

【0152】

以上のように、質点速度のピーク値を算出する。

【0153】

次に、その算出した質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数をカウント（算出）する。このピークの発生回数は、車両前後方向のばたつき運転度（スムーズ運転度とも言う）の評価指数である。このばたつき運転度は、運転操作の頻度、言い換えると、頭が動く頻度が多いばたつき運転の度合いを示すものである。ピークは、運転操作が1回行われると、その操作開始時と終了時の2回発生する。サンプル時間は、例えば、直近2 sec間における車両の平均車速から決定される。具体的には、図13に示すように、直近2 sec間における平均車速が V_1 km/h以下のときは、サンプル時間は S_1 sec、 V_2 km/h以上のときは、サンプル時間は S_1 secよりも短い S_2 secである。直近2 sec間における平均車速が $V_1 \sim V_2$ km/hのときは、サンプル時間はその平均車速に正比例して小さくなる。また、サンプル時間は、時間が経過するのに従って、所定時間（例えば0.1 sec）ずつ移動更新される。つまり、質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数のカウント値は、所定時間毎に更新される。

20

【0154】

尚、質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数のカウント値が0のとき、即ち、車両前後方向の運転操作がないときは、そのカウント値をばたつき運転度の評価対象外とし、そのカウントをカウント回数に含まない。

【0155】

図14は、時間と質点速度との関係の一例を示すグラフである。この図14において、黒丸は、質点速度のピーク、一点鎖線は、上記所定値を示す。

30

【0156】

以上のように、車両の前後方向の躍度に相当する質点速度の、ピークの発生頻度を算出する。

【0157】

- 車両前後方向のばたつき運転度の判定・評価 -

次に、車両前後方向のばたつき運転度の判定・評価について説明する。

【0158】

図15は、平均車速と質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数との関係の一例を示すグラフである。この図15において、黒丸は、優良ドライバーの運転結果、黒四角は、優良ドライバーに準ずる運転者の運転結果、十字は、一般的な運転者の運転結果、×点は、運転が下手な運転者の運転結果を示す。

40

【0159】

図15から、質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数は、同じ運転者において比較すると、平均車速が大きいほど、大きくなる傾向にあることが分かる。また、質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数は、同じ平均車速において比較すると、運転が上手な運転者であるほど、小さくなる傾向にあることが分かる。これらから予測される、最良ドライバーの運転結果を示すのが、図15の折れ線である。

【0160】

50

このように、車両の運転操作の良否と、質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数、即ち、ばたつき運転度との間には相関関係があることが分かる。つまり、質点に相当する乗員の頭が動く頻度は、運転操作が多くなるほど、多くなる。そして、運転操作は、頭が動く頻度が多いほど、不良であり、その頻度が少ないほど、良好である。そこで、質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数から、車両前後方向のばたつき運転度を判定・評価する。この詳細を以下、説明する。

【0161】

まず、質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数と2～5（第1閾値～第4閾値に相当）との大小関係を比較し、この比較結果から、車両前後方向のばたつき運転度を判定する。具体的には、質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数が2以下のときはOKで減点が0点、3のときはNG1で減点が1点、4のときはNG2で減点が2点、5のときはNG3で減点が3点、5よりも大きいときはNG4で減点が4点と判定する。つまり、ピークは、上述の如く、運転操作が1回行われると、2回発生するが、ピークが3回以上発生した、即ち、運転操作が2回以上行われたときは、不適切（不必要）な運転操作が行われたとして、減点対象とする。

10

【0162】

次に、車両前後方向のばたつき運転度を5点法で評価する。具体的には、上記減点が0点のときは5点、減点が1点のときは4点、減点が2点のときは3点、減点が3点のときは2点、減点が4点のときは1点と評価する。つまり、この評価点は、5点から上記減点の点数を減点した点である。この評価点は、車両前後方向のばたつき運転度のリアルタイム評価点とされる。

20

【0163】

また、車両の今回の運転における車両前後方向のばたつき運転度の評価指数を算出する。具体的には、この評価指数は、車両の今回の運転において車両前後方向について質点速度のピークが発生したサンプル時間（判定時間）の総和（ピークが発生したサンプル時間すべてを足し合わせたもの）と、車両の今回の運転における上記減点の総和から、次の式で表される。

評価指数 = 減点の総和 / 質点速度のピークが発生したサンプル時間の総和

【0164】

次に、この評価指数から、上述した車両前後方向の急減運転操作度の評価点の算出方法と同様の方法で、5点満点法における相関に従って、車両の今回の運転における車両前後方向のばたつき運転度の評価点を算出する。

30

【0165】

尚、車両の今回の運転における上記減点の総和を車両の今回の運転において質点速度のピークが発生したサンプル時間の総和で除することにより、車両の今回の運転における車両前後方向のばたつき運転度の評価指数を求めたが、その減点の総和を車両の今回の運転における質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数をカウントしたカウント回数（判定回数）で除することにより、その評価指数を求めてもよい。

【0166】

以上のように、車両前後方向のばたつき運転度を判定・評価する。

40

【0167】

<車両左右方向のばたつき運転度>

続いて、車両左右方向のばたつき運転度について説明する。

【0168】

- 車両の左右方向の躍度に相当する質点速度の、ピークの発生頻度の算出 -

まず、車両の左右方向の躍度に相当する質点速度の、ピークの発生頻度の算出について説明する。

【0169】

始めに、車両の、左右方向の加速度の変化量に対するその変化の終了時における質点の運動エネルギーの比の算出において算出した、車両の左右方向の躍度に相当する質点速度

50

(上述した、車両左右方向の加速度の変化による乗員の頭の動きを仮想した質点の位置を算出するための振動モデルを用いて算出した質点速度)を微分することにより、質点加速度を算出する。

【0170】

これ以降の算出工程は、車両の前後方向の躍度に相当する質点速度の、ピークの発生頻度の算出工程とほぼ同様である。つまり、その算出した質点加速度が0のときにおける質点速度のピーク値を算出する。次に、その算出した質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数をカウントする。

【0171】

以上のように、車両の左右方向の躍度に相当する質点速度の、ピークの発生頻度を算出する。

10

【0172】

- 車両左右方向のばたつき運転度の判定・評価 -

次に、車両左右方向のばたつき運転度の判定・評価について説明する。

【0173】

車両左右方向のばたつき運転度の判定・評価方法は、車両前後方向のばたつき運転度の判定・評価方法とほぼ同様である。つまり、質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数と2～5との大小関係を比較し、この比較結果から、車両左右方向のばたつき運転度を判定する。次に、車両左右方向のばたつき運転度を5点法で評価する。また、車両の今回の運転における車両左右方向のばたつき運転度の評価指数を算出する。次に、この評価指数から、上述した車両前後方向の急減運転操作度の評価点の算出方法と同様の方法で、5点満点法における相関に従って、車両の今回の運転における車両左右方向のばたつき運転度の評価点を算出する。

20

【0174】

以上のように、車両左右方向のばたつき運転度を判定・評価する。

【0175】

《だらだら運転度》

だらだら運転度は、以下に示すように、車両の車速の変化量に対するその変化に要した時間の比を算出することにより求める。

【0176】

< 車両の車速の変化量に対するその変化に要した時間の比の算出 >

最初に、車両の車速の変化量に対するその変化に要した時間の比の算出について説明する。

30

【0177】

まず、振動モデルを用いて、その質点位置を車両の前後方向の加速度として算出する。ここでは、車速の変化全体を振動モデルで仮想し、その質点位置を演算する。この詳細を以下、図16を用いて説明する。この図16は、振動モデルを示す図である。

【0178】

図16に示すように、振動モデルとして、車両に固定された1自由度粘性減衰モデルを用いる。

40

【0179】

質点の微分方程式は、次の式(1)で表される。

【数1】

$$m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} + c \cdot \frac{dx}{dt} + k \cdot x = f(t) \quad \dots(1)$$

【0180】

質点質量m、ばね定数k及びダンパー減衰定数cの値は次のように決定する。つまり、車速履歴が大まかになる(車速の変化周期が長くなる)ように、固有振動数の値を0.03～0.1Hzの範囲とすべく、m及びkの値を設定する。例えば、k=20のときは、

50

mの値を50～500の範囲とする。

【0181】

また、連続走行中に実態と近いものとなるように、減衰比 C の値を0.5～1.0の範囲の値とすべく、Cの値を設定する。例えば、m = 100、k = 20のときは、Cの値を45～90の範囲とする。

ここでは、m = 100、k = 20、C = 50とする。

【0182】

また、f(t)は、次の式で表される。

f(t) = (質点質量m) × (高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度)

10

式(1)の微分方程式の数値計算方法として、差分方程式を用いた逐次計算を行う。

【0183】

質点位置xの時間tについての1回微分及び2回微分は、次の式(2)及び(3)でそれぞれ表される。

【数3】

$$\frac{dx}{dt} = \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} \quad \dots(2)$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \left\{ \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} - \frac{x(t) - x(t-\Delta t)}{\Delta t} \right\} / \Delta t \quad \dots(3)$$

20

【0184】

式(1)に式(2)及び(3)を代入して展開し、次の式(4)で表す。

【数4】

$$x(t+\Delta t) = \left\{ \left(2 + \frac{c}{m} \cdot \Delta t - \frac{k}{m} \cdot \Delta t^2 \right) \cdot x(t) - x(t-\Delta t) + \frac{f(t)}{m} \cdot \Delta t^2 \right\} / \left(1 + \frac{c}{m} \cdot \Delta t \right) \quad \dots(4)$$

【0185】

この式(4)を用いて、時間tにおける質点位置x(t)及び時間t - tにおける質点位置x(t - t)から、時間t + tにおける質点位置x(t + t)を逐次計算する。この質点位置xは、車両の前後方向の加速度に相当する。

30

【0186】

図17は、時間と車両の前後方向の加速度との関係の一例を示すグラフである。この図17において、実線は、時間と振動モデルを用いて算出した、車両の前後方向の加速度(質点位置)との関係、破線は、時間と車速センサ20からの検出信号から算出した、車両の前後方向の加速度との関係を示す。

【0187】

以上のように、質点位置を車両の前後方向の加速度として算出する。

40

【0188】

次に、その算出した質点位置を時間について積分することにより、車速を算出する。

【0189】

図18は、時間と車速との関係の一例を示すグラフである。この図18において、実線は、時間と振動モデルを用いて算出した車速との関係、破線は、時間と車速に相当する車速センサ20からの検出信号との関係を示す。

【0190】

次に、車両の加速度が0のときから次の0のときまでの間における車速の変化量を算出する。

【0191】

50

次に、その算出した車速の変化量に対するその変化に要した時間の比を算出する。この比は、ただだら運転度（めりはり運転度とも言う）の評価指数である。このただだら運転度は、車速の変化、言い換えると、乗員の頭の動きがただだらと長く続くただだら運転の度合いを示すものである。車速の変化量に対するその変化に要した時間の比を $D a r a$ 、車速の変化量を v_d 、その変化に要した時間を t_d とすると、 $D a r a$ は次の式で表される。

$$D a r a = t_d / v_d$$

【0192】

図19は、時間と車速との関係を示すグラフである。この図19において、黒丸は、車両の加速度が0のときを示す。

10

【0193】

尚、車速の変化量が所定値（例えば10 km/h）以下のときは、車両は定常走行しているとみなし、その変化量をただだら運転度の評価対象外とする。

【0194】

以上のように、車速の変化量に対するその変化に要した時間の比を算出する。

【0195】

<ただだら運転度の判定・評価>

続いて、ただだら運転度の判定・評価について説明する。

【0196】

図20は、平均車速と車速の変化量に対するその変化に要した時間の比との関係の一例を示すグラフである。この図20において、黒丸は、優良ドライバーの運転結果、黒四角は、優良ドライバーに準ずる運転者の運転結果、十字は、一般的な運転者の運転結果を示す。図20から、車速の変化量に対するその変化に要した時間の比は、同じ運転者において比較すると、平均車速が大きいほど、小さくなる傾向にあることが分かる。

20

【0197】

質点に相当する乗員の頭が継続的に動く継続時間は、車両の運転操作がただだらと長く続くほど、長くなる。そして、運転操作は、その継続時間が長いほど、不良であり、継続時間が短いほど、良好である。そこで、車速の変化量に対するその変化に要した時間の比から、ただだら運転度を判定・評価する。この詳細を以下、説明する。

【0198】

まず、車速の変化量に対するその変化に要した時間の比と第1～第4閾値との大小関係を比較し、この比較結果から、ただだら運転度を判定する。この第1～4閾値は、この順に段々大きくなるものである。具体的には、車速の変化量に対するその変化に要した時間の比が第1閾値以下のときはOKで減点が0点、第1閾値よりも大きく第2閾値以下のときはNG1で減点が1点、第2閾値よりも大きく第3閾値以下のときはNG2で減点が2点、第3閾値よりも大きく第4閾値以下のときはNG3で減点が3点、第4閾値よりも大きいときはNG4で減点が4点と判定する。

30

【0199】

次に、ただだら運転度を5点法で評価する。具体的には、上記減点が0点のときは5点、減点が1点のときは4点、減点が2点のときは3点、減点が3点のときは2点、減点が4点のときは1点と評価する。この評価点は、ただだら運転度のリアルタイム評価点とされる。

40

【0200】

また、車両の今回の運転におけるただだら運転度の評価指数を算出する。具体的には、この評価指数は、車両の今回の運転において、車速の変化量に対するその変化に要した時間の比を算出した算出回数と、車両の今回の運転における上記減点の総和から、次の式で表される。

$$\text{評価指数} = \text{減点の総和} / \text{算出回数}$$

【0201】

次に、この評価指数から、上述した車両前後方向の急減運転操作度の評価点の算出方法

50

と同様の方法で、5点満点法における相関に従って、車両の今回の運転におけるだらだら運転度の評価点を算出する。

【0202】

以上のように、だらだら運転度を判定・評価する。

【0203】

《車両の運転操作状態の総合判定・評価》

車両の運転操作状態の総合判定・評価を以下、説明する。

【0204】

まず、車両の今回の運転における急激運転操作度の評価指数（第1評価指数）を算出する。この評価指数#1は、車両の今回の運転において、車両前後方向及び車両左右方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定した判定回数と、車両の今回の運転において、車両前後方向及び車両左右方向についてゆれる運転状態であると判定したことによる上記減点（減点が1点、2点又は3点）の総和と、車両の今回の運転において、車両前後方向及び車両左右方向についてしなやかな運転状態であると判定したことによる上記加点（加点が0.3点又は1点）の総和から、次の式で表される。

評価指数#1 = (減点の総和 - 加点の総和) / 判定回数

【0205】

次に、車両の今回の運転におけるばたつき運転度の評価指数（第2評価指数）を算出する。この評価指数#2は、車両の今回の運転において車両前後方向及び車両左右方向について質点速度のピークが発生したサンプル時間の総和と、車両の今回の運転における車両前後方向及び車両左右方向についてのばたつき運転度の判定による上記減点の総和から、次の式で表される。

評価指数#2 = 減点の総和 / 質点速度のピークが発生したサンプル時間の総和

【0206】

尚、車両の今回の運転における上記減点の総和を車両の今回の運転において質点速度のピークが発生したサンプル時間の総和で除することにより、車両の今回の運転におけるばたつき運転度の評価指数を求めたが、その減点の総和を車両の今回の運転における質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数をカウントしたカウント回数で除することにより、その評価指数を求めてもよい。

【0207】

次に、上述した車両前後方向の急激運転操作度の評価点の算出方法と同様の方法で、5点満点法における相関に従って、評価指数#1から、車両の今回の運転における急激運転操作度の評価点（第1評価点）を算出し、評価指数#2から、車両の今回の運転におけるばたつき運転度の評価点（第2評価点）を算出する。

【0208】

次に、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点（SD度とも言う）を算出する。具体的には、車両の今回の運転における急激運転操作度の評価点が車両の今回の運転におけるばたつき運転度の評価点よりも重みが大きくなるようにこれらの評価点に重み付けをし、この重み付けした評価点から、総合評価点を算出する。つまり、この総合評価点は、次の式で表される。

総合評価点 = 急激運転操作度の評価点 × 重み^{*}1 + ばたつき運転度の評価点 × 重み^{*}2

【0209】

重み^{*}1と重み^{*}2の和は1であり、重み^{*}1は重み^{*}2よりも大きい値である。このように、重み^{*}1を重み^{*}2よりも大きい値としたのは、ゆれる運転状態の評価点のみをリアルタイム表示するためである。この総合評価点についての情報を含む信号は、メータ側コントローラ3に送信される。

【0210】

尚、急激運転操作度とばたつき運転度から、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を求めたが、急激運転操作度のみから、その総合評価点を求めてもよい。また

10

20

30

40

50

、ばたつき運転度に代えて又は急激運転操作度とばたつき運転度に加えて、ただら運転度から、その総合評価点を求めてもよい。

【0211】

以上のように、車両の今回の運転における運転操作状態を総合判定・評価する。

【0212】

<判定基準の変更>

上記判定基準の変更を以下、説明する。

【0213】

つまり、車両の今回の運転におけるSD度から、判定基準を変更する。具体的には、車両の今回の運転におけるSD度に応じて変動する後述のステージの段階数が上がった（車両の運転操作の技術が向上した）ときには、しなやかな運転状態又はやさしい運転状態であると判定し難くなるように、判定基準を変更・設定する。即ち、図9の一点鎖線に示すように、ステージの段階数が上がったときには、上記オーバーシュート率の固定値を小さくしたり、上記所定量を大きくしたりすることにより、上記第1判定マップにおいて、判定基準を下側に移動させる（しなやかな運転状態とやさしい運転状態の範囲を狭くする）。また、ステージの段階数が上がったときには、上記振動モデルにおいて、質点がオーバーシュートし易くなるように、減衰比を低減させる。一方、ステージの段階数が下がったときには、第1判定マップにおいて、判定基準を上側に移動させたり、振動モデルにおいて、減衰比を増加させたりする。

10

【0214】

《車両運転情報の表示》

上記車両用表示装置による車両運転情報の表示を以下、説明する。

【0215】

図1の符号3は、車両運転についての情報である車両運転情報の表示制御を行うメータ側コントローラである。このメータ側コントローラ3は、車両のイグニッションスイッチのオン・オフ操作を検出するイグニッションセンサ40及び車両のステアリングスイッチ50（図21を参照）の操作を検出するステアリングセンサ41等から信号が入力され、運転者による車両の運転操作状態の判定・評価結果をディスプレイ60（表示手段、報知手段）に表示する。メータ側コントローラ3には、システム側コントローラ1が信号の授受可能に接続されている。

20

30

【0216】

上記ステアリングスイッチ50は、図21に示すように、車両のステアリング5に設けられており、このステアリングスイッチ50を押し操作すると、その詳細は後述するが、ディスプレイ60への表示画面が切り替わる。

【0217】

上記ディスプレイ60は、TFTカラー液晶のマルチインフォメーションディスプレイであり、図22に示すように、車内に設けられたメータ表示器6の右端部に設けられている。このメータ表示器6の左端部には、エンジンの回転数を表示する回転数表示部61、中央部には、車速を表示する車速表示部62が配設されている。

【0218】

上記メータ側コントローラ3は、イグニッションセンサ40からの検出信号が入力される決定・判定部30（決定手段）と、イグニッションセンサ40及びステアリングセンサ41からの検出信号が入力される表示制御部31（表示手段、報知手段）とを有している。

40

【0219】

決定・判定部30は、総合判定部17によって総合判定・評価された結果から、車両の今回の運転操作についてのメッセージ情報の決定、ステージの判定及び車両の次の運転操作についてのアドバイス情報の決定を行う。この詳細を以下、説明する。

【0220】

<車両の今回の運転操作についてのメッセージ情報の決定>

50

最初に、車両の今回の運転操作についてのメッセージ情報の決定について説明する。

【0221】

つまり、イグニッションセンサ40の検出信号から、イグニッションオンからイグニッションオフされたと判定したときには、総合判定部17によって算出された、車両の今回の運転におけるSD度から、車両の今回の運転操作についてのメッセージ情報を選択・決定する。具体的には、車両の今回の運転におけるSD度が5.0のときは「すばらしい運転です」、4.0～4.9のとき、又は、車両の今回の運転におけるSD度が2.0～3.9で且つ車両の今回の運転におけるSD度が直近の累積平均SD度（この累積平均SD度は後述する）以上のときは「上達しています」をメッセージ情報として選択・決定する。尚、車両の今回の運転におけるSD度が2.0～3.9で且つ車両の今回の運転におけるSD度が直近の累積平均SD度未満のとき、又は、車両の今回の運転におけるSD度が1.0～1.9のときは、メッセージ情報の選択・決定対象外とする。

10

【0222】

以上のように、車両の今回の運転操作についてのメッセージ情報を決定する。

【0223】

<ステージの判定>

続いて、ステージの判定について説明する。このステージは、運転操作の段階評価を示すものであり、1stステージから5thステージまでである。ステージについての情報を含む信号は、システム側コントローラ1に送信される。

【0224】

まず、イグニッションセンサ40の検出信号から、イグニッションオンからイグニッションオフされたと判定したときには、総合判定部17によって算出された直近10回分のSD度から、累積平均SD度を算出する。つまり、この累積平均SD度は、次の式で表される。

20

累積平均SD度 = (直近10回分のSD度の合計) / 10

【0225】

そして、直近5回分の累積平均SD度すべてが4.75以上であるときは、ステージを1段階上げ、直近15回分の累積平均SD度すべてが2.0未満であるときは、ステージを1段階下げる。それ以外のときは、ステージを維持する。

【0226】

以上のように、ステージを判定する。

30

【0227】

尚、ステージの段階数が上がったときには、システム側コントローラ1による車両の運転操作状態の判定・評価を厳しくする。例えば、上記5点満点法に用いられる第1及び第2所定値を小さくしたり（図12の破線を参照）、上記ピークの発生頻度の算出に用いるサンプル時間を長くしたりする。一方、ステージの段階数が下がったときには、運転操作状態の判定・評価を緩くする。例えば、第1及び第2所定値を大きくしたり、サンプル時間を短くしたりする。

【0228】

<車両の次回の運転操作についてのアドバイス情報の決定>

40

続いて、車両の次回の運転操作についてのアドバイス情報の決定について説明する。

【0229】

つまり、イグニッションセンサ40の検出信号から、イグニッションオンからイグニッションオフされたと判定したときには、総合判定部17によって算出された、車両の今回の運転におけるSD度と直近の累積平均SD度から、車両の次回の運転操作についてのアドバイス情報を選択・決定する。具体的には、車両の今回の運転におけるSD度が5.0のときは「常にこの運転ができるように挑戦し続けましょう」、車両の今回の運転におけるSD度が4.0～4.9のときは「この調子を維持して上のレベルに挑戦しましょう」をアドバイス情報として選択・決定する。

【0230】

50

また、車両の今回の運転におけるSD度が2.0～3.9で且つ車両の今回の運転におけるSD度が直近の累積平均SD度以上のときは、「この調子で上のレベルを目指しましょう」をアドバイス情報として選択・決定する。

【0231】

さらに、車両の今回の運転におけるSD度が2.0～3.9で且つ車両の今回の運転におけるSD度が直近の累積平均SD度未満のとき、又は、車両の今回の運転におけるSD度が1.0～1.9（所定点数以下）のときは、今回の運転において最も評価が低い運転操作を判定し、その運転操作に応じたアドバイス情報を選択・決定する。このアドバイス情報には、「運転アドバイス 頻繁なアクセル操作は控えましょう」、「運転アドバイス 頻繁なブレーキ操作は控えましょう」、「運転アドバイス 頻繁なハンドル操作は控え
10
ましょう」、「運転アドバイス 適度な加速を心がけましょう」、「運転アドバイス 適度な減速を心がけましょう」、「運転アドバイス 滑らかなハンドル操作を心がけましょ
う」、「運転アドバイス メリハリのある運転を心がけましょ
う」がある。

【0232】

以上のように、車両の今回の運転操作についてのメッセージ情報を決定する。

【0233】

<車両運転情報のディスプレイへの表示>

続いて、上記表示制御部31による車両運転情報のディスプレイ60への表示について説明する。

【0234】

つまり、イグニッションオン中（車両の走行中は勿論、車両の停車中も含む）には、総合判定部17及び決定・判定部30によって判定・評価された、しなやかな運転状態（好ましい運転操作状態）、ゆるる運転状態（好ましくない運転操作状態）及びやさしい運転状態（好ましい運転操作状態）についての情報を含む車両運転情報を通常画面としてディスプレイ60に表示する。この通常画面としてまず、第1通常画面が表示される。この第1通常画面の詳細を以下、図23～図26を用いて説明する。これらの図23～図26は、それぞれ第1通常画面NS1の一例を示すものであり、図23は、後述のしなやかな運転表示部が点灯表示された状態を示すもの、図24は、後述の前後ゆるる運転表示部が点灯表示された状態を示すもの、図25は、左右ゆるる運転表示部が点灯表示された状態を示すもの、図26は、やさしい運転表示部が点灯表示された状態を示すものである。
20
30

【0235】

図23～図26に示すように、第1通常画面NS1の一番上側には、左から順に、外気温、ATギア位置、CVTモードが表示される。図23～図26の例では、外気温が「26°」、ATギア位置が「D」、CVTモードが「SS」と文字表示されている。

【0236】

第1通常画面NS1の、外気温、ATギア位置及びCVTモードの表示部の下側には、しなやかな運転表示部（第1表示部）63、前後ゆるる運転表示部（第2表示部）64、左右ゆるる運転表示部（第2表示部）65及びやさしい運転表示部（第3表示部）66が設けられている。

【0237】

しなやかな運転表示部63、前後ゆるる運転表示部64及び左右ゆるる運転表示部65は、車両左右方向に並設されており、これらの表示部（表示領域）は、全体として、車両左右方向中央部が両端部よりも上側に突出するように湾曲している。しなやかな運転表示部63の左側には左右ゆるる運転表示部65、右側には前後ゆるる運転表示部64がそれぞれ配設されている。やさしい運転表示部66は、しなやかな運転表示部63と車両左右方向の同じ位置に設けられている。しなやかな運転表示部63及びやさしい運転表示部66は略台形状、前後ゆるる運転表示部64及び左右ゆるる運転表示部65は略矩形形状をなしている。
40

【0238】

しなやかな運転表示部63は、前後ゆるる運転表示部64、左右ゆるる運転表示部65
50

及びやさしい運転表示部よりも下側に突出している。尚、しなやかな運転表示部 6 3 は下側に突出しているが、上側又は上下方向両側に突出してもよい。しなやかな運転表示部 6 3 は、前後ゆれる運転表示部 6 4、左右ゆれる運転表示部 6 5 及びやさしい運転表示部よりも面積が大きい。

【 0 2 3 9 】

しなやかな運転表示部 6 3 は、状態判定部 1 3 によって車両前後方向又は車両左右方向についてしなやかな運転状態であると判定されたときに、その旨を報知するため、リアルタイムで青色で点灯表示（ランプ点灯）される。詳細には、しなやかな運転表示部 6 3 は、図示省略するが、上下方向に 3 つの領域を有しており、その点灯表示時に、一番下側の領域から順に点灯表示されていき、最終的にすべての領域が点灯表示される（図 2 3 を参照）。

10

【 0 2 4 0 】

前後ゆれる運転表示部 6 4 は、状態判定部 1 3 によって車両前後方向についてゆれる運転状態であると判定されたときに、そのゆれる運転状態度がリアルタイムでバー表示される。このバー（ゲージ）は、車両左右方向に 3 目盛（セグメント）あり、これらの目盛（領域）は、左側（しなやかな運転表示部 6 3 側）から右側（しなやかな運転表示部 6 3 とは反対側）に行くに従って面積が大きくなっている。そして、車両前後方向についてのゆれる運転状態度が増すに従って、左側から右側に段階表示される。具体的には、そのゆれる運転状態度の評価点（リアルタイム評価点）が、減点が 1 点のときは一番内側（左側）の目盛、減点が 2 点のときは一番内側から 2 つ目までの目盛、減点が 3 点のときは一番内側から 3 つ目までの目盛が白色で点灯表示される（図 2 4 では、図を見易くするため、灰色表示している）。このように、前後ゆれる運転表示部 6 4 における表示色としなやかな運転表示部 6 3 における表示色は互いに異なる。図 2 4 の例では、3 目盛すべて点灯表示されている（フルマークされている）。以上のように、ゆれる運転状態度が目盛の増減で表されるため、運転者の視線移動が抑えられる。

20

【 0 2 4 1 】

左右ゆれる運転表示部 6 5 は、状態判定部 1 3 によって車両左右方向についてゆれる運転状態であると判定されたときに、そのゆれる運転状態度がリアルタイムでバー表示される。このバーは、車両左右方向に 3 目盛あり、これらの目盛は、右側（しなやかな運転表示部 6 3 側）から左側（しなやかな運転表示部 6 3 とは反対側）に行くに従って面積が大きくなっている。そして、車両左右方向についてのゆれる運転状態度が増すに従って、内側から外側に段階表示される。具体的には、そのゆれる運転状態度の評価点（リアルタイム評価点）が、減点が 1 点のときは一番内側（右側）の目盛、減点が 2 点のときは一番内側から 2 つ目までの目盛、減点が 3 点のときは一番内側から 3 つ目までの目盛が白色で点灯表示される（図 2 5 では、図を見易くするため、灰色表示している）。このように、左右ゆれる運転表示部 6 5 における表示色と前後ゆれる運転表示部 6 4 における表示色は互いに同一である。図 2 5 の例では、3 目盛すべて点灯表示されている。

30

【 0 2 4 2 】

やさしい運転表示部 6 6 は、状態判定部 1 3 によって車両前後方向及び車両左右方向についてやさしい運転状態であると判定されたときに、その旨を報知するため、リアルタイムで緑色で点灯表示される（図 2 6 を参照）。このように、やさしい運転表示部 6 6 における表示色と前後ゆれる運転表示部 6 4 における表示色としなやかな運転表示部 6 3 における表示色は互いに異なる。

40

【 0 2 4 3 】

また、しなやかな運転表示部 6 3 とゆれる運転表示部 6 4、6 5 とやさしい運転表示部 6 6 は、いずれか 1 つのみが点灯表示される。つまり、しなやかな運転表示部 6 3 とゆれる運転表示部 6 4、6 5 とやさしい運転表示部 6 6 は、同時に点灯表示されることはない。但し、前後ゆれる運転表示部 6 4 と左右ゆれる運転表示部 6 5 は、同時に点灯表示されることがある。

【 0 2 4 4 】

50

第1通常画面NS1の、しなやかな運転表示部63、前後ゆれる運転表示部64、左右ゆれる運転表示部65及びやさしい運転表示部66の下側には、上から順に、瞬間燃費、走行可能距離、フューエルゲージ、走行距離（総走行距離（ODO）又は走行距離（TRIP））が表示される。図23～図26の例では、瞬間燃費が「32.6 km/L」、走行可能距離が「1280 km」、総走行距離が「262512」と文字表示されている。また、フューエルゲージは、半分の目盛が点灯表示されている。

【0245】

また、ステアリングセンサ41の検出信号から、ステアリングスイッチ50が押し操作（所定の操作）されたと判定したときには、表示画面を切り替えてディスプレイ60に表示する。具体的には、ステアリングスイッチ50を押し操作すると、その操作の度に表示画面が第1通常画面NS1、第2通常画面、第3通常画面、第4通常画面、第5通常画面の順に切り替わる。そして、第5通常画面のときにおいて、ステアリングスイッチ50を押し操作すると、表示画面が第1通常画面NS1へと戻る。この第2～第5通常画面を以下、図27～図30を用いて説明する。この図27は、第2通常画面NS2の一例を示す図、図28は、第3通常画面NS3の一例を示す図、図29は、第4通常画面NS4の一例を示す図、図30は、第5通常画面NS5の一例を示す図である。

10

【0246】

図27に示すように、第2通常画面NS2の一番上には、左から順に、外気温、ATギア位置、CVTモードが表示される。図27の例では、外気温が「26°」、ATギア位置が「D」、CVTモードが「SS」と文字表示されている。

20

【0247】

第2通常画面NS2の、外気温、ATギア位置及びCVTモードの表示部の下側には、しなやかな運転表示部63、前後ゆれる運転表示部64、左右ゆれる運転表示部65及びやさしい運転表示部66が設けられている。これらの表示部の配置・構成と表示方法は、それぞれ第1通常画面NS1の、しなやかな運転表示部63、前後ゆれる運転表示部64、左右ゆれる運転表示部65及びやさしい運転表示部66の配置・構成と表示方法とほぼ同様である。

【0248】

第2通常画面NS2の、しなやかな運転表示部63、前後ゆれる運転表示部64、左右ゆれる運転表示部65及びやさしい運転表示部66の下側には、上から順に、瞬間燃費、平均燃費、フューエルゲージ、走行距離が表示される。図27の例では、瞬間燃費が「32.6 km/L」、平均燃費が「14.9 km/L」、総走行距離が「262512」と文字表示されている。また、フューエルゲージは、半分の目盛が点灯表示されている。

30

【0249】

図28に示すように、第3通常画面NS3の一番上には、左から順に、外気温、ATギア位置、CVTモードが表示される。図28の例では、外気温が「26°」、ATギア位置が「D」、CVTモードが「SS」と文字表示されている。

【0250】

第3通常画面NS3の、外気温、ATギア位置及びCVTモードの表示部の下側には、しなやかな運転表示部63、前後ゆれる運転表示部64、左右ゆれる運転表示部65及びやさしい運転表示部66が設けられている。これらの表示部の配置・構成と表示方法は、それぞれ第1通常画面NS1の、しなやかな運転表示部63、前後ゆれる運転表示部64、左右ゆれる運転表示部65及びやさしい運転表示部66の配置・構成と表示方法とほぼ同様である。

40

【0251】

第3通常画面NS3の、しなやかな運転表示部63、前後ゆれる運転表示部64、左右ゆれる運転表示部65及びやさしい運転表示部66の下側には、上から順に、平均燃費、平均車速、フューエルゲージ、走行距離が表示される。図28の例では、平均燃費が「14.9 km/L」、平均車速が「50.9 km/h」、総走行距離が「262512」と文字表示されている。また、フューエルゲージは、半分の目盛が点灯表示されている。

50

【 0 2 5 2 】

図 2 9 に示すように、第 4 通常画面 NS 4 の一番上には、左から順に、外気温、ATギア位置、CVTモードが表示される。図 2 9 の例では、外気温が「26°」、ATギア位置が「D」、CVTモードが「SS」と文字表示されている。

【 0 2 5 3 】

第 4 通常画面 NS 4 の、外気温、ATギア位置及びCVTモードの表示部の下側には、しなやかな運転表示部 6 3、前後ゆれる運転表示部 6 4、左右ゆれる運転表示部 6 5 及びやさしい運転表示部 6 6 が設けられている。これらの表示部の配置・構成と表示方法は、それぞれ第 1 通常画面 NS 1 の、しなやかな運転表示部 6 3、前後ゆれる運転表示部 6 4、左右ゆれる運転表示部 6 5 及びやさしい運転表示部 6 6 の配置・構成と表示方法とほぼ同様である。

10

【 0 2 5 4 】

第 4 通常画面 NS 4 の、しなやかな運転表示部 6 3、前後ゆれる運転表示部 6 4、左右ゆれる運転表示部 6 5 及びやさしい運転表示部 6 6 の下側には、上から順に、今回アイドリングストップ、累積アイドリングストップ、フューエルゲージ、走行距離が表示される。今回アイドリングストップには、車両の今回の運転におけるアイドリングストップ時間が表示される。累積アイドリングストップには、累積アイドリングストップ時間が表示される。図 2 9 の例では、今回アイドリングストップが「30h20m40s」、累積アイドリングストップが「1104h50m」、総走行距離が「262512」と文字表示されている。また、フューエルゲージは、半分の目盛が点灯表示されている。

20

【 0 2 5 5 】

図 3 0 に示すように、第 5 通常画面 NS 5 の一番上には、左から順に、外気温、ATギア位置、CVTモードが表示される。図 3 0 の例では、外気温が「26°」、ATギア位置が「D」、CVTモードが「SS」と文字表示されている。

【 0 2 5 6 】

第 5 通常画面 NS 5 の、外気温、ATギア位置及びCVTモードの表示部の下側には、「Smart Driving」(スマートドライブサポート)についての情報が表示される。この情報として、上から順に、ステージ、アベレージ、今回のスコアが表示される。このアベレージには、決定・判定部 3 0 によって算出された累積平均SD度が表示される。尚、アベレージは、イグニッションオン中に変動しない。今回のスコアには、総合判定部 1 7 によって算出された、車両の今回の運転におけるSD度(運転操作状態の総合評価点)がリアルタイムで表示される。今回のスコアは、5sec毎に更新される。図 3 0 の例では、ステージが「1stステージ」、アベレージが「2.8」、今回のスコアが「1.2」と文字表示されている。

30

【 0 2 5 7 】

第 5 通常画面 NS 5 の、「Smart Driving」についての情報の表示部の下側には、上から順に、フューエルゲージ、走行距離が表示される。図 3 0 の例では、総走行距離が「262512」と文字表示されている。また、フューエルゲージは、半分の目盛が点灯表示されている。

【 0 2 5 8 】

以上のように、通常画面 NS 1 ~ NS 5 には、気温、ATギア位置、CVTモード、フューエルゲージ及び走行距離が常に表示される。

40

【 0 2 5 9 】

また、イグニッションセンサ 4 0 の検出信号から、イグニッションオンからイグニッションオフされたときと判定したときには、決定・判定部 3 0 によって決定された、車両の今回の運転操作についてのメッセージ情報及び車両の次の運転操作についてのアドバイス情報をエンディング画面としてディスプレイ 6 0 に表示した後に、ディスプレイ 6 0 への表示を終了する。具体的には、イグニッションオフされたときと判定したときには、車両の今回の運転についての車両運転情報を第 1 エンディング画面としてディスプレイ 6 0 に所定時間(例えば 5sec間)表示した後に、車両の今回の運転操作についてのメッセージ情報

50

及び車両の次回の運転操作についてのアドバイス情報を第2エンディング画面としてディスプレイ60に所定時間(例えば5sec間)表示し、その後、表示を終了する。第1エンディング画面には、車両の今回の運転におけるしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態についての情報と、車両の今回のエコ運転についての情報とが含まれている。第1及び第2エンディング画面の詳細を以下、図31及び図32を用いて説明する。この図31は、第1エンディング画面ES1の一例を示す図、図32は、第2エンディング画面ES2の一例を示す図である。

【0260】

図31に示すように、第1エンディング画面ES1には、その上側にアイドリングストップについての情報、下側に「Smart Driving」についての情報が表示される。アイドリングストップについての情報として、その上側に今回のアイドリングストップ率、下側に累積効果が表示される。このアイドリングストップ率は、車両の今回の運転における停車時間に対するアイドリングストップ時間の比である。累積効果は、車両購入時から現在までのアイドリングストップの累積効果を木の本数で示すものである。また、「Smart Driving」についての情報として、上から順に、ステージ、アベレージ、今回のスコアが表示される。図31の例では、今回のアイドリングストップ率が「87%」、累積効果が「20」、ステージが「1stステージ」、アベレージが「2.8」、今回のスコアが「1.2」と文字表示されている。

10

【0261】

図32に示すように、第2エンディング画面ES2には、「Smart Driving」についての情報が表示される。この情報として、その上側に車両の今回の運転操作についてのメッセージ情報、下側に車両の次回の運転操作についてのアドバイス情報が表示される。図32の例では、車両の今回の運転操作についてのメッセージ情報として「すばらしい運転です」、車両の次回の運転操作についてのアドバイス情報として「常にこの運転ができるように挑戦し続けましょう」と文字表示されている。

20

【0262】

さらに、イグニッションセンサ40の検出信号から、イグニッションオフからイグニッションオンされたときと判定したときには、車両の前回の運転操作についての車両運転情報をスタート画面としてディスプレイ60に表示した後に、車両の今回の運転についての車両運転情報をディスプレイ60に表示する。具体的には、イグニッションオンオフされたときと判定したときには、車両の前回の運転についての車両運転情報を第1スタート画面としてディスプレイ60に所定時間(例えば5sec間)表示した後に、車両の前回の運転操作についてのメッセージ情報及び車両の今回の運転操作についてのアドバイス情報を第2スタート画面としてディスプレイ60に所定時間(例えば5sec間)表示し、その後、第1通常画面NS1をディスプレイ60に表示する。第1及び第2スタート画面を以下、図33及び図32を用いて説明する。この図33は、第1スタート画面SS1の一例を示すものである。

30

【0263】

図33に示すように、第1スタート画面SS1の一番上には、左から順に、外気温、ATギア位置、CVTモードが表示される。図33の例では、外気温が「26°」、ATギア位置が「D」、CVTモードが「SS」と文字表示されている。

40

【0264】

第1スタート画面SS1の、外気温、ATギア位置及びCVTモードの表示部の下側には、上から順に、アベレージ、前回のスコアが表示される。前回のスコアには、車両の前回の運転におけるSD度が表示される。図33の例では、アベレージが「3.5」、前回のスコアが「2.4」と文字表示されている。

【0265】

第1スタート画面SS1の、前回のスコアの表示部の下側には、上から順に、フューエルゲージ、走行距離が表示される。図30の例では、総走行距離が「262512」と文字表示されている。また、フューエルゲージは、半分の目盛が点灯表示されている。

50

【 0 2 6 6 】

第2スタート画面 S S 2 は、車両の前の回の運転において表示した第2エンディング画面 E S 2 と全く同じである。

【 0 2 6 7 】

尚、イグニッションオンされたときに、ステージに変動があると、その旨が音で報知される。

【 0 2 6 8 】

また、車両の運転操作状態に基づいて、車両運転情報のディスプレイ 6 0 への表示形態を変更する。具体的には、決定・判定部 3 0 によって判定されたステージの段階数に応じて、第5通常画面 N S 5 及び第1エンディング画面 E S 1 におけるステージの表示部における表示色を変更する。

10

【 0 2 6 9 】

《車両の運転操作状態の判定・評価制御》

以下、システム側コントローラ 1 による車両の運転操作状態の判定・評価制御について図 3 4 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 2 7 0 】

まず、ステップ S 1 において、車両前後方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価制御が行われる。続くステップ S 2 において、車両左右方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価制御が行われる。続くステップ S 3 において、ただら運転度の判定・評価制御が行われる。続くステップ S 4 において、車両前後方向のばたつき運転度の判定・評価制御が行われる。続くステップ S 5 において、車両左右方向のばたつき運転度の判定・評価制御が行われる。続くステップ S 6 において、車両の運転操作状態の総合判定・評価制御が行われる。この詳細を以下、説明する。

20

【 0 2 7 1 】

最初に、ステップ S 1 における車両前後方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価制御について、図 3 5 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 2 7 2 】

まず、ステップ S A 1 において、車速に相当する車速センサ 2 0 からの検出信号を時間について微分することにより、車両の前後方向の加速度を算出する。

30

【 0 2 7 3 】

続くステップ S A 2 において、ステップ S A 1 において算出した車両の前後方向の加速度から、振動モデルを用いて、その質点位置を高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度として算出する。

【 0 2 7 4 】

続くステップ S A 3 において、ステップ S A 2 において算出した、高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度から、車両の前後方向の加速度の変化による乗員の頭の動きを仮想した振動モデルを用いて、その質点位置を算出する。

【 0 2 7 5 】

続くステップ S A 4 において、ステップ S A 3 において算出した質点位置を時間について微分することにより、質点速度を車両の前後方向の躍度として算出する。

40

【 0 2 7 6 】

続くステップ S A 5 において、変化量算出部 1 0、躍度算出部 1 1 及び加速度算出部 1 2 によって、質点への入力があるときにおける車両の、前後方向の加速度の変化量、その変化の終了時（質点への入力があるときに 0 になったとき）における質点速度及びその変化の終了時における車両の、前後方向の加速度の絶対値を算出する。

【 0 2 7 7 】

続くステップ S A 6 において、状態判定部 1 3 によって、ステップ S A 5 において算出した車両の、前後方向の加速度の変化量、その変化の終了時における質点速度及びその変

50

化の終了時における車両の、前後方向の加速度の絶対値から、上記第1及び第2判定マップを用いて、車両前後方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定する。

【0278】

続くステップSA7において、ステップSA6において、車両前後方向についてゆれる運転状態であると判定したときに、状態判定部13によって、そのゆれる運転状態度を評価する。

【0279】

続くステップSA8において、状態判定部13によって、車両の今回の運転における車両前後方向の急激運転操作度の評価指数を算出する。

10

【0280】

続くステップSA9において、状態判定部13によって、ステップSA8において算出した評価指数から、車両の今回の運転における車両前後方向の急激運転操作度の評価点を算出する。その後、リターンへ進む。

【0281】

続いて、上記ステップS2における車両左右方向についてのしなやかな運転状態、ゆれる運転状態及びやさしい運転状態の判定・評価制御について、図36のフローチャートを用いて説明する。

【0282】

まず、ステップSB1において、車速センサ20及び舵角センサ21からの検出信号から、車両の左右方向の加速度を算出する。

20

【0283】

続くステップSB2において、ステップSB1において算出した車両の左右方向の加速度から、振動モデルを用いて、その質点位置を高周波のノイズ成分を除去した、車両の左右方向の加速度として算出する。

【0284】

続くステップSB3において、ステップSB2において算出した、高周波のノイズ成分を除去した、車両の左右方向の加速度から、車両の左右方向の加速度の変化による乗員の頭の動きを仮想した振動モデルを用いて、その質点位置を算出する。

【0285】

30

続くステップSB4において、ステップSB3において算出した質点位置を時間について微分することにより、質点速度を車両の左右方向の躍度として算出する。

【0286】

続くステップSB5において、変化量算出部10、躍度算出部11及び加速度算出部12によって、質点への入力があるときにおける車両の、左右方向の加速度の変化量、その変化の終了時における質点速度及びその変化の終了時における車両の、左右方向の加速度の絶対値を算出する。

【0287】

続くステップSB6において、状態判定部13によって、ステップSB5において算出した車両の、左右方向の加速度の変化量、その変化の終了時における質点速度及びその変化の終了時における車両の、左右方向の加速度の絶対値から、上記第1及び第2判定マップを用いて、車両左右方向について、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるか、やさしい運転状態であるかを判定する。

40

【0288】

ステップSB7において、ステップSB6において、車両左右方向についてゆれる運転状態であると判定したときに、状態判定部13によって、そのゆれる運転状態度を評価する。

【0289】

続くステップSB8において、状態判定部13によって、車両の今回の運転における車両左右方向の急激運転操作度の評価指数を算出する。

50

【 0 2 9 0 】

続くステップ S A 9 において、状態判定部 1 3 によって、ステップ S B 8 において算出した評価指数から、車両の今回の運転における車両左右方向の急激運転操作度の評価点を算出する。その後、リターンへ進む。

【 0 2 9 1 】

続いて、上記ステップ S 3 におけるだらだら運転度の判定・評価制御について、図 3 7 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 2 9 2 】

まず、ステップ S C 1 において、比算出部 1 5 によって、上記ステップ S A 2 において算出した、高周波のノイズ成分を除去した、車両の前後方向の加速度から、車速の大まかな変化を仮想した振動モデルを用いて、その質点位置を算出する。

10

【 0 2 9 3 】

続くステップ S C 2 において、比算出部 1 5 によって、ステップ S C 1 において算出した質点位置を時間について積分することにより、車速を算出する。

【 0 2 9 4 】

続くステップ S C 3 において、比算出部 1 5 によって、車両の加速度が 0 のときから次の 0 のときまでの間における車速の変化量を算出する。

【 0 2 9 5 】

続くステップ S C 4 において、比算出部 1 5 によって、ステップ S C 3 において算出した車速の変化量が所定値よりも大きいか否かを判定する。所定値よりも大きい場合 (Y E S の場合) は、ステップ S C 5 へ進む一方、所定値以下の場合 (N O の場合) は、リターンへ進む。

20

【 0 2 9 6 】

ステップ S C 5 において、比算出部 1 5 によって、ステップ S C 3 において算出した車速の変化量に対するその変化に要した時間の比を算出する。

【 0 2 9 7 】

続くステップ S C 6 において、だらだら運転度判定部 1 6 によって、ステップ S C 5 において算出した、車速の変化量に対するその変化に要した時間の比と第 1 ~ 第 4 閾値との大小関係と比較し、この比較結果から、だらだら運転度を判定する。

【 0 2 9 8 】

続くステップ S C 7 において、だらだら運転度判定部 1 6 によって、だらだら運転度を評価する。

30

【 0 2 9 9 】

続くステップ S C 8 において、だらだら運転度判定部 1 6 によって、車両の今回の運転におけるだらだら運転度の評価指数を算出する。

【 0 3 0 0 】

続くステップ S C 9 において、だらだら運転度判定部 1 6 によって、ステップ S C 8 において算出した評価指数から、車両の今回の運転におけるだらだら運転度の評価点を算出する。その後、リターンへ進む。

【 0 3 0 1 】

続いて、上記ステップ S 4 における車両前後方向のばたつき運転度の判定・評価制御について、図 3 8 のフローチャートを用いて説明する。

40

【 0 3 0 2 】

まず、ステップ S D 1 において、ばたつき運転度判定部 1 4 によって、上記ステップ S A 4 において算出した質点速度を微分することにより、質点加速度を算出する。

【 0 3 0 3 】

続くステップ S D 2 において、ばたつき運転度判定部 1 4 によって、ステップ S D 1 において算出した質点加速度が 0 のときにおける質点速度のピーク値を算出する。

【 0 3 0 4 】

続くステップ S D 3 において、ばたつき運転度判定部 1 4 によって、ステップ S D 2 に

50

において算出した質点速度のピーク値の絶対値が所定値よりも大きいか否かを判定する。所定値よりも大きい場合（YESの場合）は、ステップSD4へ進む一方、所定値以下の場合（NOの場合）は、リターンへ進む。

【0305】

ステップSD4において、ばたつき運転度判定部14によって、ステップSD2において算出した質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数をカウントする。

【0306】

続くステップSD5において、ばたつき運転度判定部14によって、ステップSD4においてカウントした、質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数と2～5との大小関係と比較し、この比較結果から、車両前後方向のばたつき運転度を判定する。

10

【0307】

続くステップSD6において、ばたつき運転度判定部14によって、車両前後方向のばたつき運転度を評価する。

【0308】

続くステップSD7において、ばたつき運転度判定部14によって、車両の今回の運転における車両前後方向のばたつき運転度の評価指数を算出する。

【0309】

続くステップSD8において、ばたつき運転度判定部14によって、ステップSD7において算出した評価指数から、車両の今回の運転における車両前後方向のばたつき運転度の評価点を算出する。その後、リターンへ進む。

20

【0310】

続いて、上記ステップS5における車両左右方向のばたつき運転度の判定・評価制御について、図39のフローチャートを用いて説明する。

【0311】

まず、ステップSE1において、ばたつき運転度判定部14によって、上記ステップSB4において算出した質点速度を微分することにより、質点加速度を算出する。

【0312】

続くステップSE2において、ばたつき運転度判定部14によって、ステップSE1において算出した質点加速度が0のときにおける質点速度のピーク値を算出する。

【0313】

30

続くステップSE3において、ばたつき運転度判定部14によって、ステップSE2において算出した質点速度のピーク値の絶対値が所定値よりも大きいか否かを判定する。所定値よりも大きい場合（YESの場合）は、ステップSE4へ進む一方、所定値以下の場合（NOの場合）は、リターンへ進む。

【0314】

ステップSE4において、ばたつき運転度判定部14によって、ステップSE2において算出した質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数をカウントする。

【0315】

続くステップSE5において、ばたつき運転度判定部14によって、ステップSE4においてカウントした、質点速度のピークの、サンプル時間当たりの発生回数と2～5との大小関係と比較し、この比較結果から、車両左右方向のばたつき運転度を判定する。

40

【0316】

続くステップSE6において、ばたつき運転度判定部14によって、車両左右方向のばたつき運転度を評価する。

【0317】

続くステップSE7において、ばたつき運転度判定部14によって、車両の今回の運転における車両左右方向のばたつき運転度の評価指数を算出する。

【0318】

続くステップSE8において、ばたつき運転度判定部14によって、ステップSE7において算出した評価指数から、車両の今回の運転における車両左右方向のばたつき運転度

50

の評価点を算出する。その後、リターンへ進む。

【0319】

続いて、上記ステップS6における車両の運転操作状態の総合判定・評価制御について、図40のフローチャートを用いて説明する。

【0320】

まず、ステップSF1において、総合判定部17によって、車両の今回の運転における急激運転操作度の評価指数を算出する。

【0321】

続くステップSF2において、総合判定部17によって、車両の今回の運転におけるばたつき運転度の評価指数を算出する。

10

【0322】

続くステップSF3において、総合判定部17によって、ステップSF1において算出した評価指数から、車両の今回の運転における急激運転操作度を算出し、ステップSF2において算出した評価指数から、車両の今回の運転におけるばたつき運転度の評価点を算出する。

【0323】

続くステップSF4において、総合判定部17によって、ステップSF3において算出した評価点から、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出する。その後、リターンへ進む。

【0324】

20

また、メータ側コントローラ3による車両運転情報の表示制御について、図41のフローチャートを用いて説明する。

【0325】

まず、ステップSG1において、表示制御部31によって、イグニッションセンサ40の検出信号から、イグニッションオフからイグニッションオンされたか否かを判定する。イグニッションオンされた場合（YESの場合）は、SG2へ進む一方、イグニッションオンされていない場合（NOの場合）は、SG1へ戻る。

【0326】

ステップSG2において、表示制御部31によって、第1スタート画面SS1（図33を参照）をディスプレイ60に表示した後に、第2スタート画面SS2（図32を参照）をディスプレイ60に表示する。

30

【0327】

続くステップSG3において、表示制御部31によって、第1通常画面NS1（図23～図26を参照）をディスプレイ60に表示する。

【0328】

続くステップSG4において、表示制御部31によって、ステアリングセンサ41の検出信号から、ステアリングスイッチ50が押し操作されたか否かを判定する。押し操作された場合（YESの場合）は、ステップSG5へ進む一方、押し操作されていない場合（NOの場合）は、ステップSG6へ進む。

【0329】

40

ステップSG5において、表示制御部31によって、ディスプレイ60への表示画面を切り替える。具体的には、ステアリングスイッチ50の押し操作の度に、表示画面を第1通常画面NS1から第2通常画面NS2（図27を参照）、第3通常画面NS3（図28を参照）、第4通常画面NS4（図29を参照）、第5通常画面NS5（図30を参照）の順に切り替える。

【0330】

ステップSG6において、表示制御部31によって、イグニッションセンサ40の検出信号から、イグニッションオンからイグニッションオフされたか否かを判定する。イグニッションオフされた場合（YESの場合）は、ステップSG7へ進む一方、イグニッションオフされていない場合（NOの場合）は、ステップSG4へ戻る。

50

【 0 3 3 1 】

ステップ S G 7 において、表示制御部 3 1 によって、第 1 エンディング画面 E S 1 (図 3 1 を参照) をディスプレイ 6 0 に表示した後に、第 2 エンディング画面 E S 2 (図 3 2 を参照) をディスプレイ 6 0 に表示する。

【 0 3 3 2 】

続くステップ S G 8 において、ディスプレイ 6 0 への表示を終了する。その後、エンドへ進む。

【 0 3 3 3 】

以上のように、車両用運転支援装置は、運転者による車両の運転操作状態、特に、車両の加速度が変化しているときにおける運転操作状態を運転者に知らせ、これを運転者が学習することにより、運転操作の技術を向上させる。これにより、車両を運転する楽しさを増大させるとともに、経済的で環境に優しい運転を実現する。具体的には、乗員にとって気持ちが良い加減速運転や旋回運転、スムーズな運転を実現し、これに伴い、無駄な加減速が減ることとなり、燃費を向上させる。

【 0 3 3 4 】

- 効果 -

以上により、本実施形態によれば、車両の加速度の変化量とその変化の終了時における質点速度とに基づいて、車室内の質点の動きを表す振動モデルを用いて算出された、車両の加速度の変化量に対するその変化の終了時における質点の運動エネルギーの比に基づいて予め設定された判定基準に従って、適度な加速度変化のあるしなやかな運転状態であるか、急激な加速度変化のあるゆれる運転状態であるかを判定するとともに、車両の今回の運転におけるその判定結果についての点数を算出し、その点数を車両の今回の運転におけるその判定回数で除することにより第 1 評価指数を算出し、その第 1 評価指数に基づいて、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出するので、車両の運転操作状態を精度良く判定することができるとともに、運転者は、運転終了時において、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価についての情報を知ることができ、この情報を基に、車両の次の運転における運転操作の技術向上を図ることができる。

【 0 3 3 5 】

また、ばたつき運転度を判定するとともに、車両の今回の運転におけるばたつき運転度判定結果についての点数を算出し、その点数を車両の今回の運転におけるそのばたつき運転度の判定時間又は判定回数で除することにより第 2 評価指数を算出し、第 1 及び第 2 評価指数に基づいて、第 1 及び第 2 評価点を算出し、その第 1 及び第 2 評価点に基づいて、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出するので、運転者は、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価についての情報を正確に知ることができる。

【 0 3 3 6 】

さらに、第 1 評価点が第 2 評価点よりも重みが大きくなるように第 1 及び第 2 評価点に重み付けをし、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を算出するので、運転者は、しなやかな運転状態であるか、ゆれる運転状態であるかをばたつき運転度よりも重みを大きくした、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価についての情報を知ることができる。

【 0 3 3 7 】

さらにまた、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点が所定点数よりも低いときに、車両の次の運転操作についてのアドバイス情報を報知するので、運転者は、車両の次の運転操作についてのアドバイス情報を知ることができ、この情報を基に、車両の次の運転における運転操作の技術向上を確実に図ることができる。

【 0 3 3 8 】

また、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点に基づいて、判定基準を変更するので、車両の運転操作状態の判定を車両の運転操作の技術に応じたものに行うことができる。

【 0 3 3 9 】

さらに、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を表示するので、運転者は、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価点を知ることができ、この総合評価点を基に、車両の次の運転における運転操作の技術向上を確実に図ることができる。

【0340】

(その他の実施形態)

上記実施形態では、車速センサ20及び舵角センサ21からの検出信号から、振動モデルを用いて、車両の加速度の変化の終了時における質点速度を算出しているが、これに限らず、例えば、車両前後方向Gセンサ及び車両左右方向Gセンサからの検出信号から、振動モデルを用いて、その質点速度を算出してもよい。

【0341】

また、上記実施形態では、車両の今回の運転におけるSD度が所定点数よりも低いときに、車両の次の運転操作についてのアドバイス情報をディスプレイ60に表示しているが、その情報を音で報知してもよい。さらにまた、その表示に代えて又はこれに加えて、車両の今回の運転におけるSD度が所定点数よりも低い旨をディスプレイ60に表示したり、音で報知したりしてもよい(報知手段)。

【0342】

さらに、上記実施形態では、ディスプレイ60をメータ表示器6の右端部に設けているが、図42に示すように、メータ表示器6の車両左右方向中央部に設けてもよい。このとき、ディスプレイ60の左側に回転数表示部61、右側に車速表示部62をそれぞれ配設する。図42の例では、やさしい運転表示部66が、しなやかな運転表示部63の下側に設けられており、しなやかな運転表示部63(又はやさしい運転表示部66)、前後ゆれる運転表示部64及び左右ゆれる運転表示部65が、車両左右方向に並設されている。

【0343】

さらにまた、上記実施形態では、しなやかな運転表示部63(又はやさしい運転表示部66)、前後ゆれる運転表示部64及び左右ゆれる運転表示部65を車両左右方向に並設しているが、以下に示すように配設してもよい。

【0344】

図43の例では、やさしい運転表示部66が、しなやかな運転表示部63と同じ位置に設けられている。また、前後ゆれる運転表示部64及び左右ゆれる運転表示部65がしなやかな運転表示部63(又はやさしい運転表示部66)の周囲に設けられている。具体的には、前後ゆれる運転表示部64がしなやかな運転表示部63(又はやさしい運転表示部66)の上下方向両側、左右ゆれる運転表示部65がしなやかな運転表示部63(又はやさしい運転表示部66)の車両左右方向両側にそれぞれ配設されている。しなやかな運転表示部63及びやさしい運転表示部66は円形状、前後ゆれる運転表示部64及び左右ゆれる運転表示部65は内側から外側に行くに従って細くなる先細形状をなしている。しなやかな運転表示部63は、やさしい運転表示部66よりも面積が大きい。そして、しなやかな運転状態であると判定されたときはしなやかな運転表示部63(図43(b)を参照)、やさしい運転状態であると判定されたときはやさしい運転表示部66(図43(c)を参照)が点灯表示される。一方、車両前後方向前側についてゆれる運転状態であると判定されたときは上側の前後ゆれる運転表示部64(図43(d)を参照)、後側についてゆれる運転状態であると判定されたときは下側の前後ゆれる運転表示部64、車両左右方向左側についてゆれる運転状態であると判定されたときは左側の左右ゆれる運転表示部65、右側についてゆれる運転状態であると判定されたときは右側の左右ゆれる運転表示部65(図43(e)を参照)が段階表示される。つまり、ゆれる運転表示部64、65は、ゆれる運転状態であると判定された方向(急激な加速度変化のあった方向)についての情報がその方向が分かる態様で表示される。

【0345】

図44の例では、やさしい運転表示部66が、しなやかな運転表示部63と同じ位置に設けられている。また、前後ゆれる運転表示部64がしなやかな運転表示部63(又はやさしい運転表示部66)を通過して上下方向に延びるように設けられている一方、左右ゆれ

10

20

30

40

50

る運転表示部 65 がしなやかな運転表示部 63 (又はやさしい運転表示部 66) を通って車両左右方向に延びるように設けられている。しなやかな運転表示部 63 及びやさしい運転表示部 66 は円形状、前後ゆれる運転表示部 64 及び左右ゆれる運転表示部 65 は楕円状をなしている。しなやかな運転表示部 63 は、やさしい運転表示部 66 よりも面積が大きい。そして、しなやかな運転状態であると判定されたときはしなやかな運転表示部 63 (図 44 (b) を参照)、やさしい運転状態であると判定されたときはやさしい運転表示部 66 (図 44 (c) を参照) が点灯表示される。一方、車両前後方向についてゆれる運転状態であると判定されたときは前後ゆれる運転表示部 64 (図 44 (d) を参照)、車両左右方向についてゆれる運転状態であると判定されたときは左右ゆれる運転表示部 65 が点灯表示される。つまり、ゆれる運転表示部 64, 65 は、ゆれる運転状態であると判定された方向についての情報がその方向が分かる態様で表示される。

10

【0346】

以上のように、これらの図の例によれば、急激な加速度変化のあった方向についての情報をその方向が分かる態様で表示するので、運転者は、急激な加速度変化のあった方向を一目で把握することができ、この情報を基に、車両の運転操作の技術向上を図ることができる。

【0347】

本発明は、実施形態に限定されず、その精神又は主要な特徴から逸脱することなく他の色々な形で実施することができる。

【0348】

このように、上述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示すものであって、明細書には何ら拘束されない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

20

【産業上の利用可能性】

【0349】

以上説明したように、本発明に係る車両用運転支援装置は、車両の運転操作状態を精度良く判定するとともに、運転者が、車両の今回の運転における運転操作状態の総合評価についての情報を知ることができるようにし、車両の次の運転における運転操作の技術向上を図れるようにすることが必要な用途等に適用することができる。

30

【符号の説明】

【0350】

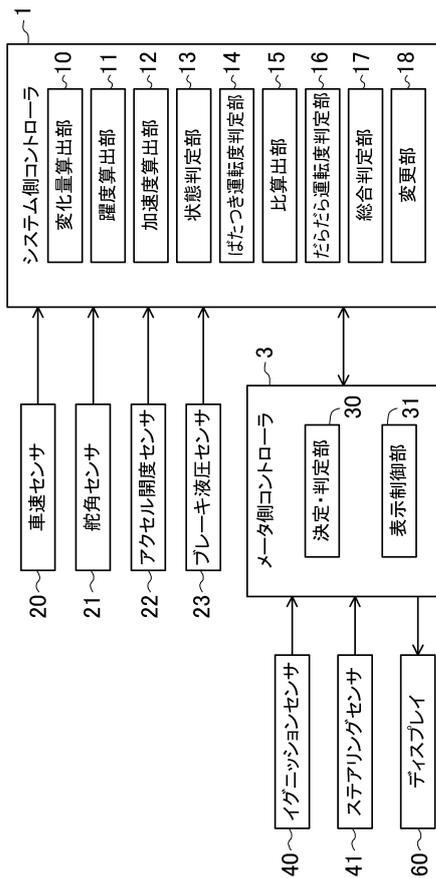
- 1 システム側コントローラ
- 3 メータ側コントローラ
- 5 ステアリング
- 6 メータ表示器
- 10 変化量算出部(変化量算出手段)
- 11 躍度算出部(質点速度算出手段)
- 12 加速度算出部(加速度算出手段)
- 13 状態判定部(状態判定手段)
- 14 ばたつき運転度判定部(ばたつき運転度判定手段)
- 15 比算出部
- 16 だらだら運転度判定部
- 17 総合判定部(総合判定手段)
- 18 変更部(変更手段)
- 20 車速センサ
- 21 舵角センサ
- 22 アクセル開度センサ
- 23 ブレーキ液圧センサ
- 30 決定・判定部(決定手段)

40

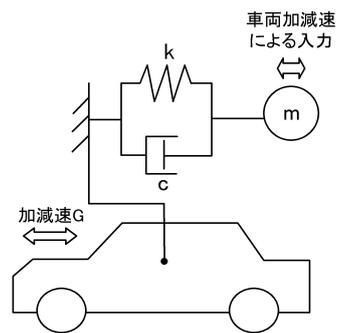
50

- 3 1 表示制御部（表示手段、報知手段）
- 4 0 イグニッションセンサ
- 4 1 ステアリングセンサ
- 5 0 ステアリングスイッチ
- 6 0 ディスプレイ（表示手段、報知手段）
- 6 1 回転数表示部
- 6 2 車速表示部
- 6 3 しなやかな運転表示部（第1表示部）
- 6 4 前後ゆれる運転表示部（第2表示部）
- 6 5 左右ゆれる運転表示部（第2表示部）
- 6 6 やさしい運転表示部（第3表示部）

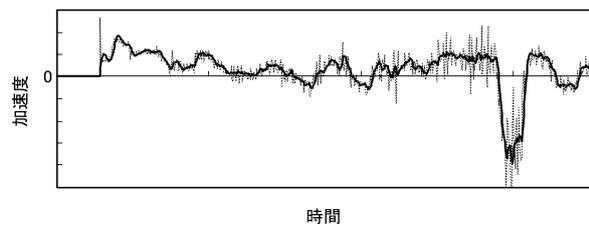
【図1】



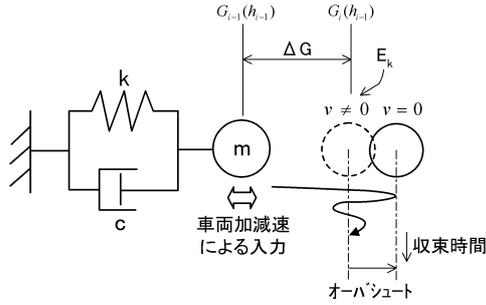
【図2】



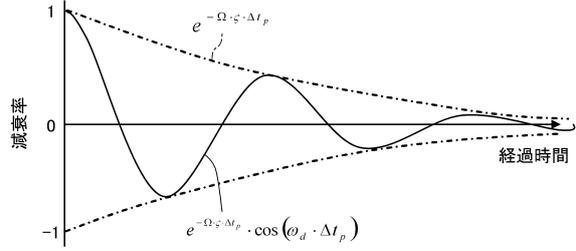
【図3】



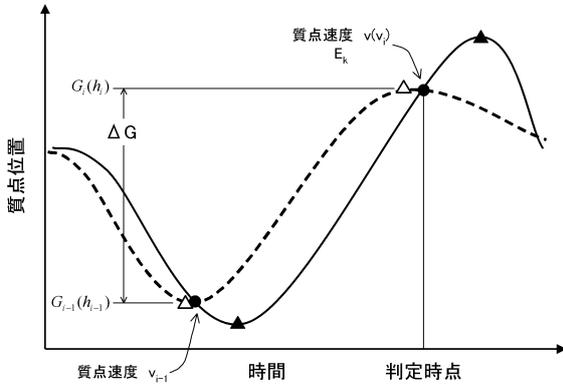
【図4】



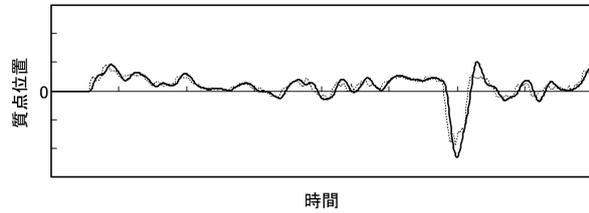
【図6】



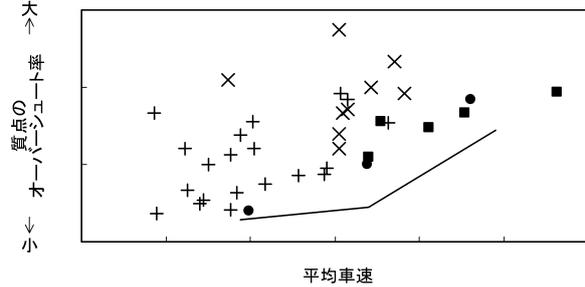
【図5】



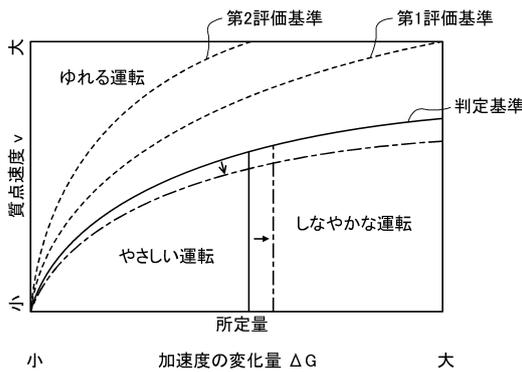
【図7】



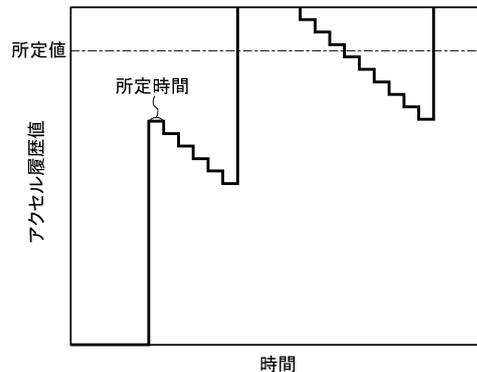
【図8】



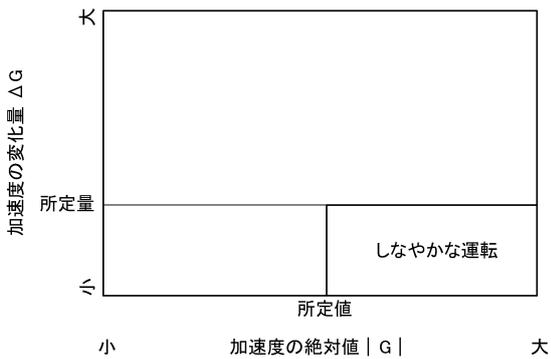
【図9】



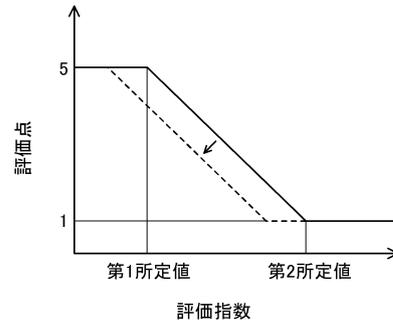
【図11】



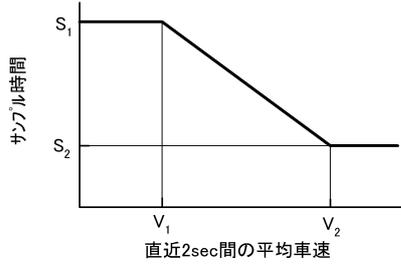
【図10】



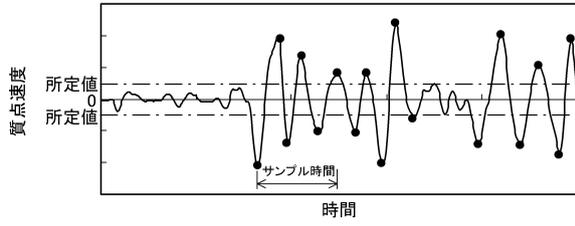
【図12】



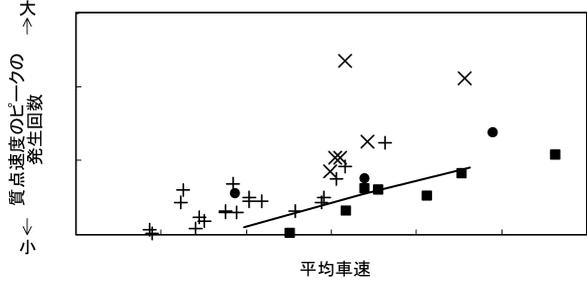
【図13】



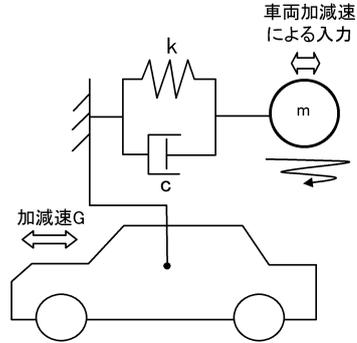
【図14】



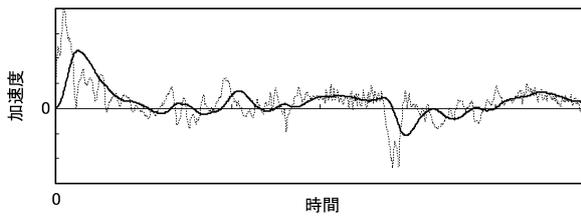
【図15】



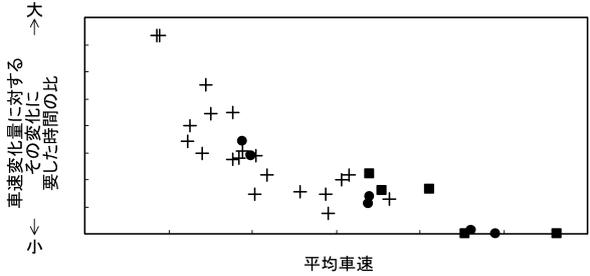
【図16】



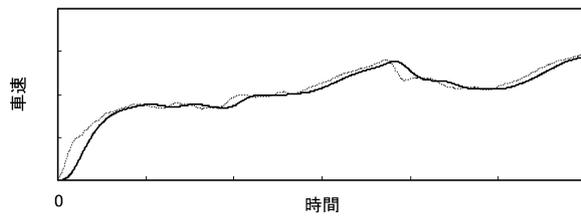
【図17】



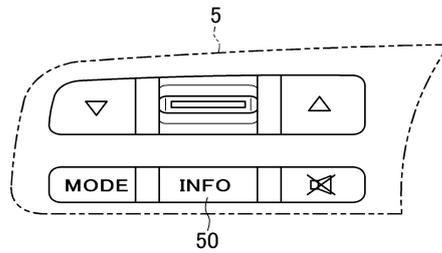
【図20】



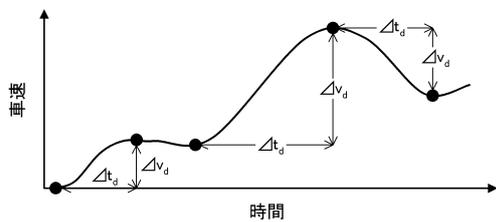
【図18】



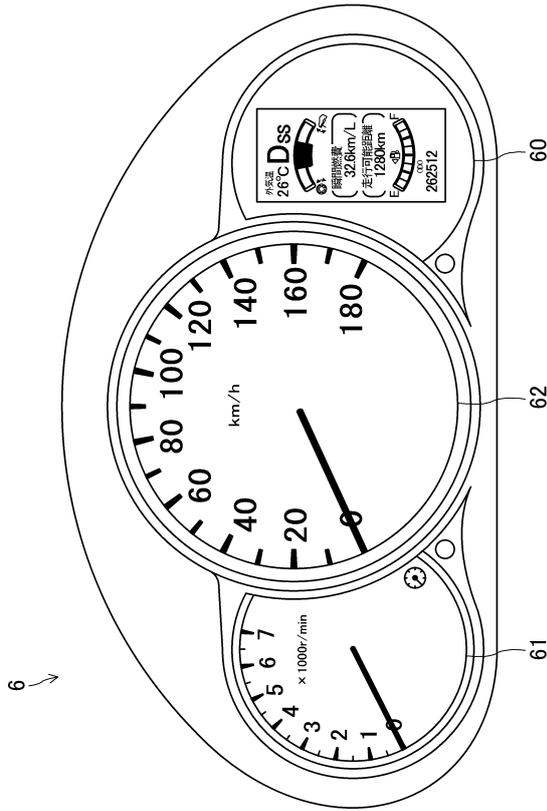
【図21】



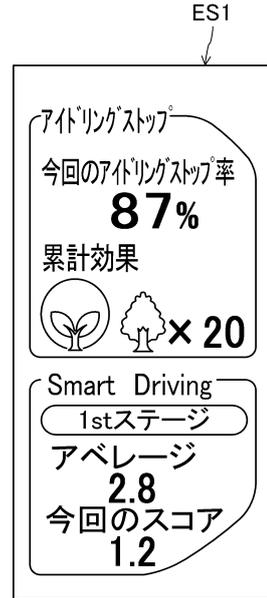
【図19】



【図22】



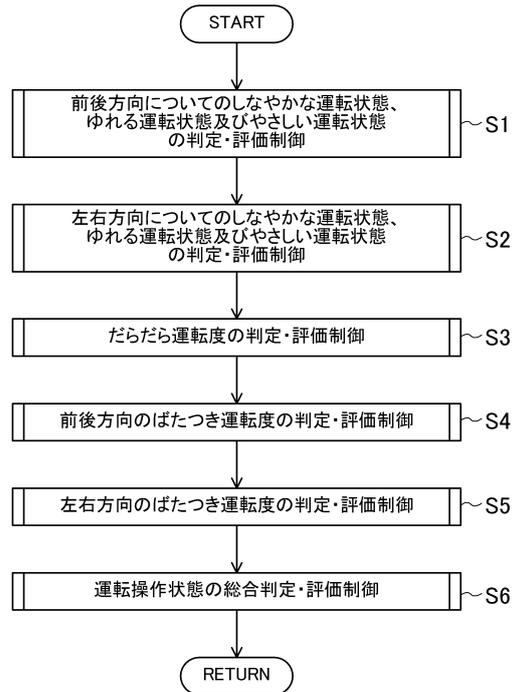
【図31】



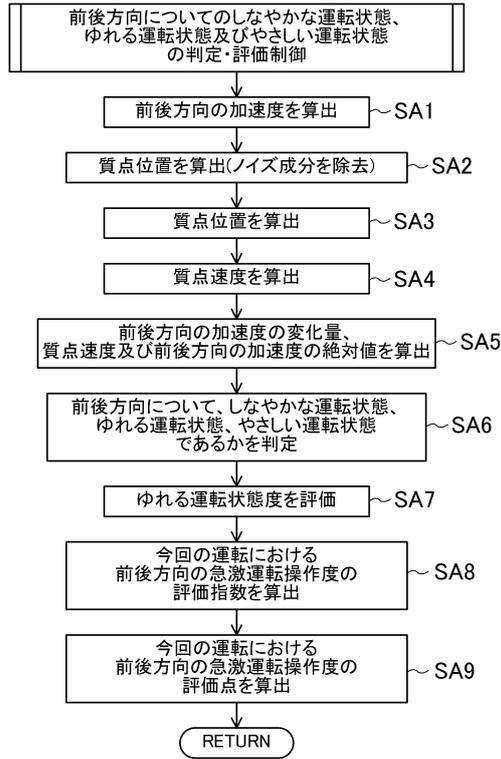
【図32】



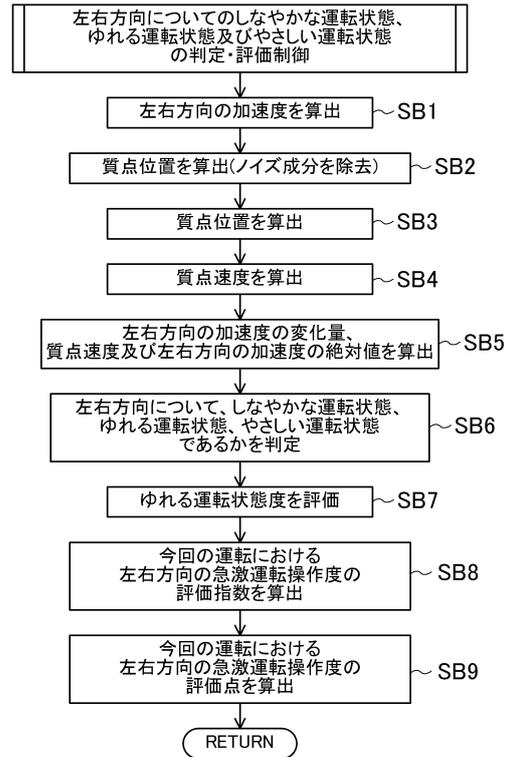
【図34】



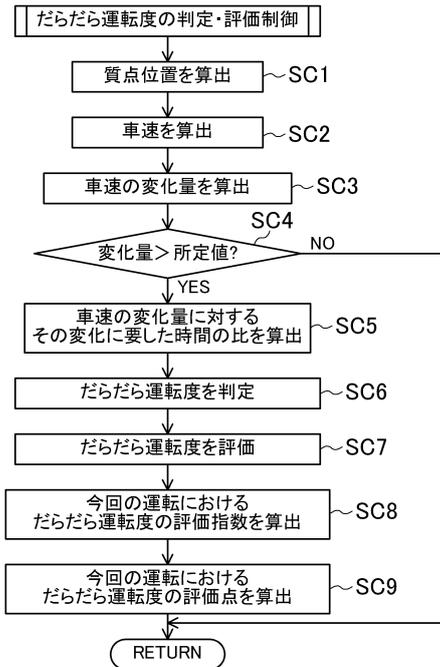
【図35】



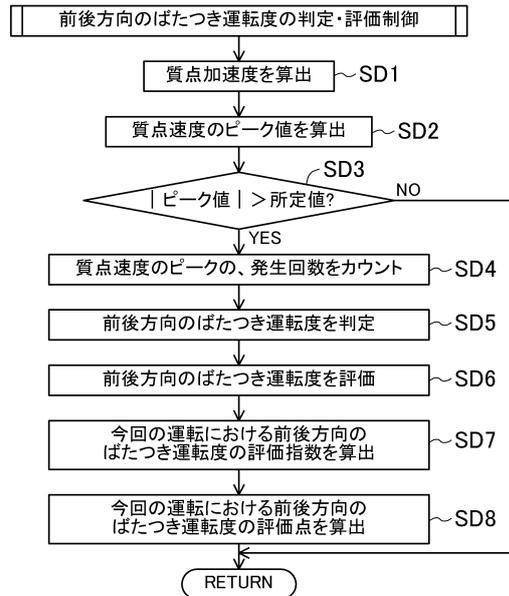
【図36】



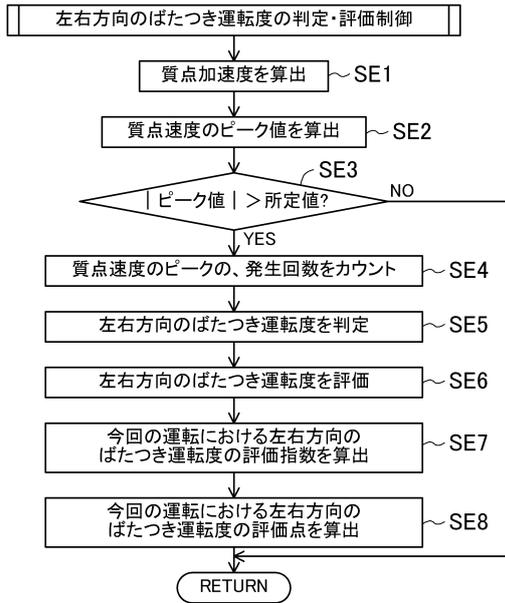
【図37】



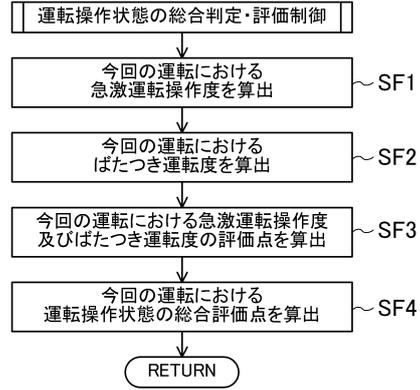
【図38】



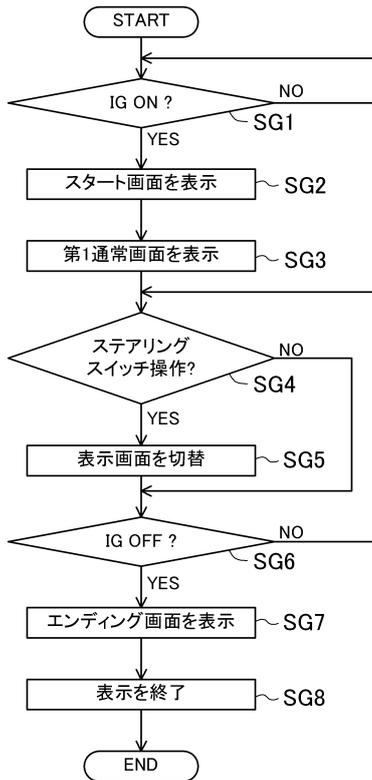
【図39】



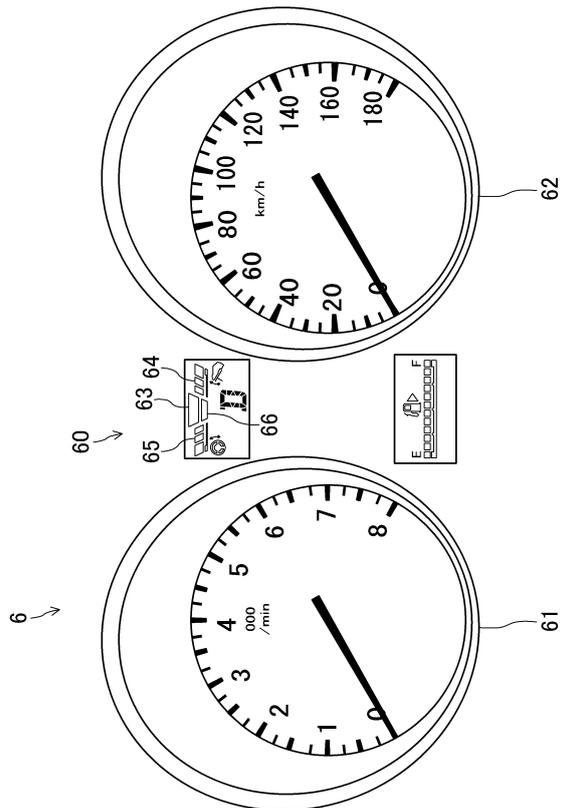
【図40】



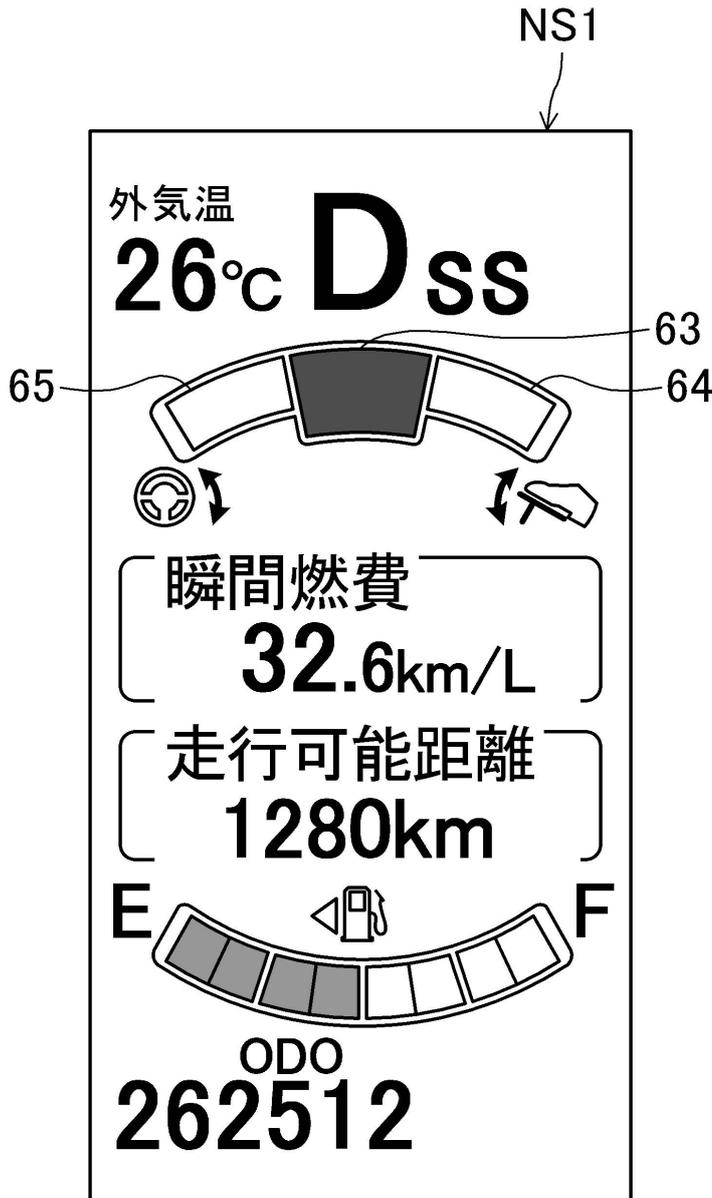
【図41】



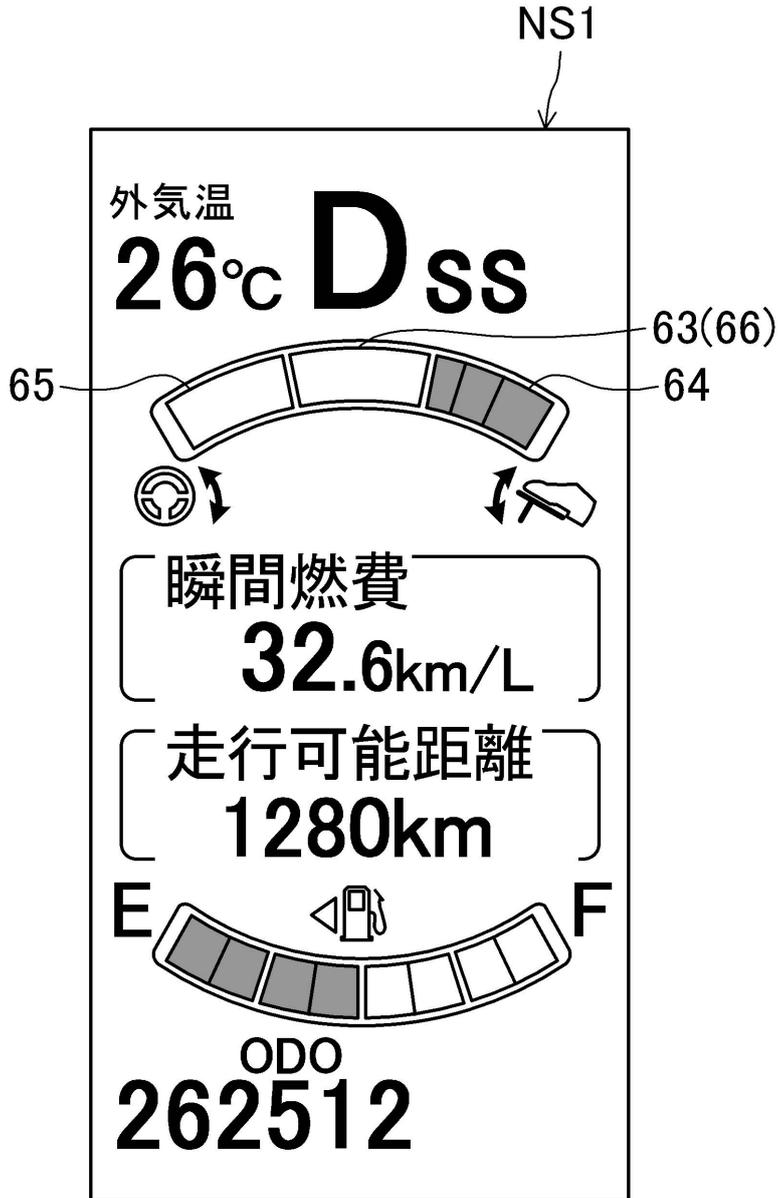
【図42】



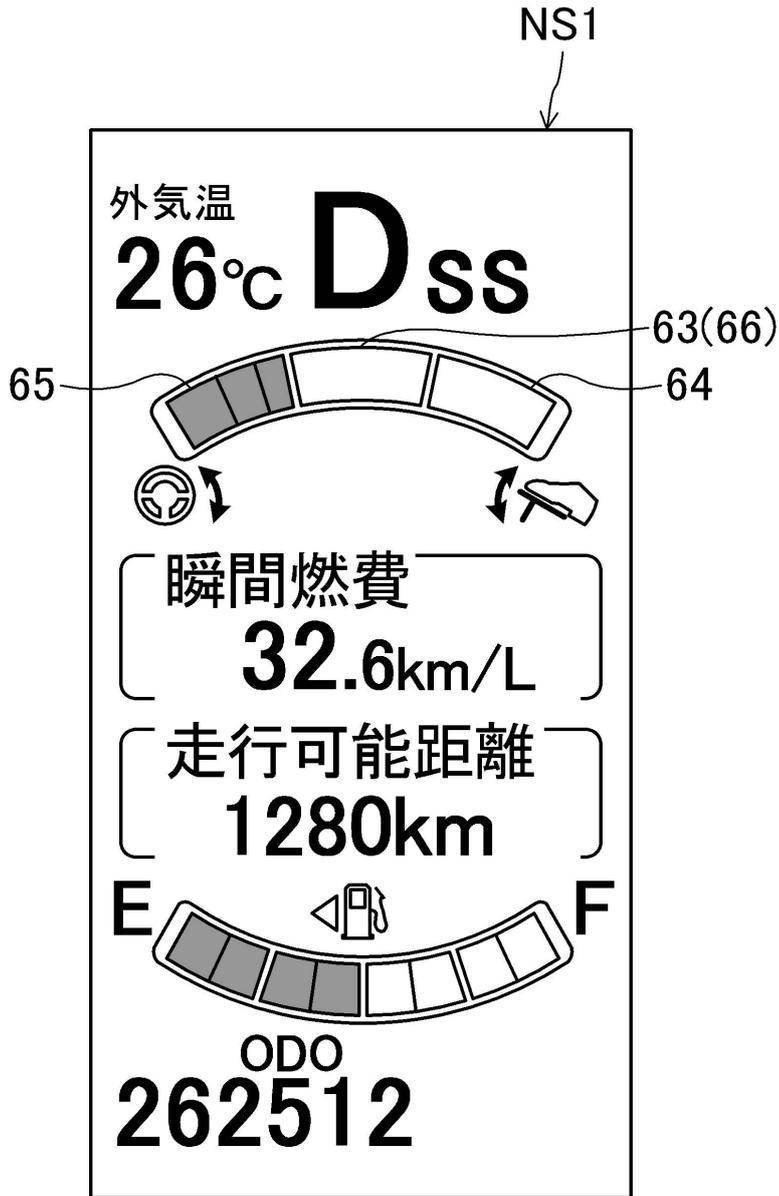
【図23】



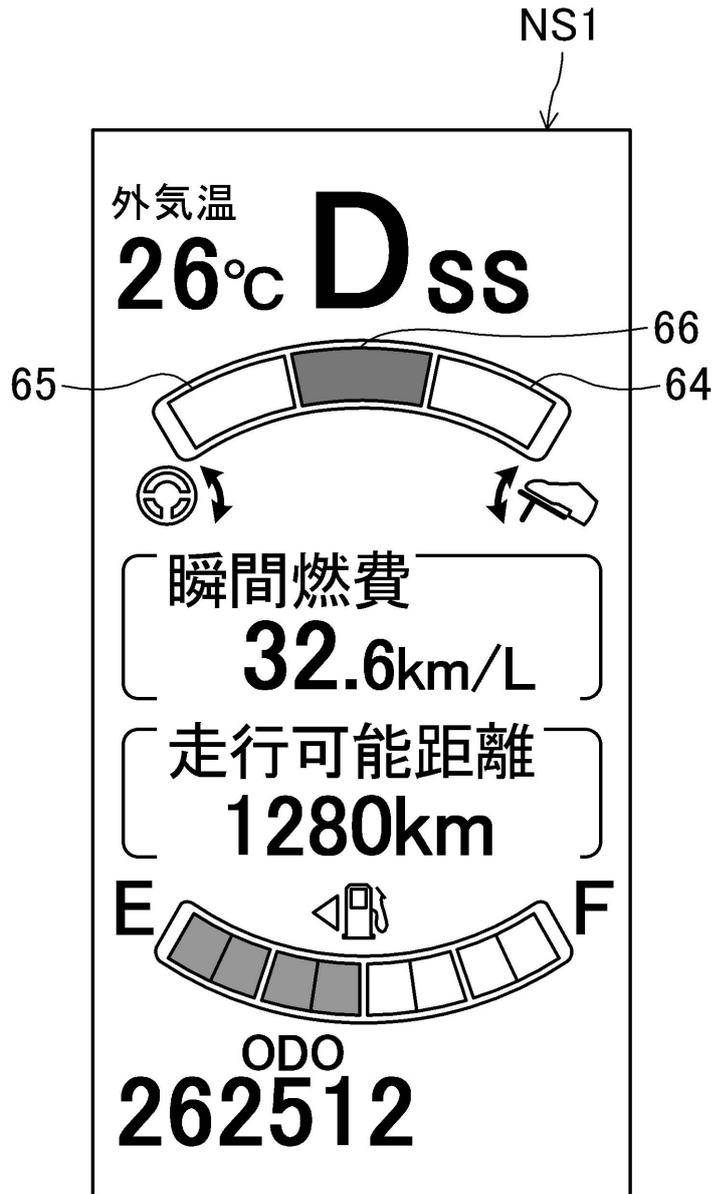
【図24】



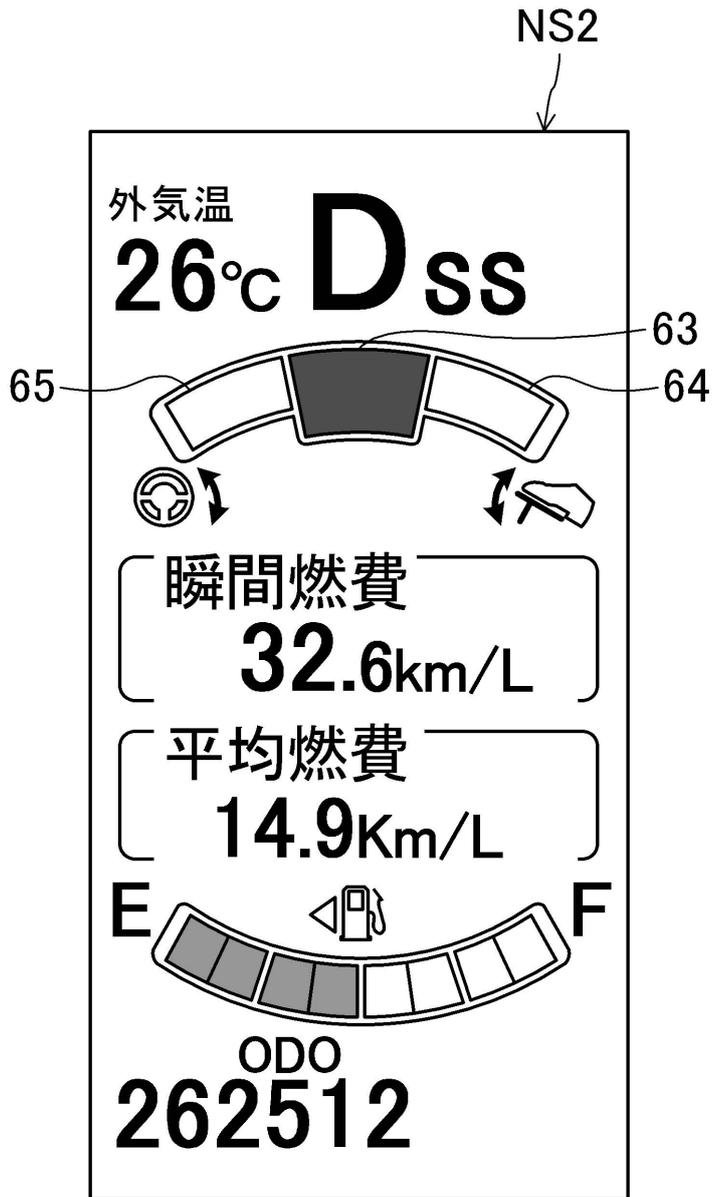
【図 25】



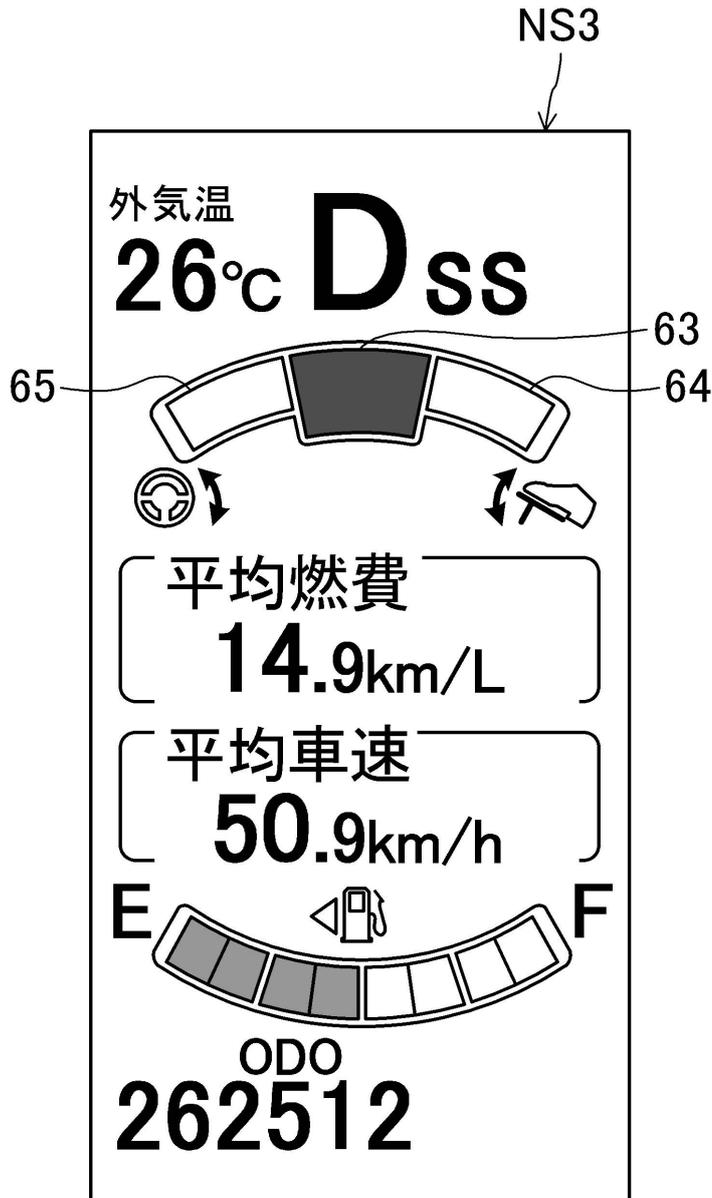
【図 26】



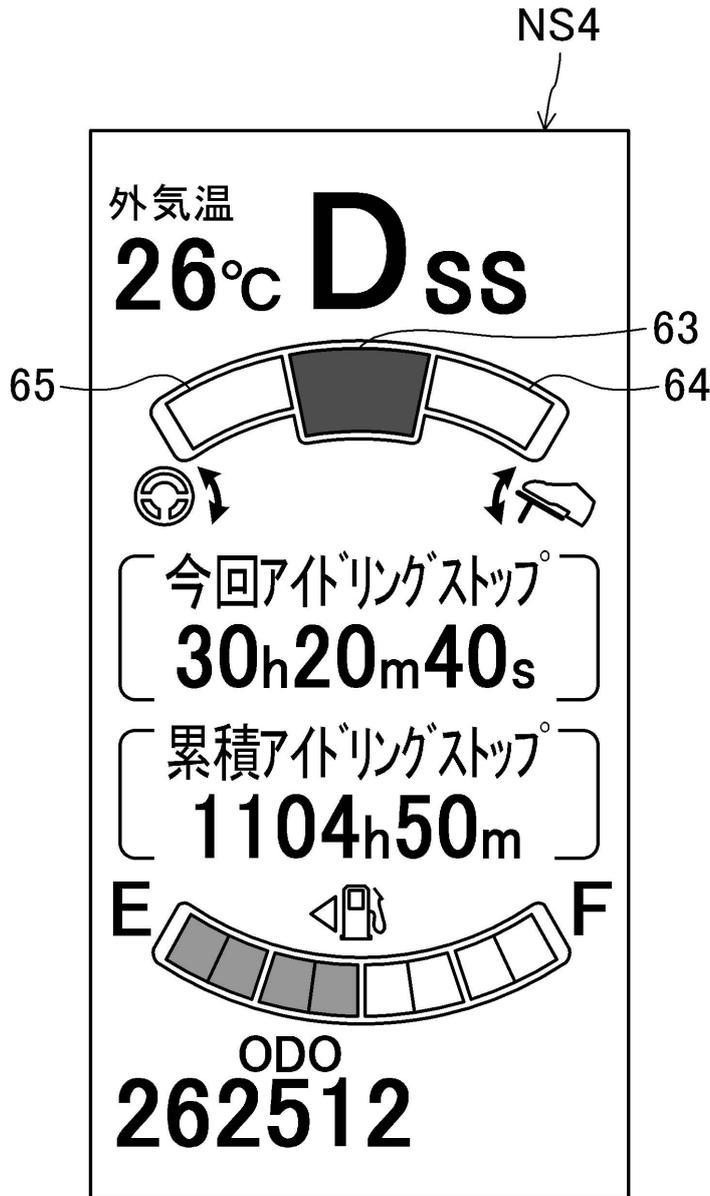
【図 27】



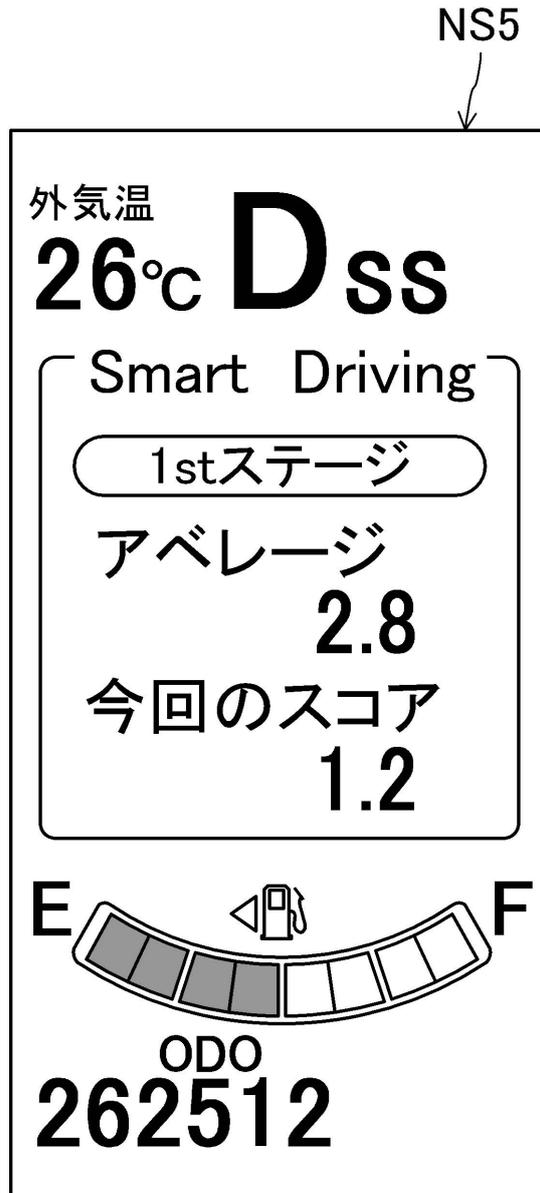
【図28】



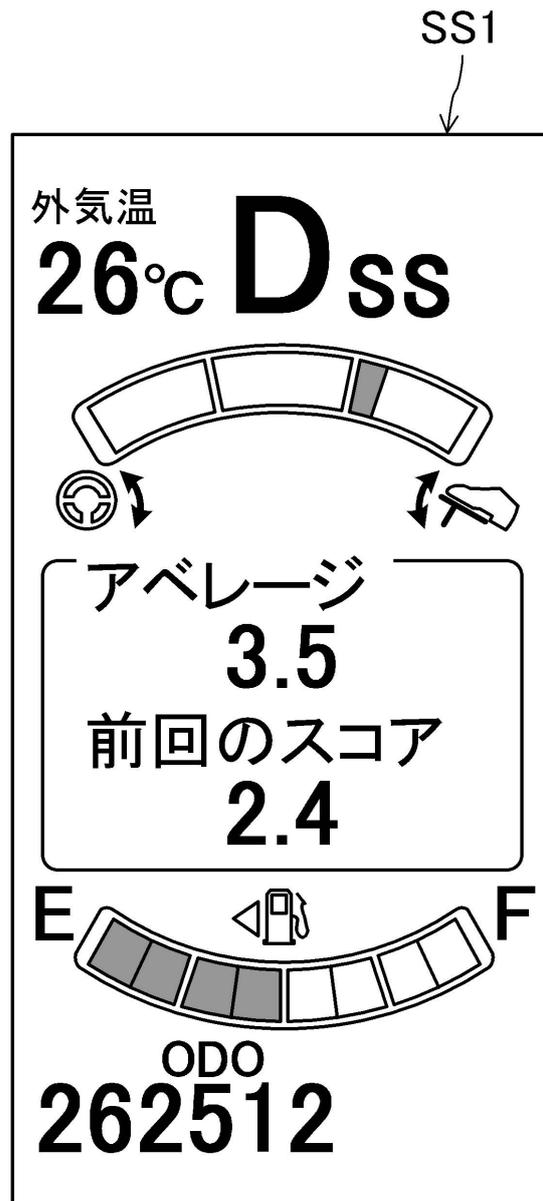
【図29】



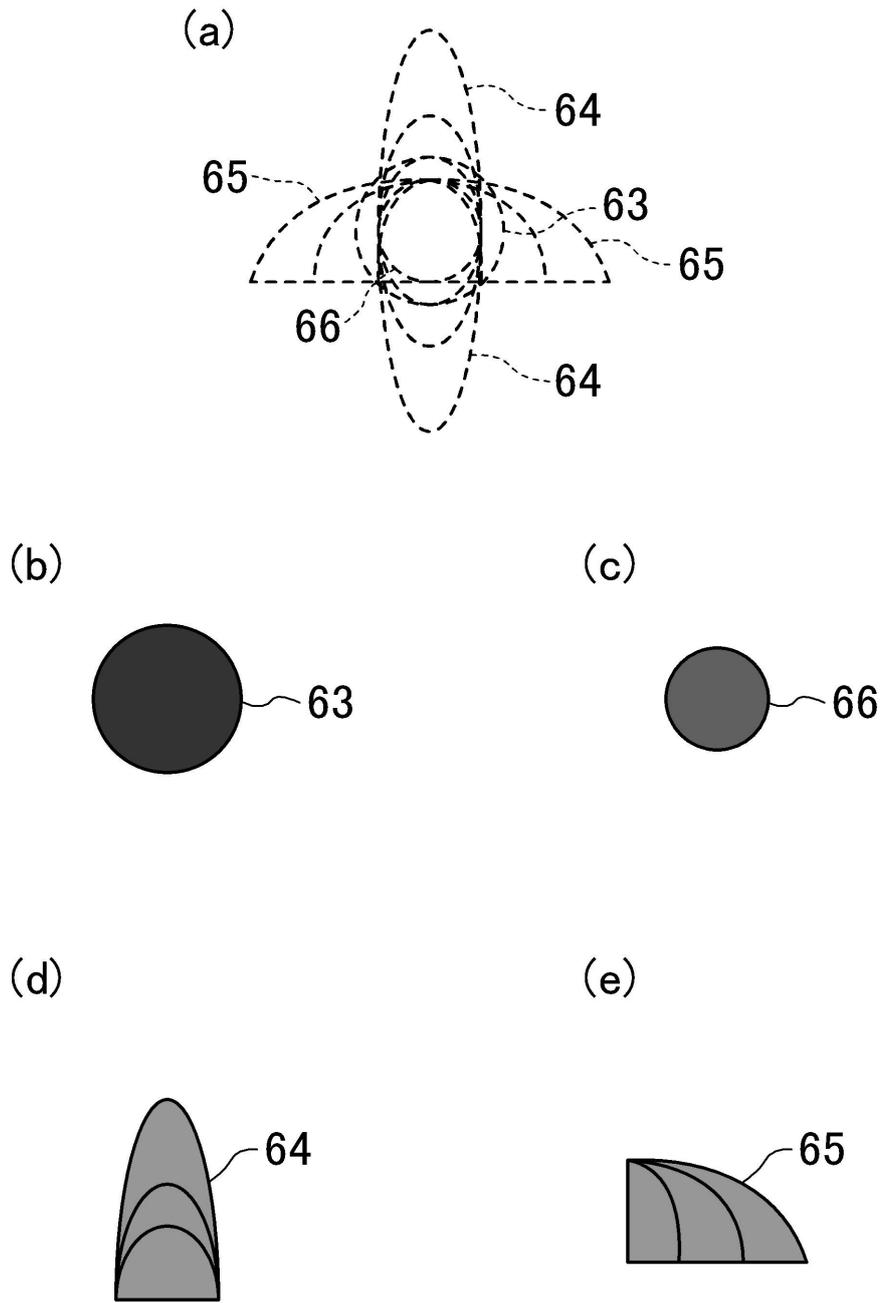
【図30】



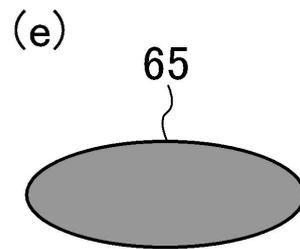
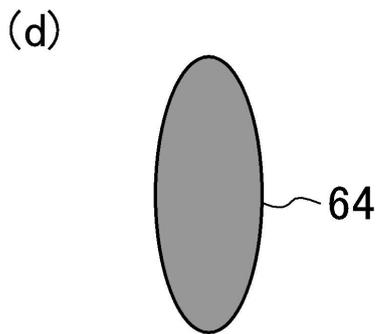
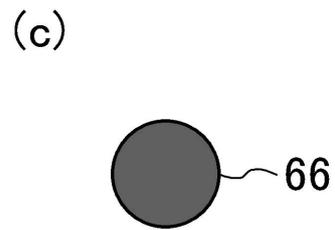
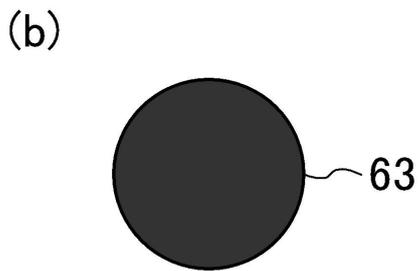
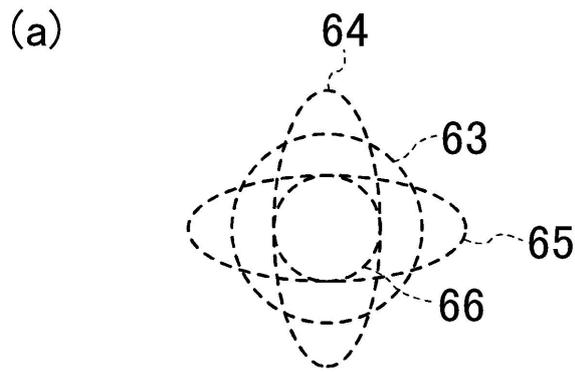
【図33】



【 図 4 3 】



【 図 4 4 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100117581
弁理士 二宮 克也
- (74)代理人 100117710
弁理士 原田 智雄
- (74)代理人 100124671
弁理士 関 啓
- (74)代理人 100131060
弁理士 杉浦 靖也
- (74)代理人 100131200
弁理士 河部 大輔
- (74)代理人 100131901
弁理士 長谷川 雅典
- (74)代理人 100132012
弁理士 岩下 嗣也
- (74)代理人 100141276
弁理士 福本 康二
- (74)代理人 100143409
弁理士 前田 亮
- (74)代理人 100157093
弁理士 間脇 八蔵
- (74)代理人 100163186
弁理士 松永 裕吉
- (74)代理人 100163197
弁理士 川北 憲司
- (74)代理人 100163588
弁理士 岡澤 祥平
- (72)発明者 沖田 齡次
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 伊藤 剛豊
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 菅野 直哉
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 石井 洋輔
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

審査官 柴田 和雄

- (56)参考文献 特開2010-061330(JP,A)
特開2010-038645(JP,A)
特開2012-086640(JP,A)
国際公開第2011/133091(WO,A1)
米国特許出願公開第2010/211259(US,A1)
米国特許出願公開第2009/248240(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G09B 9/052
G09B 19/16
G09B 19/00

