

(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2021-172280  
(P2021-172280A)

(43) 公開日 令和3年11月1日(2021.11.1)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>B60C 19/00 (2006.01)</b>	B60C 19/00 H	3D131
<b>G01M 17/02 (2006.01)</b>	G01M 17/02	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2020-79460 (P2020-79460)  
(22) 出願日 令和2年4月28日 (2020.4.28)

(71) 出願人 000003067  
T D K 株式会社  
東京都中央区日本橋二丁目5番1号  
(74) 代理人 100079290  
弁理士 村井 隆  
(74) 代理人 100136375  
弁理士 村井 弘実  
(72) 発明者 千里内 忠雄  
東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D  
K 株式会社内  
(72) 発明者 米田 貞春  
東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D  
K 株式会社内  
Fターム(参考) 3D131 BB01 EC24U LA06 LA22

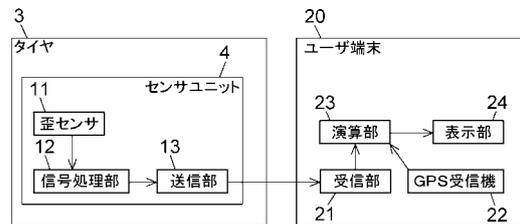
(54) 【発明の名称】 タイヤ劣化検出システム、タイヤ摩耗検出システム、及びタイヤ摩耗検出方法

(57) 【要約】

【課題】車両の曲進による影響を抑制することの可能なタイヤ劣化検出システム、タイヤ摩耗検出システム、及びタイヤ摩耗検出方法を提供する。

【解決手段】タイヤ劣化検出システム1は、車両2の各タイヤ3の劣化状態、例えば摩耗状態を推定する装置である。演算部23は、GPS受信機22による位置データから得られる車両の走行経路を基に、曲進の影響も踏まえた各タイヤ3の移動長を導出し、各タイヤ3の移動長から、各タイヤ3の外径を導出し、各タイヤ3の摩耗量を導出し、各タイヤ3の摩耗量により各タイヤ3の摩耗状態を推定する。

【選択図】 図8



1 タイヤ劣化検出システム

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

車両用のタイヤ劣化検出システムであって、  
前記車両の走行によって得られる前記車両のタイヤの状態データを取得する状態取得手段と、

前記車両の走行経路の曲率半径データを取得する曲率半径取得手段と、  
前記状態データと、前記状態データの基になった走行における前記曲率半径データと、  
を基に、前記タイヤの劣化状態を推定する推定手段と、を備える、タイヤ劣化検出システム。

**【請求項 2】**

前記状態データは、前記タイヤの回転数データであり、  
前記劣化状態は、摩耗状態である、請求項 1 に記載のタイヤ劣化検出システム。

**【請求項 3】**

前記車両の走行経路の経路長データを取得する経路長取得手段を備え、  
前記推定手段は、前記曲率半径データ及び前記経路長データから前記タイヤの移動長を  
導出し、前記タイヤの移動長と、前記移動長を移動する間の前記タイヤの回転数と、を基  
に、前記タイヤの摩耗状態を推定する、請求項 2 に記載のタイヤ劣化検出システム。

**【請求項 4】**

前記曲率半径取得手段及び前記経路長取得手段は、衛星測位システムの受信機を含む、  
請求項 3 に記載のタイヤ劣化検出システム。

**【請求項 5】**

前記推定手段は、走行経路の曲率半径が所定長以上の場合の前記状態データに限定して  
前記タイヤの劣化状態の推定に利用し、

前記所定長は、前記車両の走行経路の経路長に対する前記タイヤの移動長の誤差が所定  
値となる長さであり、

前記所定値は、前記タイヤの新品時の外径に対する許容最大摩耗量の比率の十分の一の  
値である、請求項 1 又は 2 に記載のタイヤ劣化検出システム。

**【請求項 6】**

前記推定手段は、前記車両の所定距離以上の走行における前記状態データ及び前記曲率  
半径データを基に、前記タイヤの劣化状態を推定し、

新品の前記タイヤが前記所定距離を移動した場合の前記タイヤの回転数と、新品に対し  
て許容最大摩耗量だけ摩耗した前記タイヤが前記所定距離を移動した場合の前記タイヤの  
回転数と、の差が 5 回転以上である、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のタイヤ劣化  
検出システム。

**【請求項 7】**

前記状態取得手段は、歪センサ又は加速度センサを含む、請求項 1 から 6 のいずれか一  
項に記載のタイヤ劣化検出システム。

**【請求項 8】**

前記歪センサ又は前記加速度センサが、前記タイヤの周方向の複数箇所に配置される、  
請求項 7 に記載のタイヤ劣化検出システム。

**【請求項 9】**

前記車両の走行経路の路面状況データを取得する路面状況取得手段、又は前記車両の位  
置における天気データを取得する天気取得手段を備え、

前記推定手段は、前記状態データの基になった走行における前記路面状況データ又は前  
記天気データも基にして、前記タイヤの劣化状態を推定する、請求項 1 から 8 のいずれか  
一項に記載のタイヤ劣化検出システム。

**【請求項 10】**

前記推定手段における推定結果を表示する表示部を備え、

前記表示部は、前記車両に搭載されたカーナビゲーションシステムの画面、又は携帯端  
末の画面である、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載のタイヤ劣化検出システム。

10

20

30

40

50

**【請求項 1 1】**

車両用のタイヤ摩耗検出システムであって、  
前記車両のタイヤの回転数を導出する回転数導出手段と、  
前記タイヤの移動長を導出する移動長導出手段と、  
前記車両が所定距離だけ走行する間の前記タイヤの回転数及び移動長を基に前記タイヤの外径を導出する外径導出手段と、  
前記タイヤの外径を基に前記タイヤの摩耗状態を推定する推定手段と、を備える、タイヤ摩耗検出システム。

**【請求項 1 2】**

車両用のタイヤ摩耗検出方法であって、  
前記車両が所定距離だけ走行する間の前記車両のタイヤの回転数、及び前記タイヤの移動長を導出する過程と、  
前記タイヤの前記回転数及び前記移動長を基に前記タイヤの外径を導出する過程と、  
前記タイヤの前記外径を基に前記タイヤの摩耗状態を推定する過程と、を含む、タイヤ摩耗検出方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、車両用のタイヤ劣化検出システム、タイヤ摩耗検出システム、及びタイヤ摩耗検出方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

下記特許文献 1 は、タイヤ偏摩耗検知方法を開示する。この方法では、タイヤトレッドの内面側の幅方向中心部とタイヤショルダ部とに配置された加速度センサを用いてタイヤトレッドの幅方向中心部の加速度波形とタイヤショルダ部のタイヤ径方向の加速度波形をそれぞれ検出し、検出した加速度波形を基にタイヤの偏摩耗を検知する。

**【0003】**

下記特許文献 2 は、タイヤ摩耗量推定装置を開示する。この装置は、GPS 受信器と、この GPS 受信器で得られた位置データから車両の速度を検出する車両速度検出手段と、車輪の回転速度を測定する車輪回転速度測定手段と、上記検出された車両速度と車輪回転速度とからタイヤの摩耗量を推定する摩耗量推定手段と、を備える。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開2013-136297号公報

【特許文献 2】特開2008-143460号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

車両が曲進している最中は、タイヤに横方向の応力がかかる。このため、特許文献 1 の方法において、加速度センサから得られるデータは、摩耗状態が同じでも、車両が直進している場合と曲進している場合とで異なると想定される。また、車両が曲進している最中は、内輪と外輪との間に回転速度差が生じる。このため、特許文献 2 の装置において、測定される車輪回転速度は、同じ車両速度でも、車両が曲進している場合と直進している場合とで異なると想定される。このような直進と曲進との間の相違は、摩耗検出の誤差の要因になり得る。こうした問題は、摩耗以外の劣化を検出する場合にも共通する。

**【0006】**

本発明はこうした状況を認識してなされたものであり、その目的は、車両の曲進による影響を抑制することの可能なタイヤ劣化検出システム、タイヤ摩耗検出システム、及びタイヤ摩耗検出方法を提供することにある。

10

20

30

40

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明のある態様は、車両用のタイヤ劣化検出システムであって、車両の走行によって得られるタイヤの状態データを取得する状態取得手段と、前記車両の走行経路の曲率半径データを取得する曲率半径取得手段と、前記状態データと、前記状態データの基になった走行における前記曲率半径データと、を基に、前記タイヤの劣化状態を推定する推定手段と、を備える。

## 【0008】

前記状態データは、前記タイヤの回転数データであり、前記劣化状態は、摩耗状態であってもよい。

10

## 【0009】

前記車両の走行経路の経路長データを取得する経路長取得手段を備え、前記推定手段は、前記曲率半径データ及び前記経路長データから前記タイヤの移動長を導出し、前記タイヤの移動長と、前記移動長を移動する間の前記タイヤの回転数と、を基に、前記タイヤの摩耗状態を推定してもよい。

## 【0010】

前記曲率半径取得手段及び前記経路長取得手段は、衛星測位システムの受信機を含んでもよい。

## 【0011】

前記推定手段は、走行経路の曲率半径が所定長以上の場合の前記状態データに限定して前記タイヤの劣化状態の推定に利用し、

20

前記所定長は、前記車両の走行経路の経路長に対する前記タイヤの移動長の誤差が所定値となる長さであり、

前記所定値は、前記タイヤの新品時の外径に対する許容最大摩耗量の比率の十分の一の値であってもよい。

## 【0012】

前記推定手段は、前記車両の所定距離以上の走行における前記状態データ及び前記曲率半径データを基に、前記タイヤの劣化状態を推定し、

新品の前記タイヤが前記所定距離を移動した場合の前記タイヤの回転数と、新品に対して許容最大摩耗量だけ摩耗した前記タイヤが前記所定距離を移動した場合の前記タイヤの回転数と、の差が5回転以上であってもよい。

30

## 【0013】

前記状態取得手段は、歪センサ又は加速度センサを含んでもよい。

## 【0014】

前記歪センサ又は前記加速度センサが、前記タイヤの周方向の複数箇所に配置されてもよい。

## 【0015】

前記車両の走行経路の路面状況データを取得する路面状況取得手段、又は前記車両の位置における天気データを取得する天気取得手段を備え、

前記推定手段は、前記状態データの基になった走行における前記路面状況データ又は前記天気データも基にして、前記タイヤの劣化状態を推定してもよい。

40

## 【0016】

前記推定手段における推定結果を表示する表示部を備え、

前記表示部は、前記車両に搭載されたカーナビゲーションシステムの画面、又は携帯端末の画面であってもよい。

## 【0017】

本発明の別の態様は、車両用のタイヤ摩耗検出システムであって、

前記車両のタイヤの回転数を導出する回転数導出手段と、

前記タイヤの移動長を導出する移動長導出手段と、

前記車両が所定距離だけ走行する間の前記タイヤの回転数及び移動長を基に前記タイヤ

50

の外径を導出する外径導出手段と、

前記タイヤの外径を基に前記タイヤの摩耗状態を推定する推定手段と、を備える。

【0018】

本発明の別の態様は、車両用のタイヤ摩耗検出方法であって、

前記車両が所定距離だけ走行する間の前記車両のタイヤの回転数、及び前記タイヤの移動長を導出する過程と、

前記タイヤの前記回転数及び前記移動長を基に前記タイヤの外径を導出する過程と、

前記タイヤの前記外径を基に前記タイヤの摩耗状態を推定する過程と、を含む。

【0019】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を装置やプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

10

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、車両の曲進による影響を抑制することの可能なタイヤ劣化検出システム、タイヤ摩耗検出システム、及びタイヤ摩耗検出方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の実施の形態に係るタイヤ劣化検出システム1の模式平面図。

【図2】タイヤ劣化検出システム1のセンサユニット4の配置を示す正断面図。

【図3】タイヤ3の外周面のうちセンサユニット4の配置部の真裏の部分が路面7に接地した接地状態を示す模式側断面図。

20

【図4】センサユニット4におけるセンシング信号の波形の一例を示す波形図。

【図5】タイヤ3の新品時の外径 $R_n$ 及び許容最大摩耗量 $R_w$ の模式説明図。

【図6】タイヤ3の劣化状態推定のための車両2の必要走行距離 $D$ の模式説明図。

【図7】車両2が曲進する場合の各タイヤ3の軌跡の一例を示す模式説明図。

【図8】タイヤ劣化検出システム1の機能ブロック図。

【図9】タイヤ劣化検出システム1におけるタイヤ3の劣化状態推定のフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下において、各図面に示される同一または同等の構成要素、部材等には同一の符号を付し、適宜重複した説明は省略する。実施の形態は、発明を限定するものではなく例示である。実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

30

【0023】

本実施の形態は、タイヤ劣化検出システム1に関する。タイヤ劣化検出システム1は、車両2の各タイヤ3の劣化状態を推定するシステムであり、ここでは各タイヤ3の摩耗状態を推定するタイヤ摩耗検出システムである。図1により、車両2の互いに直交する前後及び左右の各方向を定義する。車両2は、車体5と、車体5に取り付けられた四本のタイヤ3と、を備える。タイヤ3は、左前輪、右前輪、左後輪、及び右後輪からなる。タイヤ劣化検出システム1は、各タイヤ3に設けられたセンサユニット4と、ユーザ端末20と、を備える。

40

【0024】

センサユニット4は、図2に示すように、タイヤ3の内周面の左右方向における中心部に設けられる。センサユニット4は、タイヤ3が回転して図3に示す接地状態になる前後でレベル変化するセンシング信号を得る。センシング信号の波形の一例を図4に示す。センシング信号は、センサユニット4に含まれる図8に示す歪センサ11の出力信号である。センシング信号は、状態データの一例である。

【0025】

図4に例示のように、センシング信号の波形は、タイヤ3の回転中に、図3に示す接地状態となるたびに極小値をとる。ある極小値から次の極小値までの期間に、タイヤ3は一

50

回転する。このため、センシング信号から、所望の期間におけるタイヤ3の回転数を特定できる。すなわち、センシング信号は、タイヤ3の回転数を特定可能な回転数データである。センサユニット4は、タイヤ3の周方向に複数、例えば等角度間隔で設けられてもよい。この場合、タイヤ3の一回転の満たない回転、例えば半回転や四分の一回転も検出できる。

【0026】

図5は、タイヤ3の新品時（未摩耗状態）の外径 $R_n$ 及び許容最大摩耗量 $R_w$ を模式的に示す。タイヤ3が摩耗して外径（直径）が小さくなると、同じ距離を移動した場合のタイヤ3の回転数が増える。これを利用して本実施の形態ではタイヤ3の摩耗状態を推定する。図6は、タイヤ3の劣化状態推定のための車両2の必要走行距離 $D$ の模式的に示す。必要走行距離 $D$ は、図6に示すように走行経路が直線であれば、始点から終点までの直線距離である。走行経路が直線の場合、車両2のどの部分も移動距離は変わらないので、車両2のどの部分を基準に必要走行距離 $D$ を導出してもよい。一方、必要走行距離 $D$ は、走行経路が曲線を含む場合、当該走行経路に沿う経路長である。走行経路が曲線を含む場合は、最も移動距離が短くなるタイヤ3の軌跡（図7の例では点Cに位置する左後輪の軌跡）を基に必要走行距離 $D$ を導出するとよい。

10

【0027】

必要走行距離 $D$ は、許容最大摩耗量 $R_w$ だけ摩耗したタイヤ3（以下「摩耗タイヤ」とも表記）と新品のタイヤ3（以下「新品タイヤ」とも表記）との間で回転数差 $\Delta T$ が所定値、例えば5以上となるように定める。一例として、タイヤサイズを195/65R1591S、 $R_w$ を5mmとすると、新品タイヤの外周長は1993mm、摩耗タイヤの外周長は1961mmとなり、630m走行すると、新品タイヤの回転数が316回、摩耗タイヤの回転数が321回となる。回転数差 $\Delta T$ は、以下の式で表される。

20

【数1】

$$\Delta T = \frac{D}{\pi(R - R_w)} - \frac{D}{\pi R}$$

【0028】

図7は、車両2が曲進する場合の各タイヤ3の軌跡の一例を模式的に示す。図7において、点Oは、曲進の曲率中心を示す。点Aは、右前輪の位置を示す。点Bは、左前輪の位置を示す。点Cは、左後輪の位置を示す。点Dは、右後輪の位置を示す。車両2が曲進する場合、各タイヤ3の移動長（軌跡長）が互いに一致しない。このため、車両2が必要走行距離 $D$ だけ移動した場合において走行経路に曲進が含まれる場合、タイヤ3の移動長が必要走行距離 $D$ からずれることがある。以下、このずれの補正について説明する。

30

【0029】

車両2の走行経路の軌跡、図8に示すGPS受信機22の受信信号から導出する。走行経路の軌跡から、走行経路の経路長及び曲率半径を導出できる。すなわち、GPS受信機22は、走行経路の曲率半径を特定可能な曲率半径データを取得する曲率半径取得手段を構成し、かつ、走行経路の経路長を特定可能な経路長データを取得する経路長取得手段を構成する。

40

【0030】

ここでは、GPS受信機22の位置が車両2の右前席の前側にあつて右前輪と同じ位置にあるとみなせるものとする。この場合、右前輪の軌跡の曲率半径である線分OAの長さは、車両2の走行経路の曲率半径と一致し、既知量となる。一方、線分AB, CDの長さは、それぞれトレッド幅であり、既知量である。線分BC, ADの長さは、それぞれホイールベースであり、既知量である。

【0031】

これらの既知量を用いて、右前輪以外の各タイヤ3の軌跡の曲率半径（線分OB, OC, ODの長さ）は、それぞれ以下の式で表される。

【数 2】

$$OB = \sqrt{\left(\sqrt{OA^2 - AD^2} - CD\right)^2 + AD^2}$$

$$OC = \sqrt{OA^2 - AD^2} - CD$$

$$OD = \sqrt{OA^2 - AD^2}$$

なお、GPS 受信機 22 が右前輪とは異なる任意の位置にある場合にも、各タイヤ 3 の曲率半径を導出できる。

【0032】

10

曲進における各タイヤ 3 の移動長同士の比は、軌跡の曲率半径同士の比と一致する。よって、車両 2 の走行経路の経路長と一致する右前輪の移動長から、右前輪以外の各タイヤ 3 の移動長を導出できる。実際の走行では、曲率半径が異なる曲進や直進が混在することがある。このため、必要走行距離 D の走行経路を分割し、分割したそれぞれの経路（各分割経路）について各タイヤ 3 の移動長を導出し、各分割経路における各タイヤ 3 の移動長をタイヤごとに合計するとよい。

【0033】

車両 2 が必要走行距離 D だけ走行したときの右前輪、左前輪、左後輪及び右後輪の移動長をそれぞれ  $D_a$ 、 $D_b$ 、 $D_c$ 、 $D_d$ 、外径をそれぞれ  $R_a$ 、 $R_b$ 、 $R_c$ 、 $R_d$ 、回転数をそれぞれ  $T_a$ 、 $T_b$ 、 $T_c$ 、 $T_d$  とすると、

20

【数 3】

$$R_a = \frac{D_a}{\pi \times T_a}, \quad R_b = \frac{D_b}{\pi \times T_b}, \quad R_c = \frac{D_c}{\pi \times T_c}, \quad R_d = \frac{D_d}{\pi \times T_d}$$

となる。各タイヤ 3 について、外径が  $R_n - R_w$  以上であれば摩耗量は許容範囲内、外径が  $R_n - R_w$  未満であれば摩耗量が許容範囲外と判定できる。

【0034】

図 8 は、タイヤ劣化検出システム 1 の機能ブロック図である。センサユニット 4 は、状態取得手段としての歪センサ 11 と、信号処理部 12 と、送信部 13 と、を有する。歪センサ 11 は、例えば、圧電薄膜（薄膜 PZT）の両面に電極をそれぞれ設けた薄膜圧電素子チップであって、図示しないフレキシブル基板上に設けられる。送信部 13 は、Bluetooth（登録商標）等の近距離無線通信に対応した無線通信モジュールである。

30

【0035】

信号処理部 12 は、歪センサ 11 の出力信号に、例えば、ノイズ除去や増幅、アナログデジタル変換等の処理を行う。送信部 13 は、信号処理部 12 によって処理された歪センサ 11 の出力信号を、ユーザ端末 20 の受信部 21 に送信する。センサユニット 4 の電源は、タイヤ 3 内に設けた例えばボタン電池（図示省略）である。

【0036】

ユーザ端末 20 は、車両 2 のカーナビゲーションシステムを構成するコンピュータ（車載コンピュータ）であってもよいし、スマートフォンやタブレット端末等の携帯端末であってもよい。ユーザ端末 20 は、受信部 21 と、GPS（Global Positioning System）受信機 22 と、演算部 23 と、表示部 24 と、を有する。受信部 21 は、Bluetooth（登録商標）等の近距離無線通信に対応した無線通信モジュールである。GPS 受信機 22 は、衛星測位システムの受信機の例示である。演算部 23 は、タイヤ 3 の劣化状態推定に必要な各種演算処理を実行可能なマイクロコントローラを含む。表示部 24 は、各種情報をユーザに画面表示で報知する。

40

【0037】

図 9 は、タイヤ劣化検出システム 1 におけるタイヤ 3 の劣化状態推定のフローチャートである。このフローチャートは、演算部 23 がタイヤ劣化検出プログラム（タイヤ摩耗検出プログラム）を実行した場合の処理の流れを示す。このフローチャートの開始は、前回のタイヤ劣化検出プログラムの実行後に車両 2 が所定距離走行したことを契機としてもよ

50

いし、ユーザによる開始指示を契機としてもよい。

【0038】

演算部23は、受信部21が各タイヤ3のセンサユニット4から受信した信号（センシングデータ）を取得すると共に、GPS受信機22から車両2の現在の位置データを取得する（S1）。演算部23は、車両2の走行距離が必要走行距離Dに到達するまで、センシングデータの取得と位置データの取得を継続する（S2のNo、S1）。車両2の走行距離が必要走行距離Dに到達すると（S2のYes）、演算部23は、ステップS1で蓄積した位置データから得られる車両2の走行経路を基に、曲進の影響も踏まえた各タイヤ3の移動長を導出する（S3）。

【0039】

演算部23は、各タイヤ3の移動長から、各タイヤ3の外径を導出する（S4）。演算部23は、各タイヤ3の摩耗量、すなわち各タイヤ3の現在の外径と新品時の外径との差を導出する（S5）。演算部23は、各タイヤ3の摩耗量により各タイヤ3の劣化状態（摩耗状態）を推定する（S6）。具体的には、演算部23は、各タイヤ3の摩耗量が許容最大摩耗量Rwを超えているか否かを判定する。演算部23は、各タイヤ3の劣化状態の推定結果を表示部24に表示する（S7）。例えば、右前輪の摩耗量が許容最大摩耗量Rwを超えている場合、右前輪の摩耗量が許容値を超えている旨のメッセージやイラスト表示等を行う。

【0040】

タイヤ劣化検出システム1において、車両2の一回の走行が必要走行距離Dに満たない場合は、複数回の走行から得られたデータを基に各タイヤ3の劣化状態を推定してもよい。あるいは、必要走行距離Dに満たない走行から得られたデータは破棄し、一回で必要走行距離Dに到達した走行から得られたデータを基に各タイヤ3の劣化状態を推定してもよい。

【0041】

本実施の形態によれば、下記の効果を奏することができる。

【0042】

(1) タイヤ劣化検出システム1では、車両2の曲進も加味して車両2の走行経路長から各タイヤ3の移動長を導出し、各タイヤ3の移動長と各タイヤ3の回転数から各タイヤ3の摩耗量を推定する。このため、曲進による劣化状態推定への影響を抑制できる。

【0043】

(2) 車両2の走行経路をGPS受信機22で受信した位置データから導出するため、多くの車両や携帯端末が備えているGPS受信機能を利用でき、便利である。

【0044】

(3) 摩耗タイヤと新品タイヤとの間で回転数差Tが所定値、例えば5以上となるように必要走行距離Dを定めるため、摩耗の判定精度が高められる。なお、歪センサ11をタイヤ3の周方向に等角度間隔でn個（nは2以上の整数）設けて、タイヤ3の1/n回転も検出可能とする場合、タイヤ3の一回転につきn回の接地検出信号が得られるので、 $n \times T$ が前記所定値（例えば5）以上となるように必要走行距離Dを定めてもよい。

【0045】

以上、実施の形態を例に本発明を説明したが、実施の形態の各構成要素や各処理プロセスには請求項に記載の範囲で種々の変形が可能であることは当業者に理解されるところである。以下、変形例に触れる。

【0046】

車両2の曲進時のデータはタイヤ3の劣化状態推定に使用しなくてもよい。この場合、演算部23は、GPS受信機22からの位置データの推移を監視して、曲進している期間の走行は必要走行距離Dの一部に含めないようにする。演算部23は、直進している期間の走行を複数足し合わせて必要走行距離Dに到達したら図9に示すステップS3以降の処理を実行してもよいし、連続する直進で必要走行距離Dに到達するのを待ってステップS3以降の処理を実行してもよい。曲進時のデータをタイヤ3の劣化状態推定に使用しない

10

20

30

40

50

ことで、曲進による劣化状態推定への影響を抑制できる。

【0047】

演算部23は、走行経路の曲率半径が所定長以上の場合を直進、曲率半径が前記所定長未満の場合を曲進とみなしてもよい。前記所定長は、車両2の走行経路長と各タイヤ3の移動長の誤差が所定値となるように設定する。前記所定値は、タイヤ3の新品時の外径 $R_n$ に対する許容最大摩耗量 $R_w$ の比率( $R_w/R_n$ )に許容誤差を乗じた値とする。一例として、タイヤサイズを195/65R15 91S、ホイールベースを2.7m、トレッド幅を1.54m、GPS受信機22の位置を右前輪の位置と同じ位置、 $R_w/R_n$ を2%、許容誤差を10%とした場合、前記所定値は0.2%、前記所定長は約800mと計算される。許容誤差は、20%であってもよく、好ましくは10%以下とする。

10

【0048】

路面7が未舗装であったり濡れていたり積雪があったりする場合や、天気が雨や雪の場合は、タイヤ3の空転やスリップが発生し、タイヤ3の劣化状態推定に悪影響が生じることが想定される。このため、演算部23は、路面7の状態、例えば未舗装、濡れ、積雪等を検出した場合や、車両2の現在地における天気が雨や雪であることを検出した場合は、タイヤ3の劣化状態推定を行わないようにしてもよい。車両2の現在地における路面7の状況は、例えば、路面7を撮影可能な図示しない車載カメラの映像から演算部23が推定してもよい。この場合、車載カメラ及び演算部23は、路面状況取得手段の例示である。車両2の現在地における路面7の状態及び天気は、GPS受信機22の位置データから特定される現在地に関してインターネット等のネットワークを通じて得られる天気データから演算部23が推定してもよい。この場合、GPS受信機22及び演算部23は、路面状況取得手段及び天気取得手段の例示である。

20

【0049】

センサユニット4において、歪センサ11を加速度センサに置換してもよい。センサユニット4は、車体5側に設けられてもよい。この場合、ABS (Anti-lock Brake System)、TCS (Traction Control System)、あるいはESC (Electronic Stability Control)等の制御システムに付属の車輪速センサを状態取得手段としてもよい。演算部23は、車輪速センサからのセンシング信号によりタイヤ3の回転数を導出できる。センサユニット4を車体5側に設ける場合、ユーザ端末20の受信部21は、センシング信号を有線通信で受信してもよい。

30

【0050】

センサユニット4で取得するタイヤ3の劣化状態に関する状態データは、タイヤ3の回転数に限らず、例えば硬度であってもよい。タイヤ3を構成するゴムは、劣化が進むと硬くなる。タイヤ3の硬度が異なると、走行によって得られる歪センサ11のセンシング信号も異なる。歪センサ11に替えて加速度センサとした場合にも、タイヤ3の硬度が異なるとセンシング信号も異なる。このため、走行によって得られるセンシング信号によりタイヤ3の硬度を推定し、タイヤ3の摩耗状態以外の劣化状態、例えば経年劣化状態を推定できる。ここで、タイヤ3の硬度が同じでも、直進時と曲進時とではセンシング信号が異なってくる。このため、タイヤ3の硬度を推定する場合は、車両2の曲進時のセンシング信号は利用せず、車両2の直進時のセンシング信号のみを利用するとよい。

40

【0051】

車両2のタイヤ3の数は、四輪に限定されず、二輪、三輪、その他の任意の複数であってもよい。図8に示す歪センサ11、信号処理部12、及び送信部13は、センサユニット(センサモジュール)4として一体化されず互いに別体かつ離間配置されてもよい。歪センサ11をタイヤ3の周方向に複数設ける場合、複数の歪センサ11で一つの送信部13を共用してもよい。タイヤ3の摩耗検出は、異なる複数の摩耗量閾値で区分される複数の摩耗レベルを設定しておき、いずれの摩耗レベルに該当するかを判定するものであってもよい。車両2が直進しているか曲進しているかの判定は、車両2のハンドルの回転位置を検出する手段を利用してよい。ハンドル回転角が所定値以上の場合は曲進とみなしてもよい。ハンドル回転角と走行経路の曲率半径は負の相関関係がある。このため、ハンド

50

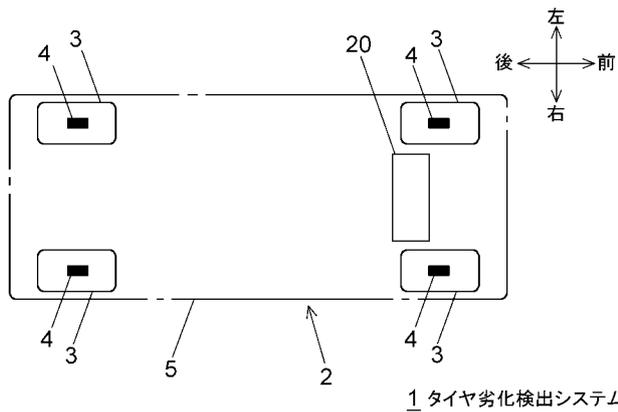
ル回転角は、曲率半径データとすることができる。

【符号の説明】

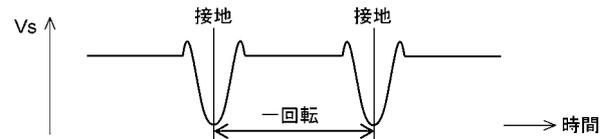
【0052】

- 1 タイヤ劣化検出システム、2 車両、3 タイヤ、4 センサユニット、5 車体、
- 7 路面、11 歪センサ、12 信号処理部、13 送信部、20 ユーザ端末、21
- 受信部、22 GPS受信機、23 演算部、24 表示部。

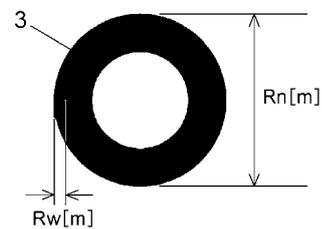
【図1】



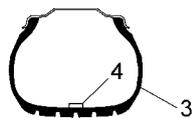
【図4】



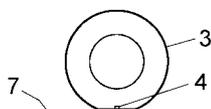
【図5】



【図2】



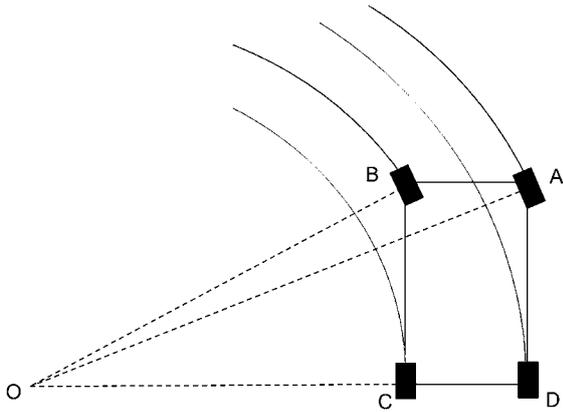
【図3】



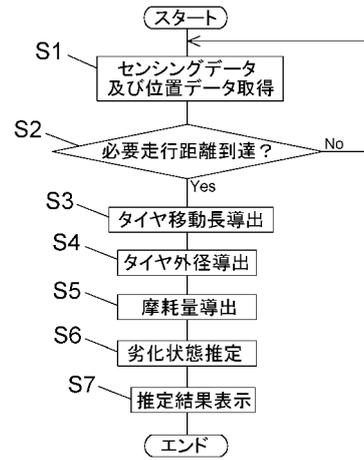
【図6】



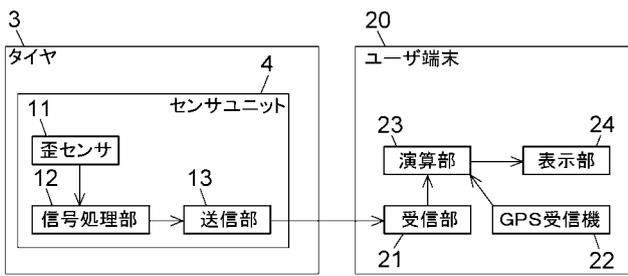
【図7】



【図9】



【図8】



1 タイヤ劣化検出システム