

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5803733号  
(P5803733)

(45) 発行日 平成27年11月4日(2015.11.4)

(24) 登録日 平成27年9月11日(2015.9.11)

(51) Int.Cl. F I  
**B60C 23/04 (2006.01)** B60C 23/04 N  
**B60C 23/00 (2006.01)** B60C 23/00 A

請求項の数 2 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-37597 (P2012-37597)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成24年2月23日 (2012.2.23)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2013-173384 (P2013-173384A)	(74) 代理人	110001128 特許業務法人ゆうあい特許事務所
(43) 公開日	平成25年9月5日 (2013.9.5)	(72) 発明者	渡部 宣哉 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
審査請求日	平成26年5月27日 (2014.5.27)	(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
		(72) 発明者	岡田 則昭 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車輪位置検出機能を備えたタイヤ空気圧検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車体(6)に対してタイヤを備えた複数の車輪(5a~5d)が取り付けられた車両(1)に適用され、

前記複数の車輪それぞれに設けられ、該複数の車輪それぞれのタイヤ空気圧を検出すると共に、該タイヤ空気圧に関する情報を固有の識別情報と共に格納したフレームを作成して送信する第1制御部(23)を有する送信機(2)と、

前記車体側に設けられ、受信アンテナ(31)を介して前記送信機から送信されたフレームを受信することで、前記フレームを送信してきた前記送信機が前記複数の車輪のいずれに取り付けられたものであるかという車輪位置を特定し、前記送信機の識別情報を特定された前記車輪位置と対応づけて記憶する車輪位置検出処理を行うと共に、該車輪位置検出処理によって記憶された前記識別情報と前記車輪位置との関係に基づいて、車輪を特定した形態で、前記フレームに格納されたタイヤ空気圧に関する情報に示されるタイヤ空気圧を表示器(4)に表示させる第2制御部(33)を有する受信機(3)とを備えたタイヤ空気圧検出装置であって、

前記第2制御部は、今回の車輪位置検出が完了する前には、前記複数の車輪それぞれの送信機から送信されたフレームに格納された空気圧に関する情報に示される各車輪のタイヤ空気圧の差が閾値(P)以下であれば、前回の車輪位置検出によって特定され記憶された前記識別情報と前記車輪位置との関係によって示される前回輪位置を仮の車輪位置として、前記タイヤ空気圧の表示を行わせることを特徴とするタイヤ空気圧検出装置。

10

20

## 【請求項 2】

前記送信機は、該送信機が取り付けられた車輪の回転に伴って変化する重力加速度成分を含む加速度に応じた検出信号を出力する加速度センサ(22)を有し、

前記送信機では、前記第1制御部は、該送信機が取り付けられた車輪の中心軸を中心とし、かつ、該車輪の周方向の任意の位置を角度0°として、前記加速度センサの検出信号に含まれる重力加速度成分に基づいて前記送信機の角度を検出すると共に、該角度が所定の送信角度になる所定のタイミングで繰り返し前記フレームを送信させ、

前記第2制御部は、前記車輪位置検出処理として、前記複数の車輪と連動して回転させられると共に導体とされた歯の部分と前記歯の間に位置する部分が交互に繰り返される磁気抵抗の異なる外周面を有する歯車(12a~12d)の歯の通過を検出する車輪速度センサ(11a~11d)の検出信号に基づいて、前記歯車の歯位置を示す歯車情報を取得すると共に、前記フレームの受信タイミングのときの前記歯位置に基づいてバラツキ許容幅を設定し、該バラツキ許容幅を設定した後における前記フレームの受信タイミングのときの前記歯位置が前記バラツキ許容幅の範囲外であれば、該フレームが送信された送信機の取り付けられた車輪の候補から除外していき、残った車輪を前記フレームが送信された送信機の取り付けられた車輪として特定することを特徴とする請求項1に記載のタイヤ空気圧検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、対象車輪が車両のどの位置に搭載されている車輪かを自動的に検出する車輪位置検出機能を備えたタイヤ空気圧検出装置であって、タイヤが取り付けられた車輪に圧力センサが備えられた送信機を直接取り付け、その圧力センサの検出結果を送信機から送信し、車体側に取り付けられた受信機によって受信することで、タイヤ空気圧の検出を行うダイレクト式のタイヤ空気圧検出装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来より、タイヤ空気圧検出装置の1つとして、ダイレクト式のものがある。このタイプのタイヤ空気圧検出装置では、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。

## 【0003】

このようなダイレクト式のタイヤ空気圧検出装置では、送信されてきたデータが自車両のものであるかどうか及び送信機がどの車輪に取り付けられたものを判別できるように、送信機が送信するデータ中に、自車両か他車両かを判別するため及び送信機が取り付けられた車輪を判別するためのID情報を個々に付与している。

## 【0004】

送信データに含まれるID情報から送信機の位置を特定するためには、各送信機のID情報を各車輪の位置と関連づけて受信機側に予め登録しておく必要がある。このため、タイヤのローテーション時には、送信機のID情報と車輪の位置関係を受信機に登録し直す必要がある。この登録を自動的に行えるようにする技術として、イニシエータ(トリガ機)を使って送信機に所望のタイミングでフレーム送信を行わせるイニシエータ方式や、イニシエータを用いない所謂ゼロイニシエータ方式がある、イニシエータ方式は、双方向通信を行うことでより早い段階で車輪位置検出を行うことができる反面、イニシエータが必要になる。このため、イニシエータを用いないゼロイニシエータ方式が検討されている。このようなゼロイニシエータ方式による車輪位置検出方法が特許文献1~4に提案されている。

## 【0005】

具体的には、特許文献1に記載の方法では、送信機に2軸の加速度センサを備えると共

10

20

30

40

50

に、受信機にて送信機から送信されたフレームを受信したときの受信強度を測定できるようにしている。そして、加速度センサの検出信号に基づいて送信機が左右いずれの車輪に取り付けられているかを検出すると共に、受信機でのフレームの受信強度に基づいて送信機が前後いずれの車輪に取り付けられているかを検出している。

【0006】

また、特許文献2に記載の方法では、各車輪の近傍にRFアンテナを搭載し、受信されたフレームのうち最も受信強度の強いフレームを送信してきた送信機がそのRFアンテナに最も近い車輪に取り付けられたものであると検出している。また、特許文献3に記載の方法では、各車輪に装着された送信機から送られる信号のRSSI値の分布に基づいて車輪位置を検出している。

10

【0007】

さらに、特許文献4に記載の方法では、車輪側の送信機に備えた加速度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になったことを検出すると共に車体側でも送信機からの無線信号を受信したときの車輪の回転位置を検出し、これらの相対角度の変化を監視することで車輪位置を特定している。この方法では、所定数のデータの偏差に基づいて車輪側で検出された車輪の回転位置と車体側で検出された車輪の回転位置の相対角度の変化を監視し、初期値に対してバラツキが許容値を超えていることを判定することで車輪位置を特定している。より詳しくは、各車輪に対応して備えられた車輪速度センサの出力する車輪速パルスから歯車(ロータ)の歯数を求め、加速度センサの加速度検知信号に基づいて車輪側で検出された回転位置と、車輪速度センサの車輪速パルスから求めた歯車の歯数が示す回転角度との相対角度から車輪位置を特定している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許第7010968号明細書

【特許文献2】米国特許第6018993号明細書

【特許文献3】米国特許第6489888号明細書

【特許文献4】特開2010-122023号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0009】

しかしながら、特許文献1~4に示されるゼロイニシエータ方式では、いずれの場合でも車輪位置検出の結果が確定し、それを表示してドライバに伝えるまでに一定時間の走行が必要である。このため、走行開始から暫くの期間はドライバに対してタイヤ空気圧を伝えることができなかつた。

【0010】

本発明は上記点に鑑みて、より早くからドライバに対してタイヤ空気圧を伝えることができるタイヤ空気圧検出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】

【0011】

40

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、受信機(3)に備えられた第2制御部(33)では、フレームを送信してきた送信機(2)が複数の車輪(5a~5d)のいずれに取り付けられたものであるかという車輪位置を特定し、送信機の識別情報を特定された車輪位置と対応づけて記憶する車輪位置検出処理を行うと共に、該車輪位置検出処理によって記憶された識別情報と車輪位置との関係に基づいて、車輪を特定した形態で、フレームに格納されたタイヤ空気圧に関する情報に示されるタイヤ空気圧を表示器(4)に表示させるようにしており、今回の車輪位置検出が完了する前には、複数の車輪それぞれの送信機から送信されたフレームに格納された空気圧に関する情報に示される各車輪のタイヤ空気圧の差が閾値(P)以下であれば、前回の車輪位置検出によって特定され記憶された識別情報と車輪位置との関係によって示される前回輪位置を仮の車輪位置とし

50

て、タイヤ空気圧表示を行わせることを特徴としている。

【0012】

このように、直近の過去に行った前回の車輪位置検出結果を前回輪位置として記憶している。そして、新たに今回の車輪位置検出結果が出るまでの間、前回輪位置を用いて各車輪のタイヤ空気圧表示を行っている。したがって、ドライバに対してより早くからタイヤ空気圧を伝えることができる。さらに、このような前回輪位置を用いたタイヤ空気圧表示を各車輪のタイヤ空気圧の差が閾値以下の場合にのみ行うようにしている。このため、特定車輪のタイヤ空気圧が低下している可能性がある場合には、正式に車輪位置検出が終了するまでタイヤ空気圧の表示を待機することになり、ドライバがタイヤ空気圧が低下した車輪を誤って認識してしまわないようにすることができる。

10

【0013】

請求項2に記載の発明では、第1制御部は、該送信機が取り付けられた車輪の中心軸を中心とし、かつ、該車輪の周方向の任意の位置を角度0°として、加速度センサの検出信号に含まれる重力加速度成分に基づいて送信機の角度を検出すると共に、該角度が所定の送信角度になる所定のタイミングで繰り返しフレームを送信させ、第2制御部は、車輪位置検出処理として、複数の車輪と連動して回転させられると共に導体とされた歯の部分と歯の間に位置する部分が交互に繰り返される磁気抵抗の異なる外周面を有する歯車(12a~12d)の歯の通過を検出する車輪速度センサ(11a~11d)の検出信号に基づいて、歯車の歯位置を示す歯車情報を取得すると共に、フレームの受信タイミングのときの歯位置に基づいてバラツキ許容幅を設定し、該バラツキ許容幅を設定した後におけるフレームの受信タイミングのときの歯位置がバラツキ許容幅の範囲外であれば、該フレームが送信された送信機の取り付けられた車輪の候補から除外していき、残った車輪をフレームが送信された送信機の取り付けられた車輪として特定することを特徴としている。

20

【0014】

上記請求項1に記載の発明における前回輪位置を用いたタイヤ空気圧表示は、車輪速度センサの検出信号から得られる歯車情報に基づいて車輪位置検出を行う場合に適用すると特に好適である。すなわち、各輪のタイヤ空気圧が同じ場合において車両(1)が直進し続けると、各車輪の動荷重半径に差が出ないため、送信機の角度がバラツキ許容幅から外れるまでに時間が掛かる可能性がある。このため、このように車輪位置検出までに時間が掛かる可能性がある方法が採用されている場合に、より早くからタイヤ空気圧を表示できるようにすることで、よりドライバに対してドライビングに対する安心感を与えることが可能となる。

30

【0019】

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】

【0020】

【図1】本発明の第1実施形態にかかる車輪位置検出機能を備えたタイヤ空気圧検出装置の全体構成を示す図である。

【図2】送信機2および受信機3のブロック構成を示す図である。

40

【図3】車輪位置検出を説明するためのタイミングチャートである。

【図4】歯車情報の変化を示したイメージ図である。

【図5】車輪位置確定ロジックを図解した模式図である。

【図6】車輪位置の評価結果を示した図表である。

【図7】メータ4での各車輪5a~5dのタイヤ空気圧の表示例を示した図である。

【図8】車輪位置検出およびタイヤ空気圧表示処理のフローチャートである。

【図9】本発明の第2実施形態で説明する車輪位置検出およびタイヤ空気圧表示処理のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

50

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。

【0022】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態について図を参照して説明する。図1は、本発明の第1実施形態における車輪位置検出機能を備えたタイヤ空気圧検出装置の全体構成を示す図である。図1の紙面左方向が車両1の前方、紙面右方向が車両1の後方に一致する。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。

【0023】

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、送信機2、受信機の役割を果たすタイヤ空気圧検出装置用ECU(以下、TPMS(Tire Pressure Monitoring System)-ECUという)3およびメータ4を備えて構成されている。このタイヤ空気圧検出装置は、車輪位置検出機能を備えており、送信機2およびTPMS-ECU3を用いつつ、ブレーキ制御用ECU(以下、ブレーキECUという)10から各車輪5(5a~5d)に対応して備えられた車輪速度センサ11a~11dの検出信号から得られる歯車情報を取得することで、車輪位置の特定を行っている。

10

【0024】

図1に示すように、送信機2は、各車輪5a~5dに取り付けられるもので、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送信する。TPMS-ECU3は、車両1における車体6側に取り付けられるもので、送信機2から送信されたフレームを受信すると共に、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。送信機2は、例えばFSK(周波数偏移変調)によりフレームを作成し、TPMS-ECU3は、そのフレームを復調することでフレーム内のデータを読み取り、車輪位置検出およびタイヤ空気圧検出を行っている。図2に送信機2およびTPMS-ECU3のブロック構成を示す。

20

【0025】

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

30

【0026】

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。加速度センサ22は、送信機2に取り付けられた車輪5a~5dでのセンサ自身の位置検出、つまり送信機2の位置検出や車速検出を行うために用いられる。本実施形態の加速度センサ22は、例えば、車輪5a~5dの回転時に車輪5a~5dに働く加速度のうち、各車輪5a~5dの径方向、つまり周方向に垂直な両方向の加速度に応じた検出信号を出力する。

【0027】

マイクロコンピュータ23は、制御部(第1制御部)などを備えた周知のもので、制御部内のメモリ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。制御部内のメモリには、各送信機2を特定するための送信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。

40

【0028】

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送信機2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、加速度センサ22の検出信号をモニタし、各送信機2に取り付けられた車輪5a~5dでの送信機2の位置検出を行ったり、車速検出を行っている。そして、マイクロコンピュータ23は、フレームを作成すると、送信機2の位置検出の結果や車速検出の結果

50

に基づいて、送信回路 2 4 を介して送信アンテナ 2 5 より T P M S - E C U 3 に向けてフレーム送信（データ送信）を行う。

【 0 0 2 9 】

具体的には、マイクロコンピュータ 2 3 は、車両 1 が走行中であることを条件としてフレーム送信を開始しており、加速度センサ 2 2 の検出信号に基づいて加速度センサ 2 2 の角度が所定角度になるタイミングで繰り返しフレーム送信を行っている。走行中であることについては、車速検出の結果に基づいて判定しており、加速度センサ 2 2 の角度については加速度センサ 2 2 の検出信号に基づく送信機 2 の位置検出の結果に基づいて判定している。

【 0 0 3 0 】

すなわち、マイクロコンピュータ 2 3 で加速度センサ 2 2 の検出信号を利用して車速検出を行い、車速が所定速度（例えば 5 k m / h ）以上になると車両 1 が走行中であると判定している。加速度センサ 2 2 の出力には遠心力に基づく加速度（遠心加速度）が含まれる。この遠心加速度を積分して係数を掛けることにより、車速を演算することが可能となる。このため、マイクロコンピュータ 2 3 では、加速度センサ 2 2 の出力から重力加速度成分を取り除いて遠心加速度を演算し、その遠心加速度に基づいて車速の演算を行っている。

【 0 0 3 1 】

また、加速度センサ 2 2 によって各車輪 5 a ~ 5 d の回転に応じた検出信号を出力させていることから、走行時には、その検出信号に重力加速度成分が含まれることになり、車輪回転に応じた振幅を有する信号となる。例えば、検出信号の振幅は、送信機 2 が車輪 5 a ~ 5 d の中心軸を中心として上方位置に位置しているときには負の最大振幅、水平位置に位置しているときにはゼロ、下方位置に位置しているときには正の最大振幅となる。このため、この振幅に基づいて加速度センサ 2 2 の位置検出を行え、送信機 2 の位置の角度、例えば各車輪 5 a ~ 5 d の中心軸を中心として、加速度センサ 2 2 が上方位置に位置しているときを 0 ° としたときの加速度センサ 2 2 の成す角度を把握できる。

【 0 0 3 2 】

したがって、車速が所定速度に達すると同時にしくは車速が所定速度に達したのち加速度センサ 2 2 が所定角度になったときを開始タイミングとして、各送信機 2 からのフレーム送信を行うようにしている。そして、加速度センサ 2 2 の成す角度が 1 回目のフレーム送信のときと同じ角度になるタイミングに、それを送信タイミングとして繰り返しフレーム送信を行うようにしている。なお、送信タイミングについては、加速度センサ 2 2 の成す角度が 1 回目のフレーム送信のときと同じ角度になる毎としても良いが、電池寿命を考慮して、その角度になる毎に常にフレーム送信を行わず、例えば所定時間（例えば 1 5 秒間）に 1 回のみフレーム送信を行うようにすると好ましい。

【 0 0 3 3 】

送信回路 2 4 は、送信アンテナ 2 5 を通じて、マイクロコンピュータ 2 3 から送られてきたフレームを T P M S - E C U 3 に向けて送信する出力部としての機能を果たす。フレーム送信には、例えば R F 帯の電波を用いている。

【 0 0 3 4 】

このように構成される送信機 2 は、例えば、各車輪 5 a ~ 5 d 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 2 1 がタイヤの内側に露出するように配置される。そして、送信機 2 は、送信機 2 が取り付けられた車輪のタイヤ空気圧を検出し、上記したように車速が所定速度を超えると、各車輪 5 a ~ 5 d の加速度センサ 2 2 の角度が所定角度になるタイミングで繰り返し各送信機 2 に備えられた送信アンテナ 2 5 を通じてフレーム送信を行う。その後も、送信機 2 から各車輪 5 a ~ 5 d の加速度センサ 2 2 の角度が所定角度になるタイミングでフレーム送信を行うようにすることもできるが、電池寿命を考慮して送信間隔を長くした方が良いため、車輪位置特定に必要なと想定される時間が経過すると車輪位置検出モードから定期送信モードに切り替わり、より長い一定周期毎（例えば 1 分毎）にフレーム送信を行うことで、T P M S - E C U 3 側にタイヤ空気圧に関す

10

20

30

40

50

る信号を定期送信する。このとき、例えば送信機2毎にランダムディレイを設けることで、各送信機2の送信タイミングがずれるようにすることができ、複数の送信機2からの電波の混信によってTPMS-ECU3側で受信できなくなることを防止することができる。

【0035】

また、図2(b)に示すように、TPMS-ECU3は、受信アンテナ31、受信回路32およびマイクロコンピュータ33などを備えた構成とされている。TPMS-ECU3は、CANなどの車内LANを通じて、後述するようにブレーキECU10から歯車情報を取得することで各車輪5a~5dと共に回転させられる歯車の歯のエッジ数(もしくは歯数)で示される歯位置を取得している。

10

【0036】

受信アンテナ31は、各送信機2から送られてくるフレームを受信するためのものである。受信アンテナ31は、車体6に固定されており、TPMS-ECU3の本体内に配置された内部アンテナでも良いし、本体から配線を引き伸ばした外部アンテナとされていても良い。

【0037】

受信回路32は、受信アンテナ31によって受信された各送信機2からの送信フレームを入力し、そのフレームを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。受信回路32は、受信アンテナ31を通じて信号(フレーム)を受信すると、その受信した信号をマイクロコンピュータ33に伝えている。

20

【0038】

マイクロコンピュータ33は、第2制御部に相当するもので、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。具体的には、マイクロコンピュータ33は、ブレーキECU10から取得する情報と、各送信機2からの送信フレームを受信した受信タイミングとの関係に基づいて車輪位置検出を行っている。ブレーキECU10からは、各車輪5a~5dに対応して備えられた車輪速度センサ11a~11dの歯車情報を所定周期(例えば10ms)毎に取得している。

【0039】

歯車情報とは、各車輪5a~5dと共に回転させられる歯車(ギア)の歯位置を示す情報である。車輪速度センサ11a~11dは、例えば歯車の歯に対向して配置される電磁ピックアップ式センサによって構成され、歯車の歯の通過に伴って検出信号を変化させる。このようなタイプの車輪速度センサ11a~11dでは、検出信号として歯の通過に対応する方形パルス波を出力していることから、その方形パルス波の立上りおよび立下りが歯車の歯のエッジの通過を表すことになる。したがって、ブレーキECU10では、車輪速度センサ11a~11dの検出信号の立上りおよび立下りの数から歯車の歯のエッジ数、つまりエッジの通過数をカウントし、所定周期毎に、そのときの歯のエッジ数を、歯位置を示す歯車情報としてマイクロコンピュータ33に伝えている。これにより、マイクロコンピュータ33では、歯車のどの歯が通過したタイミングであるかを把握することが可能になっている。

30

【0040】

歯のエッジ数は、歯車が1回転する毎にリセットされる。例えば、歯車に備えられた歯の数が48歯である場合、エッジ数は0~95の合計96個でカウントされ、カウント値が95に至ると再び0に戻ってカウントされる。

40

【0041】

なお、ここではブレーキECU10から歯車情報として歯車の歯のエッジ数をマイクロコンピュータ33に伝えるようにしたが、歯の通過数のカウント値である歯数であっても良い。また、所定周期の間に通過したエッジ数もしくは歯数をマイクロコンピュータ33に伝え、マイクロコンピュータ33で前回までのエッジ数もしくは歯数に所定周期の間に通過したエッジ数もしくは歯数を加算させ、その周期でのエッジ数もしくは歯数をカウントさせるようにしても良い。つまり、マイクロコンピュータ33で最終的に歯車情報とし

50

てその周期でのエッジ数もしくは歯数が取得できれば良い。また、ブレーキ ECU 10 では、歯車の歯のエッジ数（もしくは歯数）を電源オフのたびにリセットすることになるが、電源オンすると同時もしくは電源オンしてから所定車速になったときから再び計測している。このように、電源オフのたびにリセットされたとしても、電源オン中には同じ歯が同じエッジ数（もしくは歯数）で表されることになる。

#### 【0042】

そして、マイクロコンピュータ 33 は、各送信機 2 から送信されたフレームを受信したときにその受信タイミングを計測し、取得している歯車のエッジ数（もしくは歯数）の中からフレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）に基づいて車輪位置検出を行っている。これにより、各送信機 2 がどの車輪 5 a ~ 5 d 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ことが可能となる。この車輪位置検出の具体的な方法については後で詳細に説明する。

10

#### 【0043】

また、マイクロコンピュータ 33 は、車輪位置検出の結果に基づいて、各送信機 2 の ID 情報と各送信機 2 が取り付けられている各車輪 5 a ~ 5 d の位置とを関連づけて記憶する。そして、その後は各送信機 2 からの送信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、各車輪 5 a ~ 5 d のタイヤ空気圧検出を行い、タイヤ空気圧に応じた電気信号を CAN などの車内 LAN を通じてメータ 4 に出力する。例えば、マイクロコンピュータ 33 は、タイヤ空気圧を所定のしきい値  $T_h$  と比較することでタイヤ空気圧の低下を検知し、タイヤ空気圧の低下を検知するとその旨の信号をメータ 4

20

#### 【0044】

メータ 4 は、表示器として機能するものであり、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メータディスプレイ等によって構成される。このメータ 4 は、例えば TPMS - ECU 3 におけるマイクロコンピュータ 33 からタイヤ空気圧に関する信号が送られてくると、車輪 5 a ~ 5 d を特定しつつタイヤ空気圧表示を行うことでドライバに各車輪 5 a ~ 5 d のタイヤ空気圧を伝える。

#### 【0045】

続いて、本実施形態のタイヤ空気圧検出装置の作動について説明する。以下、タイヤ空気圧検出装置の作動について説明するが、タイヤ空気圧検出装置で行われる車輪位置検出とタイヤ空気圧検出とに分けて説明する。

30

#### 【0046】

まず、車輪位置検出について説明する。図 3 は、車輪位置検出を説明するためのタイミングチャートである。図 4 は、歯車情報の変化を示したイメージ図である。図 5 は、車輪位置確定ロジックを図解した模式図であり、図 6 は、車輪位置の評価結果を示した図表である。これらの図を参照して車輪位置検出の具体的な方法を説明する。

#### 【0047】

送信機 2 側では、マイクロコンピュータ 23 が電池からの電力供給に基づいて所定のサンプリング周期毎に加速度センサ 22 の検出信号をモニタすることで車速および車輪 5 a ~ 5 d それぞれでの加速度センサ 22 の角度を検出している。そして、マイクロコンピュータ 23 は、車速が所定速度に達すると、加速度センサ 22 の角度が所定角度になるタイミングで繰り返しフレーム送信を行う。例えば、車速が所定速度に達した時を所定角度として、もしくは車速が所定速度に達したのち加速度センサ 22 が所定角度になったときを開始タイミングとして、各送信機 2 からのフレーム送信を行うようにしている。そして、加速度センサ 22 の成す角度が 1 回目のフレーム送信のときと同じ角度になるタイミングに、それを送信タイミングとして繰り返しフレーム送信を行うようにしている。

40

#### 【0048】

すなわち、加速度センサ 22 の検出信号の重力加速度成分を抽出すると、図 3 に示すよ

50

うな  $\sin$  波となる。この  $\sin$  波に基づいて加速度センサ 22 の角度が分かる。このため、 $\sin$  波に基づいて加速度センサ 22 が同じ角度になるタイミングで、フレーム送信を行うようにしている。

【0049】

一方、TPMS-ECU3 側では、ブレーキ ECU10 から各車輪 5a ~ 5d に対応して備えられた車輪速度センサ 11a ~ 11d の歯車情報を所定周期（例えば 10ms）毎に取得している。そして、TPMS-ECU3 は、各送信機 2 から送信されたフレームを受信したときにその受信タイミングを計測し、取得している歯車のエッジ数（もしくは歯数）の中からフレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）を取得する。

10

【0050】

このとき、各送信機 2 から送信されたフレームの受信タイミングとブレーキ ECU10 から歯車情報を取得している周期とが一致するとは限らない。このため、ブレーキ ECU10 から歯車情報を取得した周期の中からフレームの受信タイミングに最も近い周期、つまりその直前または直後の周期に取得した歯車情報が示す歯車のエッジ数（もしくは歯数）を、フレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）として用いることができる。また、ブレーキ ECU10 から歯車情報を取得した周期の中からフレームの受信タイミングの直前および直後の周期に取得した歯車情報が示す歯車のエッジ数（もしくは歯数）を用いて、フレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）を演算しても良い。例えば、フレームの受信タイミングの直前および直後の周期に取得した歯車情報が示す歯車のエッジ数（もしくは歯数）の中間値を、フレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）として用いることができる。

20

【0051】

そして、このようなフレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）を取得する動作がフレームを受信する毎に繰り返され、取得したフレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）に基づいて車輪位置検出を行う。具体的には、フレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）のバラツキが前回の受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）に基づいて設定される所定範囲内であるか否かを判定することにより、車輪位置検出を行う。

【0052】

フレームを受信した車輪については、加速度センサ 22 の角度が所定角度になるタイミングでフレーム送信を行っていることから、フレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）で示される歯位置が前回のときとほぼ一致する。このため、フレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）のバラツキが小さく、所定範囲内に収まることになる。このことは、複数回フレームを受信した場合でも成り立ち、各フレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）のバラツキは、1 回目のフレーム受信タイミングのときに決められる所定範囲内に収まる。一方、フレームを受信した車輪とは異なる車輪については、単発的に他の車輪の送信機 2 から送信されたフレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）で示される歯位置がばらつく。

30

40

【0053】

すなわち、車輪速度センサ 11a ~ 11d の歯車の回転は各車輪 5a ~ 5d と連動しているため、フレームを受信した車輪については、フレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）で示される歯位置がほぼ一致する。しかし、道路状況や旋回もしくは車線変更などによって各車輪 5a ~ 5d の回転状態が変動したりするため、車輪 5a ~ 5d の回転状態が完全に同じになることはあり得ない。このため、フレームを受信した車輪とは異なる車輪については、フレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）で示される歯位置がばらつくのである。

【0054】

したがって、図 4 に示したように、イグニッションスイッチ（IG）がオンした当初に

50

歯車 1 2 a ~ 1 2 d のエッジ数が 0 であった状態から、走行開始後に徐々にフレームを受信した車輪とは異なる車輪については、フレームの受信タイミングのときの歯車のエッジ数（もしくは歯数）で示される歯位置にバラツキが生じる。このバラツキが所定範囲内であるか否かを判定することにより、車輪位置検出を行う。

【 0 0 5 5 】

例えば、図 5 ( a ) に示すように、1 回目のフレーム送信時の送信機 2 の位置が 1 回目受信角度であったとする。また、歯車のエッジ数（もしくは歯数）のバラツキとして許容できる幅であるバラツキ許容幅が 1 回目受信角度を中心とした  $180^\circ$  の範囲（1 回目受信角度  $\pm 90^\circ$  の範囲）相当の値であるとする。エッジ数であれば 1 回目受信時のエッジ数を中心とした  $\pm 24$  のエッジ数範囲、歯数であれば 1 回目受信時の歯数を中心とした  $\pm 12$  の歯数範囲であるとする。この場合において、図 5 ( b ) に示すように、2 回目のフレーム受信時の歯車のエッジ数（もしくは歯数）が 1 回目のフレーム受信によって決められたバラツキ許容幅の範囲内であれば、そのエッジ数（もしくは歯数）の車輪はフレーム送信が行われた車輪と一致している可能性があり、TRUE（正しい）となる。

10

【 0 0 5 6 】

ただし、この場合にも 2 回目のフレーム受信時の送信機 2 の角度である 2 回目受信角度を中心としてバラツキ許容幅が決まり、2 回目受信角度を中心とした  $180^\circ$ （ $\pm 90^\circ$ ）相当の値となる。このため、前回のバラツキ許容幅となる 1 回目受信角度を中心とした  $180^\circ$ （ $\pm 90^\circ$ ）のバラツキ許容幅と、2 回目受信角度を中心とした  $180^\circ$ （ $\pm 90^\circ$ ）のバラツキ許容幅の重なる部分が新たなバラツキ許容幅（エッジ数範囲が 12 ~ 48）となり、その重複範囲に新たなバラツキ許容幅を狭めることができる。

20

【 0 0 5 7 】

したがって、図 5 ( c ) に示すように、3 回目のフレーム受信時の歯車のエッジ数（もしくは歯数）が 1、2 回目のフレーム受信によって決められたバラツキ許容幅の範囲外であれば、そのエッジ数（もしくは歯数）の車輪はフレーム送信が行われた車輪と一致していないため、FALSE（誤り）となる。このとき、たとえ 1 回目のフレーム受信によって決められたバラツキ許容幅の範囲内であっても、1、2 回目のフレーム受信によって決められたバラツキ許容幅の範囲外であれば、FALSE と判定している。このようにして、受信したフレームを送信した送信機 2 が車輪 5 a ~ 5 d 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。

30

【 0 0 5 8 】

すなわち、図 6 ( a ) に示すように、ID 情報として ID 1 が含まれたフレームについては、そのフレームの受信タイミングの毎に歯車のエッジ数（もしくは歯数）を取得し、それに対応する車輪（左前輪 FL、右前輪 FR、左後輪 RL、右後輪 RR）毎に記憶する。そして、フレームを受信するたびに、取得した歯車のエッジ数（もしくは歯数）がバラツキ許容幅の範囲内であるか否かを判定し、その範囲から外れた車輪をフレームが送信された送信機 2 の取り付けられた車輪候補から除外していく。そして、最後まで除外されなかった車輪をフレームが送信された送信機 2 の取り付けられた車輪として登録する。ID 1 が含まれたフレームの場合、右前輪 FR、右後輪 RR、左後輪 RL の順に候補から除外され、最終的に残った左前輪 FL をフレームが送信された送信機 2 の取り付けられた車輪として ID 情報と対応付けて登録する。

40

【 0 0 5 9 】

そして、図 6 ( b ) ~ ( d ) に示すように、ID 情報として ID 2 ~ ID 4 が含まれたフレームについても ID 1 が含まれたフレームと同様の処理を行う。これにより、各フレームが送信された送信機 2 の取り付けられた車輪を特定することができ、送信機 2 が取り付けられた 4 輪すべてを特定することが可能となる。

【 0 0 6 0 】

このようにして、各フレームが車輪 5 a ~ 5 d のいずれに取り付けられたものであるかを特定できると、マイクロコンピュータ 33 は、フレームを送信してきた各送信機 2 の ID 情報を、それが取り付けられた車輪の位置と関連付けて記憶する。

50

## 【 0 0 6 1 】

なお、T P M S - E C U 3では、車速が所定速度になったときに送信されたフレームを受信することで、その受信タイミングにおける歯車情報を記憶するようにしているが、所定の走行停止判定時速（例えば5 k m / h）以下になったときに、それまでの歯車情報を破棄している。そして、再び走行開始したときに、新たに上記のようにして車輪位置検出を行うようにしている。

## 【 0 0 6 2 】

一方、車輪位置検出と共にタイヤ空気圧検出を行っている。具体的には、各送信機2から所定のタイミングでフレームが送信されると、それがT P M S - E C U 3で受信されることで4輪分のフレームが受信される。これにより、T P M S - E C U 3では、各フレームに格納されたI D情報およびタイヤ空気圧に関する情報に基づいて、各フレームのI Dごとにタイヤ空気圧を演算する。そして、上述した車輪位置検出にて記憶された各フレームのI D情報とそれを送信した送信機2が取り付けられた車輪の位置との関係に基づいて各I Dが車輪5 a ~ 5 dのいずれの送信機2のものであるかを特定し、各車輪5 a ~ 5 dのタイヤ空気圧を特定する。このようにして、各車輪5 a ~ 5 dのタイヤ空気圧を検出できる。

## 【 0 0 6 3 】

したがって、このタイヤ空気圧の検出結果に基づき、例えば図7に示す表示形態のように、メータ4に各車輪5 a ~ 5 dのタイヤ空気圧をそれぞれ表示することで、ドライバにタイヤ空気圧を伝える。そして、車輪5 a ~ 5 dのいずれかの車輪のタイヤ空気圧が低下したときには、そのタイヤ空気圧の数値が他の車輪の数値よりも低下することから、その表示を確認することでドライバはタイヤ空気圧の低下を知ることができる。また、タイヤ空気圧が閾値以下に低下したときには、タイヤ空気圧の低下の警告表示を行ったり、ブザーなどによる警報を行うことで、ドライバに対して特定車輪のタイヤ空気圧が低下していることを報知することができる。

## 【 0 0 6 4 】

以上のような方法によって車輪位置検出およびタイヤ空気圧検出を行うが、上記の手法はゼロイニシエータ方式による車輪位置検出であるため、車輪位置検出が終了するまでに或る程度の時間が掛かる。このため、車輪位置検出が終了するまでタイヤ空気圧に関する表示を何も行わなかったとすると、走行開始から暫くの期間はドライバに対してタイヤ空気圧を伝えることができなくなる。このため、本実施形態では、T P M S - E C U 3が以下の処理を実行し、上記した車輪位置検出を行いつつ、車輪位置検出が終了する前には、前回の記憶内容に基づいてタイヤ空気圧の表示を行うようにしている。

## 【 0 0 6 5 】

図8は、T P M S - E C U 3が実行する車輪位置検出およびタイヤ空気圧表示処理のフローチャートである。この図に示す処理は、図示しないイグニッションスイッチがオンされているときに所定の制御周期毎に実行される。

## 【 0 0 6 6 】

まず、ステップ100では、送信機2の4輪分のI D ( I D 1 ~ I D 4 )の前回輪位置P ( I D n )を読み出し、P ( I D n )毎にF R、F L、R R、R Lを設定する。すなわち、今回の車輪位置検出の以前に前回の車輪位置検出の際に記憶されている各フレームのI D情報とそれを送信した送信機2が取り付けられた車輪の位置との関係に基づいて、仮の車輪位置を設定する。なお、I D nはI D 1 ~ I D 4を示しており、nは1 ~ 4の添え字を意味している。

## 【 0 0 6 7 】

次に、ステップ105でフレーム ( R F電波 )受信処理を行ったのち、受信した場合にはステップ110で受信したフレームに格納されたI D情報を確認し、自車両のI Dであるか否かを判定する。ここで否定判定された場合にはステップ105に戻って再び受信するまで待機し、肯定判定されるとステップ115に進む。

## 【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

ステップ115では、受信したフレームに格納されたID情報と各IDnに対応する前回輪位置P ( ID n ) とに基づいて、前回輪位置P ( ID n ) がどの車輪であった送信機2からのフレームかを特定する。そして、その前回輪位置P ( ID n ) のタイヤ空気圧に関する情報として受信圧力データを読み込む。その後、ステップ120に進み、受信圧力データを4輪分すべて受信済みであるか否か、つまり前回輪位置P ( ID n ) の受信圧力データがP ( ID 1 ) ~ P ( ID 4 ) のすべて揃ったか否かを判定する。そして、肯定判定されるまではステップ105からの処理を繰り返し、肯定判定されるとステップ125に進む。

**【0069】**

ステップ125では、4輪分の受信圧力データに基づいて各前回輪位置P ( ID n ) のタイヤ空気圧を演算し、その中の最大値MAX ( P ( ID n ) ) をPmaxとして記憶すると共に、その中の最小値MIN ( P ( ID n ) ) をPminとして記憶する。その後、ステップ130に進み、PmaxとPminの差 ( Pmax - Pmin ) を演算し、その差が所定の閾値 P 以下であるか否かを判定する。これにより、各車輪5a ~ 5dのタイヤ空気圧の差が閾値 P 以下であるか否かを判定できる。

**【0070】**

ここで肯定判定されたときにはステップ135に進み、一旦、今回の車輪位置検出において特定する各IDnの輪位置を前回輪位置P ( ID n ) に設定する。そして、ステップ140に進んで受信圧力データに基づいて演算した各前回輪位置P ( ID n ) のタイヤ空気圧を車輪5a ~ 5d毎に表示する。逆に、ここで否定判定されたときにはステップ145に進み、今回の車輪位置検出において特定する各IDnの輪位置が未決定状態であることを保持する。

**【0071】**

すなわち、4輪それぞれのタイヤ空気圧の最大値と最小値の差が閾値 P 以下の場合には、各車輪5a ~ 5dのタイヤ空気圧の差があまり無い状態で、特定の車輪のタイヤ空気圧が大幅に低下している状態でもない。このため、仮に各車輪5a ~ 5dのタイヤ空気圧が誤って表示されていたとしても、ドライバにとって違和感はない。したがって、このような場合には、前回輪位置P ( ID n ) を一旦今回の車輪位置検出において特定する各IDnとして仮に決定し、まずは前回輪位置としてタイヤ空気圧を表示する。こうすることで、ドライバに対してより早くからタイヤ空気圧を伝えることができる。したがって、ドライバに対して走行直後からタイヤ空気圧に問題が無いことを伝えることが可能となり、早い段階からドライビングに対する安心感を与えることが可能となる。

**【0072】**

一方、4輪それぞれのタイヤ空気圧の最大値と最小値の差が閾値 P を超えている場合は、特定の車輪のタイヤ空気圧が大幅に低下している状態である可能性がある。このような場合には、仮に各車輪5a ~ 5dのタイヤ空気圧が誤って表示されると、ドライバがタイヤ空気圧が低下した車輪を誤って認識してしまう可能性がある。このため、この場合には前回輪位置としてタイヤ空気圧を表示することを行わず、正式に車輪位置検出が終了するまでタイヤ空気圧の表示を待機するようにしている。

**【0073】**

続いて、ステップ150に進み、車輪位置検出処理を行う。この車輪位置検出処理では、上記の車輪位置検出の具体的な方法として説明した方法によって車輪位置検出を行う。そして、この車輪位置検出によって各フレームを送信した送信機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できたら、今回の車輪位置検出において特定した各IDnを車輪の位置と関連付けて記憶する。また、前回輪位置P ( ID n ) についても、今回の車輪位置検出において特定した各IDnに更新する。

**【0074】**

そして、ステップ155に進み、今回の車輪位置検出にて記憶された各フレームのID情報とそれを送信した送信機2が取り付けられた車輪の位置との関係に基づいて各IDが車輪5a ~ 5dのいずれの送信機2のものであるかを特定し、各車輪5a ~ 5dのタイヤ

10

20

30

40

50

空気圧を特定する。これに基づき、メータ4に各車輪5 a ~ 5 dのタイヤ空気圧をそれぞれ表示することで、ドライバにタイヤ空気圧を伝える。

【0075】

このようにして、図8に示した車輪位置検出およびタイヤ空気圧表示処理を終了する。その後は、各送信機2から送信されたフレームを受信するたびに、そのフレームに格納されたタイヤ空気圧に関する情報からタイヤ空気圧を演算し、今回の車輪位置検出処理の結果を利用して、受信したフレームと対応する車輪5 a ~ 5 dのタイヤ空気圧を更新していく。これにより、その後も変化するタイヤ空気圧を逐一更新して表示することが可能となる。

【0076】

以上説明したように、本実施形態では、直近の過去に行った前回の車輪位置検出結果を前回輪位置として記憶している。そして、再度イグニッションスイッチがオンされたときに新たに今回の車輪位置検出結果が出るまでの間、前回輪位置を用いて各車輪5 a ~ 5 dのタイヤ空気圧表示を行っている。したがって、ドライバに対してより早くからタイヤ空気圧を伝えることができる。

【0077】

ただし、このように前回輪位置を用いたタイヤ空気圧表示を各車輪5 a ~ 5 dのタイヤ空気圧の差が閾値 P 以下の場合にのみ行うようにしている。このため、特定車輪のタイヤ空気圧が低下している可能性がある場合には、正式に車輪位置検出が終了するまでタイヤ空気圧の表示を待機することになり、ドライバがタイヤ空気圧が低下した車輪を誤って認識してしまわないようにすることができる。

【0078】

前回輪位置を用いたタイヤ空気圧表示を行う場合、仮にタイヤローテーションが行われていると、各車輪5 a ~ 5 dとタイヤ空気圧との関係が誤った状態で表示される誤表示になる。しかしながら、各車輪5 a ~ 5 dのタイヤ空気圧の差が閾値 P 以下の場合にのみ前回輪位置を用いたタイヤ空気圧表示を行っているため、ほぼ4輪ともタイヤ空気圧が同圧であるため、実質誤表示とはならない。

【0079】

さらに、前回輪位置を用いたタイヤ空気圧表示を完了した後、引き続き今回の車輪位置検出が完了した段階で、正しい車輪位置が前回輪位置と異なっていれば、正しい車輪位置に置き換えられる。このため、今回の車輪位置検出処理の結果に基づく正しい車輪位置に応じて各車輪5 a ~ 5 dのタイヤ空気圧を表示することが可能となる。この場合、各車輪5 a ~ 5 dそれぞれのタイヤ空気圧の大小関係が入れ替わることがあるが、このことはドライバに対して違和感を与えるものではない。すなわち、車両1の走行に伴って各車輪5 a ~ 5 dのタイヤ内温度が上昇していくと、それに伴ってタイヤ空気圧も上昇し、その上昇スピードは車輪毎に若干異なるため、その過程でタイヤ空気圧の大小が入れ替わることが多々ある。このため、ほぼ4輪ともタイヤ空気圧が同圧な状態からタイヤ空気圧の大小が入れ替わったとしても、ドライバに違和感を与えることはない。

【0080】

また、このように前回輪位置を用いたタイヤ空気圧表示を行うのは、本実施形態で説明したような車輪速度センサ11 a ~ 11 dの検出信号から得られる歯車情報に基づいて車輪位置検出を行う場合に適用すると特に好適である。すなわち、4輪が同じタイヤ空気圧の場合において車両1が直進し続けると、各車輪5 a ~ 5 dの動荷重半径に差が出ないため、送信機2の角度がバラツキ許容幅から外れるまでに時間が掛かる可能性がある。このため、このように車輪位置検出までに時間が掛かる可能性がある方法が採用されている場合に、より早くからタイヤ空気圧を表示できるようにすることで、よりドライバに対してドライビングに対する安心感を与えることが可能となる。

【0081】

(第2実施形態)

本発明の第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機

10

20

30

40

50

2 が取り付けられた車輪位置が特定されるたびに、前回輪位置からの更新を行ってタイヤ空気圧表示が行えるようにしたものであり、その他に関しては第 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 2 】

上記第 1 実施形態では、車輪速度センサ 1 1 a ~ 1 1 d の検出信号から得られる歯車情報に基づいて車輪位置検出を行っていたが、このような車輪位置検出方法では各送信機 2 の車輪位置の特定は 4 つそれぞれ独立で行われる。このため、送信機 2 が取り付けられた車輪が 1 輪ずつ特定されていくことになる（図 6 参照）。このような場合、車輪位置の特定が複数の車輪 5 a ~ 5 d のうちの一部しか行えていない段階だとしても、特定された車輪については特定後の車輪位置でタイヤ空気圧表示を行えば良い。また、未特定の車輪については、未だの車輪間においてタイヤ空気圧の差が小さく、かつ、未特定の車輪の中に特定された車輪が含まれていなければ、前回輪位置を用いてタイヤ空気圧表示を行えば良い。

10

【 0 0 8 3 】

例えば、4 輪中 1 輪のみ車輪位置特定完了した場合において、他の未特定の 3 輪のタイヤ空気圧に差がほとんど無く、かつ、未特定の 3 輪が既に特定された 1 輪と異なっている場合には、未特定の 3 輪については前回輪位置を使ってタイヤ空気圧を表示すれば良い。また、4 輪中 2 輪のみ車輪位置特定完了した場合において、他の未特定の 2 輪のタイヤ空気圧に差がほとんど無く、かつ、未特定の 2 輪が既に特定された 2 輪と異なっている場合には、未特定の 2 輪については前回輪位置を使ってタイヤ空気圧を表示すれば良い。同様に、4 輪中 3 輪が車輪位置特定完了した場合において、他の未特定の 1 輪が既に特定された 3 輪と異なっている場合には、未特定の 1 輪については前回輪位置を使ってタイヤ空気圧を表示すれば良い。

20

【 0 0 8 4 】

これに基づいて、本実施形態では、以下のようにして車輪位置検出およびタイヤ空気圧表示処理を実行する。図 9 は、本実施形態の T P M S - E C U 3 が実行する車輪位置検出およびタイヤ空気圧表示処理のフローチャートである。

【 0 0 8 5 】

まず、ステップ 2 0 0 では、全車輪分のフレーム（ R F 電波 ）を受信済みか否かを判定する。この判定は、図 8 のステップ 1 0 0 ~ 1 2 0 と同様の手法によって行われる。ここで受信済みになるまで待機し、受信済みになるとステップ 2 0 5 に進む。次に、ステップ 2 0 5 では、4 輪すべてについて車輪位置の特定が完了済みであるか否かを判定する。具体的には、後述するステップ 2 8 0 の車輪位置検出処理において、各 I D n のうち車輪位置の特定が完了したのものについて、完了済みであることが特定できるようにしてあり、それに基づいて本判定を行うようにしている。そして、完了済みでない場合にはステップ 2 1 0 に進む。

30

【 0 0 8 6 】

ステップ 2 1 0 では、3 輪について車輪位置の特定が完了済みであるか否かを判定する。ここで肯定判定されると、ステップ 2 1 5 に進んで未特定の 1 輪の前回輪位置が既に特定されている 3 輪の車輪位置と異なるか否かを判定し、ここでも肯定判定されると、ステップ 2 2 0 に進んで特定した車輪の I D n の車輪位置以外については前回輪位置に決定する。この後、ステップ 2 2 5 に進み、決定している車輪位置に基づいて、各車輪 5 a ~ 5 d のタイヤ空気圧表示を行う。この場合、特定されている 3 輪についてはその車輪の I D n が付されたフレームのタイヤ空気圧に関する情報から演算したタイヤ空気圧を表示する。そして、特定されていない 1 輪については残りの I D n、つまり前回輪位置 P（ I D n ）と対応する I D n が付されたフレームのタイヤ空気圧に関する情報から演算したタイヤ空気圧を表示する。また、ステップ 2 1 5 で否定判定された場合には、タイヤローテーション等によって車輪位置が入れ替わっていると考えられるため、ステップ 2 3 0 に進んで今回の車輪位置検出において特定する各 I D n の車輪位置について未決定状態を保持する。

40

50

## 【 0 0 8 7 】

また、ステップ 2 1 0 で否定判定された場合には、ステップ 2 3 5 に進み、今度は 2 輪について車輪位置の特定が完了済みであるか否かを判定する。ここで肯定判定されると、ステップ 2 4 0 に進んで未特定の 2 輪のタイヤ空気圧の差が P 以下であるか否かを判定する。そして、ここで肯定判定されるとステップ 2 4 5 に進み、未特定の 2 輪の前回輪位置が既に特定されている 2 輪の車輪位置と異なるか否かを判定し、ここでも肯定判定されると、ステップ 2 2 0 に進んで特定した車輪の I D n の車輪位置以外については前回輪位置に決定する。この後、ステップ 2 2 5 に進み、上記と同様、決定している車輪位置に基づいて、各車輪 5 a ~ 5 d のタイヤ空気圧表示を行う。なお、ステップ 2 4 0 で否定判定された場合には未特定のいずれかの車輪のタイヤ空気圧が低下している可能性がある。また、ステップ 2 4 5 で否定判定された場合には、タイヤローテーション等によって車輪位置が入れ替わっていると考えられる。これらの場合にはステップ 2 5 0 に進んで今回の車輪位置検出において特定する各 I D n の車輪位置について未決定状態を保持する。

10

## 【 0 0 8 8 】

さらに、ステップ 2 3 5 でも否定判定された場合には、ステップ 2 5 5 に進み、今度は 1 輪について車輪位置の特定が完了済みであるか否かを判定する。ここで肯定判定されると、ステップ 2 6 0 に進んで未特定の 3 輪のタイヤ空気圧の差が P 以下であるか否かを判定する。そして、ここで肯定判定されるとステップ 2 6 5 に進み、未特定の 3 輪の前回輪位置が既に特定されている 1 輪の車輪位置と異なるか否かを判定し、ここでも肯定判定されると、ステップ 2 7 0 に進んで特定した車輪の I D n の車輪位置以外については前回輪位置に決定する。この後、ステップ 2 7 5 に進み、上記ステップ 2 2 5 と同様、決定している車輪位置に基づいて、各車輪 5 a ~ 5 d のタイヤ空気圧表示を行う。なお、ステップ 2 6 0 で否定判定された場合には未特定のいずれかの車輪のタイヤ空気圧が低下している可能性がある。また、ステップ 2 6 5 で否定判定された場合には、タイヤローテーション等によって車輪位置が入れ替わっていると考えられる。これらの場合にはステップ 2 5 0 に進んで今回の車輪位置検出において特定する各 I D n の車輪位置について未決定状態を保持する。

20

## 【 0 0 8 9 】

この後は、ステップ 2 8 0 において、車輪位置検出処理を実行し、既に実行中である場合には継続する。この車輪位置検出処理は、上記第 1 実施形態で車輪位置検出の具体的な方法として説明した方法によって行う。そして、この車輪位置検出によって各フレームが車輪 5 a ~ 5 d のいずれに取り付けられたものであるかを特定できたら、その都度、特定した各 I D n を車輪の位置と関連付けて記憶することで各 I D n のうち車輪位置の特定が完了したものが特定できるようにしておく。また、前回輪位置 P ( I D n ) についても、今回の車輪位置検出において特定した各 I D n に更新する。

30

## 【 0 0 9 0 】

そして、ステップ 2 8 5 に進み、今回の車輪位置検出にて記憶された各フレームの I D 情報とそれを送信した送信機 2 が取り付けられた車輪の位置との関係に基づいて各 I D が車輪 5 a ~ 5 d のいずれの送信機 2 のものであるかを特定し、各車輪 5 a ~ 5 d のタイヤ空気圧を特定する。これに基づき、メータ 4 に各車輪 5 a ~ 5 d のタイヤ空気圧をそれぞれ表示することで、ドライバにタイヤ空気圧を伝える。

40

## 【 0 0 9 1 】

このように、4 輪すべての車輪位置の特定が未だの段階だとしても、特定された車輪については特定後の車輪位置でタイヤ空気圧表示を行うようにしても良い。これにより、車輪位置が特定されるたびに、正確なタイヤ空気圧表示に切り替わっていくことになり、より早い段階から正確なタイヤ空気圧表示を行うことが可能となる。

## 【 0 0 9 2 】

そして、前回輪位置を用いてタイヤ空気圧表示を行っていても、並行して車輪位置検出処理を行うようにしているため、パンク時には正しい車輪位置でタイヤ空気圧表示を行うことが可能となる。

50

## 【0093】

(第3実施形態)

本発明の第3実施形態について説明する。本実施形態は、第2実施形態に対して送信機2の電池寿命を考慮した制御を行うものであり、その他に関しては第2実施形態と同様であるため、第2実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

## 【0094】

車輪5a～5dに取り付けられる送信機2については、電池からの電力供給に基づいて作動することから、電池寿命の制約もあり、車輪位置検出を時間的な制限無く続けることが困難である。このため、一般的には車輪位置検出処理についてタイムアウトを設けて継続時間を所定時間に制限し、その後はタイヤ空気圧検出のための定期送信モードに切り替わって、車輪位置検出を行う車輪位置検出モードのときよりもフレーム送信の間隔を長く設定している。そして、タイヤ交換などが行われる可能性がある時間以上、車輪5a～5dの回転が停止したときに再び車輪位置検出モードに切り替わり、車輪位置検出を行うようにしている。

10

## 【0095】

このようなタイムアウトが設けられる場合、送信機2から送信されたフレームに基づいて車輪位置検出を行っても、全車輪の特定に至らないこともあり得る。そのような場合であっても、1輪または2輪の車輪位置を特定できている場合には、次のようにタイヤローテーションが行われていないと推測し、タイムアウト時に前回輪位置を用いてタイヤ空気圧表示を行わせるようにしても良い。

20

## 【0096】

例えば、4輪中1輪のみ車輪位置特定完了した場合において、他の未特定の3輪のタイヤ空気圧の差が大きい場合には、第2実施形態のようにタイヤ空気圧に差が無いという理由に基づいて前回輪位置を用いることはできない。しかしながら、特定完了したIDnについて、前回輪位置と変更が無い場合には、タイヤローテーションが行われていないと推測できる。このため、この場合には、タイムアウト後に、未特定の車輪については前回輪位置を用いてタイヤ空気圧表示を行うようにすることができる。

## 【0097】

また、4輪中2輪のみ車輪位置特定完了した場合において、他の未特定の2輪のタイヤ空気圧の差が大きい場合にも、同様に、タイヤ空気圧に差が無いという理由に基づいて前回輪位置を用いることはできない。しかしながら、特定完了したIDnについて、前回輪位置と変更が無い場合には、タイヤローテーションが行われていないと推測できる。このため、この場合には、タイムアウト後に、未特定の車輪については前回輪位置を用いてタイヤ空気圧表示を行うようにすることができる。

30

## 【0098】

ただし、このようにタイムアウト後にも、未特定の車輪について前回輪位置を用いる場合、“推測”が含まれる。このため、車輪5a～5dのいずれかについてパンクによるタイヤ空気圧低下が起こったときに、その車輪の送信機2が車輪位置検出モードに切り替わるようにしておき、TPMS-ECU3で再び車輪位置検出処理が実行されるようにすると好ましい。この場合、パンクした車輪については、パンクにより空気が減少し、動荷重半径が変化するため、車輪速度センサ11a～11dの検出信号に基づく歯位置のデータの変化が顕著に発生する。したがって、比較的短時間でパンクが生じた車輪位置を正確に再認識することが可能となる。

40

## 【0099】

(他の実施形態)

上記第1実施形態では、車輪速度センサ11a～11dの検出信号から得られる歯車情報に基づいて車輪位置検出を行う場合について説明したが、前回輪位置を用いてタイヤ空気圧表示を行うことは、他の車輪位置検出の方法が用いられる場合にも適用できる。例えば、特許文献1に記載の方法のように、送信機に2軸の加速度センサを備えると共に、受信機にて送信機から送信されたフレームを受信したときの受信強度を測定し、これらに基

50

づいて送信機がいずれの車輪に取り付けられているかを検出する場合にも適用できる。また、特許文献2に記載の方法のように、各車輪の近傍にRFアンテナを搭載し、受信されたフレームのうち最も受信強度の強いフレームを送信してきた送信機がそのRFアンテナに最も近い車輪に取り付けられたものであると検出する場合にも適用できる。また、特許文献3に記載の方法のように、各車輪に装着された送信機から送られる信号のRSSI値の分布に基づいて車輪位置を検出する場合にも適用できる。

#### 【0100】

上記実施形態では、フレームの受信タイミング毎にバラツキ許容幅を変更し、徐々にバラツキ許容幅が狭くなるようにしているが、歯位置を中心として設定されるバラツキ許容幅については一定としている。この配置を中心として設定されるバラツキ許容幅についても変更可能である。例えば、歯位置のバラツキは、車速が大きいくほど大きくなる可能性がある。このため、車速が大きくなるほどバラツキ許容幅を大きくすることで、よりの確なバラツキ許容幅を設定できる。また、加速度センサ22で加速度検出を行うときのサンプリング周期が長いほど、加速度センサ22の角度が所定角度になったときのタイミングの検出精度が落ちることから、それに応じてバラツキ許容幅を変更することで、よりの確なバラツキ許容幅を設定できる。その場合、送信機2側でサンプリング周期などを把握していることから、送信機2が送信するフレーム内にバラツキ許容幅の大きさを決めるデータを含めて送信するようにすることができる。

#### 【0101】

また、上記実施形態では、歯車情報に基づいて車輪位置特定を行う際に、歯位置に基づいてバラツキ許容幅を設定し、その範囲外であるか否かに基づいて車輪位置特定を行っている。そして、前回のバラツキ許容幅と今回のバラツキ許容幅とが重なる部分を新たなバラツキ許容幅として設定することでバラツキ許容幅を狭くしていつている。これにより、より短時間で車輪位置特定を行うことが可能となるが、バラツキ許容幅を狭くしなくても、上記のように正確にフレームの受信タイミングのときの歯位置を得ることで、より短時間で正確な車輪位置の特定を行うことが可能となる。さらに、歯位置のバラツキ許容幅を利用して車輪位置特定を行うようにしたが、複数回のフレーム送信時の歯位置の標準偏差などに基づいて車輪位置特定を行う場合であっても、送信角度をフレーム送信毎にずらすことで、上記と同様の効果が得られる。

#### 【0102】

また、上記実施形態では、フレーム送信を行う角度として、角度が0°の位置を各車輪5a~5dの中心軸を中心として加速度センサ22が上方位置に位置しているときとしている。しかしながら、これは単なる一例であり、車輪の周方向の任意の位置を角度0°とすればよい。

#### 【0103】

上記実施形態では、TPMS-ECU3がブレーキECU10から歯車情報を取得するようにしている。しかしながら、TPMS-ECU3が歯車情報として歯車の歯のエッジ数もしくは歯数を取得できればよいことから、他のECUから取得しても良いし、車輪速度センサ11a~11dの検出信号を入力し、その検出信号から歯車の歯のエッジ数もしくは歯数を取得するようにしても良い。特に、上記実施形態では、TPMS-ECU3とブレーキECU10を別々のECUで構成する場合について説明したが、これらが一体化された単独のECUで構成される場合もあり得る。その場合には、そのECUが直接車輪速度センサ11a~11dの検出信号を入力し、その検出信号から歯車の歯のエッジ数もしくは歯数を所定周期毎に演算することで取得することになる。

#### 【0104】

また、上記実施形態では、4つの車輪5a~5dが備えられた車両1に対して適用された車輪位置検出機能を備えたタイヤ空気圧検出装置について説明したが、さらに車輪数が多い車両についても、同様に本発明を適用することができる。

#### 【0105】

なお、本発明では、車輪速度センサ11a~11dにより車輪5a~5dの回転に連動

10

20

30

40

50

して回転させられる歯車の歯の通過を検出できれば良い。このため、歯車としては、外周面が導体とされた歯の部分と歯の間に位置する部分が交互に繰り返される磁気抵抗の異なる構造であれば良い。つまり、外縁部が凹凸とされることで外周面が導体となる凸部と非導体となる空間で構成された一般的なもののみではなく、例えば外周面が導体となる部分と非導体となる絶縁体で構成されたロータスイッチ等も含まれる（例えば特開平10-048233号公報参照）。

【符号の説明】

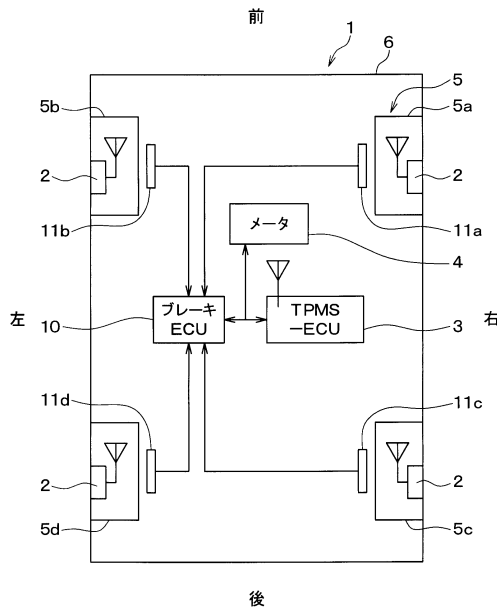
【0106】

- 1 車両
- 2 送信機
- 3 TPMS - ECU (受信機)
- 4 メータ (表示器)
- 5 (5a ~ 5d) 車輪
- 6 車体
- 10 ブレーキ ECU
- 11a ~ 11d 車輪速度センサ
- 12a ~ 12d 歯車
- 21 センシング部
- 22 加速度センサ
- 23 マイクロコンピュータ
- 24 送信回路
- 25 送信アンテナ
- 31 受信アンテナ
- 32 受信回路
- 33 マイクロコンピュータ

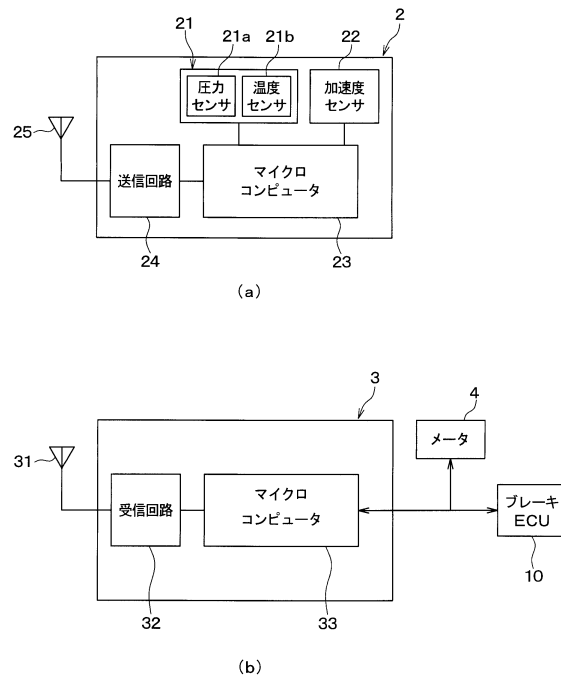
10

20

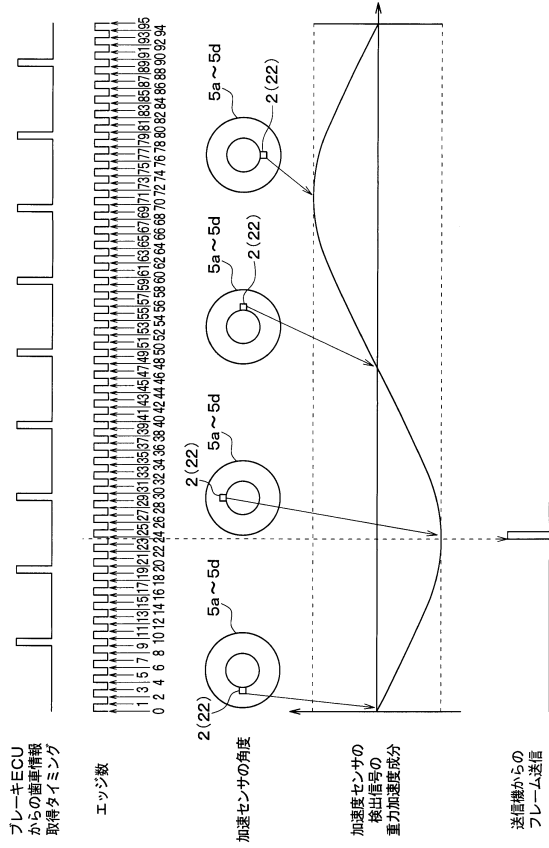
【図1】



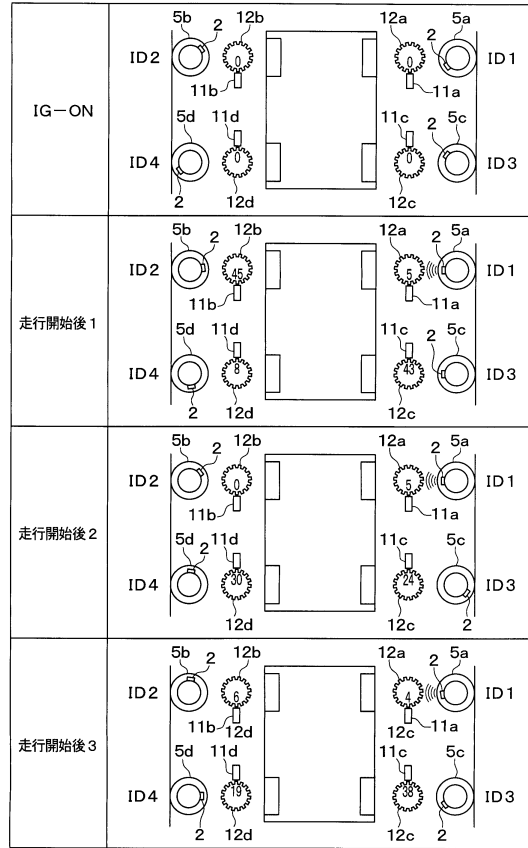
【図2】



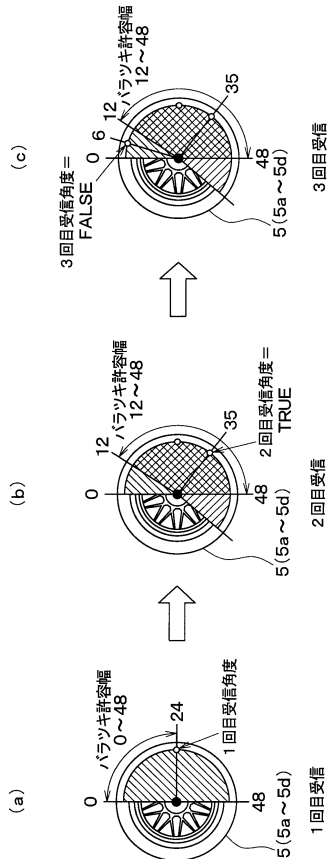
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

ID1		受信時の歯位置 (0~95)				輪位置特定ロジック (TRUE or FALSE)			
受信	時間 (t)	FL	FR	RL	RR	FL	FR	RL	RR
(a)	受信1	0.0	68	92	62	78	-	-	-
	受信2	5.1	56	42	38	8	TRUE	FALSE	TRUE
	受信3	10.3	72	26	42	72	TRUE	/	TRUE
	受信4	14.3	60	62	22	6	TRUE	/	FALSE

ID2		受信時の歯位置 (0~95)				輪位置特定ロジック (TRUE or FALSE)			
受信	時間 (t)	FL	FR	RL	RR	FL	FR	RL	RR
(b)	受信1	0.0	38	68	30	50	-	-	-
	受信2	4.1	2	78	80	46	FALSE	TRUE	FALSE
	受信3	8.3	42	74	14	28	/	TRUE	/
	受信4	12.4	88	78	52	22	/	TRUE	FALSE

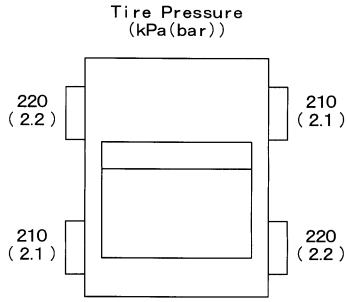
  

ID3		受信時の歯位置 (0~95)				輪位置特定ロジック (TRUE or FALSE)			
受信	時間 (t)	FL	FR	RL	RR	FL	FR	RL	RR
(c)	受信1	0.0	62	94	54	76	-	-	-
	受信2	4.5	80	66	60	32	TRUE	FALSE	TRUE
	受信3	9.0	92	40	64	88	FALSE	/	TRUE

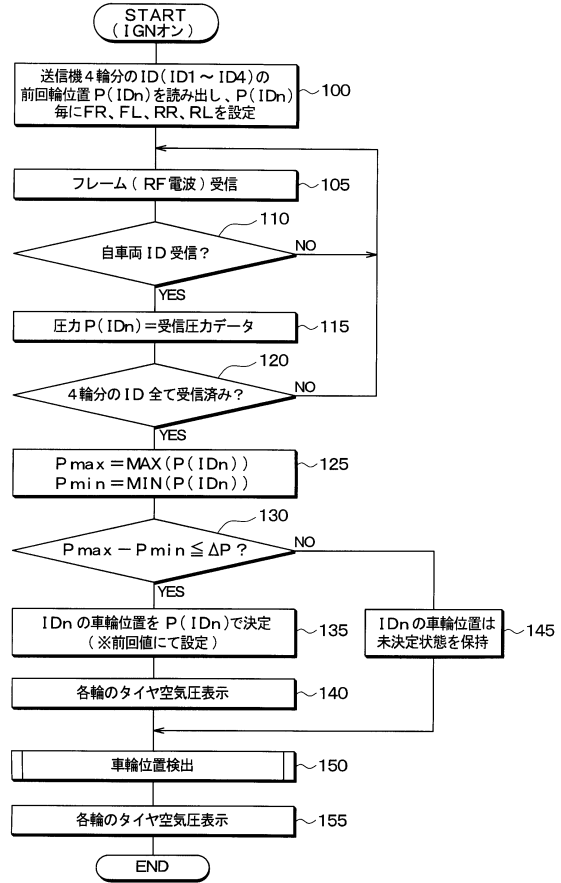
  

ID4		受信時の歯位置 (0~95)				輪位置特定ロジック (TRUE or FALSE)			
受信	時間 (t)	FL	FR	RL	RR	FL	FR	RL	RR
(d)	受信1	0.0	36	86	24	62	-	-	-
	受信2	4.5	0	6	74	64	FALSE	TRUE	FALSE
	受信3	8.6	62	24	30	70	/	FALSE	/

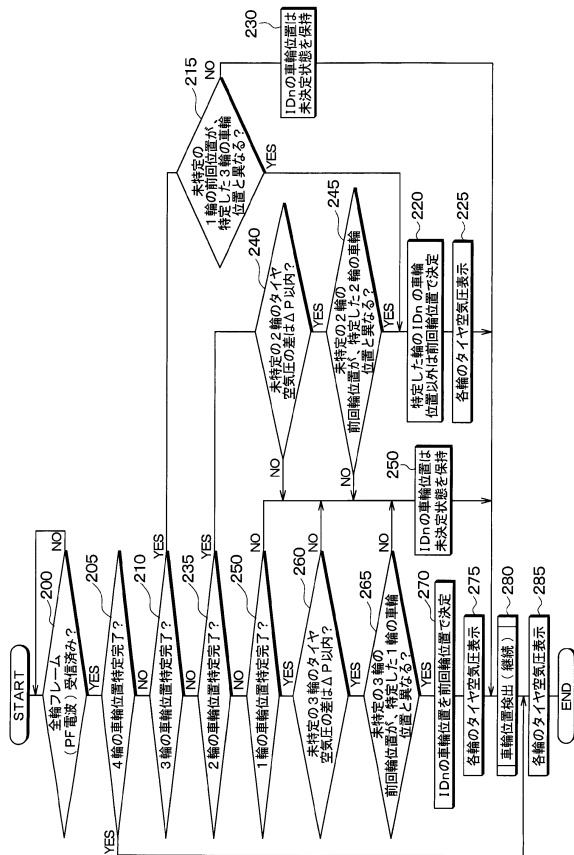
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

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 岡 さき 潤

(56)参考文献 特開2010-122023(JP,A)  
特開2004-082853(JP,A)  
米国特許出願公開第2003/0197603(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B60C 23/04  
B60C 23/00