(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 3 月 23 日(23.03.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/047419 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 17/00 (2006.01) *B60C 23/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/075921

(22) 国際出願日: 2016 年 9 月 5 日(05.09.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-184083 2015 年 9 月 17 日(17.09.2015) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 前原 宏明(MAEHARA Hiroaki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 金 順姫(JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦２丁目１３番１９号 瀧定ビル６階 Aichi (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

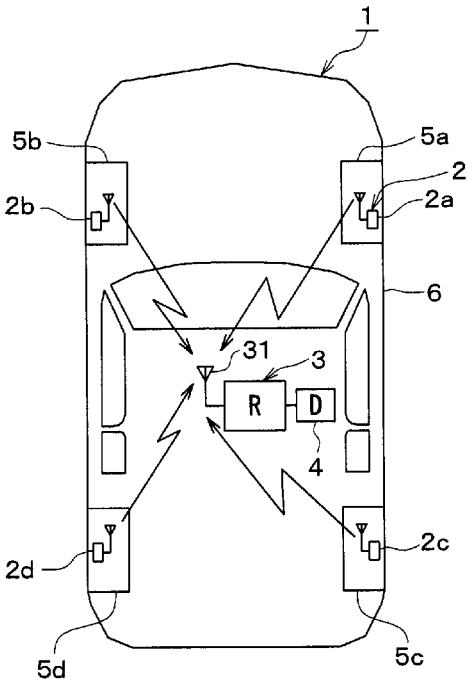
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

WO 2017/047419 A1

(54) **Title**: SENSOR TRANSMITTER, WHEEL POSITION DETECTING DEVICE AND TIRE AIR PRESSURE DETECTING DEVICE PROVIDED WITH SAME

(54) 発明の名称 : センサ送信機、車輪位置検出装置およびそれを備えたタイヤ空気圧検出装置



(57) **Abstract**: This wheel position detecting device is applicable to a vehicle (1) in which four wheels (5a to 5d) provided with tires are attached to a vehicle body (6), and is provided with sensor transmitters (2, 2a to 2d) and a receiver (3). The sensor transmitters (2, 2a to 2d) each include an acceleration sensor and a first control unit which detects the position of the corresponding wheel on the basis of the acceleration thereof, and creates and transmits a frame in which data indicating the result of the wheel position detection are stored. The receiver (3) is provided in the vehicle body, and includes: a receiving unit which receives each transmitted frame by means of a reception antenna (31); and a second control unit which identifies whether the sensor transmitter that has transmitted each frame is attached to the right wheels (5a, 5c) or the left wheels (5b, 5d), from among the four wheels.

(57) 要約: 車輪位置検出装置は、車体（６）に対してタイヤを備えた４つの車輪（５ａ～５ｄ）が取り付けられた車両（１）に適用され、センサ送信機（２、２ａ～２ｄ）と受信機（３）とを備える。センサ送信機（２、２ａ～２ｄ）は、加速度センサと、加速度に基づいて車輪位置検出を行い、該車輪位置検出の結果を示すデータを格納したフレームを作成すると共に送信する第１制御部とを有する。受信機（３）は、車体に設けられ、受信アンテナ（３１）を介してフレームを受信する受信部と、フレームを送信してきたセンサ送信機が４つの車輪うちの右車輪（５ａ、５ｃ）と左車輪（５ｂ、５ｄ）のいずれに取り付けられたものであるかを特定する第２制御部とを有する。

明　細　書

発明の名称 ：

センサ送信機、車輪位置検出装置およびそれを備えたタイヤ空気圧検出装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、２０１５年９月１７日に出願された日本国特許出願２０１５－１８４０８３号に基づくものであり、ここにその記載内容を参照により援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、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センサ送信機や車輪位置検出装置に関するもので、特に、タイヤ空気圧の検出を行うタイヤ空気圧検出装置に適用すると好適である。

背景技術

[0003] タイヤ空気圧検出装置（以下、ＴＰＭＳ：Tire Pressure Monitoring Systemという）の１つとして、ダイレクト式のものがある。このタイプのＴＰＭＳでは、タイヤが取り付けられた車輪側に、圧力センサ等のセンサが備えられたセンサ送信機が直接取り付けられている。また、車体側には、アンテナおよび受信機が備えられており、センサからの検出信号がセンサ送信機から送信されると、アンテナを介して受信機にその検出信号が受信され、タイヤ空気圧の検出が行われる。

[0004] このようなダイレクト式のＴＰＭＳでは、データ送信を行うセンサ送信機がどの車輪に取り付けられたものかを判別できるようにする必要がある。このため、例えば下記の（１）～（６）に示すような様々な方法によって、センサ送信機が取り付けられた車輪を検出する車輪位置検出が行われている。

[0005] （１）センサ送信機にトリガ信号の受信機能を持たせ、トリガ信号を受信したときの受信強度を示したデータを受信機側に伝えるという双方向通信を行うことで、車輪位置検出を行っている。具体的には、各センサ送信機から

異なる距離となるようにトリガ機を配置し、トリガ機からトリガ信号を出力すると、各センサ送信機でトリガ信号が異なった受信強度で測定されるようにしている。この受信強度の相違に基づいて、車輪位置検出を行っている。

[0006] （２）各センサ送信機からの距離が異なる距離となるように車体側の受信機を配置する手法もある。すなわち、センサ送信機が送信するＲＦ（Radio Frequency）信号の信号強度を受信機側で測定し、その測定結果と、各センサ送信機と受信機との間の距離と予め測定しておいた受信強度パターンとの関係に基づいて、車輪位置検出を行うことができる。

[0007] （３）センサ送信機に車輪の回転方向と径方向の加速度を検出できる２軸の加速度センサ（以下、Ｇセンサという）を備える手法もある（例えば、特許文献１参照）。車輪の回転方向で各軸のＧセンサの検出信号の位相差が変わることから、受信機でその位相差を比較することにより送信機が左右いずれの車輪に取り付けられたものであるかを判別し、車輪位置検出を行っている。

[0008] （４）操舵輪の方が従動輪よりも移動距離が長くなることを利用して、前後輪のいずれに設置されたセンサ送信機であるかを特定するという車輪位置検出の手法もある。回転するタイヤの遠心力が車輪速度に比例することから、Ｇセンサによって検出した車輪の遠心力を積分することでタイヤの移動距離と比例する値を生成する。この値を受信機が受け取り、タイヤの移動距離が長い方を操舵輪、短い方を従動輪と判定している。

[0009] （５）アンチロックブレーキ（以下、ＡＢＳという）制御に用いている車輪速度センサの歯車情報を用いて車輪位置検出を行う手法もある。具体的には、センサ送信機に備えたＧセンサの加速度検知信号に基づいて車輪が所定の回転位置（回転角度）になったことを検出し、車輪側からフレーム送信を行わせる。そして、車輪と連動して回転させられる歯車の歯の通過を車輪速度センサで検出し、フレームの受信タイミングでの歯位置が車輪毎にほぼ一定になることを利用して、歯位置のバラツキ幅に基づいて、車輪位置検出を行っている。

[0010] （６）受信機でセンサ送信機から送られてくるタイヤ空気圧に関する情報を受信して、タイヤ空気圧の変化を測定すると共に、そのときの車両の加速度を測定し、タイヤ空気圧の変化が車両の加速度に応じた値となることに基づいて車輪位置検出を行う手法もある。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：ＪＰ　４１１１３０５　Ｂ２

発明の概要

[0012] （１）の手法では、トリガ機などの追加の設備が必要になるため、装置構成の複雑化を招くし、コスト増にも繋がる。（２）の手法では、受信機、もしくは受信アンテナの搭載位置に制約が発生し、車両適合を加味すると、その搭載位置が更に限定されてしまう。（３）の手法では、２軸のＧセンサという特殊なセンサが必要になる。（４）の手法では、タイヤ径が前後輪で異なっている場合、操舵輪と従動輪との判別が難しく、誤判定を招く。（５）の手法では、ＡＢＳ制御に用いる車輪速度センサの情報を利用するため、車輪位置検出装置、もしくはタイヤ空気圧検出装置との通信仕様が複雑になる。（６）の手法では、タイヤ空気圧の検出精度を出すことが難しいため、精度良い車輪位置検出を行えない。

[0013] 本開示は、トリガ機などの追加の設備や２軸のＧセンサを必要とせず、搭載位置の制約も少なく、通信仕様の複雑化を招かなくても、的確に車輪位置検出を行うことができるセンサ送信機、車輪位置検出装置およびそれを用いたタイヤ空気圧検出装置を提供することを目的とする。

[0014] 本開示の一態様によれば、車体に対してタイヤを備えた４つの車輪が取り付けられた車両に適用される車輪位置検出装置は、センサ送信機と、受信機とを備える。センサ送信機は、４つの車輪それぞれに備えられ、４つの車輪それぞれの径方向に対して周方向に所定角度ずらした方向を検出方向として加速度を検出する加速度センサと、加速度センサで検出した加速度に基づいて車輪位置検出を行い、該車輪位置検出の結果を示すデータを格納したフレ

ームを作成すると共に送信する第１制御部とを有する。受信機は、車体に設けられ、受信アンテナを介してセンサ送信機から送信されたフレームを受信する受信部と、受信したフレームから得られる車輪位置検出の結果を示すデータに基づいて、フレームを送信してきたセンサ送信機が４つの車輪うちの右車輪と左車輪のいずれに取り付けられたものであるかを特定する第２制御部とを有する。第１制御部は、加速度センサで検出した加速度に基づいて、加速度センサが径方向に対して周方向にずらされた所定角度に相当する傾斜角度を演算し、該傾斜角度に基づいて、該第１制御部が備えられたセンサ送信機が取り付けられたのが右車輪と左車輪のいずれであるかを推定する。

[0015] さらに、本開示の別の一態様によれば、車輪位置検出装置に用いられるセンサ送信機が提供される。

[0016] さらに、本開示の別の一態様によれば、車輪位置検出装置を含むタイヤ空気圧検出装置が提供される。送信機は、４つの車輪それぞれに備えられたタイヤの空気圧に応じた検出信号を出力するセンシング部を備え、第１制御部によってセンシング部の検出信号を信号処理したタイヤ空気圧に関する情報をフレームに格納して、当該フレームを受信機に送信する。受信機は、第２制御部にて、該タイヤ空気圧に関する情報より、４つの車輪それぞれに備えられたタイヤの空気圧を検出する。

[0017] このように、センサ送信機自身で、傾斜角度を演算し、この傾斜角度に基づいて右車輪と左車輪のいずれに取り付けられたものであるかを推定している。このような車輪位置検出手法においては、トリガ機などの追加の設備が必要にならず、装置構成の複雑化、コスト増を防ぐことができる。また、受信機、もしくは受信アンテナの搭載位置の制約も少ない。また、２軸のＧセンサという特殊なセンサを必要としない。さらに、操舵輪と従動輪との判別も可能である。そして、ＡＢＳ制御に用いる車輪速度センサの情報を利用しないため、通信仕様の複雑化を招くこともないし、タイヤ空気圧の検出精度が要求されることなく精度良い車輪位置検出を行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0018] 本開示についての上記および他の目的、特徴や利点は、添付図面を参照した下記詳細な説明から、より明確になる。添付図面において、

[図1]図１は、本開示の第１実施形態にかかる第１実施形態における車輪位置検出装置が適用されるタイヤ空気圧検出装置の全体構成を示す図であり、

[図2A]図２Ａは、送信機のブロック構成を示した図であり、

[図2B]図２Ｂは、受信機のブロック構成を示した図であり、

[図3]図３は、車両の右側面から見たＧセンサを内蔵する送信機のある時点での車軸周りの存在角度θを示した図であり、

[図4]図４は、車両の外側から見たときの車輪に対するＧセンサの取り付けの傾斜角度θ_{set}を示した図であり、

[図5]図５は、車輪の回転に伴って振幅する加速度A_{sens}（ｔ）の振幅の中央値とそれを２次関数近似したときの関係を示した図であり、

[図6]図６は、車両の諸条件を示した図表であり、

[図7]図７は、左右前輪に取り付けられたセンサ送信機のＧセンサの計測値a_{sens}の波形を示した図であり、

[図8A]図８Ａは、左右前輪それぞれのＧセンサの測定値の中央値を３点プロットした図であり、

[図8B]図８Ｂは、左右後輪それぞれのＧセンサの測定値の中央値を３点プロットした図であり、

[図9]図９は、右前輪および右後輪に取り付けられたセンサ送信機のＧセンサの計測値a_{sens}の波形を示した図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本開示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。

[0020] （第１実施形態）

本開示の第１実施形態について説明する。本実施形態では、図１に示すタイヤ空気圧検出装置に車輪位置検出装置としての機能を持たせたものについ

て説明するが、車輪位置検出装置のみの構成としても良い。なお、図１の紙面上下方向が車両１の前後方向、紙面左右方向が車両１の左右方向に一致する。この図を参照して、本実施形態におけるタイヤ空気圧検出装置について説明する。

[0021] 図１に示すように、タイヤ空気圧検出装置は、車両１に取り付けられるもので、センサ送信機２、受信機３および表示器４を備える。

[0022] 図１に示すように、センサ送信機２は、車両１における各車輪５ａ～５ｄに取り付けられるものであり、本実施形態の場合、４つの車輪５ａ～５ｄそれぞれにセンサ送信機２ａ～２ｄが備えられている。センサ送信機２ａ～２ｄは、車輪５ａ～５ｄに取り付けられたタイヤの空気圧を検出すると共に、その検出結果を示すタイヤ空気圧に関する情報をフレーム内に格納してＲＦ送信する。一方、受信機３は、車両１における車体６側に取り付けられる。受信機３は、センサ送信機２ａ～２ｄから送信されたフレームをＲＦ受信すると共に、その中に格納された検出信号に基づいて各種処理や演算等を行うことで車輪位置検出およびタイヤ空気圧検出を行う。図２Ａおよび図２Ｂを参照して、センサ送信機２ａ～２ｄおよび受信機３の構成について説明する。

[0023] 図２Ａに示すように、センサ送信機２（２ａ～２ｄ）は、センシング部２１、Ｇセンサ（加速度センサ）２２、マイクロコンピュータ２３、送信部２４、電池２５および送信アンテナ２６を備えた構成となっており、電池２５からの電力供給に基づいて各部が駆動される。

[0024] センシング部２１は、例えばダイアフラム式の圧力センサ２１ａや温度センサ２１ｂを備えた構成とされ、タイヤ空気圧に応じた検出信号や温度に応じた検出信号を出力する。Ｇセンサ２２は、一方向の加速度を検出するものである。本実施形態においては、Ｇセンサ２２にて、各車輪５ａ～５ｄの径方向（つまり、周方向に対する法線方向）に対して周方向に所定角度ずらした方向の加速度が検出されるように、Ｇセンサ２２の取り付け角度を調整している。これについては、後述する。

[0025] マイクロコンピュータ２３は、第１制御部に相当する制御部などを備え、制御部内のメモリに記憶されたプログラムに従って、車輪位置検出処理やタイヤ空気圧検出処理を含む所定の処理を実行する。制御部内のメモリには、各センサ送信機２ａ～２ｄを特定するための機固有の識別情報と自車両を特定するための車両固有の識別情報とを含む個別のＩＤ情報が格納されている。また、制御部内のメモリには、車輪位置検出に用いるデータとして、例えばセンサ送信機２が取り付けられた車輪のリム径が記憶されている。リム径については、センサ送信機２の製造時にメモリに記憶しておいても良いし、車輪５ａ～５ｄへの装着時に、通信機器を用いて自動車整備工場などで書き込むようにしても良い。勿論、センサ送信機２と受信機３との間で双方向通信が行える形態とされている場合には、ユーザが表示器４を操作することなどによって受信機３を介してリム径のデータが制御部内のメモリに記憶されるようにしても良い。

[0026] マイクロコンピュータ２３は、センシング部２１からのタイヤ空気圧に関する検出信号を受け取り、それを信号処理すると共に必要に応じて加工し、そのタイヤ空気圧に関する情報を各センサ送信機２ａ～２ｄのＩＤ情報と共にフレーム内に格納する。また、マイクロコンピュータ２３は、例えば検出された加速度が所定の閾値を超えたときに走行中と判定し、走行中と判定した後に短周期で加速度サンプリングを行う。そして、マイクロコンピュータ２３は、検出した加速度に基づいて車両１の速度（以下、車速という）が一定速度であることを検出したときに、Ｇセンサ２２の取り付け角度演算を行う。このとき、走行中と判定した後に、一定の時間が経過してから短周期での加速度サンプリングを行うようにすると、車速が安定した状態で行えるため好ましい。さらに、マイクロコンピュータ２３は、Ｇセンサ２２の取り付け角度演算を演算すると、Ｇセンサ２２が検出した実際の加速度に基づいて、センサ送信機２自身が取り付けられているのがどの車輪であるかを推定する。この推定は、減速時に行うと好ましい。すなわち、減速時には短周期での加速度サンプリングにおいて大きな加速度変化を得ることができ、より精

度良い車輪位置検出が可能になるため好ましい。ここでは、マイクロコンピュータ２３により、自身のセンサ送信機２の取り付けられたのが右車輪５ａ、５ｃと左車輪５ｂ、５ｄのいずれであるかを推定している。そして、マイクロコンピュータ２３は、自身のセンサ送信機２が右車輪５ａ、５ｃと左車輪５ｂ、５ｄのいずれに取り付けられているかの推定結果や推定の際に得られた値等を示すデータをタイヤ空気圧に関するデータが格納されたフレームに格納している。なお、このマイクロコンピュータ２３で行われる車輪位置の推定の詳細については後で説明する。

[0027] また、マイクロコンピュータ２３は、フレームを作成すると、送信部２４を介して送信アンテナ２６より受信機３に向けて送信している。このフレームを受信機３に向けて送信する処理も、上記プログラムに従って行われる。例えば、所定の送信周期毎に繰り返しフレーム送信を行うようにしている。

[0028] 送信部２４は、送信アンテナ２６を通じて、マイクロコンピュータ２３から送られてきたフレームを受信機３に向けて送信する出力部としての機能を果たす。送信に使用する電波としては、例えばＲＦ帯の電波を用いている。

[0029] 電池２５は、マイクロコンピュータ２３などに対して電力供給を行うものであり、この電池２５からの電力供給を受けて、センシング部２１でのタイヤ空気圧に関するデータの収集やＧセンサ２２での加速度検出およびマイクロコンピュータ２３での各種演算などが実行される。

[0030] このように構成されるセンサ送信機２ａ～２ｄは、例えば、各車輪５ａ～５ｄのホイールにおけるエア注入バルブに取り付けられ、センシング部２１がタイヤの内側に露出するように配置される。つまり、各車輪５ａ～５ｄの回転中心からリム径に応じた距離（具体的にはリム径の半分の距離）離れた位置にセンサ送信機２ａ～２ｄが取り付けられている。これにより、該当するタイヤ空気圧を検出し、各センサ送信機２ａ～２ｄに備えられた送信アンテナ２６を通じて、所定の送信タイミングの際にフレームを送信することで、受信機３側にタイヤ空気圧に関する信号を定期送信するようになっている。

[0031] 一方、受信機３は、受信アンテナ３１と受信部３２およびマイクロコンピュータ３３を備えた構成とされている。

[0032] 受信アンテナ３１は、各センサ送信機２から送られてくるフレームを総括的に受け取る１本の共通アンテナとなっており、車体６に固定されている。

[0033] 受信部３２は、各センサ送信機２から送信されたフレームが受信アンテナ３１で受信されると、それを入力してマイクロコンピュータ３３に送る入力部としての機能を果たすものである。

[0034] マイクロコンピュータ３３は、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ、Ｉ／Ｏなどを備え、ＲＯＭなどに記憶されたプログラムに従って、所定の処理を実行する。マイクロコンピュータ３３は、第２制御部に相当する制御部を備える。各センサ送信機２ａ～２ｄからの送信フレームを用いて、マイクロコンピュータ３３内のメモリに記憶されたプログラムに従って車輪位置検出処理を実行することで、各センサ送信機２ａ～２ｄが車輪５ａ～５ｄのいずれに取り付けられたものかを特定する車輪位置検出を行う。すなわち、各センサ送信機２ａ～２ｄからの送信フレームに格納された各センサ送信機２が取り付けられたのが右車輪５ａ、５ｃと左車輪５ｂ、５ｄのいずれであるかの推定結果や推定の際に得られた値等を示すデータを読み出す。そして、マイクロコンピュータ３３は、その推定結果を示すデータに基づいてセンサ送信機２が左右いずれの車輪に取り付けられているかを特定し、さらに推定の際に得られた値等を示すデータに基づいて前後いずれの車輪に取り付けられているかを特定する。そして、その特定結果に基づいて、各センサ送信機２ａ～２ｄのＩＤ情報と各センサ送信機２ａ～２ｄが取り付けられている各車輪５ａ～５ｄの位置とを関連づけて記憶する。

[0035] その後は、マイクロコンピュータ３３は、各センサ送信機２ａ～２ｄからフレームが送信されてきたときに、そのフレーム内に格納されたＩＤ情報およびタイヤ空気圧に関するデータに基づいて、センサ送信機２ａ～２ｄのいずれから送信されたフレームかを特定することで、各車輪５ａ～５ｄのタイヤ空気圧検出を行う。

[0036] 表示器４は、図１に示されるように、ドライバが視認可能な場所に配置され、例えば車両１におけるインストルメントパネル内に設置される警報ランプによって構成される。この表示器４は、例えば受信機３におけるマイクロコンピュータ３３からタイヤ空気圧が低下した旨を示す信号が送られてくると、その旨の表示を行うことでドライバにタイヤ空気圧の低下を報知する。

[0037] 続いて、各センサ送信機２に備えられるＧセンサ２２を用いた車輪位置検出について、図３および図４を用いて説明する。

[0038] 各センサ送信機２に取り付けられたＧセンサ２２は、センサ送信機２と共に各車輪５ａ～５ｄに取り付けられている。以下の説明では、図３のように、Ｇセンサ２２の車軸周りの取り付け角度θについては、車両１の前方を０°とし、右車輪５ａ、５ｃだけでなく左車輪５ｂ、５ｄについても、車両１の右側面から見て、車輪５ａ～５ｄの中心に対する反時計回りを正とする。また、図４のように、車輪５ａ～５ｄに対するＧセンサ２２の取り付けの傾斜角度θ_{set}については、車輪５ａ～５ｄのいずれについても、車両１の外側から見て、車輪５ａ～５ｄの径方向を０°とし、反時計方向を正として、Ｇセンサ２２の検出方向のなす角度で表す。

[0039] 本実施形態では、Ｇセンサ２２の検出方向を車輪５ａ～５ｄの径方向と平行にするのではなく、径方向に対して所定の傾斜角度θ_{set}が付けられるようにしてＧセンサ２２を車輪５ａ～５ｄに取り付けている。このような取り付け方としておき、この傾斜角度θsetを推定によって既知としておくことで、各センサ送信機２は、各センサ送信機２自身で、右車輪５ａ、５ｃと左車輪５ｂ、５ｄのいずれに取り付けられたものであるかを推定する。詳細は後述するが、計算から得られる加速度を２次関数近似した計算２次関数と、加速度の実測値を２次関数近似した実測２次関数とを比較することで、センサ送信機２が右車輪５ａ、５ｃと左車輪５ｂ、５ｄのいずれに取り付けられたものであるかを推定する。なお、計算２次関数は、Ｇセンサ２２が傾斜角度θ_{set}で取り付けられている場合に、検出されるであろう計算上の加速度を近似した２次関数である。実測２次関数は、実際にＧセンサ２２で検出された加速度

を近似した２次関数である。

[0040] さらに、センサ送信機２で自身が左右のいずれの車輪に取り付けられたものであるかを特定すると、受信機３側において、各センサ送信機２が前後のいずれの車輪に取り付けられたものであるかを特定する。具体的には、受信機３では、車輪５ａ～５ｄの加減速中の荷重移動による実効タイヤ半径の増減など、タイヤ半径の相違を利用して、センサ送信機２が前輪５ａ、５ｂと後輪５ｃ、５ｄのいずれに取り付けられたものであるかを検出する。これによって、車輪位置検出を行っている。以下、この車輪位置検出の詳細について説明する。

[0041] 最初に、マイクロコンピュータ２３にて、センサ送信機２自身が左右いずれの車輪に取り付けられているかを推定する。上記したように、この推定については、傾斜角度θ_{set}の推定と、計算２次関数の算出および実測２次関数の算出などに基づいて行っている。

[0042] まず、傾斜角度θ_{set}の推定と、計算２次関数の算出については、次のような手法により行っている。

[0043] 車速ｖ（ｔ）は、車輪位置検出を行いたいタイミングでの車速の初速度をv_0、そのときの車両１の加速度をａ、時間をｔとして、数式１で表される。また、車両１の移動距離Ｌ（ｔ）については、数式２で表される。

[0044] [数1]

$$v(t) = v_0 + at$$

[0045] [数2]

$$L(t) = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

そして、そのタイミングでの各車輪５ａ～５ｄそれぞれに取り付けられたＧセンサ２２の車軸周りの存在角度θ、つまりＧセンサ２２の現在位置については、円弧法表記で次の数式３－１～３－４が成り立つ。なお、以下の説明において、添え字の“ｆｒｏｎｔ”は前輪、“ｒｅａｒ”は後輪であることを示し、“ｒｉｇｈｔ”は右輪、“ｌｅｆｔ”は左輪であることを示して

いる。θ_0は、ｔ＝０のとき、つまり車輪位置検出の開始のときにおけるＧセンサ２２の車軸周りの存在角度θを示している。r_wは、車輪５ａ～５ｄにおける実効タイヤ半径を示している。

[0046] [数3]

$$\theta_{front_right}(t)=\theta_{0\ front_right}-\frac{L(t)}{r_{w_front}} \qquad (3-1)$$

$$\theta_{front_left}(t)=\theta_{0_front_left}-\frac{L(t)}{r_{w_front}} \qquad (3-2)$$

$$\theta_{rear_right}(t)=\theta_{0_rear_right}-\frac{L(t)}{r_{w_rear}} \qquad (3-3)$$

$$\theta_{rear_left}(t)=\theta_{0\ rear_left}-\frac{L(t)}{r_{w_rear}} \qquad (3-4)$$

また、r_rを車輪５ａ～５ｄにおけるタイヤのリム径とすると、各車輪５ａ～５ｄの傾斜角度θ_{set}を用いて、Ｇセンサ２２の計測値a_{sens}の基本式を表すことができる。

[0047] [数4]

$$a_{sens_front_right}(t)=-a\cos\{\theta_{front_right}(t)+\theta_{set_front_right}\}-g\sin\{\theta_{front_right}(t)+\theta_{set\ front\ right}\}$$
$$+\frac{a\cdot r_r}{r_{w_front}}\sin(\theta_{set_front_right})+\frac{r_r}{r_{w_front}^{\ 2}}\{v(t)\}^2\cos(\theta_{set_front_right}) \qquad (4-1)$$

$$a_{sens_front_left}(t)=-a\cos\{\theta_{front_left}(t)-\theta_{set_front_left}\}-g\sin\{\theta_{front_left}(t)-\theta_{set_front_left}\}$$
$$-\frac{a\cdot r_r}{r_{w_front}}\sin(\theta_{set_front_left})+\frac{r_r}{r_{w_front}^{\ 2}}\{v(t)\}^2\cos(\theta_{set_front_left}) \qquad (4-2)$$

$$a_{sens_rear_right}(t)=-a\cos\{\theta_{rear_right}(t)+\theta_{set_rear_right}\}-g\sin\{\theta_{rear_right}(t)+\theta_{set_rear_right}\}$$
$$+\frac{a\cdot r_r}{r_{w_rear}}\sin(\theta_{set_rear_right})+\frac{r_r}{r_{w\ rear}^{\ 2}}\{v(t)\}^2\cos(\theta_{set_rear_right}) \qquad (4-3)$$

$$a_{sens_rear_left}(t)=-a\cos\{\theta_{rear_left}(t)-\theta_{set\ rear\ left}\}-g\sin\{\theta_{rear_left}(t)-\theta_{set_rear_left}\}$$
$$-\frac{a\cdot r_r}{r_{w_rear}}\sin(\theta_{set_rear_left})+\frac{r_r}{r_{w_rear}^{\ 2}}\{v(t)\}^2\cos(\theta_{set_rear_left}) \qquad (4-4)$$

ここで、数式４－１～４－４に基づいて、各車輪５ａ～５ｄに対するＧセンサ２２の傾斜角度θ_{set}を推定する。傾斜角度θ_{set}の推定は、車両１の加速度が０（つまり、ａ＝１）のときに行われる。車両１の加速度が０であること

については、Ｇセンサ２２で検出される加速度の重力成分に基づいて検出している。加速度の重力成分は、車輪一回転毎に振幅波形として表れる。この振幅波形の極大値と極大値との間の時間間隔が一定である場合、もしくは、極小値と極小値との間の時間間隔が一定になる場合など、振幅波形に変化が無いときを車両１の加速度が０であると検出している。

[0048] 例えば、右前輪５ａにおいて車両１の加速度が０の場合を想定して、数式４－１中の加速度ａに０を代入すると、数式５が導出される。

[0049] [数5]

$$a_{sens_front_right}(t) = -g\sin\left\{\theta_{front_right}(t) + \theta_{set_front_right}\right\} + \frac{r_r}{r_{w_front}^{2}} v^2 \cos(\theta_{set_front_right})$$

また、加速度ａ＝０のときに、車速ｖ（ｔ）は一定となるため、ｖ（ｔ）＝ｖとすると、数式５より数式６が導出される。

[0050] [数6]

$$a_{sens_front_right}(t) = -g\sin\left\{\theta_{front_right}(t) + \theta_{set_front_right}\right\} + \frac{r_r}{r_{w_front}^{2}} v^2 \cos(\theta_{set_front_right})$$

この数式６より、$a_{sens\ front\ right}$（ｔ）の極大値と極小値の平均A_{avg}は、数式７のように表されることになる。

[0051] [数7]

$$A_{avg} = \frac{r_r}{r_{w_front}^{2}} v^2 \cos(\theta_{set_front_right})$$

ここで、数式６で示した$a_{sens\ front\ right}$（ｔ）が極大となるときの時間ｔをt_Mとし、その後、極小となるまでの時間について、回転の周期を$T_{front\ right}$とすると、数式８が成り立つ。すなわち、極大値をとるときの角度$\theta_{front\ right}$（t_M）＋$\theta_{set\ front\ right}$を角度的に半周期π進めたものと、$t_M$からタイヤ回転の半周期を経過した後の角度$\theta_{front\ right}$（$t_M$＋$T_{front\ right}$／２）＋$\theta_{set\ front\ right}$は同じ値になる。このため、数式８の等式が成り立つ。そして、数式８より、$T_{front\ right}$が数式９のように表されることが判る。

[0052]

[数8]

$$\theta_{front_right}(t_M)+\theta_{set_front_right}-\pi=\theta_{front\ \ right}(t_M+\frac{T_{front_right}}{2})+\theta_{set_front_right}$$

[0053] [数9]

$$T_{front_right}=\frac{2\pi r_{w_front}}{v}$$

$a_{sens\ front\ right}$（ｔ）の極大値と極小値の平均A_{avg}、つまり$a_{sens\ front\ right}$（ｔ）の中央値は、遠心力r_r（２π／$T_{front\ right}$）と、Ｇセンサ２２の傾斜角度$\theta_{set\ front\ right}$より、数式１０のように表すことができる。したがって、傾斜角度$\theta_{set\ front\ right}$は、数式１１のように導出することができる。

[0054] [数10]

$$A_{avg}=r_r\left(\frac{2\pi}{T_{front_right}}\right)^2\cos(\theta_{set_front\ \ right})$$

[0055] [数11]

$$\theta_{set_front_right}=\cos^{-1}\left\{\frac{A_{avg}}{r_r}\left(\frac{T_{front_right}}{2\pi}\right)^2\right\}$$

なお、ここでは右前輪５ａを例に挙げて説明したが、他の車輪５ｂ～５ｄについても同様の手法によって、傾斜角度$\theta_{set\ front\ left}$、$\theta_{set\ rear\ right}$、$\theta_{set\ rear\ left}$を導出することができる。すなわち、全Ｇセンサ２２について、傾斜角度θ_{set}を演算により推定することができる。

[0056] さらに、数式４－１～４－４で示したＧセンサ２２の計測値a_{sens}の基本式において、加速度a_{sens}（ｔ）から時間ｔに関する周期関数を取り除いた値を加速度A_{sens}（ｔ）と表記すると、数式１２－１～１２－４のようになる。

[0057]

[数12]

$$A_{sens_front_right}(t) = +\frac{a \cdot r_r}{r_{w_front}}\sin(\theta_{set_front_right}) + \frac{r_r}{r_{w_front}^{2}}\{v(t)\}^2\cos(\theta_{set_front_right}) \quad (12-1)$$

$$A_{sens_front_left}(t) = -\frac{a \cdot r_r}{r_{w_front}}\sin(\theta_{set_front_left}) + \frac{r_r}{r_{w_front}^{2}}\{v(t)\}^2\cos(\theta_{set_front_left}) \quad (12-2)$$

$$A_{sens_rear_right}(t) = +\frac{a \cdot r_r}{r_{w_rear}}\sin(\theta_{set_rear_right}) + \frac{r_r}{r_{w_rear}^{2}}\{v(t)\}^2\cos(\theta_{set_rear_right}) \quad (12-3)$$

$$A_{sens_rear_left}(t) = -\frac{a \cdot r_r}{r_{w_rear}}\sin(\theta_{set_rear_left}) + \frac{r_r}{r_{w_rear}^{2}}\{v(t)\}^2\cos(\theta_{set_rear_left}) \quad (12-4)$$

そして、数式１２－１～１２－４において、車両１の加速度ａを一定として、ｔについて式を整理すると、ｔの２次関数として数式１３－１～１３－４を導出することができる。

[0058] [数13]

$$A_{sens_front_right}(t) = \left\{\frac{r_r a^2}{r_{w_front}^{2}}\cos(\theta_{set_front_right})\right\}t^2 + \left\{\frac{2r_r a v_0}{r_{w_front}^{2}}\cos(\theta_{set_front_right})\right\}t + \frac{ar_r}{r_{w_front}}\sin(\theta_{set_front_right}) + \frac{r_r v_0^{2}}{r_{w_front}^{2}}\cos(\theta_{set_front_right}) \quad (13-1)$$

$$A_{sens_front_left}(t) = \left\{\frac{r_r a^2}{r_{w_front}^{2}}\cos(\theta_{set_front_left})\right\}t^2 + \left\{\frac{2r_r a v_0}{r_{w_front}^{2}}\cos(\theta_{set_front_left})\right\}t - \frac{ar_r}{r_{w_front}}\sin(\theta_{set_front_left}) + \frac{r_r v_0^{2}}{r_{w_front}^{2}}\cos(\theta_{set_front_left}) \quad (13-2)$$

$$A_{sens_rear_right}(t) = \left\{\frac{r_r a^2}{r_{w_rear}^{2}}\cos(\theta_{set_rear_right})\right\}t^2 + \left\{\frac{2r_r a v_0}{r_{w_rear}^{2}}\cos(\theta_{set_rear_right})\right\}t + \frac{ar_r}{r_{w_rear}}\sin(\theta_{set_rear_right}) + \frac{r_r v_0^{2}}{r_{w_rear}^{2}}\cos(\theta_{set_rear_right}) \quad (13-3)$$

$$A_{sens_rear_left}(t) = \left\{\frac{r_r a^2}{r_{w_rear}^{2}}\cos(\theta_{set_rear_left})\right\}t^2 + \left\{\frac{2r_r a v_0}{r_{w_rear}^{2}}\cos(\theta_{set_rear_left})\right\}t - \frac{ar_r}{r_{w_rear}}\sin(\theta_{set_rear_left}) + \frac{r_r v_0^{2}}{r_{w_rear}^{2}}\cos(\theta_{set_rear_left}) \quad (13-4)$$

この数式１３－１～１３－４は、車輪５ａ～５ｄの回転に伴う周期成分を取り除いた式であることから、図５に示すように、車輪５ａ～５ｄの回転に伴って振幅する加速度A_{sens}（ｔ）の振幅の中央値を２次関数で表した式にな

る。これが、基本式より計算により導出される加速度A_{sens}（ｔ）を表す計算２次関数となる。

[0059] ここで、車輪５ａ～５ｄの加速度は、車輪毎に異なっており、特に左右輪間においては、差が生じ易い。したがって、実際にＧセンサ２２で検出される加速度a_{real}について、加速度a_{real}の振幅の中央値を２次関数で表すと、数式１３と同様の実測２次関数が得られる。このため、数式１３で表される計算２次関数と実測２次関数とを比較することで、左右輪のいずれに該当するかを特定する。

[0060] 例えば、図６に示す諸条件とされた車両１において、Ｇセンサ２２の測定値から実測２次関数を求める。この状態では、Ｇセンサ２２の測定値のみからではセンサ送信機２が車輪５ａ～５ｄのいずれに取り付けられたのか判らないが、仮に、左右前輪５ａ、５ｂに取り付けられたセンサ送信機２のＧセンサ２２であったとすると、計測値a_{sens}は図７の波形のようになる。

[0061] この図に示すように、同じ前輪であっても、右前輪５ａと左前輪５ｂのいずれにセンサ送信機２が取り付けられているかに応じて、Ｇセンサ２２の測定値にずれが生じる。このうち、左右前輪５ａ、５ｂそれぞれのＧセンサ２２の測定値について、０～０．８［ｓ］の範囲内において振幅の中央値となる３点を取ると、図８Ａに示すようにプロットされる。そして、各３点を通る２次関数で近似すると、右前輪５ａについては、数式１４－１、左前輪については数式１４－２となる。これらが実測２次関数である。このように、右前輪５ａと左前輪５ｂのいずれにセンサ送信機２が取り付けられているかに応じて、異なる実測２次関数が得られることが判る。

[0062] なお、左右後輪５ｃ、５ｄに取り付けられたセンサ送信機２のＧセンサ２２についても同様のことを行うと、Ｇセンサ２２の測定値の振幅の中央値の３点をプロットした結果が図８Ｂのようになる。したがって、左右後輪５ｃ、５ｄに取り付けられたセンサ送信機２についても、数式１４－３、１４－４で表される実測２次関数が得られる。

[0063]

[数14]

$$a_{real_front_right} = 0.7546t^2 - 6.3311t + 12.188 \quad (14-1)$$

$$a_{real_front_left} = 0.7572t^2 - 6.3415t + 14.734 \quad (14-2)$$

$$a_{real_rear_right} = 0.7548t^2 - 6.1819t + 11.843 \quad (14-3)$$

$$a_{real_rear_left} = 0.7149t^2 - 6.1454t + 14.341 \quad (14-4)$$

一方、上記した数式１３－１～１３－４において、計算２次関数の各係数がＣ１、Ｃ２、Ｃ２に相当する。つまり、２次の項であるｔ^{2}の係数がＣ１、１次の項であるｔ^{1}の係数がＣ２、０次の項であるｔ^{0}の係数（つまり定数項）がＣ３に相当している。Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３をそれぞれ数式で表すと、数式１５－１～１５－３のように表される。なお、数式１５－１～１５－３は、全車輪５ａ～５ｄについて総括的に表した式であり、各車輪５ａ～５ｄに対応する添え字を付すことで、各車輪５ａ～５ｄそれぞれのＧセンサ２２の計測値a_{sens}より導出した計算２次関数から得られたＣ１、Ｃ２、Ｃ３となる。

[0064] [数15]

$$C_1 = \frac{r_r a^2}{r_w^2}\cos(\theta_{set}) \quad (15-1)$$

$$C_2 = \frac{2r_r a v_0}{r_{w_front}^2}\cos(\theta_{set}) \quad (15-2)$$

$$C_3 = \pm\frac{a r_r}{r_w}\sin(\theta_{set}) + \frac{r_r v_0^2}{r_w^2}\cos(\theta_{set}) \quad (15-3)$$

さらに、数式１５－１をａ／ｒ$_w$に変換し、数式１５－２をv_0／ｒ$_w$の式に変換すると、数式１６－１、１６－２となる。

[0065] [数16]

$$\frac{a}{r_w} = \pm\sqrt{\frac{C_1}{r_r\cos(\theta_{set})}} \quad (16-1)$$

$$\frac{v_0}{r_w} = \pm\frac{C_2}{2}\sqrt{\frac{C_1}{C_1 r_r\cos(\theta_{set})}} \quad (16-2)$$

ここで、数式１６－１ではａ／ｒ$_w$の正負の符号、数式１６－２ではv_0／ｒ$_w$の正負の符号の両方の符号が付いているが、前方への走行中であれば車速v_0は正になるし、タイヤ半径ｒ$_w$も正であることから、数式１５－２の符号は正

になる。また、この場合、数式１６－１の正負の符号は、数式１６－２の符号と同じになることから正になる。

[0066] そして、数式１６－１、１６－２に対して、実測２次関数で表されるＣ１、Ｃ２を代入するとともに、推定した傾斜角度θ_{set}および予め各センサ送信機２のマイクロコンピュータ２３に記憶してあるリム径r_rを代入する。これにより、数式１６－１、１６－２におけるa/r_wやv_0/r_wの値が得られる。この得られた値を数式１５－３におけるa/r_wやv_0/r_wに代入することで、Ｃ３を得ることができる。

[0067] ただし、このときに、数式１５－３における第１項の正負のいずれの符号になるのか判らない状態である。このため、正負の符号それぞれの場合について数式１５－３を解いてＣ３の値を２つ取得し、実測２次関数におけるＣ３の実測値と比較して、いずれか実測値に近い値となっている方の符合が正しい符号であるとする。そして、数式１５－３で示されたＣ３の式の第１項の符号の正負に基づいて、正であれば右車輪５ａ、５ｃ、負であれば左車輪５ｂ、５ｄと判定する。すなわち、数式１３－１～１３－４のうちＣ３を表すt^0の係数に示されるように、右車輪５ａ、５ｃについては係数を示す部分の第１項の符号が正になっており、左車輪５ｂ、５ｄについては係数を示す部分の第１項の符号が負になっている。したがって、数式１５－３で示されたＣ３の式の第１項の符号の正負がいずれかに基づいて、センサ送信機２が取り付けられたのが右車輪５ａ、５ｄと左車輪５ｂ、５ｄのいずれであるかを推定することができる。

[0068] そして、このようにしてセンサ送信機２が左右いずれの車輪に取り付けられているかが推定されると、その推定結果と推定の際に得られた値等のデータを含むフレームがセンサ送信機２から送信され、これが受信機３で受信される。受信機３は、このフレームに格納された推定結果に基づいて、受信機３は、フレームを送信したセンサ送信機２が左右いずれの車輪に取り付けられたものであるかを特定する。さらに、受信機３は、フレームに格納された推定の際に得られた値等に基づいて、センサ送信機２が前後いずれの車輪に

取り付けられたものであるかを特定する。

[0069] 例えば、フレームには、推定の際に得られた値として実効タイヤ半径に関係するａ／ｒ$_w$が格納されている。この実効タイヤ半径に関係するａ／ｒ$_w$の値に基づいて、センサ送信機２が前後いずれの車輪に取り付けられたものであるかを特定する。

[0070] すなわち、センサ送信機２が前後輪のいずれに取り付けられたかによって、Ｇセンサ２２の測定値にずれが生じる。仮に、右側の前後輪５ａ、５ｃに取り付けられたセンサ送信機２のＧセンサ２２であったとすると、測定値は図９の波形のようになる。この図に示されるように、右側の前後輪５ａ、５ｃに取り付けられたセンサ送信機２においては、車両１の同じ側に配置されていることから振幅の差が出難いが、実効タイヤ半径の差に応じた位相差が発生する。一般的には、実効タイヤ半径は、前輪側の方が後輪側よりも小さいことから、Ｇセンサ２２の振幅の位相は前輪側において後輪側よりも早くなる。

[0071] 前輪５ａ、５ｂと後輪５ｃ、５ｄでタイヤ半径が異なる車両１であれば、元々実効タイヤ半径に差があるため、実効タイヤ半径に基づいて測定値の波形に位相差が出る。それに基づいて前後いずれの車輪に取り付けられたセンサ送信機２かを特定することができる。また、静止時のタイヤ半径が異なっていなくても、車両１の加減速中の荷重移動によって、前輪５ａ、５ｂと後輪５ｃ、５ｄで実効タイヤ半径に差が発生する。このため、実効タイヤ半径の相違に基づいて、前後いずれの車輪に取り付けられたセンサ送信機２かを特定することができる。

[0072] したがって、受信機３にて自身が右車輪５ａ、５ｃに取り付けられたものであるという推定結果のデータを含むセンサ送信機２同士の実効タイヤ半径に関係するａ／ｒ$_w$の値を大小比較する。そして、小さい方のデータを送信してきたセンサ送信機２が右前輪５ａに取り付けられたものであると特定し、大きい方のデータを送信してきたセンサ送信機２が右後輪５ｃに取り付けられたものと特定する。同様に、自身が左車輪５ｂ、５ｄに取り付けられたも

のであるという推定結果のデータを含むセンサ送信機２同士の実効タイヤ半径に関係するａ／ｒ$_w$の値を大小比較する。そして、小さい方のデータを送信してきたセンサ送信機２が左前輪５ｂに取り付けられたものであると特定し、大きい方のデータを送信してきたセンサ送信機２が左後輪５ｄに取り付けられたものと特定する。

[0073] 以上のように、センサ送信機２自身で、傾斜角度θ_{set}を演算し、計算２次関数と実測２次関数とに基づいて、右車輪５ａ、５ｃと左車輪５ｂ、５ｄのいずれに取り付けられたものであるかを推定する。そして、その推定結果および実効タイヤ半径に基づいて、受信機３側で各センサ送信機２が両前輪５ａ、５ｂと両後輪５ｃ、５ｄのいずれに取り付けられたものであるかを特定する。これにより、センサ送信機２が車輪５ａ～５ｄのいずれに取り付けられたものであるかを特定することが可能となる。

[0074] また、前述のように車両側で実効タイヤ半径に関係する値ａ／ｒ$_w$を用いて前後を判定しなくても、センサ送信機２自身で加速中および減速中のａ／ｒ$_w$を記憶しておき、それの絶対値を比較することでセンサ送信機２自身で前後輪いずれに搭載されているかを判定できる。具体的には加速中すなわちａ＞０のときのａ／ｒ$_w$の絶対値が、減速中すなわちａ＜０のときのａ／ｒ$_w$の絶対値より小さければ前輪に搭載されていると判定できる。なお、車両が加速中なのか減速中なのかはａ／ｒ$_w$の符号などで判定できる。

[0075] このような車輪位置検出手法においては、トリガ機などの追加の設備が必要にならず、装置構成の複雑化、コスト増を防ぐことができる。また、受信機３、もしくは受信アンテナ３１の搭載位置の制約も少ない。また、２軸のＧセンサという特殊なセンサを必要としない。さらに、操舵輪と従動輪との判別も可能である。そして、ＡＢＳ制御に用いる車輪速度センサの情報を利用しないため、通信仕様の複雑化を招くこともないし、タイヤ空気圧の検出精度が要求されることなく精度良い車輪位置検出を行うことが可能となる。

[0076] （他の実施形態）

上記実施形態では、受信アンテナ３１が１本の共通アンテナとされる形態

について説明したが、複数本、例えば各車輪５ａ～５ｄそれぞれに対応して４本設けられるような形態であっても構わない。ただし、受信アンテナ３１が共通アンテナとされた場合に、特に、センサ送信機２が取り付けられた車輪５ａ～５ｄの特定が困難となることから、共有アンテナとされる場合に有効である。

[0077] また、上記実施形態では、タイヤ空気圧検出装置に車輪位置検出装置を適用しているため、車輪位置検出の結果を示すデータをタイヤ空気圧に関する情報が格納されるフレームに格納して送信されるようにしている。しかしながら、これはフレーム構成の一例を示したに過ぎず、車輪位置検出の結果を示すデータを格納するフレームとタイヤ空気圧に関する情報を格納するフレームを別々のフレームとしても構わない。ただし、タイヤ空気圧に関する情報が格納されるフレームに各車輪位置検出の結果を示すデータを格納することで、車輪位置検出とタイヤ空気圧検出の両方が行える共通フレームとすることが可能となる。

[0078] また、上記実施形態では、センサ送信機２が両前輪５ａ、５ｂと両後輪５ｃ、５ｄのいずれに取り付けられているかの検出手法の一例として実効タイヤ半径に関係する値ａ／r_wの値を用いる場合を例に挙げた。しかしながら、上記実施形態で説明した手法以外の手法を採用しても構わない。例えば、Ｇセンサ２２による加速度の検出結果をフレームに格納し、右車輪５ａ、５ｃもしくは左車輪５ｂ、５ｄに取り付けられたセンサ送信機２のＧセンサ２２が示す加速度の波形の位相を比較することで、前後いずれの車輪であるかを特定するようにしても良い。また、フレームに実効タイヤ半径に関係する値としてａ／r_wを格納したが、実効タイヤ半径に関係する値として実効タイヤ半径そのものを格納しても良い。

[0079] 以上、本開示に係るセンサ送信機、車輪位置検出装置および車輪位置検出装置を備えたタイヤ空気圧検出装置の実施形態、構成、態様を例示したが、本開示に係る実施形態、構成、態様は、上述した各実施形態、各構成、各態様に限定されるものではない。例えば、異なる実施形態、構成、態様にそれ

ぞれ開示された技術的部を適宜組み合わせて得られる実施形態、構成、態様についても本開示に係る実施形態、構成、態様の範囲に含まれる。

請求の範囲

[請求項1] 車体（６）に対してタイヤを備えた４つの車輪（５ａ～５ｄ）が取り付けられた車両（１）に適用される車輪位置検出装置であって、

４つの前記車輪それぞれに備えられ、４つの前記車輪それぞれの径方向に対して周方向に所定角度ずらした方向を検出方向として加速度を検出する加速度センサ（２２）と、前記加速度センサで検出した加速度に基づいて車輪位置検出を行い、該車輪位置検出の結果を示すデータを格納したフレームを作成すると共に送信する第１制御部（２３）とを有するセンサ送信機（２、２ａ～２ｄ）と、

前記車体に設けられ、受信アンテナ（３１）を介して前記センサ送信機から送信されたフレームを受信する受信部（３２）と、受信した前記フレームから得られる車輪位置検出の結果を示すデータに基づいて、前記フレームを送信してきた前記センサ送信機が４つの前記車輪のうちの右車輪（５ａ、５ｃ）と左車輪（５ｂ、５ｄ）のいずれに取り付けられたものであるかを特定する第２制御部（３３）とを有する受信機（３）とを備え、

前記第１制御部は、前記加速度センサで検出した加速度に基づいて、前記加速度センサが前記径方向に対して周方向にずらされた前記所定角度に相当する傾斜角度（θ_{set}）を演算し、該傾斜角度に基づいて、該第１制御部が備えられた前記センサ送信機が取り付けられたのが前記右車輪と前記左車輪のいずれであるかを推定する車輪位置検出装置。

[請求項2] 前記第１制御部は、前記加速度センサで検出した加速度に基づいて車速が一定速度であることを検出したときに、前記傾斜角度の演算を行う請求項１に記載の車輪位置検出装置。

[請求項3] 前記第１制御部は、前記加速度センサで検出した加速度から減速時であることを検出したときに、該第１制御部が備えられた前記センサ送信機が取り付けられたのが前記右車輪と前記左車輪のいずれである

かを推定する請求項１または２に記載の車輪位置検出装置。

[請求項4] 前記第１制御部は、前記車輪に対して前記傾斜角度で前記加速度センサが取り付けられている場合における加速度の計算値の振幅の中央値を２次関数で近似した計算２次関数と、前記加速度センサで実際に検出される値の振幅の中央値を２次関数で近似した実測２次関数とに基づいて、該第１制御部が備えられた前記センサ送信機が取り付けられたのが前記右車輪と前記左車輪のいずれであるかを推定する請求項１ないし３のいずれか１つに記載の車輪位置検出装置。

[請求項5] 前記第１制御部は、前記計算２次関数における２次の項の係数と前記実測２次関数における２次の項の係数より実効タイヤ半径に関係する値（ａ／r_w）を演算し、該実効タイヤ半径に関係する値のデータを前記フレームに格納すると共に送信し、

前記第２制御部は、前記フレームに格納された前記実効タイヤ半径に関係する値のデータに基づいて、前記センサ送信機のうち前記右車輪に取り付けられたと特定したもの同士の前記実効タイヤ半径を大小比較することで、前記実効タイヤ半径が小さい方のデータを送信してきた前記センサ送信機を右前輪（５ａ）に取り付けられたものと特定すると共に、前記実効タイヤ半径が大きい方のデータを送信してきた前記センサ送信機を右後輪（５ｃ）に取り付けられたものと特定し、

さらに、前記第２制御部は、前記センサ送信機のうち前記左車輪に取り付けられたと特定したもの同士の前記実効タイヤ半径を大小比較することで、前記実効タイヤ半径が小さい方のデータを送信してきた前記センサ送信機を左前輪（５ｂ）に取り付けられたものと特定すると共に、前記実効タイヤ半径が大きい方のデータを送信してきた前記センサ送信機を左後輪（５ｄ）に取り付けられたものと特定する請求項４に記載の車輪位置検出装置。

[請求項6] 前記第１制御部は、前記加速度センサの検出した加速度に基づいて加速中および減速中の実効タイヤ半径に関係する値を記憶し、加速中

および減速中における前記実効タイヤ半径に関係する値の絶対値を比較し、加速中の値の方が減速中の値よりも小さければ、該第１制御部を備える前記センサ送信機が前輪に取り付けられていると判定し、加速中の値の方が減速中の値よりも小さければ、該第１制御部を備える前記センサ送信機が後輪に取り付けられていると判定する請求項１ないし５のいずれか１つに記載の車輪位置検出装置。

[請求項7] 前記第１制御部は、

前記実測２次関数における２次の項の係数をＣ１、１次の項をＣ２、定数項をＣ３とし、前記車体の加速度をａ、車速の初速度をv_0、４つの前記車輪のリム径をr_r、実行タイヤ半径をr_w、前記傾斜角度をθ_{set}として、

[数1]

$$\frac{a}{r_w} = \pm\sqrt{\frac{C_1}{r_r \cos(\theta_{set})}}$$

に対して前記Ｃ１の実測値を代入してａ／r_wを算出すると共に、

[数2]

$$\frac{v_0}{r_w} = \pm\frac{C_2}{2}\sqrt{\frac{C_1}{C_1 r_r \cos(\theta_{set})}}$$

に対して前記Ｃ１および前記Ｃ２の実測値を代入してv_0／r_wを算出し、

さらに、

[数3]

$$C_3 = \pm\frac{a r_r}{r_w}\sin(\theta_{set}) + \frac{r_r {v_0}^2}{{r_w}^2}\cos(\theta_{set})$$

に対してａ／r_wおよびv_0／r_wを代入し、該数式３における第１項の符号を正にした場合と負にした場合の両方についてＣ３を演算して、前記実測２次関数における定数項のＣ３に近い値となる符合を正し

い符号として、該正しい符号が正であれば該第１制御部が備えられた前記センサ送信機が取り付けられたのが前記右車輪と推定し、該正しい符号が負であれば該第１制御部が備えられた前記センサ送信機が取り付けられたのが前記左車輪と推定する請求項４または５に記載の車輪位置検出装置。

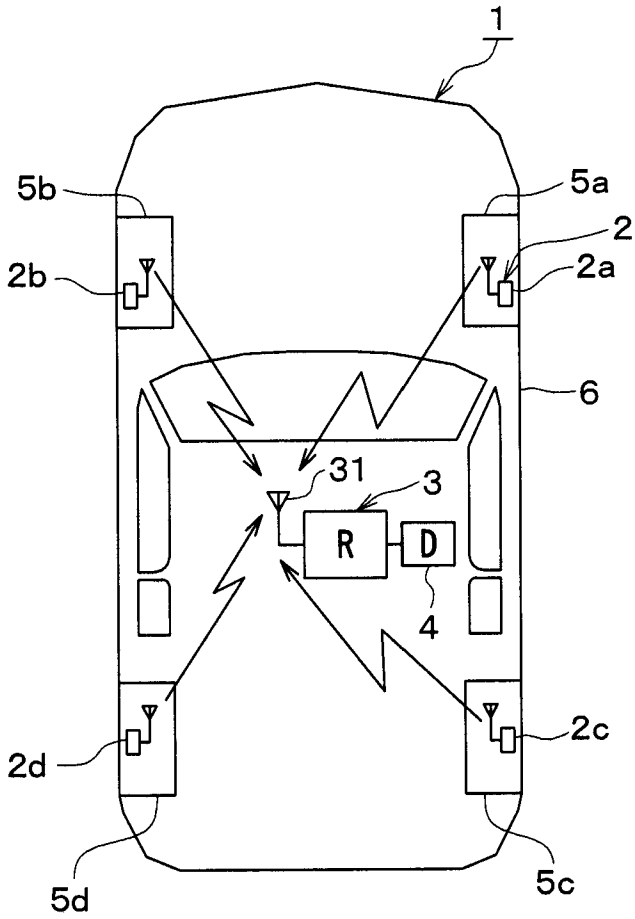
[請求項8] 請求項１ないし７のいずれか１つに記載の車輪位置検出装置に用いられるセンサ送信機。

[請求項9] 請求項１ないし８のいずれか１つに記載の車輪位置検出装置を含むタイヤ空気圧検出装置であって、

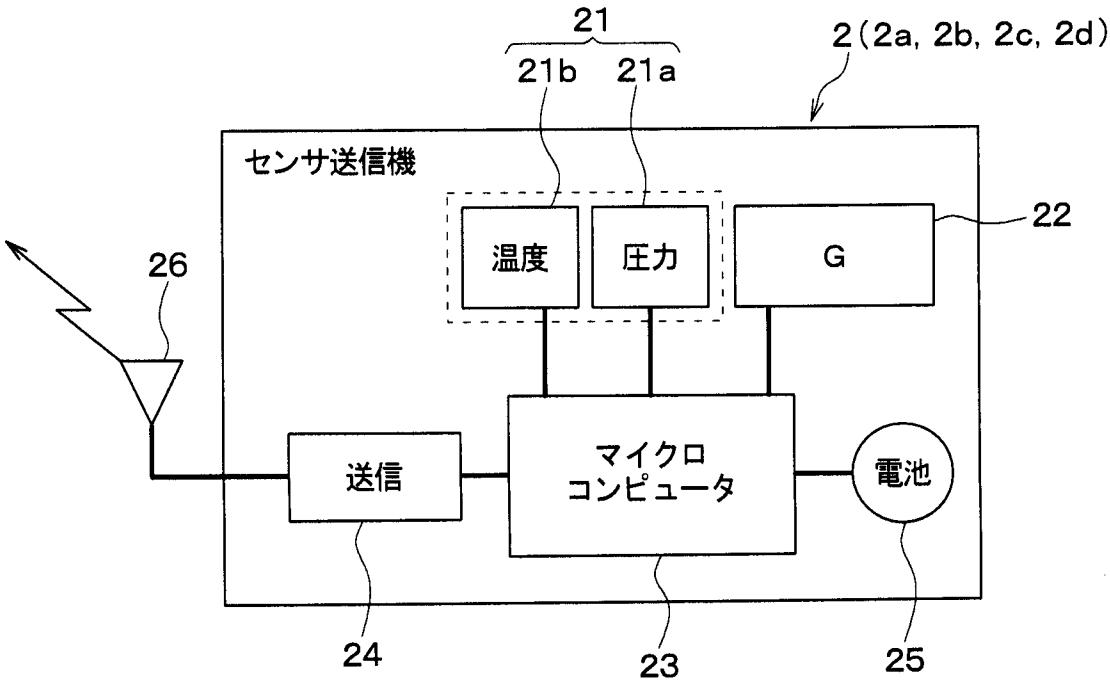
前記センサ送信機は、４つの前記車輪それぞれに備えられた前記タイヤの空気圧に応じた検出信号を出力するセンシング部（２１）を備え、前記第１制御部によって前記センシング部の検出信号を信号処理したタイヤ空気圧に関する情報をフレームに格納して、当該フレームを前記受信機に送信し、

前記受信機は、前記第２制御部にて、該タイヤ空気圧に関する情報より、４つの前記車輪それぞれに備えられた前記タイヤの空気圧を検出するタイヤ空気圧検出装置。

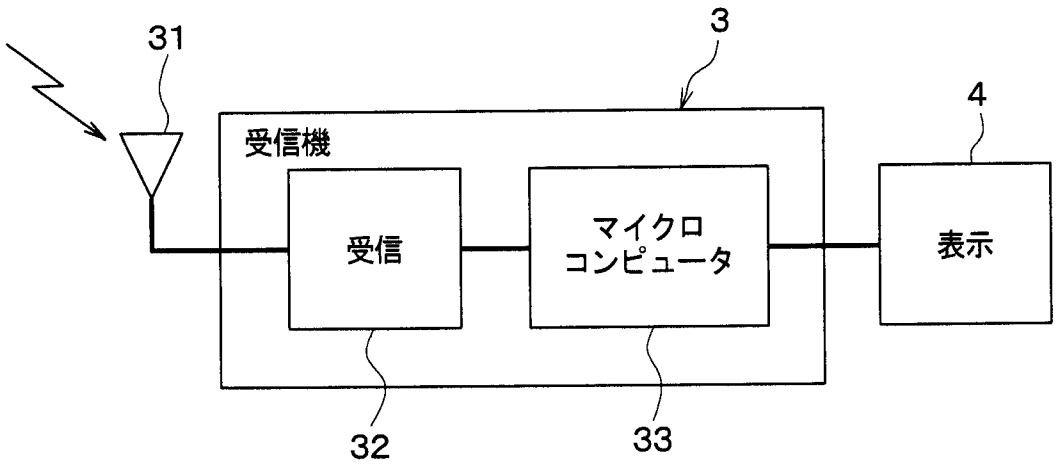
[図1]


1
5b
5a
2
2b
2a
6
31
3
R
D
4
2d
2c
5d
5c

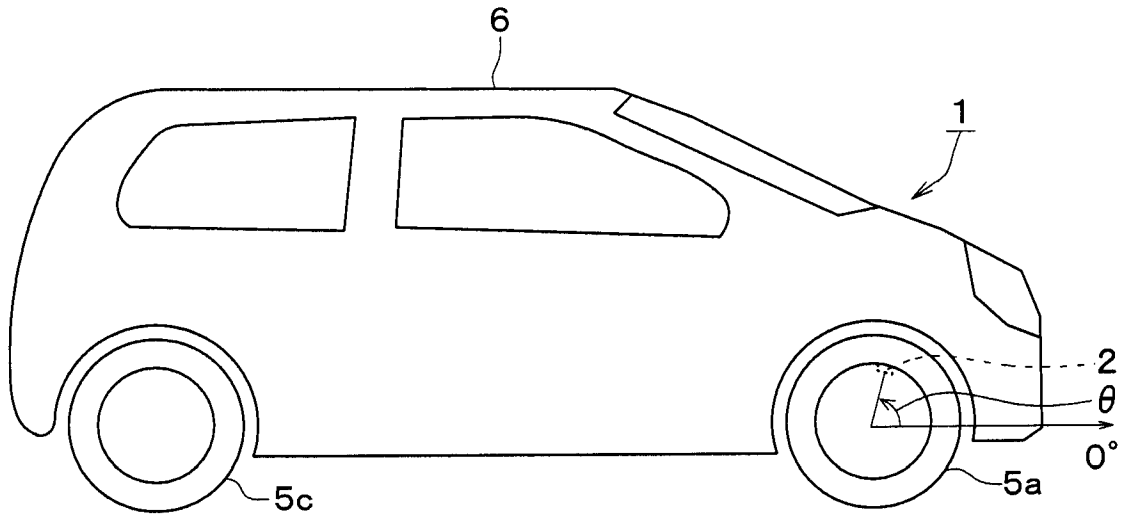
[図2A]


21
21b
21a
2(2a, 2b, 2c, 2d)
センサ送信機
温度
圧力
G
22
26
送信
マイクロ
コンピュータ
電池
24
23
25

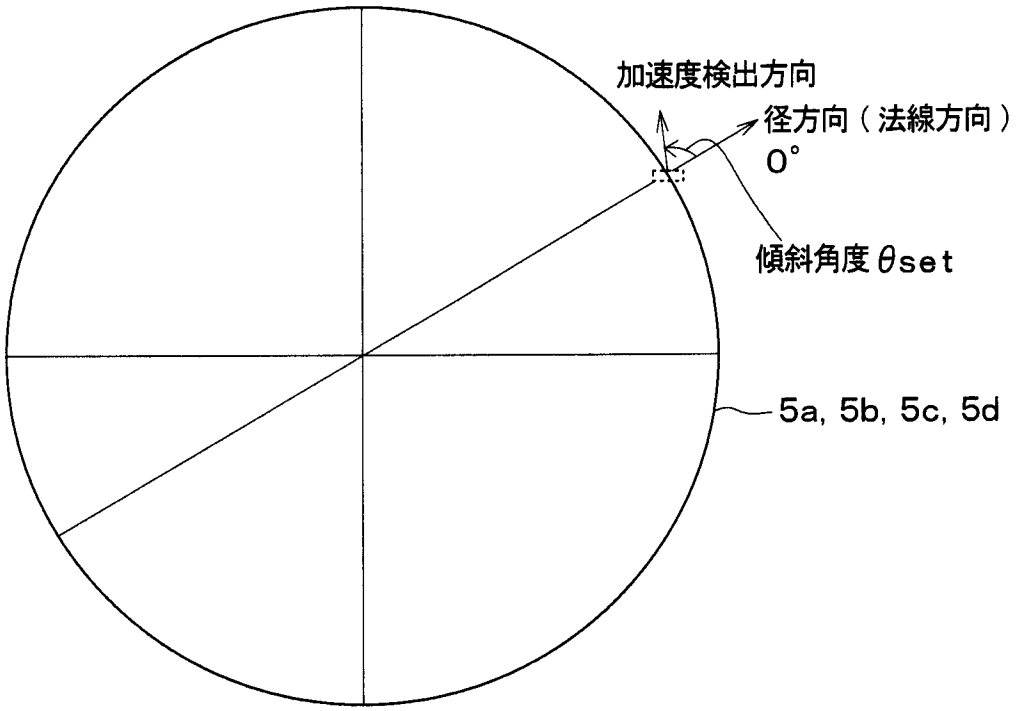
[図2B]



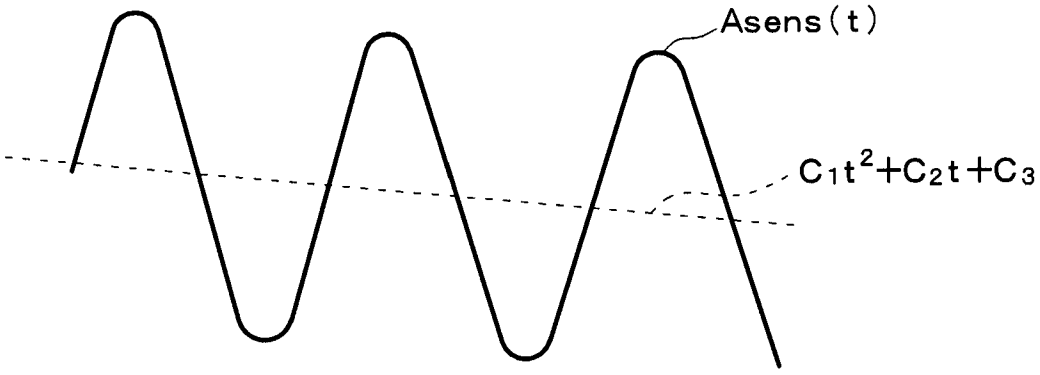
[図3]



[図4]



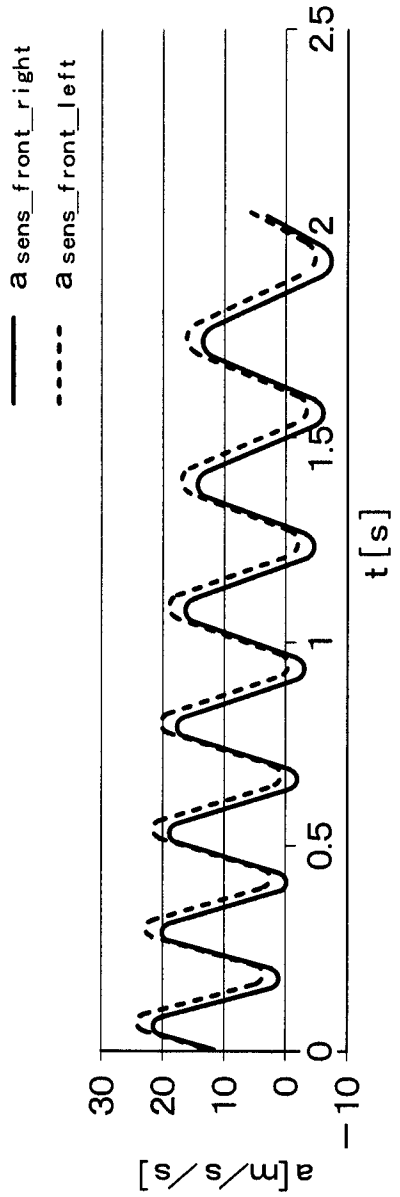
[図5]



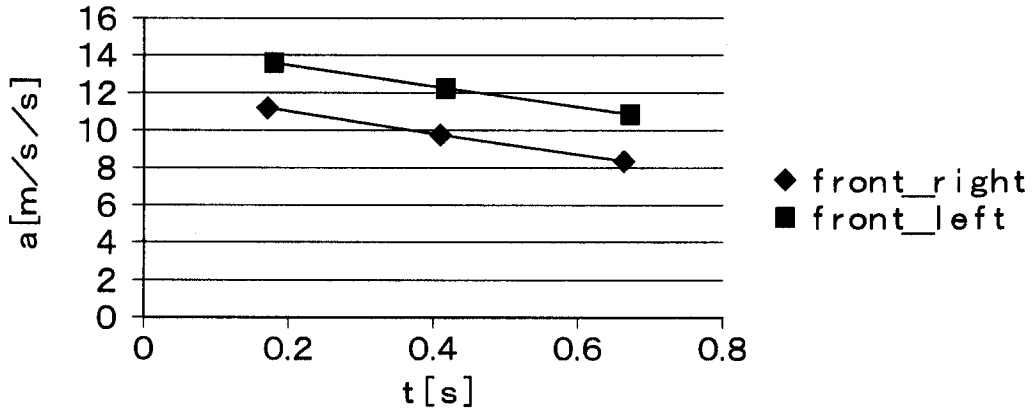
[図6]

初速(V_0)	30km／h
加速度(a)	−0.2G
タイヤ半径	31.1cm
リム半径	19.1cm
傾斜角度(θ_{set})	85°
車両重量	1625kg
ホイールベース	2.7m
重心高さ	55.9cm
重心から前車輪軸までの距離	1.412m
重心から後車輪軸までの距離	1.288m

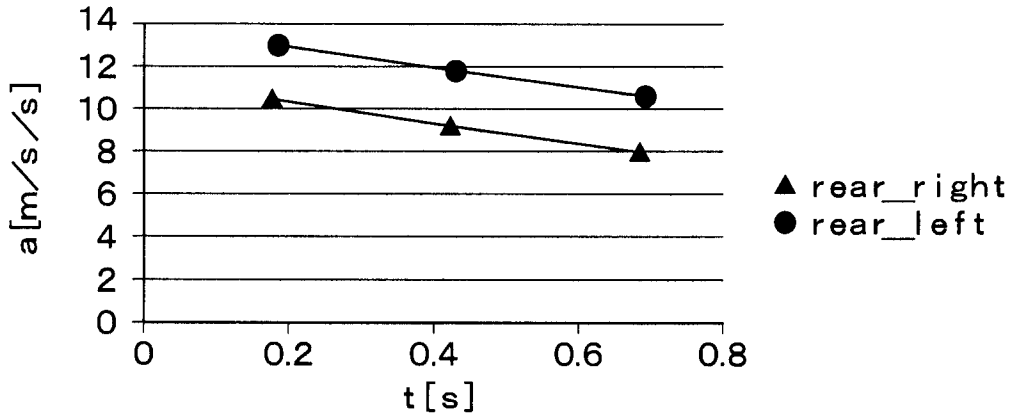
[図7]


a sens_front_right
a sens_front_left
a[m/s/s]
30
20
10
0
−10
0
0.5
1
1.5
2
2.5
t[s]

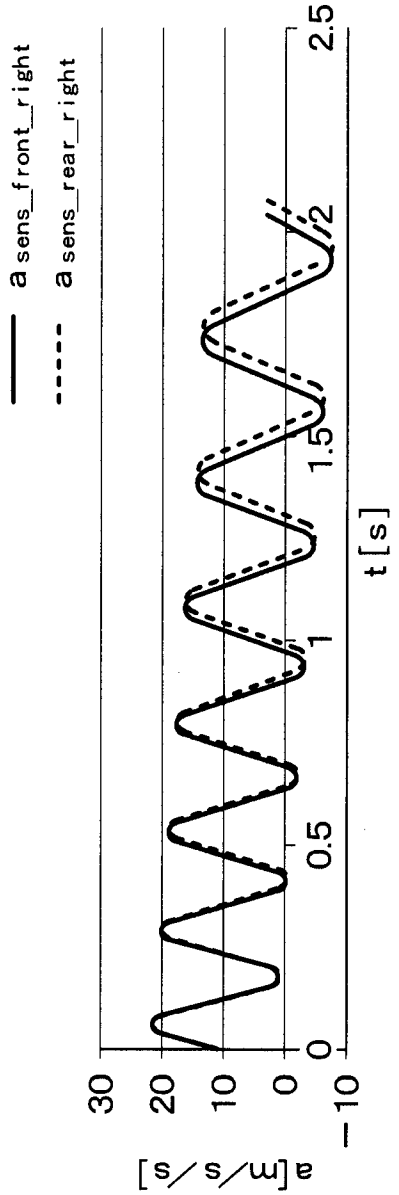
[図8A]


16
14
12
10
8
6
4
2
0
a[m/s/s]
0
0.2
0.4
0.6
0.8
t[s]
front_right
front_left

[図8B]


14
12
10
8
6
4
2
0
a[m/s/s]
0
0.2
0.4
0.6
0.8
t[s]
rear_right
rear_left

[図9]


a sens_front_right
a sens_rear_right
a[m/s/s]
30
20
10
0
−10
0
0.5
1
1.5
2
2.5
t[s]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/075921

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01L17/00(2006.01)i, *B60C23/04*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01L7/00-23/32, G01L27/00-27/02, B60C23/04, G08C13/00-25/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/133310 A1 (Nissan Motor Co., Ltd.), 12 September 2013 (12.09.2013), entire text; all drawings & JP 5741768 B	1-9
A	JP 2013-103519 A (Pacific Industrial Co., Ltd.), 30 May 2013 (30.05.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2013-1220 A (Denso Corp.), 07 January 2013 (07.01.2013), entire text; all drawings & CN 102991285 A & DE 102012105030 A & KR 10-2012-0138701 A & US 2012/0319831 A1	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 October 2016 (26.10.16)	08 November 2016 (08.11.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/075921

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-190974 A (Toyota Motor Corp.), 02 August 2007 (02.08.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2006-312342 A (Denso Corp.), 16 November 2006 (16.11.2006), entire text; all drawings & US 2006/0250228 A1	1-9
A	US 2004/0021562 A1 (PRENNINGER Martin), 05 February 2004 (05.02.2004), entire text; all drawings & DE 10223214 A & FR 2839923 A1	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７５９２１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L17/00(2006.01)i, B60C23/04(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L7/00-23/32, G01L27/00-27/02, B60C23/04, G08C13/00-25/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2013/133310 A1（日産自動車株式会社）2013.09.12, 全文, 全図 & JP 5741768 B	1-9
A	JP 2013-103519 A（太平洋工業株式会社）2013.05.30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2013-1220 A（株式会社デンソー）2013.01.07, 全文, 全図 & CN 102991285 A & DE 102012105030 A & KR 10-2012-0138701 A & US 2012/0319831 A1	1-9

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２６．１０．２０１６	０８．１１．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｆ　９２０６
岡田　卓弥
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2007-190974 A (トヨタ自動車株式会社)2007.08.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2006-312342 A (株式会社デンソー) 2006.11.16, 全文, 全図 & US 2006/0250228 A1	1-9
A	US 2004/0021562 A1 (PRENNINGER Martin) 2004.02.05, 全文, 全図 & DE 10223214 A & FR 2839923 A1	1-9