

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6907965号
(P6907965)

(45) 発行日 令和3年7月21日(2021.7.21)

(24) 登録日 令和3年7月5日(2021.7.5)

(51) Int. Cl.	F 1				
GO8C 17/00	(2006.01)	GO8C	17/00	B	
GO8C 19/00	(2006.01)	GO8C	19/00	S	
B60C 19/00	(2006.01)	B60C	19/00	H	
GO1P 15/00	(2006.01)	GO1P	15/00	A	

請求項の数 9 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2018-16624 (P2018-16624)	(73) 特許権者	000004695 株式会社SOKEN
(22) 出願日	平成30年2月1日(2018.2.1)		愛知県日進市米野木町南山500番地20
(65) 公開番号	特開2019-132770 (P2019-132770A)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(43) 公開日	令和1年8月8日(2019.8.8)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
審査請求日	令和2年12月8日(2020.12.8)	(74) 代理人	110001128 特許業務法人ゆうあい特許事務所
		(72) 発明者	▲高▼須賀 直一 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社SOKEN内
		(72) 発明者	鈴木 洋一朗 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社SOKEN内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 路面状態判別装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に備えられる複数のタイヤ(3)に取り付けられたタイヤ側装置(1)と、車体に備えられた車体側システム(2)とを有する路面状態判別装置であって、

前記タイヤ側装置は、

前記タイヤの振動の大きさに応じた検出信号を出力する振動検出部(10)と、

前記検出信号の波形に現れる路面状態を示す路面データや前記車体側システムによる受信強度測定に用いられる計測用データを生成し、さらに、前記検出信号の波形に基づいて前記タイヤの中心に対して該タイヤ側装置が位置している角度である存在角度を推定すると共に、前記存在角度に基づいて決められる送信タイミングで前記路面データの送信が行われるようにする制御部(11)と、

前記路面データもしくは前記計測用データを送信する第1データ通信部(12)と、を備え、

前記車体側システムは、

前記タイヤ側装置と双方向通信を行い、前記第1データ通信部から送信された前記路面データおよび前記計測用データを受信する第2データ通信部(24)と、

前記路面データに基づいて前記車両の走行路面の路面状態を判別する路面判別部(25a)と、

前記計測用データの受信強度を測定する受信強度測定部(25c)と、

前記タイヤの1回転中における前記計測用データの受信強度を記憶し、前記タイヤの1

回転の中で前記計測用データの受信強度が高いときの前記存在角度を送信角度に設定し、前記第2データ通信部を通じて、前記送信角度を示すデータを前記タイヤ側装置に送信する送信角度設定部(25d)と、を備え、

前記制御部は、前記存在角度が前記送信角度になると、前記路面データを前記第1データ通信部より送信する路面状態判別装置。

【請求項2】

前記送信角度設定部は、前記タイヤの1回転の中で前記計測用データの受信強度が最も高いときの前記存在角度を前記送信角度に設定する請求項1に記載の路面状態判別装置。

【請求項3】

前記制御部は、前記計測用データに、該計測用データを送信させる際の前記存在角度のデータを含ませており、

前記送信角度設定部は、前記タイヤの1回転の中で前記計測用データの受信強度が最も高いときの前記計測用データに含まれる前記存在角度を前記送信角度に設定する請求項1に記載の路面状態判別装置。

【請求項4】

前記車体側システムは、任意のタイミングで前記タイヤ側装置に対して指示信号を送信し、

前記制御部は、前記指示信号をトリガーとして、前記計測用データが送信されるようにする請求項1ないし3のいずれか1つに記載の路面状態判別装置。

【請求項5】

前記車体側システムは、前記車両の速度である車速に対応するデータである車速データを取得すると共に、前記第2データ通信部を通じて前記車速データを前記タイヤ側装置に送信させる車速データ取得部(25b)を備え、前記第2データ通信部を通じて、前記車速データを前記タイヤ側装置に送信し、

前記制御部は、前記車速データと前記検出信号の波形に基づいて前記存在角度を推定する請求項1ないし4のいずれか1つに記載の路面状態判別装置。

【請求項6】

前記制御部は、過去の前記検出信号の波形に基づいて前記タイヤが1回転するのに掛かる時間を推定し、該推定した時間から車速を推定する車速推定部(11d)を有し、該車速推定部で推定された車速と前記検出信号の波形に基づいて前記存在角度を推定する請求項1ないし4のいずれか1つに記載の路面状態判別装置。

【請求項7】

前記車体側システムは、前記送信角度が設定されてからも前記タイヤ側装置から送信されてきた前記路面データを受信したときの受信強度を測定し、該測定した受信強度が低下したことを判定すると、該受信強度が低下した前記路面データを送信してきた前記タイヤ側装置に対して前記送信角度のリセットを指示することで、前記計測用データの送信を行わせ、該計測用データの受信強度に基づいて前記送信角度の更新を行わせる更新判定部(25e)を有している請求項1ないし6のいずれか1つに記載の路面状態判別装置。

【請求項8】

前記車体側システムは、前記車両の周辺環境に関するデータを取得し、該車両の周辺に前記送信角度の設定に影響を与えるものが存在していることを検知する周辺環境取得部(25f)を備え、前記送信角度の設定に影響を与えるものの存在が検知されると前記送信角度設定部による前記送信角度の設定が行われないようにする請求項1ないし7のいずれか1つに記載の路面状態判別装置。

【請求項9】

車両に備えられる複数のタイヤ(3)に取り付けられたタイヤ側装置(1)と、車体に備えられた車体側システム(2)とを有する路面状態判別装置であって、

前記タイヤ側装置は、

前記タイヤの振動の大きさに応じた検出信号を出力する振動検出部(10)と、

前記検出信号の波形に現れる路面状態を示す路面データを生成し、さらに、前記検出信

10

20

30

40

50

号の波形に基づいて前記タイヤの中心に対して該タイヤ側装置が位置している角度である存在角度を推定すると共に、前記存在角度に基づいて決められる送信タイミングで前記路面データの送信が行われるようにする制御部(11)と、

前記路面データを送信する第1データ通信部(12)と、を備え、

前記車体側システムは、

前記タイヤ側装置と双方向通信を行い、前記第1データ通信部から送信された前記路面データを受信する第2データ通信部(24)と、

前記路面データに基づいて前記車両の走行路面の路面状態を判別する路面判別部(25a)と、

前記タイヤ側装置による受信強度測定に用いられる計測用データを生成する計測用データ生成部(25g)と、を備え、

前記制御部は、前記計測用データの受信強度を測定する受信強度測定部(11e)と、前記タイヤの1回転中における前記計測用データの受信強度を記憶し、前記タイヤの1回転の中で前記計測用データの受信強度が高いときの前記存在角度を送信角度に設定する送信角度設定部(11f)と、を有し、前記存在角度が前記送信角度になると、前記路面データを前記第1データ通信部より送信する路面状態判別装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タイヤ側装置にてタイヤが受ける振動を検出すると共に、振動データに基づいて路面状態を示す路面データを作成して車体側システムに伝え、その路面データに基づいて路面状態を判別する路面状態判別装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、タイヤトレッドの裏面に加速度センサを備え、加速度センサにてタイヤに加えらるる振動を検出すると共に、その振動の検出結果に基づいて路面状態の判別を行う路面状態判別装置がある。この路面状態判別装置では、加速度センサが検出したタイヤの振動波形に基づいて路面状態に関するデータを作成し、各車輪それぞれのデータを車体側の受信機などに伝えることで、路面状態の判別を行っている。

【0003】

このような路面状態判別装置では、タイヤ側に備えられる加速度センサなどを含むタイヤ側装置から車体側に備えられる受信機などの車体側システムに対してデータ通信を行うことになる。このため、タイヤの中心に対してタイヤ側装置の位置している角度がデータ通信の良好な角度となっているときに、タイヤ側装置からのデータ送信が行われるようにするのが好ましい。

【0004】

例えば、特許文献1に、タイヤ側に圧力センサ等が備えられ、車体側に受信機が備えられるタイヤ空気圧モニタ装置において、タイヤ1回転中において、圧力センサがタイヤの中心に対して所定の角度となったときにデータ送信を行う技術が開示されている。この装置では、タイヤが1回転する際に、タイヤ空気圧がピーク値となるタイミングでの圧力センサの角度を測定し、このタイミングから予め測定しておいたデータ通信が良好になるときの圧力センサの角度となるまでの時間を計測する。そして、タイヤ空気圧がピーク値となるタイミングから一定の時間を置いて空気圧データが送信されるようにすることで、データ通信が良好に行われるようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-248783号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0006】

しかしながら、データ通信環境の変化などによって、タイヤ側装置がタイヤのどの角度に位置しているときにデータ通信が良好に行われるかが変化し得る。このため、単に、タイヤに対するタイヤ側装置の角度が予め測定しておいたデータ通信が良好になる角度となったタイミングでデータ送信が行われるようにしただけでは、データ通信環境の変化に対応することができない。

【0007】

本発明は上記点に鑑みて、データ通信環境の変化が生じたとしても、良好にタイヤ側装置から車体側システムに対して路面データを伝えることができる路面状態判別装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の路面状態判別装置では、タイヤ側装置(1)は、タイヤ(3)の振動の大きさに応じた検出信号を出力する振動検出部(10)と、検出信号の波形に現れる路面状態を示す路面データや車体側システムによる受信強度測定に用いられる計測用データを生成し、さらに、検出信号の波形に基づいてタイヤの中心に対して該タイヤ側装置が位置している角度である存在角度を推定すると共に、存在角度に基づいて決められる送信タイミングで路面データの送信が行われるようにする制御部(11)と、路面データもしくは計測用データを送信する第1データ通信部(12)と、を備え、車体側システム(2)は、タイヤ側装置と双方向通信を行い、第1データ通信部から送信された路面データおよび計測用データを受信する第2データ通信部(24)と、路面データに基づいて車両の走行路面の路面状態を判別する路面判別部(25a)と、計測用データの受信強度を測定する受信強度測定部(25c)と、タイヤの1回転中における計測用データの受信強度を記憶し、タイヤの1回転の中で計測用データの受信強度が高いときの存在角度を送信角度に設定し、第2データ通信部を通じて、送信角度を示すデータをタイヤ側装置に送信する送信角度設定部(25d)と、を備えた構成とされる。そして、制御部は、存在角度が送信角度になると、路面データを第1データ通信部より送信する。

【0009】

このように、タイヤの1回転の中で計測用データの受信強度が高いときの存在角度が送信角度に設定されるようにしている。そして、存在角度が送信角度となったときにタイヤ側装置から路面データが送信されるようにしている。このため、車体側システムでの受信強度が最大となる送信タイミングで路面データが送信されるようにでき、車体側システムで路面データを的確に受信することが可能となる。よって、データ通信環境の変化が生じたとしても、良好にタイヤ側装置から車体側システムに対して路面データを伝えることができる。

【0010】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係の一例を示すものである。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態にかかる路面状態判別装置が適用されたタイヤシステムの車両搭載状態でのブロック構成を示した図である。

【図2】タイヤ側装置および車体側システムの詳細を示したブロック図である。

【図3】タイヤ側装置が取り付けられたタイヤの断面模式図である。

【図4】タイヤ回転時における加速度取得部の出力電圧波形図である。

【図5】加速度取得部の検出信号を所定の時間幅Tの時間窓毎に区画した様子を示す図である。

【図6】車体側処理の詳細を示したフローチャートである。

【図7】タイヤ回転中の振動センサ部の検出信号とタイヤ側装置の角度の変化および計測用データの受信強度の変化の様子を示したタイムチャートである。

10

20

30

40

50

【図 8】タイヤ側処理の詳細を示したフローチャートである。

【図 9】タイヤの今回の回転時の時間軸波形と 1 回転前のときの時間軸波形それぞれを所定の時間幅 T の時間窓で分割した各区画での行列式 $X_i(r)$ 、 $X_i(s)$ と距離 K_{yz} との関係を示した図である。

【図 10】第 2 実施形態にかかるタイヤシステムに備えられるタイヤ側装置および車体側システムの詳細を示したブロック図である。

【図 11】車体側処理の詳細を示したフローチャートである。

【図 12】第 3 実施形態にかかるタイヤシステムに備えられるタイヤ側装置および車体側システムの詳細を示したブロック図である。

【図 13】タイヤ側処理の詳細を示したフローチャートである。

10

【図 14】第 4 実施形態にかかるタイヤシステムに備えられるタイヤ側装置および車体側システムの詳細を示したブロック図である。

【図 15】車体側処理の詳細を示したフローチャートである。

【図 16】タイヤ側処理の詳細を示したフローチャートである。

【図 17】第 5 実施形態にかかるタイヤシステムに備えられるタイヤ側装置および車体側システムの詳細を示したブロック図である。

【図 18】タイヤ側処理の詳細を示したフローチャートである。

【図 19】車体側処理の詳細を示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

20

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。

【0013】

(第 1 実施形態)

図 1 ~ 図 9 を参照して、本実施形態にかかる路面状態判別機能を有するタイヤシステム 100 について説明する。本実施形態にかかるタイヤシステム 100 は、車両の各車輪に備えられるタイヤの接地面に加わる振動に基づいて走行中の路面状態を判別すると共に、路面状態に基づいて車両の危険性の報知や車両運動制御などを行うものである。

【0014】

図 1 および図 2 に示すようにタイヤシステム 100 は、車輪側に設けられたタイヤ側装置 1 と、車体側に備えられた各部を含む車体側システム 2 とを有する構成とされている。車体側システム 2 としては、受信機 21、ブレーキ制御用の電子制御装置（以下、ブレーキ ECU という）22、報知装置 23 などが備えられている。なお、このタイヤシステム 100 のうち路面状態判別機能を実現する部分が路面状態判別装置に相当する。本実施形態の場合、タイヤ側装置 1 と車体側システム 2 のうちの受信機 21 が路面状態判別装置を構成している。

30

【0015】

本実施形態のタイヤシステム 100 は、タイヤ側装置 1 よりタイヤ 3 が走行中の路面状態に応じたデータ（以下、路面データという）を送信すると共に、受信機 21 で路面データを受信して路面状態の判別を行う。また、タイヤシステム 100 は、受信機 21 で路面状態の判別結果を報知装置 23 に伝え、報知装置 23 より路面状態の判別結果を報知させる。これにより、例えばドライ路やウェット路もしくは凍結路であることなど、路面状態をドライバに伝えることが可能となり、滑り易い路面である場合にはドライバに警告することも可能となる。また、タイヤシステム 100 は、車両運動制御を行うブレーキ ECU 22 などに路面状態を伝えることで、危険を回避するための車両運動制御が行われるようにする。例えば、凍結時には、ドライ路の場合と比較してブレーキ操作量に対して発生させられる制動力が弱められるようにすることで、路面 μ が低いときに対応した車両運動制御となるようにする。具体的には、タイヤ側装置 1 および車体側システム 2 は、以下の

40

【0016】

50

タイヤ側装置 1 は、図 2 に示すように、振動センサ部 1 0、制御部 1 1、データ通信部 1 2 および電源部 1 3 を備えた構成とされ、図 3 に示されるように、タイヤ 3 のトレッド 3 1 の裏面側に設けられる。

【 0 0 1 7 】

振動センサ部 1 0 は、タイヤ 3 に加わる振動を検出するための振動検出部を構成するものである。例えば、振動センサ部 1 0 は、加速度センサによって構成される。振動センサ部 1 0 が加速度センサとされる場合、振動センサ部 1 0 は、タイヤ 3 が回転する際にタイヤ側装置 1 が描く円軌道に対して接する方向、つまり図 3 中の矢印 X で示すタイヤ接線方向の振動の大きさに応じた検出信号として、加速度の検出信号を出力する。より詳しくは、振動センサ部 1 0 は、矢印 X で示す二方向のうちの一方向を正、反対方向を負とする出力電圧などを検出信号として発生させる。例えば、振動センサ部 1 0 は、タイヤ 3 が 1 回転するよりも短い周期に設定される所定のサンプリング周期ごとに加速度検出を行い、それを検出信号として出力している。なお、振動センサ部 1 0 の検出信号は、出力電圧もしくは出力電流として表されるが、ここでは出力電圧として表される場合を例に挙げる。

10

【 0 0 1 8 】

制御部 1 1 は、CPU、ROM、RAM、I/Oなどを備えた周知のマイクロコンピュータによって構成され、ROMなどに記憶されたプログラムに従って検出信号の信号処理を行い、検出信号に現れる路面状態を示す路面データを生成する。そして、制御部 1 1 は、それらの処理を行う機能部として波形処理部 1 1 a、位置推定部 1 1 b および送信タイミング生成部 1 1 c を備えた構成とされている。

20

【 0 0 1 9 】

波形処理部 1 1 a は、振動センサ部 1 0 が出力する検出信号をタイヤ接線方向の振動データを表す検出信号として用いて、この検出信号が示す振動波形の波形処理を行うことで、検出信号の生波形データや路面データを作成する。例えば、波形処理部 1 1 a は、所定のサンプリング周期毎に振動センサ部 1 0 の検出信号を入力し、波形処理を行っている。本実施形態の場合、波形処理部 1 1 a は、タイヤ 3 の加速度（以下、タイヤ G という）の検出信号を信号処理することでタイヤ G の特徴量を抽出し、この特徴量を含むデータを路面データとしている。さらに、波形処理部 1 1 a は、作成した生波形データを位置推定部 1 1 b に伝えたり、路面データをデータ通信部 1 2 に伝えたりしている。

30

【 0 0 2 0 】

なお、後述するように、データ通信部 1 2 からの路面データのデータ送信はタイヤ 3 が複数回転する毎、例えば 1 0 回転する毎に 1 回もしくは複数回の割合で行われる。このため、波形処理部 1 1 a は、タイヤ 3 の 1 回転毎にタイヤ G の特徴量の抽出を行っても良いが、データ通信部 1 2 からのデータ送信が行われるときのタイヤ 3 の回転時のみタイヤ G の特徴量を抽出するようにしても良い。また、ここでいう特徴量の詳細については後で説明する。

【 0 0 2 1 】

位置推定部 1 1 b は、タイヤ側装置 1 の位置、具体的にはタイヤ 3 の中心に対するタイヤ側装置 1 の位置している角度（以下、存在角度という）を推定する。位置推定部 1 1 b は、波形処理部 1 1 a からサンプリング周期毎に伝えられる振動センサ部 1 0 の検出信号の生波形データと、後述するように、車体側システム 2 から伝えられる車速データに基づいて、存在角度を推定している。

40

【 0 0 2 2 】

例えば、タイヤ回転時における振動センサ部 1 0 の検出信号の出力電圧波形は、例えば図 4 に示す波形となる。この図に示されるように、タイヤ 3 の回転に伴ってトレッド 3 1 のうち振動センサ部 1 0 の配置箇所と対応する部分（以下、装置搭載位置という）が接地し始めた接地開始時に、振動センサ部 1 0 の出力電圧が極大値をとる。以下、この振動センサ部 1 0 の出力電圧が極大値をとる接地開始時のピーク値を第 1 ピーク値という。さらに、図 4 に示されるように、タイヤ 3 の回転に伴って装置搭載位置が接地していた状態から接地しなくなる接地終了時に、振動センサ部 1 0 の出力電圧が極小値をとる。以下、こ

50

の振動センサ部 10 の出力電圧が極小値をとる接地終了時のピーク値を第 2 ピーク値という。

【0023】

振動センサ部 10 の出力電圧が上記のようなタイミングでピーク値をとるのは、以下の理由による。すなわち、タイヤ 3 の回転に伴って装置搭載位置が接地する際、振動センサ部 10 の近傍においてタイヤ 3 のうちそれまで略円筒面であった部分が押圧されて平面状に変形する。このときの衝撃を受けることで、振動センサ部 10 の出力電圧が第 1 ピーク値をとる。また、タイヤ 3 の回転に伴って装置搭載位置が接地面から離れる際には、振動センサ部 10 の近傍においてタイヤ 3 は押圧が解放されて平面状から略円筒状に戻る。このタイヤ 3 の形状が元に戻るときの衝撃を受けることで、振動センサ部 10 の出力電圧が第 2 ピーク値をとる。このようにして、振動センサ部 10 の出力電圧が接地開始時と接地終了時でそれぞれ第 1、第 2 ピーク値をとるのである。また、タイヤ 3 が押圧される際の衝撃の方向と、押圧から開放される際の衝撃の方向は逆方向であるため、出力電圧の符号も逆方向となる。

10

【0024】

ここで、装置搭載位置が路面に接地した瞬間を「踏み込み領域」、路面から離れる瞬間を「蹴り出し領域」とする。「踏み込み領域」には、第 1 ピーク値となるタイミングが含まれ、「蹴り出し領域」には、第 2 ピーク値となるタイミングが含まれる。また、踏み込み領域の前を「踏み込み前領域」、踏み込み領域から蹴り出し領域までの領域、つまり装置搭載位置が接地中の領域を「蹴り出し前領域」、蹴り出し領域後を「蹴り出し後領域」とする。このように、装置搭載位置が接地する期間およびその前後を 5 つの領域に区画することができる。なお、図 4 中では、検出信号のうちの「踏み込み前領域」、「踏み込み領域」、「蹴り出し前領域」、「蹴り出し領域」、「蹴り出し後領域」を順に 5 つの領域 R1 ~ R5 として示してある。

20

【0025】

このように、振動センサ部 10 の検出信号の出力電圧波形は、装置搭載位置の接地開始時や接地終了時にピーク値を取る。そして、タイヤ 3 が 1 回転するのに掛かる時間が車速データから推定できることから、タイヤ振動を表す振動センサ部 10 の検出信号と車速データに基づいて、タイヤ 3 の回転中に存在角度を推定できる。例えば、位置推定部 11b は、振動センサ部 10 の検出信号が第 1 ピーク値もしくは第 2 ピーク値となったタイミングからの経過時間と、車速データから得られるタイヤ 3 が 1 回転するのに掛かる時間とから、存在角度を推定する。

30

【0026】

なお、ここでは、存在角度を推定するのに、振動センサ部 10 の検出信号の生波形データを用いているが、生波形データに限らない。例えば、検出信号の振幅の大きさを A/D 変換したデジタル値を用いて、存在角度を推定しても良い。

【0027】

送信タイミング生成部 11c は、データ通信部 12 からのデータ送信を制御するもので、データ送信を行わせたいタイミングでデータ通信部 12 に対して指示信号を出力することでデータ通信部 12 からデータ通信が行われるようにする。具体的には、送信タイミング生成部 11c は、路面データを送信させるときの角度（以下、この角度を送信角度という）を検出し、位置推定部 11b で推定される存在角度が送信角度になると、データ通信部 12 に指示信号を送信する。送信角度については、車体側システム 2 から伝えられるようになっており、データ通信部 12 から車体側システム 2 へのデータ通信が良好に行えると想定される角度に設定される。なお、この送信角度の設定方法については後述する。また、以下の説明では、位置推定部 11b で推定される存在角度が送信角度になったタイミングのことを送信角度タイミングという。

40

【0028】

なお、送信タイミング生成部 11c は、タイヤ 3 の 1 回転毎に送信角度タイミングを検出してデータ通信部 12 から路面データの送信を行わせることもできるが、タイヤ 3 の複

50

数回転毎に1回もしくは複数回の割合でデータ送信を行わせれば良い。

【0029】

また、送信タイミング生成部11cは、車体側システム2から送信角度に関するデータが伝えられる前のときには、タイヤ3が1回転する間、連続的に送信角度の計測用データを送信する。この計測用データに基づいて、車体側システム2において送信角度が設定されるようになっている。計測用データは、一定の電波強度の信号として送信されるものであり、振動センサ部10の検出信号の生波形データそのものであっても良いし、計測用のダミーデータであっても良い。本実施形態の場合、計測用データには、位置推定部11bで推定されるサンプリング周期毎の存在角度のデータが含まれ、計測用データが送信されたタイミングでの存在角度が車体側システム2において把握できるようになっている。

10

【0030】

データ通信部12は、第1データ通信部を構成する部分である。データ通信部12は、例えば、波形処理部11aから路面データが伝えられるとその路面データをストックしておき、送信角度タイミングになったときに送信タイミング生成部11cから指示信号が伝えられると、そのタイミングで路面データの送信を行う。路面データについては、波形処理部11aでタイヤ3が1回転する毎に生成されるのであれば最新のものに適宜更新されてストックされるようになっており、最新のものが送信されるようになっている。

【0031】

なお、ここでは、波形処理部11aが路面データを生成すると、それをデータ通信部12に伝え、データ通信部12でストックしておくようにしている。これに対して、波形処理部11aで生成した路面データを送信タイミング生成部11cに伝え、送信タイミング生成部11cで送信角度タイミングになったことを検出したときに、指示信号に代えて路面データをデータ通信部12に伝えるようにしても良い。さらに、波形処理部11aで路面データをストックしておき、送信タイミング生成部11cで送信角度タイミングになったことを検出したときに、波形処理部11aからデータ通信部12に伝えさせるようにしても良い。これらの場合、データ通信部12は、路面データが送られてくるたびに、データ送信を行うようにすれば良い。

20

【0032】

また、データ通信部12は、送信タイミング生成部11cから計測用データが伝えられると、同時に、その計測用データを車体側システム2に向けて送信する。これにより、計測用データが車体側システム2に伝えられる。このとき、計測用データがデータ通信部12に伝えられると同時に車体側システム2に伝えられている。また、計測用データには、計測用データがデータ通信部12に伝えられたタイミングでの存在角度のデータが含まれている。このため、計測用データが送信される各タイミングでのタイヤ側装置1の存在角度は、計測用データに含まれる存在角度と同じになる。

30

【0033】

また、データ通信部12は、双方向通信可能とされており、車体側システム2から送られてくるデータを受信する役割も果たす。例えば、データ通信部12は、車体側システム2からの車速データや送信角度を示すデータである送信角度データを受信し、それを送信タイミング生成部11cに伝える。

40

【0034】

なお、データ通信部12は、ここでは1つの構成として記載されているが、送信部と受信部それぞれ別々に構成されたものであっても良い。また、双方向通信の形態については、様々なものを適用することができ、BLE (Bluetooth Low Energyの略) 通信を含むブルートゥース通信、wifiなどの無線LAN (Local Area Networkの略)、Sub-GHz通信、ウルトラワイドバンド通信、ZigBeeなどを適用できる。なお、ブルートゥースは「登録商標」である。

【0035】

電源部13は、タイヤ側装置1の電源となるものであり、タイヤ側装置1に備えられる各部への電力供給を行うことで、各部が作動させられるようにしている。電源部13は、

50

例えばボタン電池等の電池で構成される。タイヤ側装置 1 がタイヤ 3 内に備えられることから、容易に電池交換を行うことができないため、消費電力の軽減を図ることが必要となっている。

【 0 0 3 6 】

一方、車体側システム 2 を構成する受信機 2 1 やブレーキ E C U 2 2 および報知装置 2 3 は、図示しないイグニッションスイッチなどの起動スイッチがオンされると駆動されるものである。

【 0 0 3 7 】

受信機 2 1 は、図 2 に示すように、データ通信部 2 4 と制御部 2 5 とを有した構成とされている。

【 0 0 3 8 】

データ通信部 2 4 は、第 2 データ通信部を構成するものであり、タイヤ側装置 1 のデータ通信部 1 2 との間において双方向通信を行う。具体的には、データ通信部 2 4 は、データ通信部 1 2 より送信された特徴量を含む路面データを受信し、制御部 2 5 に伝える役割を果たす。また、データ通信部 2 4 は、後述するように、制御部 2 5 から送られてくる車速データや送信角度データを各タイヤ側装置 1 に送信する役割も果たす。なお、データ通信部 2 4 は、ここでは 1 つの構成として記載されているが、送信部と受信部それぞれ別々に構成されたものであっても良い。

【 0 0 3 9 】

制御部 2 5 は、CPU、ROM、RAM、I/Oなどを備えた周知のマイクロコンピュータによって構成され、ROMなどに記憶されたプログラムに従って、路面状態の判別のための各種処理を実行する。具体的には、制御部 2 5 は、各タイヤ側装置 1 の送信角度の設定を行ったり、路面状態の判別を行ったりしており、路面判別部 2 5 a、車速データ取得部 2 5 b、受信強度測定部 2 5 c および送信角度設定部 2 5 d を有した構成とされている。

【 0 0 4 0 】

路面判別部 2 5 a は、タイヤ側装置 1 から送信されてくる路面データに基づいて路面状態の判別を行う。具体的には、路面判別部 2 5 a は、サポートベクタを保存しており、制御部 1 1 から伝えられる路面データとサポートベクタとを比較することで路面状態の判別を行っている。

【 0 0 4 1 】

サポートベクタは、路面の種類ごとに記憶され、保存されている。サポートベクタは、手本となる特徴量のことであり、例えばサポートベクタマシンを用いた学習によって得られる。タイヤ側装置 1 を備えた車両を実験的に路面の種類別に走行させ、そのときに制御部 1 1 で抽出した特徴量を所定のタイヤ回転数分学習し、その中から典型的な特徴量を所定数分抽出したものがサポートベクタとされる。例えば、路面の種類別に、100万回転分の特徴量を学習し、その中から100回転分の典型的な特徴量を抽出したものをサポートベクタとしている。

【 0 0 4 2 】

そして、路面判別部 2 5 a は、データ通信部 2 4 が受信したタイヤ側装置 1 より送られてきた路面データに含まれる特徴量と、保存された路面の種類別のサポートベクタとを比較することで、路面状態を判別する。例えば、今回受信した路面データに含まれる特徴量を路面の種類別のサポートベクタと対比して、その特徴量が最も近いサポートベクタの路面を現在の走行路面と判別している。

【 0 0 4 3 】

また、路面判別部 2 5 a は、路面状態を判別すると、判別した路面状態を報知装置 2 3 に伝え、必要に応じて報知装置 2 3 より路面状態をドライバに伝える。これにより、ドライバは路面状態に対応した運転を心掛けるようになり、車両の危険性を回避することが可能となる。例えば、報知装置 2 3 を通じて判別された路面状態を常に表示するようにしても良いし、判別された路面状態がウェット路や凍結路等のように運転をより慎重に行う必

10

20

30

40

50

要があるときにのみ路面状態を表示してドライバに警告するようにしても良い。また、受信機 21 からブレーキ ECU 22 などの車両運動制御を実行するための ECU に対して路面状態を伝えており、伝えられた路面状態に基づいて車両運動制御が実行されるようにしている。

【0044】

車速データ取得部 25b は、車速に対応するデータである車速データを取得し、それをデータ通信部 24 に伝えることで、タイヤ側装置 1 に伝える役割を果たす。例えば、車速データ取得部 25b は、車速が路面状態判別を必要とする所定速度、例えば 20 km/h 以上になると、路面データの送信タイミング毎に車速データをデータ通信部 24 に伝える。車速データ取得部 25b は、車速そのものを示すデータを直接取得し、それを車速データとしてデータ通信部 24 に伝えても良いし、車速を算出するために必要なデータを取得し、算出結果を車速データとしてデータ通信部 24 に伝えても良い。例えば、ブレーキ ECU 22 では、ブレーキ制御を行うために車速そのものを示すデータを扱っているため、それを車速データとしてブレーキ ECU 22 から車速データ取得部 25b に伝えられるようにすることができる。

10

【0045】

受信強度測定部 25c は、タイヤ側装置 1 から送信された計測用データを受信すると、その受信強度を測定するものである。受信強度測定部 25c は、タイヤ 3 が 1 回転する間、連続的に計測用データが送信されてくるため、その期間中、連続的に計測用データの受信強度を測定し、その測定結果を計測用データと共に送信角度設定部 25d に伝えている。

20

【0046】

送信角度設定部 25d は、受信強度測定部 25c から伝えられたタイヤ 3 の 1 回転中の受信強度と計測用データに含まれるサンプリング周期毎の存在角度のデータとに基づいて、送信角度を設定する。具体的には、送信角度設定部 25d は、タイヤ 3 の 1 回転中において、最も受信強度が高かったときを抽出し、そのときの計測用データに含まれていた存在角度を送信角度として設定する。そして、送信角度設定部 25d は、設定した送信角度に関するデータをデータ通信部 24 に伝える。これにより、計測用データを送信してきたタイヤ側装置 1 に対して、データ通信部 24 から送信角度に関するデータを送信する。このようにして、各タイヤ側装置 1 に対して送信角度を伝えることが可能となる。

30

【0047】

なお、車体側システム 2 においては、各タイヤ側装置 1 から計測用データがタイヤ 3 の 1 回転中に連続的に送信されてくることになるため、各タイヤ側装置 1 からの送信が異なったタイミングで行われるようにするのが好ましい。例えば、タイヤ 3 が回転し始めてから所定回転数だけ回転してから計測用データが送信されるようにしておき、その送信されるとき回転数が各タイヤ側装置 1 でランダムに設定されるようにすれば良い。車体側システム 2 から各タイヤ側装置 1 に対して計測用データの送信を行わせる指示信号を送信させ、各タイヤ側装置 1 から異なるタイミングで計測用データの送信が行われるようにしても良い。

【0048】

ブレーキ ECU 22 は、様々なブレーキ制御を行う制動制御装置を構成するものであり、ブレーキ液圧制御用のアクチュエータを駆動することで自動的にブレーキ液圧を発生させ、ホイールシリンダを加圧して制動力を発生させる。また、ブレーキ ECU 22 は、各車輪の制動力を独立して制御することもできる。このブレーキ ECU 22 により、受信機 21 から路面状態が伝えられると、それに基づいて車両運動制御として制動力の制御を行っている。例えば、ブレーキ ECU 22 は、伝えられた路面状態が凍結路であることを示していた場合、ドライ路面と比較して、ドライバによるブレーキ操作量に対して発生させる制動力を弱めるようにする。これにより、車輪スリップを抑制でき、車両の危険性を回避することが可能となる。

40

【0049】

50

報知装置 23 は、例えばメータ表示器などで構成され、ドライバに対して路面状態を報知する際に用いられる。報知装置 23 をメータ表示器で構成する場合、ドライバが車両の運転中に視認可能な場所に配置され、例えば車両におけるインストルメントパネル内に設置される。メータ表示器は、受信機 21 から路面状態が伝えられると、その路面状態が把握できる態様で表示を行うことで、視覚的にドライバに対して路面状態を報知することができる。

【0050】

なお、報知装置 23 をブザーや音声案内装置などで構成することもできる。その場合、報知装置 23 は、ブザー音や音声案内によって、聴覚的にドライバに対して路面状態を報知することができる。また、視覚的な報知を行う報知装置 23 としてメータ表示器を例に挙げたが、ヘッドアップディスプレイなどの情報表示を行う表示器によって報知装置 23 を構成しても良い。

10

【0051】

このようにして、本実施形態にかかるタイヤシステム 100 が構成されている。なお、車体側システム 2 を構成する各部は、例えば CAN (Controller Area Network の略) 通信などによる車内 LAN (Local Area Network の略) を通じて接続されている。このため、車内 LAN を通じて各部が互いに情報伝達できるようになっている。

【0052】

次に、上記した制御部 11 で抽出する特徴量の詳細について説明する。

【0053】

ここでいう特徴量とは、振動センサ部 10 が取得したタイヤ 3 に加わる振動の特徴を示す量であり、例えば特徴ベクトルとして表される。

20

【0054】

上記したように、振動センサ部 10 の検出信号の出力電圧波形は、図 4 に示すような波形となり、例えば図 4 中に示した各領域 R1 ~ R5 に区画される。そして、路面状態に応じて、区画した各領域でタイヤ 3 に生じる振動が変動し、振動センサ部 10 の検出信号が変化することから、各領域での振動センサ部 10 の検出信号を周波数解析することで、車両の走行路面における路面状態を検出する。例えば、圧雪路のような滑り易い路面状態では蹴り出し時の剪断力が低下するため、蹴り出し領域 R4 や蹴り出し後領域 R5 において、1 kHz ~ 4 kHz 帯域から選択される帯域値が小さくなる。このように、路面状態に応じて振動センサ部 10 の検出信号の各周波数成分が変化することから、検出信号の周波数解析に基づいて路面状態を判定することが可能になる。

30

【0055】

このため、波形処理部 11a は、連続した時間軸波形となっているタイヤ 3 の 1 回転分の振動センサ部 10 の検出信号を、図 5 に示すように所定の時間幅 T の時間窓毎に複数の区画に分割し、各区画で周波数解析を行うことで特徴量を抽出している。具体的には、各区画で周波数解析を行うことで、各周波数帯域でのパワースペクトル値、つまり特定周波数帯域の振動レベルを求め、このパワースペクトル値を特徴量としている。

【0056】

なお、時間幅 T の時間窓で分割された区画の数は車速に応じて、より詳しくはタイヤ 3 の回転速度に応じて変動する値である。以下の説明では、タイヤ 1 回転分の区画数を n (ただし、n は自然数) としている。

40

【0057】

例えば、各区画それぞれの検出信号を複数の特定周波数帯域のフィルタ、例えば 0 ~ 1 kHz、1 ~ 2 kHz、2 ~ 3 kHz、3 ~ 4 kHz、4 ~ 5 kHz の 5 つのバンドパスフィルタに通して得られたパワースペクトル値を特徴量としている。この特徴量は、特徴ベクトルと呼ばれるもので、ある区画 i (ただし、i は 1 ~ n の自然数) の特徴ベクトル X_i は、各特定周波数帯域のパワースペクトル値を a_{ik} で示すと、これを要素とする行列として、次式のように表される。

【0058】

50

【数 1】

$$X_i = \begin{bmatrix} a_{i1} \\ a_{i2} \\ a_{i3} \\ a_{i4} \\ a_{i5} \end{bmatrix}$$

なお、パワースペクトル値 a_{ik} における k は、特定周波数帯域の数、つまりバンドパスフィルタの数であり、上記のように $0 \sim 5$ kHz の帯域を 5 つに分ける場合、 $k = 1 \sim 5$ となる。そして、全区画 $1 \sim n$ の特徴ベクトル $X_1 \sim X_n$ を総括して示した行列式 X は、次式となる。

【0059】

【数 2】

$$X = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & \cdots & a_{n1} \\ a_{12} & a_{22} & \cdots & a_{n2} \\ a_{13} & a_{23} & \cdots & a_{n3} \\ a_{14} & a_{24} & \cdots & a_{n4} \\ a_{15} & a_{25} & \cdots & a_{n5} \end{pmatrix}$$

この行列式 X がタイヤ 1 回転分の特徴量を表した式となる。制御部 11 では、この行列式 X で表される特徴量を振動センサ部 10 の検出信号を周波数解析することによって抽出している。

【0060】

続いて、本実施形態にかかるタイヤシステム 100 の作動について説明する。

【0061】

まず、車両の起動スイッチがオンされると、車体側システム 2 の各部に電力供給が行われ、受信機 21 等が起動させられる。そして、受信機 21 では、車速データ取得部 25b がブレーキ ECU 22 等より車速データを取得し、その車速データを所定のタイミングでデータ通信部 24 に伝え、データ通信部 24 を通じて各タイヤ側装置 1 に対して送信する。そして、受信機 21 の制御部 25 は、路面判別部 25a、受信強度測定部 25c および送信角度設定部 25d において、所定の制御周期毎に図 6 に示す車体側処理を実行する。

【0062】

まず、ステップ S100 では、制御部 25 は、送信角度設定部 25d から送信角度データが送信済みであるか否かを判定する。ここで、車両の起動スイッチがオンされた直後の場合には、送信角度データを送信済みではないと判定され、ステップ S110 に進む。

【0063】

ステップ S110 では、制御部 25 は、後述するように、各タイヤ側装置 1 から送られてくる存在角度のデータを含む計測用データを受信する。そして、ステップ S120 に進み、制御部 25 は、計測用データの受信強度を計測用データに含まれる存在角度のデータと対応づけて記憶する。この後、ステップ S130 に進み、タイヤ 1 回転分、各タイヤ側装置 1 からの計測用データの受信を行ったか否かを判定し、タイヤ 1 回転分の計測用データを受信するまでステップ S110、S120 の処理を繰り返す。これにより、制御部 25 には、存在角度毎の計測用データの受信強度がタイヤ 1 回転分記憶される。

【0064】

そして、タイヤ 1 回転分の計測用データを受信するとステップ S140 に進み、制御部 25 は、タイヤ 1 回転分受信した計測用データの受信強度が最大となるときの存在角度を送信角度として設定する。例えば、図 7 に示すように、振動センサ部 10 の検出信号がタイヤ 1 回転中、つまり装置搭載位置が接地して第 1 ピーク値や第 2 ピーク値を繰り返す期間中に、装置搭載位置が変化し、これに伴って計測用データの受信強度も変化する。この

10

20

30

40

50

ため、受信強度が最大となったタイミングを抽出し、受信強度が最大となったタイミングの計測用データに含まれていた存在角度を送信角度として設定する。

【0065】

その後、ステップS150に進み、制御部25は、計測用データを送信してきたタイヤ側装置1に対して、ステップS140で設定された送信角度を示した送信角度データを送信する。また、制御部25は、例えば、送信角度設定部25dに備えられた図示しない送信済みフラグをセットする等により、送信角度データの送信を行ったことを履歴として記憶する。

【0066】

一方、各タイヤ側装置1は、車両走行前にはスリープ状態となっているが、走行開始すると起動させられる。例えば、制御部11は、振動センサ部10の検出信号を入力し、検出信号の波形が所定の閾値を超えることに基づいてタイヤ3の回転、つまり車両の走行を検知してスリープされていた各機能を起動させる。そして、制御部11は、波形処理部11a、位置推定部11bおよび送信タイミング生成部11cにおいて、所定の制御周期毎に図8に示すデータ送信処理を実行する。

10

【0067】

まず、ステップS200では、制御部11は、波形処理部11aにおいて、振動センサ部10の検出信号を入力し、この検出信号を用いて生波形データや路面データの生成を行う。

【0068】

路面データについては、波形処理部11aは、タイヤ3の1回転分における振動センサ部10の検出信号の時間軸波形を取得し、それに基づいて生成している。具体的には、波形処理部11aは、取得した時間軸波形の検出信号を、所定の時間幅Tの時間窓毎に複数の区画に分割する。その後、波形処理部11aは、分割した各区画で周波数解析を行い、各周波数帯域でのパワースペクトル値を得ることでタイヤ1回転分の特徴量を算出し、この特徴量のデータを含む路面データを生成している。そして、このようにして路面データが生成されると、それがデータ通信部12に伝えられる。

20

【0069】

一方、生波形データについては、所定の制御周期毎に生成される。そして、生波形データが生成される毎に、続くステップS210の処理に移行する。

30

【0070】

ステップS210では、制御部11は、位置推定部11bにおいて、車体側システム2から伝えられた車速データと、波形処理部11aから伝えられた生波形データとに基づいて存在角度を推定する。その後、ステップS220に進み、制御部11は、送信タイミング生成部11cにて、車体側システム2から送信角度データを受け取っているか否かを判定する。ここで、まだ送信角度データを受け取っていなければ否定判定され、ステップS230に進む。そして、ステップS230において、制御部11は、データ通信部12を通じて、車体側システム2へ、存在角度のデータを含めた計測用データを送信する。

【0071】

なお、少なくともタイヤ3が1回転するまでは、上記した図6のステップ130で否定判定され、ステップS150での送信角度データの送信が行われず、ステップS200～S230の処理が繰り返されることになる。このため、波形処理部11aは、タイヤ3が1回転するまでは計測用データを車体側システム2に対して送信し続ける。

40

【0072】

また、車体側システム2から送信角度データの送信が行われ、ステップS220で肯定判定されると、ステップS240に進む。そして、制御部11は、送信タイミング生成部11cにおいて、現在の存在角度が送信角度であるか否かを判定し、存在角度が送信角度になるまでは、ステップS200からの処理を繰り返す。これにより、波形処理部11aは、振動センサ部10の検出信号の時間軸波形の取得処理をタイヤ3が1回転するまで継続することになり、上記したように、タイヤ3の1回転分の検出信号に基づいて路面デー

50

タを生成する。

【0073】

そして、ステップS240で肯定判定されると、ステップS250に進み、送信タイミング生成部11cは、データ通信部12に対して指示信号を出力し、波形処理部11aから伝えられた路面データを車体側システム2へ送信させる。このようにして、各タイヤ側装置1の存在角度が送信角度となると、各タイヤ側装置1から車体側システム2に対して路面データが送信される。

【0074】

なお、図8に示すタイヤ側処理を行う場合、存在角度が送信角度になる毎、つまりタイヤ3が1回転する毎に路面データの送信が行われることになるが、タイヤ3が複数回転する毎に行われるようにしても良い。

10

【0075】

さらに、車体側システム2においては、上記したステップS150の送信角度データの送信が完了すると、ステップS100で肯定判定されることになる。このため、制御部25は、ステップS160に進み、存在角度が送信角度となったときにタイヤ側装置1から送信された路面データを受信する。そして、ステップS170に進み、路面判別部25aにおいて、受信した路面データに基づいて路面状態を判別する。具体的には、受信した路面データに含まれる特徴量と、路面判別部25aに保存された路面の種類別のサポートベクタとを比較することで、路面状態を判別する。例えば、特徴量を路面の種類別の全サポートベクタとの類似度を求め、最も類似度が高かったサポートベクタの路面を現在の走行路面と判別している。

20

【0076】

例えば、特徴量を路面の種類別の全サポートベクタとの類似度の算出は、次のような手法によって行うことができる。

【0077】

上記したように特徴量を表す行列式Xについて、特徴量の行列式をX(r)、サポートベクタの行列式をX(s)とし、それぞれの行列式の各要素となるパワースペクトル値 a_{ik} を $a(r)_{ik}$ 、 $a(s)_{ik}$ で表すとする。その場合、特徴量の行列式X(r)とサポートベクタの行列式X(s)は、それぞれ次のように表される。

【0078】

【数3】

$$X(r) = \begin{pmatrix} a(r)_{11} & a(r)_{21} & \cdots & a(r)_{n1} \\ a(r)_{12} & a(r)_{22} & \cdots & a(r)_{n2} \\ a(r)_{13} & a(r)_{23} & \cdots & a(r)_{n3} \\ a(r)_{14} & a(r)_{24} & \cdots & a(r)_{n4} \\ a(r)_{15} & a(r)_{25} & \cdots & a(r)_{n5} \end{pmatrix}$$

30

【0079】

【数4】

$$X(s) = \begin{pmatrix} a(s)_{11} & a(s)_{21} & \cdots & a(s)_{n1} \\ a(s)_{12} & a(s)_{22} & \cdots & a(s)_{n2} \\ a(s)_{13} & a(s)_{23} & \cdots & a(s)_{n3} \\ a(s)_{14} & a(s)_{24} & \cdots & a(s)_{n4} \\ a(s)_{15} & a(s)_{25} & \cdots & a(s)_{n5} \end{pmatrix}$$

40

類似度は、2つの行列式で示される特徴量とサポートベクタとの似ている度合いを示しており、類似度が高いほどより似ていることを意味している。本実施形態の場合、路面判別部25aは、カーネル法を用いて類似度を求め、その類似度に基づいて路面状態を判別

50

する。ここでは、特徴量の行列式 $X(r)$ とサポートベクタの行列式 $X(s)$ の内積、換言すれば特徴空間内において所定の時間幅 T の時間窓毎で分割した区画同士の特徴ベクトル X_i が示す座標間の距離を算出し、それを類似度として用いている。

【0080】

例えば、図9に示すように、振動センサ部10の検出信号の時間軸波形について、今回のタイヤ3の回転時の時間軸波形とサポートベクタの時間軸波形それぞれを所定の時間幅 T の時間窓で各区画に分割する。図示例の場合、各時間軸波形を5つの区画に分割しているため、 $n=5$ となり、 i は、 $1 \leq i \leq 5$ で表される。ここで、図中に示したように、今回のタイヤ3の回転時の各区画の特徴ベクトル X_i を $X_i(r)$ 、サポートベクタの各区画の特徴ベクトルを $X_i(s)$ とする。その場合、各区画の特徴ベクトル X_i が示す座標間の距離 K_{yz} については、今回のタイヤ3の回転時の各区画の特徴ベクトル $X_i(r)$ を含む横の升とサポートベクタの各区画の特徴ベクトル $X_i(s)$ を含む縦の升とが交差する升のように示される。なお、距離 K_{yz} については、 y は $X_i(s)$ における i を書き換えたものであり、 z は $X_i(r)$ における i を書き換えたものである。なお、実際には、車速に応じて、今回のタイヤ3の回転時とサポートベクタとの区画数は異なったものとなり得るが、ここでは等しくなる場合を例に挙げてある。

【0081】

本実施形態の場合、5つの特定周波数帯域に分けて特徴ベクトルを取得している。このため、時間軸と合わせた6次元空間において各区画の特徴ベクトル X_i が表されることとなり、区画同士の特徴ベクトルが X_i が示す座標間の距離は、6次元空間における座標間の距離となる。ただし、各区画の特徴ベクトルが示す座標間の距離については、特徴量とサポートベクタとが似ているほど小さく、似ていないほど大きくなることから、当該距離が小さいほど類似度が高く、距離が大きいほど類似度が低いことを示している。

【0082】

例えば、時分割によって区画1～ n とされている場合、区画1同士の特徴ベクトルが示す座標間の距離 K_{yz} については、次式で示される。

【0083】

【数5】

$$K_{yz} = \sqrt{\{a(r)_{11} - a(s)_{11}\}^2 + \{a(r)_{12} - a(s)_{12}\}^2 + \cdots + \{a(r)_{15} - a(s)_{15}\}^2}$$

このようにして、時分割による区画同士の特徴ベクトルが示す座標間の距離 K_{yz} を全区画について求め、全区画分の距離 K_{yz} の総和 K_{total} を演算し、この総和 K_{total} を類似度に対応する値として用いている。そして、総和 K_{total} を所定の閾値 Th と比較し、総和 K_{total} が閾値 Th よりも大きければ類似度が低く、総和 K_{total} が閾値 Th よりも小さければ類似度が高いと判定する。そして、このような類似度の算出を全サポートベクタに対して行い、最も類似度が高かったサポートベクタと対応する路面の種類が現在走行中の路面状態であると判別する。このようにして、路面状態判別を行うことができる。

【0084】

なお、ここでは類似度に対応する値として各区画の特徴ベクトルが示す2つの座標間の距離 K_{yz} の総和 K_{total} を用いているが、類似度を示すパラメータとして他のものを用いることもできる。例えば、類似度を示すパラメータとして、総和 K_{total} を区画数で割って求めた距離 K_{yz} の平均値である平均距離 K_{ave} を用いたり、特許文献1に示されているように、様々なカーネル関数を用いて類似度を求めることもできる。また、特徴ベクトルのすべてを用いるのではなく、その中から類似度の低いパスを除いて類似度の演算を行うようにしても良い。

【0085】

以上説明したようにして、本実施形態にかかるタイヤシステム100により、車両の走行路面の路面状態を判別することができる。そして、上記したように、存在角度が送信角

10

20

30

40

50

度となったときにタイヤ側装置 1 から路面データが送信されるようにしている。このため、受信機 2 1 での受信強度が最大となる送信タイミングで路面データが送信されるようにでき、受信機 2 1 で路面データを的確に受信することが可能となる。すなわち、データ通信環境の変化が生じたとしても、良好にタイヤ側装置 1 から車体側システム 2 に対して路面データを伝えることができる。

【 0 0 8 6 】

なお、本実施形態で説明した送信角度の設定については、納車時に 1 回のみ実施されるようにしても、車両製造時のデータ通信環境ではなく、その車両の実際のデータ通信環境の変化に応じた送信角度の設定を行うことが可能になる。ただし、例えばイグニッションスイッチがオン中の車両の一回の走行毎に、送信角度の設定が行われるようにすると、経年変化等に伴うデータ通信環境の変化に応じて送信角度の設定を行うことが可能となる。例えば、タイヤ側装置 1 において、振動センサ部 1 0 の検出信号に基づいて車両が一定時間以上停止して制御部 1 1 がスリープ状態になると、設定した送信角度をリセットするようにすれば、車両の一回の走行毎に送信角度の設定が行われるようにできる。

【 0 0 8 7 】

(第 2 実施形態)

第 2 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 実施形態に対して送信角度の更新が行えるようにしたものであり、その他については第 1 実施形態と同様であるため、第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【 0 0 8 8 】

図 1 0 に示すように、本実施形態では、受信機 2 1 の制御部 2 5 に更新判定部 2 5 e を追加している。この更新判定部 2 5 e により、タイヤ側装置 1 からの路面データの送信タイミング、つまり送信角度の更新が行えるようにしている。具体的には、更新判定部 2 5 e は、送信角度を設定したときにタイヤ 3 の 1 回転中に計測用データの受信強度が最大となったときの受信強度（以下、最大受信強度という）を記憶している。そして、更新判定部 2 5 e は、受信強度測定部 2 5 c において、タイヤ側装置 1 から路面データを受信したときの受信強度を測定させ、測定した受信強度が最大受信強度から低下している場合に、送信角度の更新を行う。例えば、更新判定部 2 5 e は、最大受信強度に対して測定した受信強度が所定値以上低下していた場合、もしくは、最大受信強度に対して所定の割合以下まで測定した受信強度が低下していた場合に、送信角度の更新を行うようにしている。このように送信角度の更新を行うことにより、一旦送信角度が設定された後に環境変化が生じた場合にも、より適切な送信角度が設定されるようにすることができる。

【 0 0 8 9 】

具体的には、本実施形態の場合、制御部 2 5 は、図 1 1 に示す車体側処理を実行することで送信角度の更新を行っている。なお、各タイヤ側装置 1 では、第 1 実施形態と同様、制御部 1 1 が図 8 に示すタイヤ側処理を実行することで、送信角度が設定される前には計測用データの送信を行い、送信角度が設定されると路面データの送信を行うようになっている。

【 0 0 9 0 】

まず、ステップ S 3 0 0 では、制御部 2 5 は、送信角度設定部 2 5 d から送信角度データを送信済みであるか否かを判定する。ここでは、送信角度設定部 2 5 d に備えられた図示しない送信済みフラグが“ 1 ”となっていてセットされていれば、制御部 2 5 は、送信角度に関するデータが送信済みであると判定している。ここで、送信角度データが送信済みでなければ、ステップ S 3 1 0 ~ S 3 5 0 において、図 6 のステップ S 1 1 0 ~ S 1 5 0 と同様の処理を行うことで送信角度を設定すると共に、送信角度データを送信する。それに加えて、ステップ S 3 4 0 では、制御部 2 5 は、タイヤ 3 の 1 回転中において最大となったときの受信強度を最大受信強度として記憶している。

【 0 0 9 1 】

さらに、送信角度データが送信済みであれば、制御部 2 5 は、ステップ S 3 6 0 に進み、路面データを受信すると共に受信強度測定部 2 5 c においてその受信強度を測定する。

そして、ステップS 3 7 0に進み、路面判別部 2 5 aにおいて、ステップS 1 7 0と同様の手法によって受信した路面データに基づいて路面状態を判別したのち、ステップS 3 8 0に進む。

【 0 0 9 2 】

ステップS 3 8 0では、ステップS 3 6 0で測定した受信強度を最大受信強度と比較して低下したか否かを判定する。そして、低下していなければステップS 3 7 0の処理を繰り返し、低下していればステップS 3 9 0に進んで送信角度の送信済みフラグをリセットして“ 0 ”にし、再びステップS 3 0 0からの処理が実行されるようにする。また、制御部 2 5は、データ通信部 2 4を通じて、受信強度が低下したと判定されたタイヤ側装置 1 に対して送信角度のリセットを指示する指示信号を送信する。

10

【 0 0 9 3 】

これにより、受信強度が低下したと判定されたタイヤ側装置 1では、図 8のステップS 2 2 0で送信角度を車体側システム 2から受信していないと判定され、ステップS 2 3 0に進んで計測用データの送信を行うことになる。したがって、制御部 2 5がステップS 3 0 0 ~ S 3 5 0の各種処理を実行し、再び送信角度を設定することで送信角度の更新が行われる。

【 0 0 9 4 】

なお、送信角度の更新が行われるときにも、ステップS 3 4 0において、制御部 2 5は、タイヤ 3の 1 回転中において最大となったときの受信強度を最大受信強度として記憶している。このため、送信角度の更新後にも、路面データの受信強度が低下すると、改めて送信角度の更新が行われることになり、より好ましい送信角度に更新されるようになっている。

20

【 0 0 9 5 】

以上説明したように、本実施形態では、送信角度が設定された後にも、路面データの受信強度が低下した場合に、送信角度が更新されるようにしている。これにより、より好ましい送信角度に更新されるようにすることが可能となり、データ通信環境の変化が生じたとしても、さらに良好にタイヤ側装置 1から車体側システム 2に対して路面データを伝えることができる。

【 0 0 9 6 】

(第 3 実施形態)

第 3 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 実施形態に対してタイヤ側装置 1 において車速推定が行えるようにして車体側システム 2 から車速データ取得部 2 5 b を無くしたものであり、その他については第 1 実施形態と同様であるため、第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

30

【 0 0 9 7 】

図 1 2 に示すように、本実施形態では、タイヤ側装置 1 の制御部 1 1 に車速推定部 1 1 d を備え、受信機 2 1 の制御部 2 5 から車速データ取得部 2 5 b を無くしている。

【 0 0 9 8 】

車速推定部 1 1 d は、波形処理部 1 1 a から波形処理後の振動センサ部 1 0 の検出信号、例えば生波形データを受け取り、検出信号に基づいて車速を推定する。具体的には、車速推定部 1 1 d は、タイヤ側装置 1 が取り付けられたタイヤ 3 の円周の長さを記憶しており、円周の長さとし生波形データに基づいて車速を推定する。振動センサ部 1 0 の検出信号は、図 4 に示すような時間軸波形となり、連続する第 1 ピーク値同士もしくは第 2 ピーク値同士の時間間隔はタイヤ 3 が 1 回転するのに掛かる時間に相当する。このため、車速推定部 1 1 d は、タイヤ 3 の円周の長さ、過去の検出信号の波形から求めたタイヤ 3 が 1 回転するのに掛かる時間とから車速を推定することができる。

40

【 0 0 9 9 】

このように、車速推定部 1 1 d において車速を推定できることから、位置推定部 1 1 b は、車速推定部 1 1 d で推定された車速に基づいて、存在角度を推定することができる。

【 0 1 0 0 】

50

このように構成される本実施形態のタイヤシステム100では、タイヤ側装置1の制御部11で図13に示すタイヤ側処理を実行する。なお、車体側システム2については、第1実施形態と同様、制御部25が図6に示す車体側処理を実行することで、送信角度の送信や路面データに基づく路面状態の判別を行うようになっている。

【0101】

まず、ステップS400では、図8のステップS200と同様に、制御部11は、振動センサ部10の検出信号を入力し、この検出信号を用いて生波形データや路面データの生成を行う。そして、ステップS405において、制御部11は、振動センサ部10の検出信号に基づいて、上記した手法により車速を推定する。その後、ステップS410～S450において、図8のステップS210～S250と同様の処理を行う。

10

【0102】

以上説明したように、本実施形態では、タイヤ側装置1において車速を推定している。このようにしても、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0103】

(第4実施形態)

第4実施形態について説明する。本実施形態は、第1～第3実施形態に対して周辺環境を加味して送信角度の設定が行えるようにしたものであり、その他については第1～第3実施形態と同様であるため、第1～第3実施形態と異なる部分についてのみ説明する。なお、ここでは、第1実施形態に対して周辺環境を加味した送信角度の設定を行えるようにした場合について説明するが、第2、第3実施形態に対しても適用可能である。

20

【0104】

図14に示すように、本実施形態では、受信機21の制御部25に周辺環境取得部25fを追加している。この周辺環境取得部25fにより、車両の周辺環境に関するデータを取得している。周辺環境取得部25fは、車載カメラ、ミリ波レーダ、ソナーなどで構成され、車両の周辺環境に関するデータを取得し、送信角度を設定する際に車両の周辺に何らかの障害となり得るもの、例えば建物などの構造物や周辺車両などが存在していることを検知する。例えば、周辺環境取得部25fは、車両から障害となり得るものまでの距離が所定の距離未満の場合に、障害となり得るものの存在を検知するようになっている。そして、周辺環境取得部25fは、車両の周辺に障害となり得るものの存在を検知した場合には、タイヤ側装置1からの計測用データの送信が行われないようにするか、制御部25

30

【0105】

本実施形態の場合、周辺環境取得部25fは、車両の周辺に障害となり得るものの存在を検知した場合には、車体側システム2からタイヤ側装置1に対して計測用データの送信指示を行わないようにし、検知されなかった場合に計測用データの送信指示を行う。このようにすることで、車両の周辺に障害となり得るものの存在が検知された場合に、タイヤ側装置1からの計測用データの送信が行われないようにしている。

【0106】

具体的には、本実施形態の場合、受信機21の制御部25は、図15に示す車体側処理を実行し、タイヤ側装置1の制御部11は、図16に示すタイヤ側処理を実行する。

40

【0107】

まず、図15に示すように、制御部25は、ステップS100において、図6のステップS100と同じ処理を行ったのち、ステップS102において、周辺環境が良好であるか否かを判定する。この判定は、周辺環境取得部25fの検知結果に基づいて行われる。そして、周辺環境取得部25fにて、車両の周辺に障害となり得るものの存在が検知されていない場合には、制御部25は、ステップS104に進んで計測用データの送信指示を出す。これにより、データ通信部24を通じて各タイヤ側装置1に対して計測用データの送信を指示する送信指示信号が出力される。一方、周辺環境取得部25fにて、車両の周辺に障害となり得るものの存在が検知されている場合には、制御部25は、ステップS104に進まず、ステップS100からの処理を繰り返す。したがって、この場合には、車

50

体側システム 2 から各タイヤ側装置 1 に対して計測用データの送信指示信号が伝えられないことになる。

【0108】

一方、図 16 に示すように、制御部 11 は、ステップ S 200 ~ S 220 において、図 8 のステップ S 200 ~ S 220 と同じ処理を行う。そして、ステップ S 220 で否定判定された場合には、ステップ S 222 に進み、送信指示信号を受信しているか否かを判定する。

【0109】

ここで、上記した図 15 のステップ S 104 での計測用データの送信指示に基づいて送信指示信号が各タイヤ側装置 1 に対して送信されていれば、ステップ S 222 で肯定判定されてステップ S 230 の処理が実行される。これにより、データ通信部 12 を通じて、車体側システム 2 へ、存在角度のデータを含めた計測用データが送信されるため、車体側システム 2 において、計測用データに基づく送信角度の設定が行われることになる。これに対して、送信指示信号が各タイヤ側装置 1 に対して送信されていなければ、ステップ S 222 で否定判定されてステップ S 230 に進むこと無く処理が終了となる。このため、計測用データが送信されず、車体側システム 2 での送信角度の設定が行われなくなる。

【0110】

なお、制御部 25 については、図 15 のステップ S 110 ~ S 170 に示すように、計測用データの送信指示信号を出してからは、図 6 のステップ S 110 ~ S 170 と同じ作動を行う。また、制御部 11 については、計測用データの送信を行ってからは、車体側システム 2 から送信角度データが送られてくることから、図 16 のステップ S 220 で肯定判定されることになる。したがって、その後は、制御部 11 は、ステップ S 240、S 250 において、図 8 のステップ S 240、250 と同じ作動を行う。

【0111】

以上説明したように、周辺環境取得部 25f によって車両の周辺環境に関するデータを取得し、車両の周辺に何らかの障害となり得るものが存在しているときには、送信角度の設定が行われなくなるようにしている。すなわち、マルチパスの影響などが懸念されるときには送信角度の設定が行われず、マルチパスの影響などが懸念されないときに送信角度が設定されるようにできる。これにより、不適切な送信角度が設定されてしまうことを抑制することができる。第 1 実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。

【0112】

(第 5 実施形態)

第 5 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 ~ 第 4 実施形態に対して、送信角度の設定を各タイヤ側装置 1 で行うようにしたものである。本実施形態のその他の部分については第 1 ~ 第 4 実施形態と同様であるため、第 1 ~ 第 4 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【0113】

図 17 に示すように、本実施形態では、第 1 実施形態に対して、タイヤ側装置 1 の制御部 11 に受信強度測定部 11e および送信角度設定部 11f を備え、受信機 21 の制御部 25 に計測用データ生成部 25g を備えている。そして、本実施形態では、第 1 実施形態に対して、受信機 21 の制御部 25 から受信強度測定部 25c および送信角度設定部 25d を無くしている。

【0114】

計測用データ生成部 25g は、各タイヤ側装置 1 に対して送信するための計測用データを生成するものである。計測用データについては、一定の電波強度の信号であればどのようなものであっても良く、例えばダミーデータなどを用いることができる。本実施形態の場合、受信機 21 で各タイヤ側装置 1 からの計測用データの送信要求が受信されると、計測用データ生成部 25g が計測用データを生成し、データ通信部 24 を介して、送信要求をしてきたタイヤ側装置 1 に対して送信するようになっている。

【0115】

受信強度測定部11eは、車体側システム2から送信された計測用データを受信すると、その受信強度を測定するものである。受信強度測定部11eは、計測用データを連続的に受信して受信強度を測定し、その測定結果を送信角度設定部11fに伝えている。

【0116】

送信角度設定部11fは、受信強度測定部11eから伝えられた受信強度と計測用データに含まれるサンプリング周期毎の存在角度のデータとに基づいて、送信角度を設定する。具体的には、送信角度設定部11fは、位置推定部11bで推定される存在角度と受信強度測定部11eで測定した受信強度を対応づけて記憶し、タイヤ1回転分の受信強度の中で最も受信強度が高かったときを抽出する。そして、送信角度設定部11fは、最も受信強度が高かったときの存在角度を送信角度として設定する。また、送信角度設定部11fは、設定した送信角度に関するデータを送信タイミング生成部11cに伝える。これにより、送信タイミング生成部11cにて、存在角度が送信角度になったことを検知することが可能となる。

10

【0117】

また、送信角度設定部11fは、送信角度を設定すると、送信角度を設定したことを示す送信角度設定済みの通知信号を出力し、データ通信部12を介して車体側システム2に送信する。これが、受信機21で受信されて、計測用データ生成部25gによる計測用データの生成が停止されるようになっている。

20

【0118】

なお、送信角度設定部11fは、例えば車両が停止して制御部11がスリープ状態になると、設定した送信角度をリセットし、送信角度が設定済みでは無いと判定する。そして、送信角度設定部11fは、送信角度が設定済みでは無いと判定した場合、データ通信部12を介して車体側システム2に対して計測用データの送信要求を出すようになっている。

【0119】

具体的には、本実施形態の場合、各タイヤ側装置1では、制御部11が図18に示すタイヤ側処理を実行し、車体側システム2では、制御部25が図19に示す車体側処理を実行する。

【0120】

まず、図18に示すように、ステップS500では、図8のステップS200と同様に、制御部11は、振動センサ部10の検出信号を入力し、この検出信号を用いて生波形データや路面データの生成を行う。また、ステップS505において、制御部11は、ステップS210と同様に、存在角度を推定する。この後、ステップS510に進み、制御部11は、送信角度が設定済みか否かを判定する。ここで、車両の起動スイッチがオンされた直後などのように、車両が走行を開始して直ぐの場合には、まだ送信角度設定部11fでの送信角度の設定が行われていないため、ステップS510で否定判定されてステップS515に進む。これにより、制御部11は、計測用データの送信要求を出す。

30

【0121】

一方、図19に示すように、制御部25は、ステップS600において計測用データの送信要求があったか否かを判定する。上記した図18のステップS515の処理に基づいて、測用データの送信要求が出されていた場合には、ステップS610に進み、制御部25は、データ通信部24から計測用データを送信させる。

40

【0122】

また、タイヤ側装置1では、制御部11は、ステップS515の処理を行ったのちにステップS520に進み、計測用データを受信する。そして、ステップS525に進み、制御部11は、計測用データの受信強度を測定し、ステップS505で推定された存在角度のデータと対応づけて記憶する。この後、ステップS530に進み、制御部11は、ステップS505で推定された存在角度に基づいて、タイヤ1回転分の計測用データの受信を行ったか否かを判定し、タイヤ1回転分の計測用データを受信するまで上記各処理を繰り返す。

50

返す。これにより、制御部 11 には、存在角度毎の計測用データの受信強度がタイヤ 3 の 1 回転分記憶される。

【0123】

そして、タイヤ 1 回転分の計測用データが受信されると、ステップ S535 に進み、制御部 11 は、タイヤ 1 回転分受信した計測用データの受信強度が最大となるときの存在角度を送信角度として設定する。さらに、ステップ S540 に進み、制御部 11 は、データ通信部 12 より車体側システム 2 に対して送信角度設定済みの通知信号を送信させる。

【0124】

この後は、ステップ S510 において肯定判定されるため、ステップ S545 に進む。そして、制御部 11 は、ステップ S545、S550 において、図 8 のステップ S240、S250 と同様の処理を行うことで、存在角度が送信角度になったときに路面データを送信する。

10

【0125】

また、車体側システム 2 においては、送信角度設定済みの通知信号が送信されると、図 19 のステップ S610 において肯定判定される。そして、ステップ S630、S640 において、図 6 のステップ S160、S170 と同様の処理を行うことで、路面状態を判別する。

【0126】

以上説明したように、車体側システム 2 から計測用データを送信し、タイヤ側装置 1 にて送信角度を設定することもできる。このようにしても、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

20

【0127】

(他の実施形態)

本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能である。

【0128】

(1) 例えば、上記各実施形態では、計測用データとして、サンプリング周期毎の存在角度のデータが含まれたものを用いているが、生波形データなどを用いることもできる。生波形データを用いる場合には、車体側システム 2 において、生波形データが示す検出信号の時間軸波形を、存在角度を示すデータとして用いて、車体側システム 2 において存在角度を推定することもできる。そして、受信強度が最も大きくなったときの存在角度を送信角度として、各タイヤ側装置 1 に送信角度データを伝えるようにしても良い。

30

【0129】

(2) また、車体側システム 2 からの信号の送信タイミングに基づいて、タイヤ側装置 1 が送信角度を把握することもできる。例えば、車体側システム 2 において、タイヤ 1 回転中に計測用データの受信強度が最大になったタイミングを記憶し、その次の回転時に、前の回転時に記憶した受信強度が最大となったタイミングで車体側システム 2 からタイヤ側装置 1 にその旨の通知信号を送る。このようにすれば、タイヤ側装置 1 は、車体側システム 2 から受信強度が最大となったタイミングを示す通知信号を受け取ったときの存在角度を送信角度として認識することができる。

40

【0130】

なお、車速データ取得部 25b で車速を把握でき、それに基づいてタイヤ 3 の回転速度が分かり、存在角度も把握できる。したがって、車体側システム 2 から通知信号を送るときには、タイヤ側装置 1 から計測用データを送信していてもしていなくても、車体側システム 2 で存在角度を把握できる。

【0131】

(3) また、上記各実施形態では、車速データ取得部 25b で取得した車速データをタイヤ側装置 1 に送り、車速と振動センサ部 10 の検出信号に基づいて存在角度の推定が行われている。しかしながら、車速を用いることなく、振動センサ部 10 の検出信号に基づいて存在角度の推定が行われるようにすることもできる。例えば、前回のタイヤ 1 回転分

50

の振動センサ部 10 の検出信号など、過去の検出信号の時間軸波形からタイヤ 1 回転に掛かる時間を推定し、第 1 ピーク値や第 2 ピーク値からの経過時間などに基づいて、存在角度の推定が行われるようにしても良い。

【 0 1 3 2 】

(4) また、上記各実施形態では、タイヤ 1 回転中における計測用データの受信強度が最も高くなる存在角度を送信角度としているが、必ずしも最も高くなる角度で無くても良い。例えば、受信強度に閾値を設けておき、閾値よりも大きな受信強度となった存在角度を送信角度に設定すれば良い。この条件を満たす存在角度が複数ある場合には、任意の存在角度を送信角度に設定すれば良いが、その中で受信角度が最大のものを送信角度に設定するのが好ましい。

10

【 0 1 3 3 】

(5) また、上記第 2 実施形態では、車体側システム 2 からの指示信号に基づいて送信角度の設定を行う場合の一例として、最大受信強度に対して路面データの受信強度が低下した場合を例に挙げた。しかしながら、これは一例を示したに過ぎず、車体側システム 2 から任意のタイミングで指示信号を各タイヤ側装置 1 に伝え、指示信号をトリガーとして各タイヤ側装置 1 から送信角度の設定のための計測用データの送信が行われるようにしても良い。

【 0 1 3 4 】

(6) また、上記実施形態では、振動センサ部 10 を加速度センサによって構成する場合を例示したが、他の振動検出を行うことができる素子、例えば圧電素子などによって振動センサ部 10 を構成することもできる。

20

【 0 1 3 5 】

(7) また、上記実施形態では、タイヤ側装置 1 から振動センサ部 10 の検出信号に現れる路面状態を示す路面データとして、特徴量を含むデータを用いている。しかしながら、これも一例を示したに過ぎず、他のデータを路面データとして用いても良い。例えば、タイヤ 3 の 1 回転中の振動データに含まれる 5 つの領域 R 1 ~ R 5 それぞれの振動波形の積分値データを路面データとして良いし、検出信号そのものの生データを路面データとしても良い。

【 0 1 3 6 】

(7) また、上記各実施形態では、車体側システム 2 に備えられる受信機 2 1 の路面判別部 2 5 a によって特徴量とサポートベクタとの類似度を求めて路面状態の判別を行っている。

30

【 0 1 3 7 】

しかしながら、これも一例を示したに過ぎず、車体側システム 2 のいずれかの場所、例えばブレーキ ECU 2 2 などのような他の ECU によって類似度を求めたり、路面状態の判別を行ったり、指示信号の送信を行うようにしても良い。また、タイヤ側装置 1 にサポートベクタを記憶しておき、タイヤ側装置 1 で路面状態の判別を行えるようにし、路面状態の判別結果を示すデータを路面データとして、車体側システム 2 に送るようにしても良い。

【 符号の説明 】

40

【 0 1 3 8 】

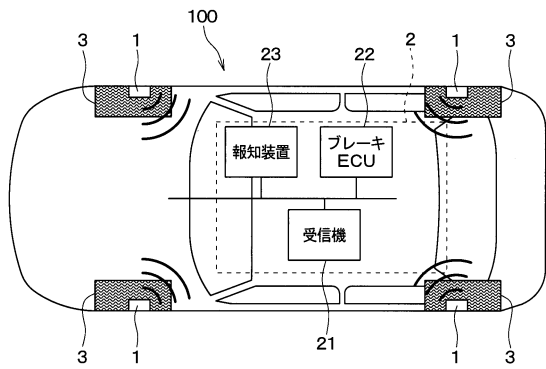
1	タイヤ側装置
2	車体側システム
10	振動センサ部
11、25	制御部
11a	波形処理部
11b	位置推定部
11c	送信タイミング生成部
12、24	データ通信部
21	受信機

50

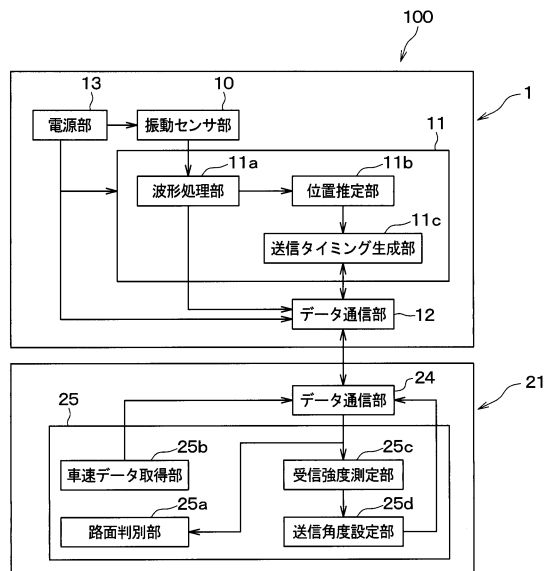
2 5 a

路面判別部

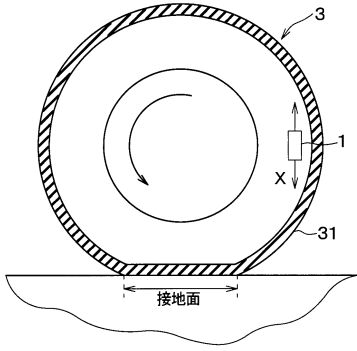
【図1】



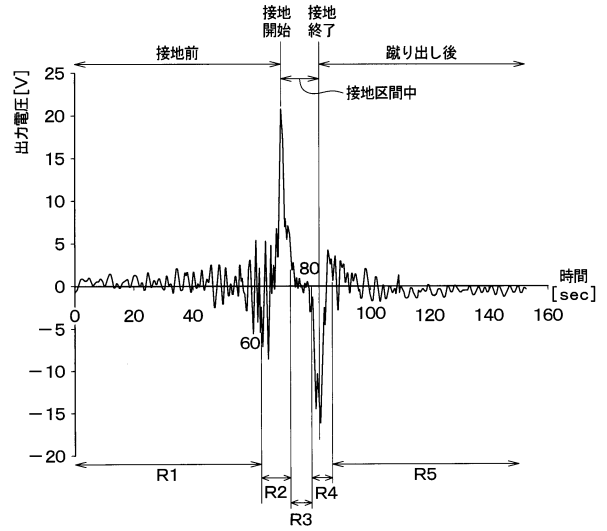
【図2】



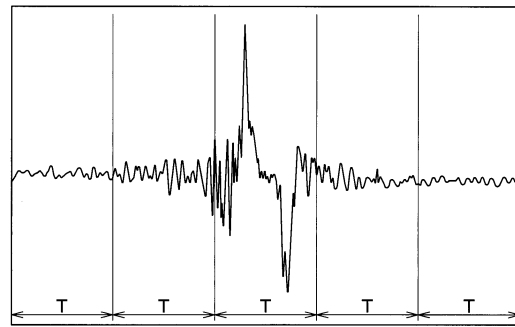
【図3】



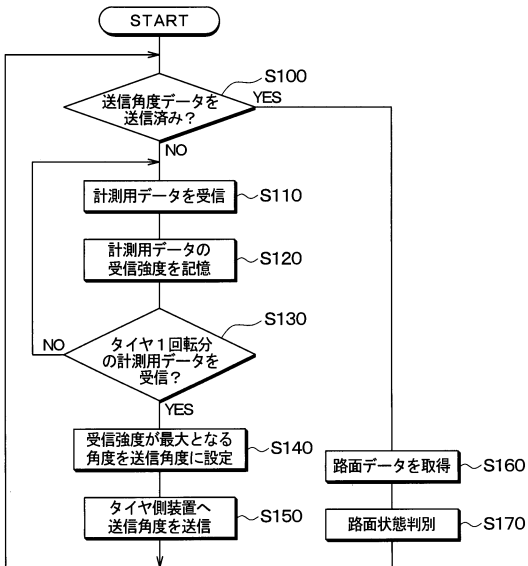
【図4】



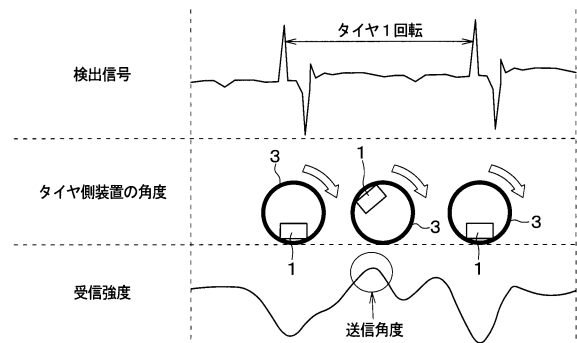
【図5】



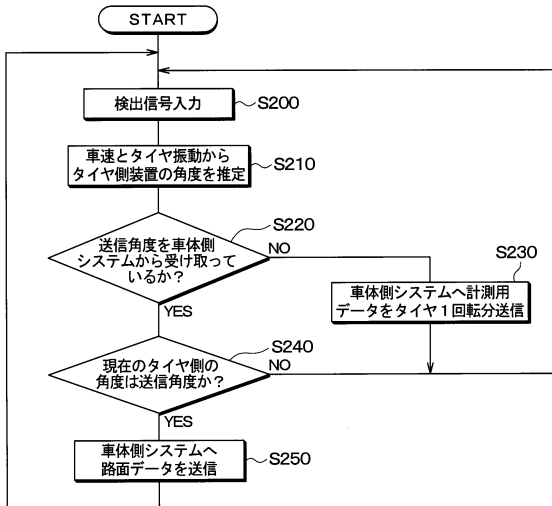
【図6】



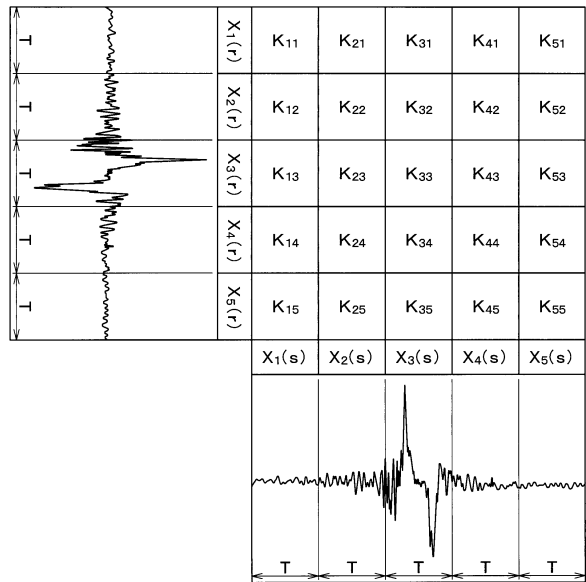
【図7】



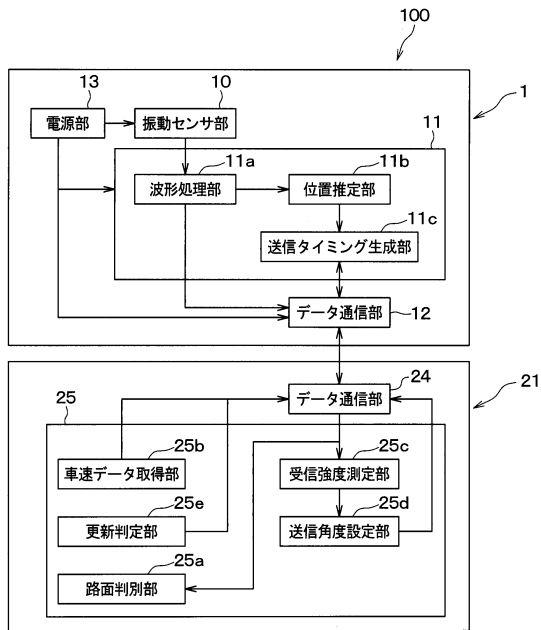
【図8】



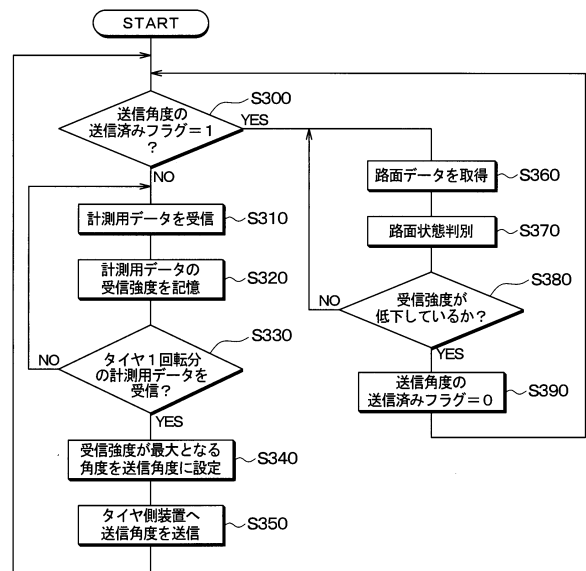
【図9】



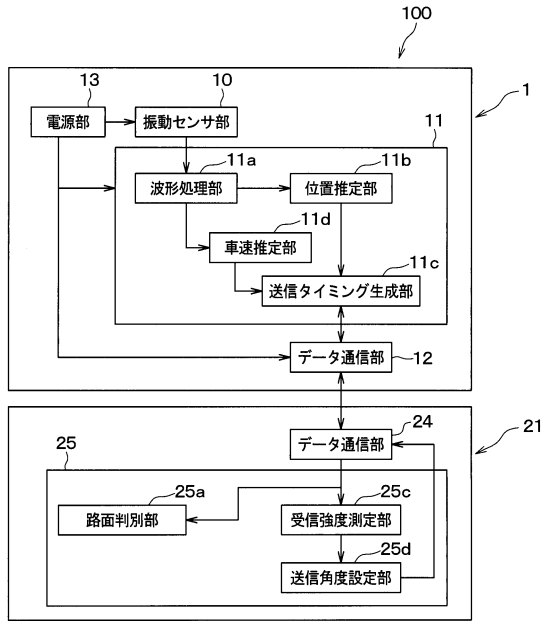
【図10】



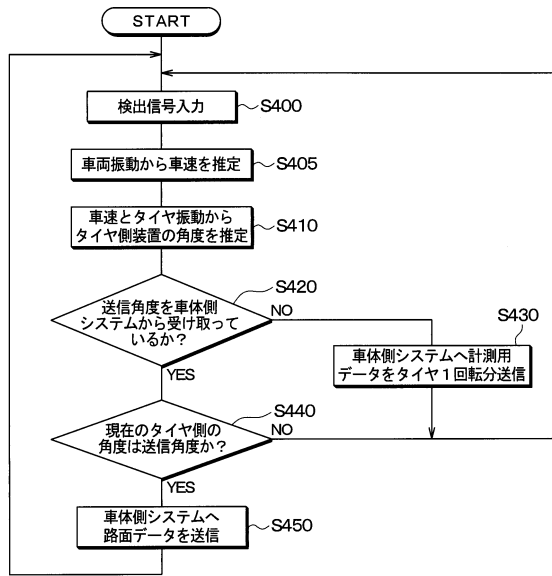
【図11】



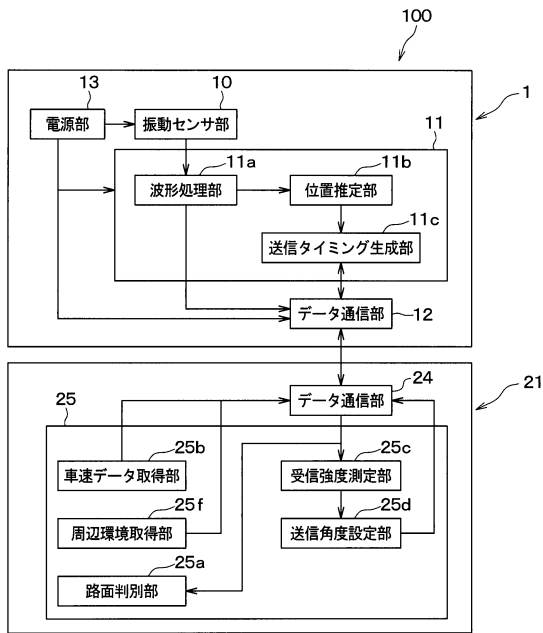
【図12】



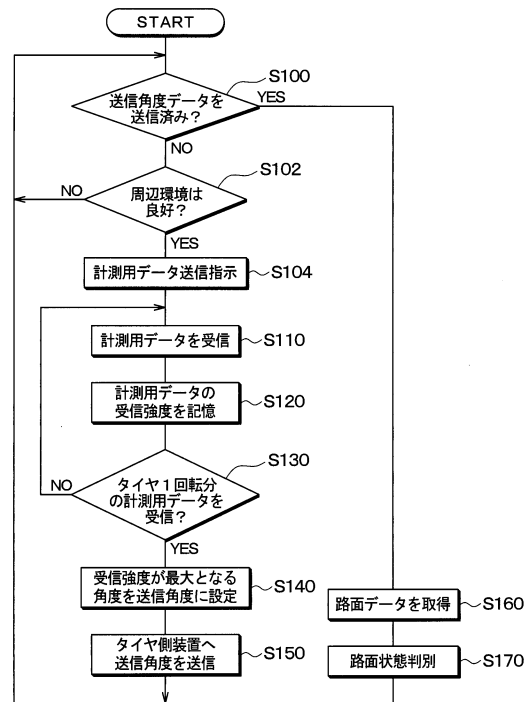
【図13】



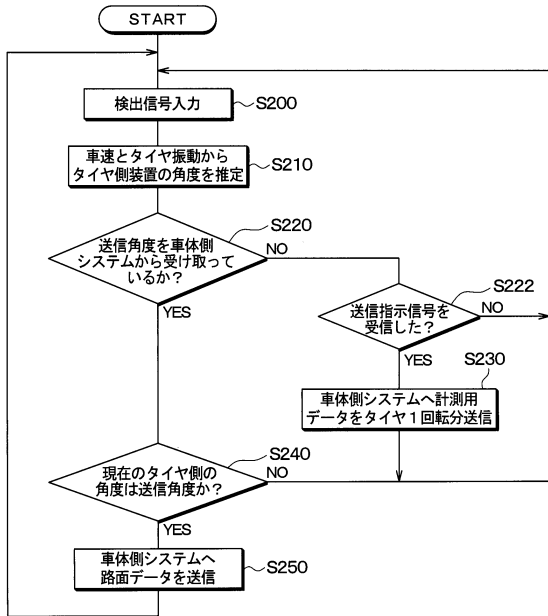
【図14】



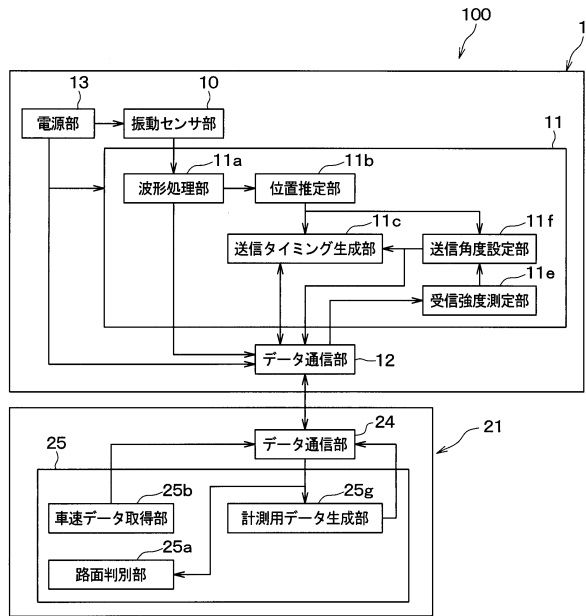
【図15】



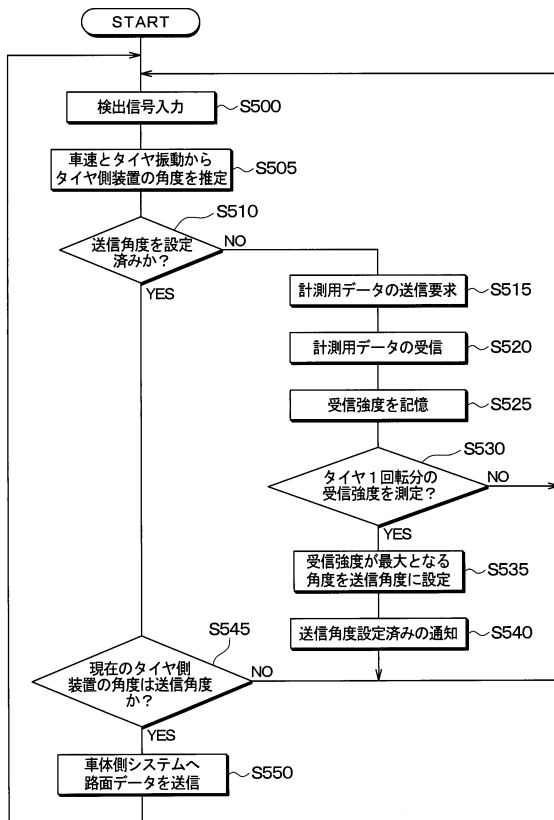
【図16】



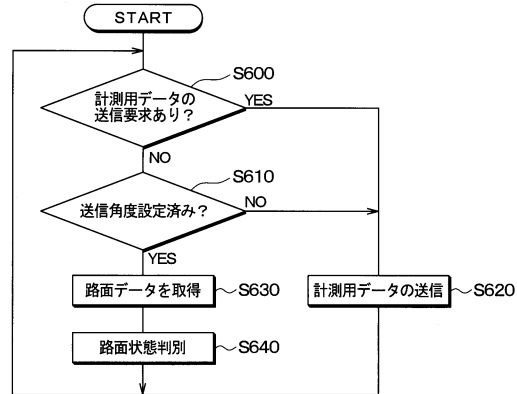
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 関澤 高俊
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 菅藤 政明

(56)参考文献 国際公開第2018/003693(WO, A1)
特開2006-7902(JP, A)
特開2016-144962(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01P 15/00
B60C 19/00
G08C 17/00
G08C 19/00