

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-9869

(P2018-9869A)

(43) 公開日 平成30年1月18日 (2018.1.18)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
G 0 1 H 17/00 (2006.01)		G 0 1 H	17/00	Z	2 G 0 6 4
B 6 0 W 40/06 (2012.01)		B 6 0 W	40/06	Z 1 T	3 D 2 4 1
B 6 0 C 19/00 (2006.01)		B 6 0 C	19/00	H	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-138653 (P2016-138653)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成28年7月13日 (2016.7.13)		株式会社デンソー
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
		(74) 代理人	110001128
			特許業務法人ゆうあい特許事務所
		(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
		(72) 発明者	神林 良佑
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	森 雅士
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		Fターム (参考)	2G064 AA14 AB01 AB02 AB23 BA02
			最終頁に続く

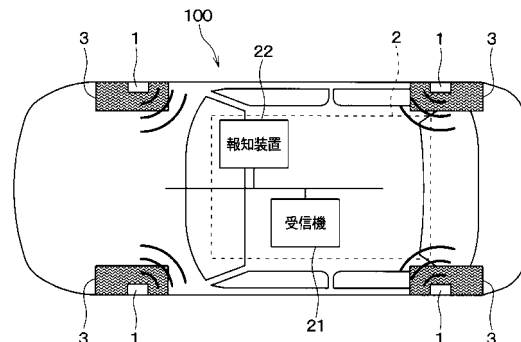
(54) 【発明の名称】 タイヤマウントセンサおよびそれを含む路面状態推定装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 的確に接地区間を検出することができるタイヤマウントセンサおよびそれを含む路面状態推定装置を提供する。

【解決手段】 タイヤ3の回転角度に基づいて接地角度になる期間にのみ第1加速度センサの検出信号に基づく接地区間の抽出を行うようにする。これにより、第1加速度センサの検出信号に路面の凹凸に基づく振動のノイズが重畳されていても、接地区間を誤判定してしまうことを抑制できる。よって、凹凸の大きな走行路面であっても接地区間を誤判定することを抑制することが可能となる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タイヤ（３）のトレッド（３１）の裏面に取り付けられるタイヤマウントセンサであって、

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（１１ａ）と、

前記タイヤの径方向の加速度に応じた検出信号を出力する加速度センサ（１１ｂ）と、

前記加速度センサの検出信号に基づいて、前記タイヤの回転角度が、該タイヤの１回転中における前記トレッドのうちの前記振動検出部の配置箇所と対応する部分が接地する接地角度になることを検出し、該接地角度となる期間を含む測定期間を設定すると共に、該測定期間中に、前記振動検出部の検出信号から前記配置箇所と対応する部分が接地している接地区間を抽出し、該接地区間中における前記振動検出部の検出信号に基づいて路面状態が表された路面データを生成する信号処理部（１３）と、

前記路面データを送信する送信部（１４）と、を有しているタイヤマウントセンサ。

【請求項 2】

前記加速度センサは、前記検出信号として、前記加速度が前記タイヤの径方向外向きに働いているときを正、径方向内向きに働いているときを負とする信号を出力し、

前記信号処理部は、前記加速度センサの検出信号から重力加速度成分を抽出し、重力加速度が所定の閾値以上になると前記配置箇所と対応する部分が接地する接地角度になることを検出し、前記測定時間を設定する請求項 1 に記載のタイヤマウントセンサ。

【請求項 3】

前記加速度センサは、前記検出信号として、前記加速度が前記タイヤの径方向外向きに働いているときを正、径方向内向きに働いているときを負とする信号を出力し、

前記信号処理部は、前記加速度センサの検出信号から重力加速度成分を抽出し、前記重力加速度が所定値になってから所定時間後に前記配置箇所と対応する部分が接地する接地角度になることを検出し、前記測定時間を設定する請求項 1 に記載のタイヤマウントセンサ。

【請求項 4】

前記信号処理部は、前記加速度センサの検出信号から抽出した重力加速度成分より得られる重力加速度の変化から前記タイヤの速度を取得し、該タイヤの速度に基づいて、前記重力加速度が所定値になってから前記接地角度になることが検出されるまでの前記所定時間を設定する請求項 3 に記載のタイヤマウントセンサ。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載されたタイヤマウントセンサと、

車体側に備えられ、前記送信部から送信された前記路面データを受信すると共に、前記路面データに基づいて路面状態を推定する制御部（２１）を有する車体側システム（２）と、を備えた路面状態推定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タイヤが受ける振動を検出し、振動データとして車体側システムに伝えるタイヤマウントセンサおよびその振動データに基づいて路面状態を推定する路面状態推定装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献 1 において、タイヤトレッドの裏面にタイヤマウントセンサを備え、タイヤマウントセンサにてタイヤに加えられる振動を検出すると共に、その振動の検出結果を車体側システムに伝え、路面状態の推定を行う路面状態推定装置が提案されている。この路面状態推定装置では、タイヤマウントセンサに備えられる振動検出部の検出信号に基づいて路面状態を推定している。具体的には、路面状態に応じて振動検出部の検出信号における高周波成分のレベルが変わる。このため、タイヤトレッドのうちタイヤマウントセ

10

20

30

40

50

ンサの配置箇所と対応する部分が路面に接地しているときを接地区間中として、接地区間中の振動検出部の検出信号における高周波成分のレベルを、路面状態を示す路面データとして用いる。そして、タイヤが1回転する毎にタイヤマウントセンサから車体側システムに向けて路面データを送信し、車体側システムにおいて路面データに基づいて路面状態を推定している。より詳しくは、電圧値として示される検出信号の高周波成分を積分した積分電圧値を路面データとして用い、車体側システムにおいて、積分電圧値の大きさに基づいて路面摩擦係数（以下、路面 μ という）の推定などを行っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

10

【特許文献1】特開2015-174636号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のような路面状態推定装置では、接地区間中における振動に基づいて路面 μ の推定などを行っているが、砂利道のように大きな凹凸がある走行路面の場合、路面の凹凸形状による振動がノイズとして重畳され、接地区間中の振動のみを取得することが難しい。このため、路面 μ の推定などを的確に行うことができないという問題が発生する。

【0005】

本発明は上記点に鑑みて、的確に接地区間を検出することができるタイヤマウントセンサおよびそれを含む路面状態推定装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、請求項1に記載のタイヤマウントセンサでは、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（11a）と、タイヤの径方向の加速度に応じた検出信号を出力する加速度センサ（11b）と、加速度センサの検出信号に基づいて、タイヤの回転角度が、該タイヤの1回転中におけるトレッドのうちの振動検出部の配置箇所と対応する部分が接地する接地角度になることを検出し、該接地角度となる期間を含む測定期間を設定すると共に、該測定期間中に、振動検出部の検出信号から配置箇所と対応する部分が接地している接地区間を抽出し、該接地区間中における振動検出部の検出信号に基づいて路面状態が表された路面データを生成する信号処理部（13）と、路面データを送信する送信部（14）と、を有している。

30

【0007】

このように、タイヤの回転角度に基づいて接地角度になる期間にのみ振動検出部の検出信号に基づく接地区間の抽出を行うようにしている。このため、振動検出部の検出信号に路面の凹凸に基づく振動のノイズが重畳されていても、接地区間を誤判定してしまうことを抑制できる。よって、凹凸の大きな走行路面であっても接地区間を誤判定することを抑制することが可能となる。

【0008】

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。

40

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1実施形態にかかる路面状態推定装置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】タイヤマウントセンサのブロック図である。

【図3】タイヤマウントセンサが取り付けられたタイヤの断面模式図である。

【図4】第2加速度センサの検出信号から抽出した重力加速度成分の波形図である。

【図5】平坦路でのタイヤ回転時における加速度センサの出力電圧波形図である。

【図6】凹凸路でのタイヤ回転時における加速度センサの出力電圧波形図である。

50

【図 7 A】アスファルト路のように路面 μ が比較的大きな高 μ 路面を走行している場合における加速度センサの出力電圧の変化を示した図である。

【図 7 B】凍結路のように路面 μ が比較的小さな低 μ 路面を走行している場合における振動発加速度センサの出力電圧の変化を示した図である。

【図 8】高 μ 路面を走行している場合と低 μ 路面を走行している場合それぞれについて、接地区間中における出力電圧の周波数解析を行った結果を示した図である。

【図 9】タイヤマウントセンサでシステム的に行われる処理全体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】

【0010】

10

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。

【0011】

(第 1 実施形態)

図 1～図 8 を参照して、本実施形態にかかるタイヤマウントセンサ 1 を用いた路面状態推定装置 100 について説明する。本実施形態にかかる路面状態推定装置 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推定するものである。

【0012】

20

図 1 および図 2 に示すように路面状態推定装置 100 は、車輪側に設けられたタイヤマウントセンサ 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 や報知装置 22 などが備えられている。

【0013】

路面状態推定装置 100 は、タイヤマウントセンサ 1 よりタイヤ 3 と走行中の路面との間の路面 μ を示すデータなどの走行中の路面状態を表すデータを送信する。以下、路面 μ のデータのことを μ データといい、 μ データなどの路面状態を表すデータのことを路面データという。

【0014】

30

本実施形態の場合、路面状態推定装置 100 は、受信機 21 にてタイヤマウントセンサ 1 から送信された路面データを受信し、路面データに示される路面状態を報知装置 22 より伝えている。これにより、例えば路面 μ が低いことや乾燥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。具体的には、タイヤマウントセンサ 1 および受信機 21 は、以下のように構成されている。

【0015】

タイヤマウントセンサ 1 は、図 2 に示すように、第 1 加速度センサ 11a、第 2 加速度センサ 11b、温度センサ 12、制御部 13、RF 回路 14 および電源 15 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 31 の裏面側に設けられる。

【0016】

40

第 1 加速度センサ 11a は、タイヤ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、第 1 加速度センサ 11a は、タイヤ 3 が回転する際にタイヤマウントセンサ 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に応じた検出信号として、加速度の検出信号を出力する。

【0017】

第 2 加速度センサ 11b は、タイヤの回転角度を検出するために用いられる。例えば、第 2 加速度センサ 11b は、タイヤ 3 の遠心方向、つまり図 3 中の矢印 Z で示すタイヤ径方向の加速度に応じた検出信号を出力する。

【0018】

温度センサ 12 は、温度に応じた検出信号を出力するもので、タイヤ 3 のうちのタイヤ

50

マウントセンサ１の取り付け位置の温度を検出することで、走行路面の温度を測定している。

【００１９】

制御部１３は、信号処理部に相当する部分であり、第１加速度センサ１１ａの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、この検出信号を処理することで路面データを得て、それをＲＦ回路１４に伝える役割を果たす。具体的には、制御部１３は、第１加速度センサ１１ａの検出信号、つまり第１加速度センサ１１ａの出力電圧の時間変化に基づいて、タイヤ３の回転時における第１加速度センサ１１ａの接地区間を抽出している。なお、ここでいう接地区間とは、タイヤ３のトレッド３１のうち第１加速度センサ１１ａの配置箇所と対応する部分が路面接地している区間のことを意味している。本実施形態の場合、第１加速度センサ１１ａの配置箇所がタイヤマウントセンサ１の配置箇所とされているため、接地区間とはタイヤ３のトレッド３１のうちタイヤマウントセンサ１の配置箇所と対応する部分が路面接地している区間と同意である。

10

【００２０】

そして、接地区間中における第１加速度センサ１１ａの検出信号に含まれる高周波成分が路面状態を表していることから、後述するように、制御部１３は、検出信号から高周波成分を抽出すると共に抽出した高周波成分に基づいて路面μなどの路面状態を検出している。

【００２１】

このように、接地区間中における第１加速度センサ１１ａの検出信号に基づいて路面状態の推定を行うが、砂利道のように大きな凹凸がある走行路面の場合、路面の凹凸形状による振動がノイズとして重畳され、接地区間中の振動のみを取得することが難しい。このため、本実施形態では、第２加速度センサ１１ｂの検出信号に基づいて、タイヤ３の回転角度を検出し、接地区間中であることを的確に検出できるようにしている。

20

【００２２】

また、本実施形態の場合は、温度センサ１２によって走行路面の温度を測定していることから、制御部１３は、走行路面の温度に基づいて、路面状態の検出を行ったり、第１加速度センサ１１ａの検出信号の高周波成分から求めた路面状態の補正などを行っている。

【００２３】

このようにして、制御部１３は、路面状態の検出を行うと、その路面状態を示した路面データを生成し、それをＲＦ回路１４に伝える処理を行う。これにより、ＲＦ回路１４を通じて受信機２１に路面データが伝えられるようになっている。

30

【００２４】

具体的には、制御部１３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上記した処理を行っている。そして、制御部１３は、それらの処理を行う機能部として、角度検出部１３ａ、区間抽出部１３ｂ、レベル算出部１３ｃ、データ生成部１３ｄを備えている。

【００２５】

角度検出部１３ａは、第２加速度センサ１１ｂの検出信号に基づいて、タイヤ３の回転角度が接地角度となっていることを検出する部分である。タイヤ３の回転角度とは、タイヤマウントセンサ１が車軸を中心とした周方向のどの位置にあるかを示す角度のことである。接地角度とは、トレッド３１のうちのタイヤマウントセンサ１の配置箇所と対応する部分が接地している状態となる角度範囲のことであり、接地区間中の角度範囲のことである。

40

【００２６】

第２加速度センサ１１ｂの検出信号には、車両の加減速に伴うタイヤ３の遠心加速度に加えて重力加速度が成分として含まれる。遠心加速度は、車両の加減速に伴って発生する直線状の変化となり、検出信号中の直流成分の変化として表れる。一方、重力加速度は、タイヤ３の１回転を１周期とする振動波形の変化となり、検出信号中の振動成分の変化と

50

して表れる。これらのうち重力加速度がタイヤ3の回転角度に対応する変化を示している。

【0027】

例えば、第2加速度センサ11bの検出信号が、第2加速度センサ11bに対して加速度がタイヤ3の径方向外向きに働いているときを正、径方向内向きに働いている場合を負として表されたとする。この場合において、第2加速度センサ11bの検出信号から直流成分となる遠心加速度を取り除いた波形を生成すると、図4に示す振動波形となる。すなわち、タイヤマウントセンサ1がタイヤ3の中心、つまり車軸と同じ高さに位置しているときには重力加速度が0Gとなる。また、タイヤマウントセンサ1がタイヤ3の上方に位置しているときには重力加速度が-1Gとなり、タイヤ3の下方に位置しているときには重力加速度が1Gとなる。

10

【0028】

このため、第2加速度センサ11bの検出信号から重力加速度成分を抽出することで、タイヤマウントセンサ1がタイヤ3のどの角度に位置している状態であるかを検出できる。そして、接地角度はタイヤマウントセンサ1がタイヤ3の下方に位置していて接地区間中となっているときであることから、第2加速度センサ11bの検出信号が示す重力加速度成分が1Gの近傍のときに接地角度になる。したがって、角度検出部13aは、第2加速度センサ11bの検出信号の重力加速度成分を抽出し、重力加速度が所定の閾値、例えば図4中に示したように0.8G以上であれば、接地角度になり得る期間中である判定している。そして、角度検出部13aは、接地角度になり得る期間中であると判定すると、

20

【0029】

区間抽出部13bは、角度検出部13aから伝えられた測定期間中に、第1加速度センサ11aの出力電圧で表される検出信号のピーク値を検出することで接地区間を抽出する。タイヤ回転時における第1加速度センサ11aの出力電圧波形は例えば図5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31のうち第1加速度センサ11aの配置箇所と対応する部分が接地し始めた接地開始時に、第1加速度センサ11aの出力電圧が極大値をとる。区間抽出部13bでは、この第1加速度センサ11aの出力電圧が極大値をとる接地開始時を第1ピーク値のタイミングとして検出している。さらに、図4に示されるように、タイヤ3の回転に伴ってトレッド31のうち第1加速度センサ11aの配置箇所と対応する部分が接地していた状態から接地しなくなる接地終了時に、第1加速度センサ11aの出力電圧が極小値をとる。区間抽出部13bでは、この第1加速度センサ11aの出力電圧が極小値をとる接地終了時を第2ピーク値のタイミングとして検出している。

30

【0030】

第1加速度センサ11a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の回転に伴ってトレッド31のうち第1加速度センサ11aの配置箇所と対応する部分が接地する際、第1加速度センサ11a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、第1加速度センサ11aの出力電圧が第1ピーク値をとる。また、タイヤ3の回転に伴ってトレッド31のうち第1加速度センサ11aの配置箇所と対応する部分が接地面から離れる際には、第1加速度センサ11a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の形状が元に戻る際の衝撃を受けることで、第1加速度センサ11aの出力電圧が第2ピーク値をとる。このようにして、第1加速度センサ11a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。

40

【0031】

そして、区間抽出部13bは、第1、第2ピーク値のタイミングを含めた検出信号のデータを抽出することで第1加速度センサ11aの接地区間を抽出し、接地区間中であるこ

50

とをレベル算出部 13c に伝える。

【0032】

このように、角度検出部 13a によって、接地角度になり得る期間中であることを判定し、この期間を測定期間として区間抽出部 13b による接地区間の抽出を行うようにしている。このため、第 1 加速度センサ 11a の検出信号に路面の凹凸に基づく振動のノイズが重畳されていても、接地区間を誤判定してしまうことを抑制できる。すなわち、図 6 に示すように、凹凸が大きい路面を走行する場合には、図 5 に示す路面が小さなアスファルト路などを走行する場合と比較して、路面の凹凸に基づく振動のノイズが大きくなる。このため、大きなノイズが第 1 ピーク値や第 2 ピーク値として誤って検出され得る。しかしながら、本実施形態のように、角度検出部 13a によって測定期間を限定することで、路面の凹凸に基づく振動のノイズを誤って第 1 ピーク値や第 2 ピーク値として検出しまわないようにできる。よって、凹凸の大きな走行路面であっても接地区間を誤判定することを抑制することが可能となる。

10

【0033】

また、第 1 加速度センサ 11a の出力電圧が第 2 ピーク値をとるタイミングが第 1 加速度センサ 11a の接地終了時となるため、区間抽出部 13b は、このタイミングで RF 回路 14 に送信トリガを送っている。これにより、RF 回路 14 より、後述するようにデータ生成部 13d で作成される μ データなどの路面データを送信させている。このように、RF 回路 14 によるデータ送信を常に行うのではなく、第 1 加速度センサ 11a の接地終了時に限定して行うようにしているため、消費電力を低減することが可能となる。

20

【0034】

レベル算出部 13c は、区間抽出部 13b から接地区間中であることが伝えられると、その期間中に第 1 加速度センサ 11a の出力電圧に含まれるタイヤ 3 の振動に起因する高周波成分のレベルを算出する。そして、レベル算出部 13c は、その算出結果を μ データなどの路面データとしてデータ生成部 13d に伝える。ここで、路面 μ などの路面状態を表わす指標として高周波成分のレベルを算出するようにしているが、その理由について図 7A、図 7B および図 8 を参照して説明する。

【0035】

図 7A は、アスファルト路のように路面 μ が比較的大きな高 μ 路面を走行している場合における第 1 加速度センサ 11a の出力電圧の変化を示している。また、図 7B は、凍結路の相当する程度に路面 μ が比較的小さな低 μ 路面を走行している場合における第 1 加速度センサ 11a の出力電圧の変化を示している。

30

【0036】

これらの図から分かるように、路面 μ にかかわらず、接地区間の最初と最後、つまり第 1 加速度センサ 11a の接地開始時と接地終了時において第 1、第 2 ピーク値が現れる。しかしながら、路面 μ の影響で、第 1 加速度センサ 11a の出力電圧が変化する。例えば、低 μ 路面の走行時のように路面 μ が低いときには、タイヤ 3 のスリップによる細かな高周波振動が出力電圧に重畳される。このようなタイヤ 3 のスリップによる細かな高周波信号は、高 μ 路面の走行時のように路面 μ が高い場合にはあまり重畳されない。

【0037】

このため、路面 μ が高い場合と低い場合それぞれについて、接地区間中における出力電圧の周波数解析を行うと、図 8 に示す結果となる。すなわち、低周波域では路面 μ が高い場合と低い場合のいずれを走行する場合にも高いレベルになるが、1 kHz 以上の高周波域では路面 μ が低い場合の方が高い場合よりも高いレベルになる。このため、第 1 加速度センサ 11a の出力電圧の高周波成分のレベルが路面状態を表す指標となる。

40

【0038】

したがって、レベル算出部 13c によって接地区間中における第 1 加速度センサ 11a の出力電圧の高周波成分のレベルを算出することで、これを μ データとすることが可能となる。また、 μ データから、例えば路面 μ が低い場合に凍結路と判定するなど、路面 μ と対応する路面の種類を路面状態として検出することもできる。

50

【0039】

例えば、高周波成分のレベルは、第1加速度センサ11aの出力電圧から高周波成分を抽出し、接地区間中に抽出した高周波成分を積分することで算出することができる。具体的には、路面状態や路面 μ に応じて変化すると想定される周波数帯域 $f_a \sim f_b$ の高周波成分をフィルタリングなどによって抽出し、周波数解析によって取り出した周波数帯域 $f_a \sim f_b$ の高周波成分の電圧を積分する。例えば、図示しないコンデンサにチャージさせる。このようにすれば、高 μ 路面を走行している場合のように路面 μ が高い場合の方が低 μ 路面を走行している場合のように路面 μ が低い場合よりもチャージ量が多くなる。このチャージ量を μ データとして用いて、 μ データが示すチャージ量が多いほど路面 μ が低いというように路面 μ を推定できる。

10

【0040】

データ生成部13dは、基本的には、レベル算出部13cでの算出結果に基づいて路面データを生成している。例えば、データ生成部13dは、 μ データをそのまま路面データとして採用したり、 μ データから凍結路やアスファルト路のような路面状態を求めて、それを示すデータを路面データとして生成している。

【0041】

また、上記したように、本実施形態の場合は、温度センサ12によって走行路面の温度を測定している。これに基づき、データ生成部13dは、温度センサ12の検出信号を入力することで路面温度を取得し、取得した路面温度から路面の種類を検出したり、 μ データの補正もしくは μ データから得た路面の種類の補正を行っている。

20

【0042】

例えば、温度センサ12で検出された路面温度が 0°C よりも低いマイナスであった場合には、データ生成部13dは、路面の種類として路面が凍結状態であることを検出している。さらに、データ生成部13dは、第1加速度センサ11aの検出信号の高周波成分から求めた μ データもしくは μ データが示す路面の種類が温度センサ12で検出された路面温度と合致しない場合には、それを補正したり、路面状態の検出結果として採用しないようにする。例えば、第1加速度センサ11aの検出信号の高周波成分から求めた路面の種類が凍結状態であった場合において、温度センサ12で検出された路面温度が 40°C であったときには、凍結状態という路面の種類の検出結果に誤りがあると考えられる。この場合には、データ生成部13dは、レベル算出部13cから伝えられる結果を路面の種類の検出結果としては採用しないようにする。同様に、 μ データが示す路面 μ が路面温度から得た路面の種類と合致しない場合、例えば路面温度から凍結状態と検出されているのに μ データが示す路面 μ が高い場合には、 μ データが示す路面 μ を補正して補正前よりも低い値にしたりする。

30

【0043】

RF回路14は、データ生成部13dから伝えられた μ データなどの路面データを受信機21に対して送信する送信部を構成するものである。RF回路14と受信機21との間の通信は、例えば、Bluetooth（登録商標）などの公知の近距離無線通信技術によって実施可能である。路面データを送信するタイミングについては任意であるが、上記したように、本実施形態では、第1加速度センサ11aの接地終了時に区間抽出部13bから送信トリガが送られることでRF回路14から路面データが送られるようになっている。このように、RF回路14によるデータ送信を常に行うのではなく、第1加速度センサ11aの接地終了時に限定して行うようにしているため、消費電力を低減することが可能となる。

40

【0044】

また、路面データについては、車両に備えられたタイヤ3毎に予め備えられている車輪の固有識別情報（以下、ID情報という）と共に送られる。各車輪の位置については、車輪が車両のどの位置に取り付けられているかを検出する周知の車輪位置検出装置によって特定できることから、受信機21にID情報と共に路面データを伝えることで、どの車輪のデータであるかが判別可能になる。

50

【0045】

電源15は、例えば電池などによって構成され、タイヤマウントセンサ1の各部を駆動するための電源供給を行っている。

【0046】

一方、受信機21は、タイヤマウントセンサ1より送信された路面データを受信し、これに基づいて路面状態を推定すると共に推定した路面状態を報知装置22に伝え、必要に応じて報知装置22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22を通じて推定された路面状態を常に表示するようにしても良いし、推定された路面状態がウェット路や凍結路や低 μ 路等のように運転をより慎重に行う必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からブレーキ制御用の電子制御装置（以下、ECUという）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れば、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することもできる。

【0047】

報知装置22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22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。

【0048】

なお、報知装置22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22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22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22を構成しても良い。

【0049】

以上のようにして、本実施形態にかかる路面状態推定装置100が構成されている。なお、車体側システム2を構成する各部が例えば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。

【0050】

続いて、本実施形態にかかる路面状態推定装置100におけるタイヤマウントセンサ1の作動について、図9を参照して説明する。図9は、タイヤマウントセンサ1でシステム的に行われる処理をフローチャートとして示したものである。

【0051】

各車輪のタイヤマウントセンサ1では、ステップS100に示されるように、第2加速度センサ11bが電源15からの電力供給に基づいてタイヤ3の遠心方向の加速度検出を行っている。そして、ステップS110に示されるように、角度検出部13aによって第2加速度センサ11bの検出信号に基づいてタイヤ3の回転角度が接地角度になる角度であるか否かを判定する。具体的には、第2加速度センサ11bの検出信号の重力加速度成分を抽出し、重力加速度が所定の閾値、例えば0.8G以上であれば、タイヤ3の回転角度が接地角度になる角度であると判定する。ここで肯定判定されるとステップS120に進み、否定判定されるとステップS100の処理に戻る。

【0052】

ステップS120では、制御部13において、第1加速度センサ11aの検出信号に基づく振動検出をスタートする。そして、ステップS130において、第1加速度センサ11aの検出信号から第1ピーク値および第2ピーク値を検出することで接地区間を抽出する。

10

20

30

40

50

【0053】

このような動作が繰り返されることで、第1加速度センサ11aの検出信号の中から接地区間中の振動のみを的確に取得することが可能となる。そして、この後の処理については図示していないが、接地区間中の振動が得られると、それに基づいて路面状態が検出され路面データが生成されて、路面データがRF回路14を通じて受信機21側に送信される。これが受信機21に受信され、路面データに基づく路面状態の推定が行われ、推定された路面状態を報知装置22に伝えるなどの処理が行われる。また、タイヤ3の回転角度が接地角度でなくなると、再び接地角度になるまでの間、第1加速度センサ11aによる振動検出が行われなくなる。

【0054】

以上説明したように、本実施形態にかかる路面状態推定装置100では、タイヤ3の回転角度に基づいて接地角度になる期間にのみ第1加速度センサ11aの検出信号に基づく接地区間の抽出を行うようにしている。このため、第1加速度センサ11aの検出信号に路面の凹凸に基づく振動のノイズが重畳されていても、接地区間を誤判定してしまうことを抑制できる。よって、凹凸の大きな走行路面であっても接地区間を誤判定することを抑制することが可能となる。

【0055】

(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実施形態に対して角度検出部13aの構成を変更したものであり、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。

【0056】

上記第1実施形態では、角度検出部13aにて、第2加速度センサ11bの検出信号が示す加速度が所定の閾値以上になったときを接地角度になる回転角度として検出している。これに対して、本実施形態では、角度検出部13aにて、第2加速度センサ11bの検出信号が示す加速度と車輪速度とから接地角度になる回転角度を検出する。

【0057】

図4に示したように、第2加速度センサ11bの検出信号から直流成分となる遠心加速度を取り除くと、タイヤ3の回転に伴って振幅する振動波形となる。この振動波形の周期は、タイヤ3の速度に応じた振幅となることから、タイヤ3の速度が判れば、次に接地角度になるまでの時間が判る。このため、本実施形態では、所定の回転角度となる加速度として、加速度が所定値、例えば0Gとなるタイミングとタイヤ3の速度とから、次に接地角度になると想定される期間を演算する。そして、その期間を含むように測定期間を設定し、測定期間中であることを区間抽出部13bに伝えるようにする。

【0058】

例えば、加速度が0Gとなってから加速度が増加する場合、次に加速度が0Gになるまでの間に接地角度になる。この場合、加速度がマイナス値から0Gになったときに、タイヤ3の速度から次に接地角度になると想定される期間を演算する。タイヤ3の速度については、例えば前回加速度が0Gとなってから今回加速度が0Gになるまでの期間や、加速度の振幅の最大値同士の時間間隔のように加速度の振幅の1周期の時間などに基づいて算出できる。このときに算出されたタイヤ3の速度が例えば100km/hであれば、25ms後が次に接地角度になる時間と想定される。このため、接地角度になる時間を含む期間、例えば20～30msを測定期間として設定する。

【0059】

このように、角度検出部13aにて、第2加速度センサ11bの検出信号が示す加速度とタイヤ3の速度とから接地角度になる回転角度を検出することもできる。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。

【0060】

(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

10

20

30

40

50

内において適宜変更が可能である。

【0061】

例えば、上記実施形態においては、振動検出部を構成する第1加速度センサ11aの検出信号から接地区間を特定し、接地区間中の検出信号における高周波成分のレベルの算出結果を路面状態が示された路面データとして用いている。しかしながら、これは振動検出部での検出信号を用いて路面状態を検出する手法の一例を示したに過ぎず、振動検出部での検出信号を用いた他の手法によって路面状態を検出しても良い。また、振動検出部を第1加速度センサ11a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検出部を構成することもできる。また、電源15についても、電池に限らず、発電素子などによって構成することもできる。例えば、振動検出素子を用いれば、振動検出素子によって振動検出部を構成しつつ電源15を構成することもできる。

10

【0062】

また、上記実施形態の場合、 μ データや路面状態、より詳しくは路面の種類を示した路面データとしているが、路面状態を示すデータであれば良く、振動検出部の出力電圧波形のうちの第1ピーク値から第2ピーク値までのデータをそのまま路面データとしても良い。

【0063】

また、上記実施形態の場合、受信機21にて、路面データの受信に加えて報知装置22への路面状態の通知などを行う制御部としての役割を果たしている。しかしながら、これは一例を示したに過ぎず、受信機21とは別に制御部を備えても良いし、ブレーキECUなどの他のECUを制御部として機能させるようにしても良い。

20

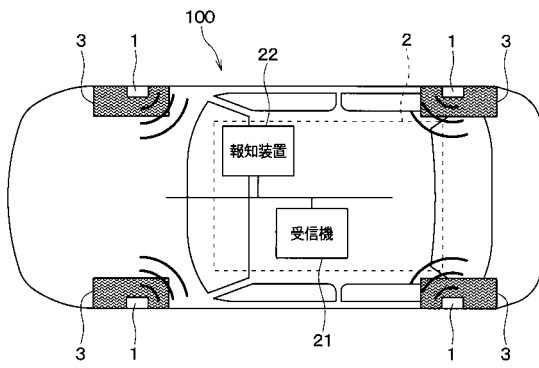
【符号の説明】

【0064】

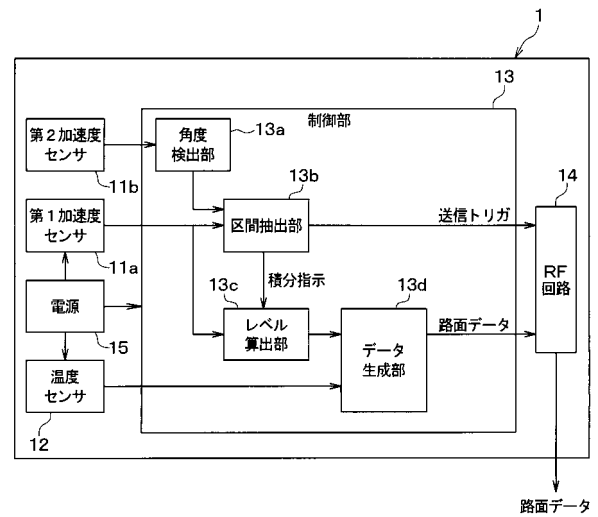
1	タイヤマウントセンサ
2	車体側システム
11a、11b	第1、第2加速度センサ
13	制御部
13a	角度検出部
13b	区間抽出部
13c	レベル算出部
13d	データ生成部
21	受信機
100	路面状態推定装置

30

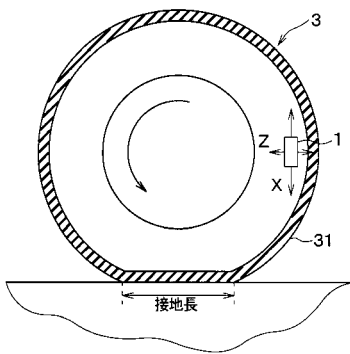
【図 1】



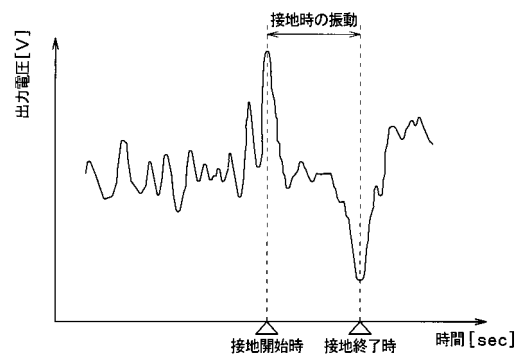
【図 2】



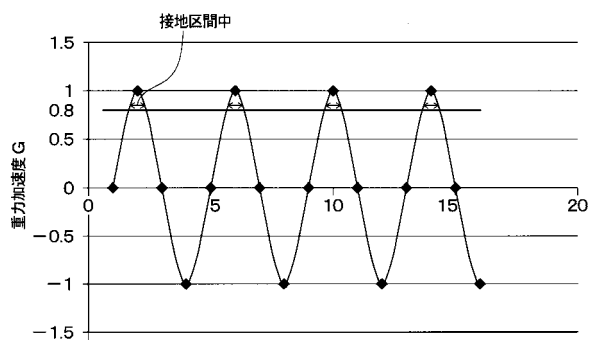
【図 3】



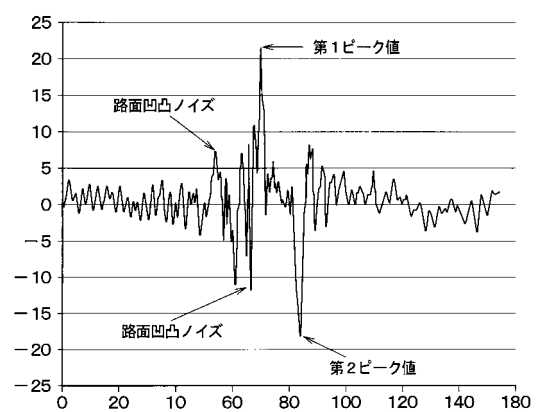
【図 5】



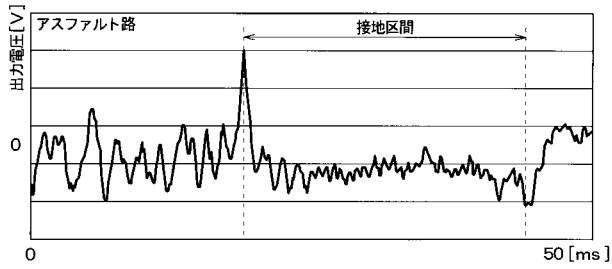
【図 4】



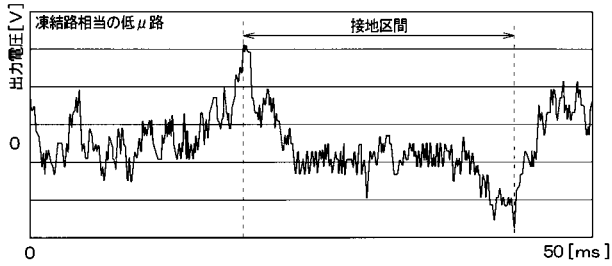
【図 6】



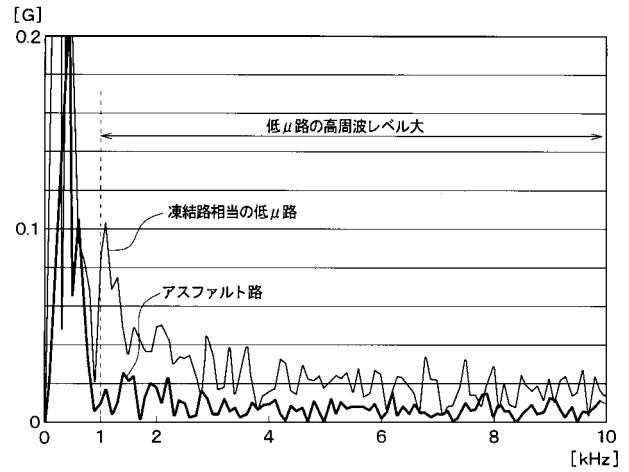
【図 7 A】



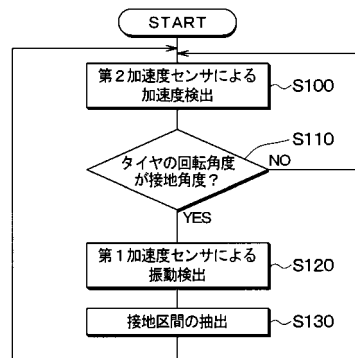
【図 7 B】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3D241 AB01 AC30 BA49 CC20 DB22 DB42 DB43 DB44 DC42 DC46
DC49