

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-165895  
(P2022-165895A)

(43)公開日 令和4年11月1日(2022.11.1)

(51)国際特許分類

B 6 0 C 23/04 (2006.01)

F I

B 6 0 C 23/04 1 6 0 A

B 6 0 C 23/04 1 6 0 B

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全21頁)

(21)出願番号 特願2021-173136(P2021-173136)  
 (22)出願日 令和3年10月22日(2021.10.22)  
 (31)優先権主張番号 特願2021-71351(P2021-71351)  
 (32)優先日 令和3年4月20日(2021.4.20)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
 日本国(JP)

(71)出願人 000004260  
 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弁理士法人ゆうあい特許事  
 務所  
 (72)発明者 曹 冷馳  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式  
 会社デンソー内

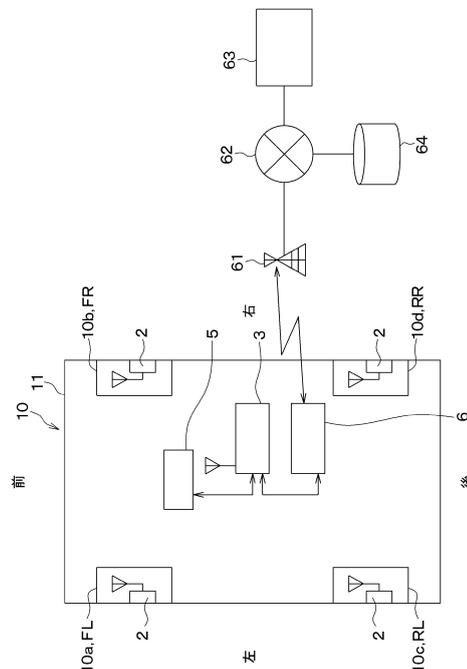
(54)【発明の名称】 タイヤ空気圧監視システム

(57)【要約】

【課題】タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を適切に判定可能なタイヤ空気圧監視システムを提供する。

【解決手段】タイヤ空気圧監視システムは、車体11にタイヤを含む複数の車輪10a~、10dが取り付けられた車両10に適用される。タイヤ空気圧監視システムは、複数の車輪10a~10dのタイヤ空気圧を検出する空気圧検出部21を含むタイヤセンサ2と、タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を検知する異常低下検知部33を含む車載機3と、を備える。車載機3は、所定期間における空気圧検出部21の検出値の変化量を空気圧変化量として算出し、空気圧変化量と所定の基準変化量との比較に基づいてタイヤ空気圧の異常低下の有無を判定する。

【選択図】図1



10

20

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

車体（11）にタイヤを含む複数の車輪（10a、10b、10c、10d）が取り付けられた車両（10）に適用されるタイヤ空気圧監視システムであって、

複数の前記車輪のタイヤ空気圧を検出する空気圧検出部（21）を含むタイヤセンサ（2）と、

前記タイヤの異常に起因する前記タイヤ空気圧の異常低下を検知する異常低下検知部（331）と、を備え、

前記異常低下検知部は、所定期間における前記空気圧検出部の検出値の変化量を空気圧変化量として算出し、前記空気圧変化量と所定の基準変化量との比較に基づいて前記異常低下の有無を判定する、タイヤ空気圧監視システム。

10

**【請求項 2】**

前記空気圧検出部における前記タイヤ空気圧の検出値を、前記タイヤの内部の温度であるタイヤ内温度に基づいて所定の基準温度での圧力である基準圧力値に補正する圧力補正部（332）を備え、

前記所定期間は、複数の前記タイヤの少なくとも1つの前記タイヤ空気圧を前回調整してから現在までの期間であり、

前記異常低下検知部は、前記タイヤ空気圧を前回調整した際に前記圧力補正部で求められた前記基準圧力値を初期値とし、前記圧力補正部で求められた現在の前記基準圧力値を前記初期値から減算した値を前記空気圧変化量として算出する、請求項1に記載のタイヤ空気圧監視システム。

20

**【請求項 3】**

前記圧力補正部は、前記空気圧検出部における前記タイヤ空気圧の検出値を、前記タイヤ内温度に加えて前記タイヤの内部の湿度に基づいて、前記基準温度および所定の基準湿度での前記基準圧力値に補正する、請求項2に記載のタイヤ空気圧監視システム。

**【請求項 4】**

前記所定期間は、複数の前記タイヤの少なくとも1つの前記タイヤ空気圧を前回調整してから現在までの期間であり、

前記異常低下検知部は、前記タイヤ空気圧を前回調整した際の前記空気圧検出部の検出値を初期値とし、前記初期値から現在の前記空気圧検出部の検出値を減算した値を前記空気圧変化量として算出する、請求項1に記載のタイヤ空気圧監視システム。

30

**【請求項 5】**

前記異常低下検知部は、複数の前記車輪における前記空気圧変化量のうち、最も小さくなるものに基づいて前記基準変化量を設定する、請求項1ないし4のいずれか1つに記載のタイヤ空気圧監視システム。

**【請求項 6】**

前記異常低下検知部は、前記タイヤ空気圧の調整後の経過時間と前記タイヤ空気圧の変化量との関係が規定された空気圧データから推測される前記所定期間における前記タイヤ空気圧の変化量に基づいて前記基準変化量を設定する、請求項1ないし4のいずれか1つに記載のタイヤ空気圧監視システム。

40

**【請求項 7】**

前記異常低下検知部は、前記空気圧変化量が前記基準変化量を超える回数をリークカウンタとしてカウントし、前記リークカウンタが判定閾値に達した際に前記異常低下と判定する、請求項1ないし6のいずれか1つに記載のタイヤ空気圧監視システム。

**【請求項 8】**

前記異常低下検知部は、前記空気圧変化量と前記基準変化量との差が大きいほど、前記リークカウンタに加算するカウント値を大きくする、請求項7に記載のタイヤ空気圧監視システム。

**【請求項 9】**

前記異常低下検知部は、前記空気圧変化量と前記基準変化量との差が大きいほど、前記

50

判定閾値を小さくする、請求項 7 に記載のタイヤ空気圧監視システム。

【請求項 10】

前記異常低下検知部は、前記空気圧変化量が前記基準変化量以下になると前記リークカウンタをゼロにリセットする、請求項 7 ないし 9 のいずれか 1 つに記載のタイヤ空気圧監視システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、タイヤ空気圧監視システムに関する。

【背景技術】

【0002】

この種のシステムでは、タイヤ空気圧が法規の閾値を下回るとユーザに警報を行うものがあるが、タイヤ空気圧の低下要因が、外気温の変動等に起因する自然な空気リークによるものなのか、タイヤの異常に起因するものなのかが判別できない。タイヤに異常が生じている場合、通常に空気を充填しても、再びタイヤ空気圧が低下してしまう。

【0003】

これに対して、下記の特許文献 1 に記載のシステムでは、各タイヤのタイヤ空気圧の絶対値と固定の基準値との差および各タイヤ間の空気圧の絶対値の差と固定の基準値との比較からタイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を判定している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 76748 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、各タイヤのタイヤ空気圧は、同じ日に同じ圧力に調整されるとは限らない。このため、特許文献 1 の如く、各タイヤのタイヤ空気圧の絶対値と固定の基準値との差および各タイヤ間の空気圧の絶対値の差と固定の基準値との比較からタイヤ空気圧の異常低下の有無を判定する場合、タイヤ空気圧の調整日の違いに起因する各タイヤのタイヤ空気圧の圧力差を、タイヤ空気圧の異常低下と誤判定してしまう。また、タイヤの種別、装着車両等によって基準内圧値が変化してしまう。

【0006】

本開示は、タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を適切に判定可能なタイヤ空気圧監視システム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】

【0007】

請求項 1 に記載の発明は、

車体 (11) にタイヤを含む複数の車輪 (10a、10b、10c、10d) が取り付けられた車両 (10) に適用されるタイヤ空気圧監視システムであって、

複数の車輪のタイヤ空気圧を検出する空気圧検出部 (21) を含むタイヤセンサ (2) と、

タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を検知する異常低下検知部 (331) と、を備え、

異常低下検知部は、所定期間における空気圧検出部の検出値の変化量を空気圧変化量として算出し、空気圧変化量と所定の基準変化量との比較に基づいて異常低下の有無を判定する。

【0008】

所定期間における空気圧検出部の検出値の変化量は、各タイヤのタイヤ空気圧の絶対値と固定の基準値との差および各タイヤ間の空気圧の絶対値の差と固定の基準値との比較と

10

20

30

40

50

は異なり、タイヤ空気圧の調整日の違いによる影響を殆ど受けない。このため、所定期間における空気圧検出部の検出値の変化量を基準変化量と比較してタイヤ空気圧の異常低下の有無を判定すれば、従来技術に比べて、タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を適切に判定することができる。これによると、潜在的なタイヤの異常を早期に検知可能となることで、車両の安全性の向上およびユーザビリティの向上を図ることができる。

【0009】

なお、各構成要素等に付された括弧付きの参照符号は、その構成要素等と後述する実施形態に記載の具体的な構成要素等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】

【0010】

10

【図1】第1実施形態に係るタイヤ空気圧監視システムの全体構成図である。

【図2】タイヤセンサのブロック構成図である。

【図3】車載機のブロック構成図である。

【図4】タイヤ空気圧の経時的な変化を説明するための説明図である。

【図5】スローパンクチャが生じた際のタイヤ空気圧の変化を説明するための説明図である。

【図6】左前輪にスローパンクチャが生じた際のタイヤ空気圧の変化を説明するための説明図である。

【図7】車載機が実行する異常低下検知処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】第1実施形態の異常低下検知処理におけるタイヤ空気圧の異常低下の検知方法を説明するための説明図である。

20

【図9】タイヤ空気圧の異常低下の検知方法の変形例を説明するための説明図である。

【図10】第2実施形態の異常低下検知処理におけるタイヤ空気圧の異常低下の検知方法を説明するための説明図である。

【図11】タイヤ空気圧の異常低下の検知方法の変形例を説明するための説明図である。

【図12】第3実施形態の車載機のブロック構成図である。

【図13】第3実施形態の車載機が実行する異常低下検知処理の流れを示すフローチャートである。

【図14】第4実施形態のタイヤセンサのブロック構成図である。

【図15】タイヤ空気圧の補正を説明するための説明図である。

30

【図16】第4実施形態の車載機が実行する異常低下検知処理の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の実施形態において、先行する実施形態で説明した事項と同一もしくは均等である部分には、同一の参照符号を付し、その説明を省略する場合がある。また、実施形態において、構成要素の一部だけを説明している場合、構成要素の他の部分に関しては、先行する実施形態において説明した構成要素を適用することができる。以下の実施形態は、特に組み合わせに支障が生じない範囲であれば、特に明示していない場合であっても、各実施形態同士を部分的に組み合わせることができる。

40

【0012】

(第1実施形態)

本実施形態について、図1～図8を参照して説明する。図1は、タイヤ空気圧の検知機能を有するタイヤ空気圧監視システム(以下、TPMSという)を示す図である。図1に示す前後、左右は、車両10における前後、左右を示している。また、以下では、車両10に取り付けられた4つの車輪10a～10dを区別して説明する場合等に、4つの車輪10a～10dを左前輪FL、右前輪FR、左後輪RL、右後輪RRと表記することができる。

【0013】

50

図 1 に示すように、TPMS は、複数のタイヤセンサ 2、車載機 3 を備える。TPMS は、各タイヤセンサ 2 および車載機 3 を用いてタイヤ空気圧を監視し、監視結果をメータ 5 等の報知部を介してユーザに報知する。また、TPMS は、所定期間における空気圧検出部 2 1 におけるタイヤ空気圧の検出値の変化量を空気圧変化量  $P_t$  として算出し、空気圧変化量  $P_t$  と所定の基準変化量  $P_{th}$  との比較に基づいて異常低下の有無を判定する。なお、以下では、説明の便宜上、空気圧検出部 2 1 におけるタイヤ空気圧の検出値について、単に“空気圧検出部 2 1 の検出値”と称することがある。

【0014】

タイヤセンサ 2 は、各車輪 10 a ~ 10 d に取り付けられるもので、車輪 10 a ~ 10 d に取り付けられたタイヤの空気圧等を検出するとともに、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。車載機 3 は、車両 10 における車体 1 1 側に取り付けられるもので、タイヤセンサ 2 から送信されたフレームを受信するとともに、その中に格納された情報に基づいて各種処理や演算等を行うことでタイヤ空気圧検出を行う。

10

【0015】

図 2 に示すように、タイヤセンサ 2 は、空気圧検出部 2 1、加速度センサ 2 2、第 1 マイクロコンピュータ 2 3、およびタイヤ無線機 2 4 を備えており、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。

【0016】

空気圧検出部 2 1 は、圧力センサ 2 1 a や温度センサ 2 1 b を備え、タイヤ空気圧に応じた検出信号やタイヤ内温度に応じた検出信号を出力する。加速度センサ 2 2 は、タイヤセンサ 2 の回転角度の検出、車両 10 の走行速度（すなわち、車速）の検出を行うために用いられる。加速度センサ 2 2 は、例えば、各車輪 10 a ~ 10 d の径方向の加速度および周方向の加速度を検出可能な 2 軸加速度センサで構成される。

20

【0017】

第 1 マイクロコンピュータ 2 3 は、タイヤセンサ 2 の制御部を構成し、CPU、ROM や RAM 等のメモリ、I/O 等を備えたものである。第 1 マイクロコンピュータ 2 3 は、内蔵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。メモリには、各タイヤセンサ 2 を特定するための固有のタイヤ ID と車両を特定するための車両固有の車両 ID とを含む個別の ID 情報が格納されている。

30

【0018】

第 1 マイクロコンピュータ 2 3 は、例えば、圧力センサ 2 1 a や温度センサ 2 1 b の検出信号を受け取り、それを信号処理するとともに必要に応じて加工し、それらタイヤ空気圧に関する情報を各タイヤセンサ 2 の ID 情報とともにフレーム内に格納する。

【0019】

また、第 1 マイクロコンピュータ 2 3 は、加速度センサ 2 2 の検出信号をモニタし、各タイヤセンサ 2 の角度や車両 10 の走行中であるか否かを判定する車両走行判定を行っている。そして、第 1 マイクロコンピュータ 2 3 は、フレームを作成すると、車両走行判定の結果に基づいて、タイヤ無線機 2 4 から車載機 3 に向けてフレーム送信を行う。以下、タイヤ空気圧に関する情報を単にタイヤ情報とも呼ぶ。具体的には、第 1 マイクロコンピュータ 2 3 は、車両 10 が走行中に、所定のタイミングで繰り返しフレーム送信を行っている。

40

【0020】

タイヤ無線機 2 4 は、第 1 送受信回路 2 4 1 および第 1 通信アンテナ 2 4 2 を備える。第 1 送受信回路 2 4 1 は、第 1 通信アンテナ 2 4 2 を通じて、車載機 3 と双方向に通信を行う通信回路である。第 1 送受信回路 2 4 1 は、BLE 等の通信方式に基づいて無線通信を行う。BLE は、Bluetooth（登録商標）Low Energy の略称である。なお、第 1 送受信回路 2 4 1 は、BLE 以外の通信方式に基づいて無線通信を行うようになっていてもよい。

【0021】

50

第1通信アンテナ242は、車載機3との間で双方向に通信を行うためのアンテナである。タイヤセンサ2は、タイヤ無線機24を備えることで、タイヤセンサ2から車載機3への単方向の通信に限らず、車載機3との間で双方向に通信が可能になっている。

【0022】

このように構成されるタイヤセンサ2は、タイヤ空気圧やタイヤ内温度を検出し、車両10が走行中の場合に、タイヤセンサ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。

【0023】

一方、車載機3は、車体11に備えられている。図3に示すように、車載機3は、車載無線機31および第2マイクロコンピュータ33等を備えている。車載機3は、CAN (Controller Area Network) 等の車内LAN (Local Area Network) を通じて、メータ5、移動体通信機6等に接続されている。

【0024】

車載無線機31は、第2通信アンテナ311および第2送受信回路312を備える。第2通信アンテナ311は、各タイヤセンサ2との間で双方向に通信を行うためのアンテナである。第2通信アンテナ311は、各タイヤセンサ2から送られてくるフレーム等の受信に加えて、各タイヤセンサ2への信号の送信にも用いられる。第2通信アンテナ311は、車載機3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よい。

【0025】

第2送受信回路312は、第2通信アンテナ311を通じて各タイヤセンサ2と双方向に通信を行う通信回路である。第2送受信回路312は、BLE等の通信方式に基づいて無線通信を行う。第2送受信回路312は、第2通信アンテナ311によって受信された各タイヤセンサ2からの送信フレームを入力し、そのフレームを第2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。第2送受信回路312は、第2通信アンテナ311を通じてフレームを受信すると、その受信した信号を第2マイクロコンピュータ33に伝えている。

【0026】

第2マイクロコンピュータ33は、車載機3における制御部を構成し、CPU、ROMやRAM等のメモリ、I/O等を備えたものである。第2マイクロコンピュータ33は、内蔵メモリに記憶されたプログラムに従って、タイヤ空気圧の検出処理およびタイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を検知する異常低下検知処理を実行する。本実施形態では、車載機3における異常低下検知処理を実行する構成が、異常低下検知部331を構成している。

【0027】

メータ5は、車室内に備えられた表示部として各種情報を表示する役割を果たすものである。メータ5は、電源オン時、具体的にはアクセサリ（以下、ACCという）スイッチもしくはイグニッションスイッチIG等の発進スイッチがオンされているときに電源オンとして、電源オンの際に各種情報を表示する。メータ5による表示は、基本的には電源オンのとき行われる。

【0028】

メータ5は、ドライバが視認可能な場所に配置され、例えば車両10におけるインストルメントパネル内に設置されるマルチインフォメーションディスプレイやナビゲーション装置のディスプレイ等によって構成される。メータ5は、例えば、車載機3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、該当車輪10a~10dを特定しつつタイヤ空気圧の低下を示す表示を行うことでドライバに該当車輪10a~10dのタイヤ空気圧の低下を報知する。本実施形態では、メータ5が“報知部”を構成している。

【0029】

移動体通信機6は、車両10の外部の通信先と通信するための無線通信部である。移動体通信機6は、イグニッションスイッチIGがオンになると、アクティブ状態となり、通

10

20

30

40

50

信網 6 2 に接続された無線基地局 6 1 と無線接続することで、当該通信網 6 2 に接続されたサービスセンタ 6 3 やクラウドサーバ 6 4 と通信する。

【 0 0 3 0 】

サービスセンタ 6 3 は、通信網 6 2 を介して各種情報を取得したり、通信網 6 2 を介して図示しないユーザ端末（車両 1 0 のユーザが携帯する端末）と通信したりする。また、クラウドサーバ 6 4 は、クラウド環境に作られたサーバであり、各種情報が保存されている。車載機 3 は、当該通信網 6 2 を介してクラウドサーバ 6 4 に保存された各種情報を取得可能になっている。

【 0 0 3 1 】

このように構成される T P M S では、タイヤ空気圧の検出処理およびタイヤ空気圧の異常低下検知処理によって、各車輪 1 0 a ~ 1 0 d のタイヤ空気圧を監視する。タイヤ空気圧の検出処理および異常低下検知処理は、T P M S の車載機 3 によって周期的または不定期に実行される。

【 0 0 3 2 】

タイヤ空気圧の検出処理では、各タイヤセンサ 2 が取り付けられた車輪 1 0 a ~ 1 0 d のタイヤ空気圧の検出等を行う。具体的には、車載機 3 は、各タイヤセンサ 2 からの送信フレーム内に格納された I D 情報およびタイヤ情報に基づいて所定温度でのタイヤ空気圧換算値を算出することで、各車輪 1 0 a ~ 1 0 d のタイヤ空気圧検出を行う。そして、タイヤ空気圧の検出結果に応じた電気信号を C A N 等の車内 L A N を通じてメータ 5 に出力する。例えば、車載機 3 は、各車輪 1 0 a ~ 1 0 d のタイヤ空気圧を示す信号をメータ 5 に出力する。そして、車載機 3 は、タイヤ空気圧の検出結果を所定の警報閾値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 5 に出力する。これにより、4 つの車輪 1 0 a ~ 1 0 d のタイヤ空気圧もしくはいずれかのタイヤ空気圧が低下したことがメータ 5 に伝えられ、メータ 5 を通じてそれが表示されるようにしている。このようにして、タイヤ空気圧の検出処理では、図 4 に示すように、タイヤ空気圧が異常圧力値  $P_{th}$  まで低下した際に警報を行う。

【 0 0 3 3 】

しかしながら、タイヤ空気圧が異常圧力値  $P_{th}$  まで低下してから警報を行う場合、警報がない限り、運転者がそのまま運転し続ける可能性が高い。このことは、燃費の低下及びタイヤ状態の劣化に繋がる。

【 0 0 3 4 】

また、車両 1 0 を走行させるとタイヤの温度が上昇するので、ドライバの乗車直前よりも降車直後の方がタイヤの温度が高くなる傾向がある。タイヤ空気圧は、タイヤの温度が高いと大きくなり、タイヤの温度が低いと小さくなる。このため、タイヤ空気圧は、ドライバの降車直前よりも乗車直後の方が小さくなる傾向がある。そして、ドライバが降車してから翌日に乗車するまでの期間にタイヤ空気圧が異常圧力値  $P_{th}$  まで低下して、警報がなされてしまうことが多いので、異常になる前に報知することが望ましい。

【 0 0 3 5 】

タイヤ空気圧が低下する要因としては、スローパンクチャ等がある。スローパンクチャの原因は、例えば、ホイールのリムとタイヤのビード部に生ずる隙間、エアバルブのバルブコアの寿命や損傷、タイヤにある小さな穴や小さな亀裂、エア注入時の偶発的なもの、悪路を走行時に砂を噛み込んだ際に生ずる隙間等が挙げられる。スローパンクチャは、基本的に各車輪 1 0 a ~ 1 0 d に対して同時期に生ずることはない。各車輪 1 0 a ~ 1 0 d の一部にスローパンクチャが生ずると、所定期間における各車輪 1 0 a ~ 1 0 d のタイヤ空気圧の変化量に大きな差が生ずる。例えば、図 5 に示すように、各車輪 1 0 a ~ 1 0 d のうち、スローパンクチャが生じたもののタイヤ空気圧は、通常の低下傾向を示すタイヤ空気圧に比べて、所定期間におけるタイヤ空気圧の変化量が大きい。

【 0 0 3 6 】

ここで、タイヤ空気圧の調圧日  $t_0$  から現時点  $t_a$  までのタイヤ空気圧の変化量である空気圧変化量  $P_t$  は、以下の数式 F 1 で算出可能である。また、タイヤ空気圧の調圧日

10

20

30

40

50

$t_0$  から現時点  $t_a$  までのタイヤ空気圧の変化率は、以下の数式 F 2 に示すエア減少率  $\alpha_t$  として算出することができる。

【0037】

$$P_t = P_0 \cdot \alpha_t \cdot \dots \cdot (F1)$$

$$\alpha_t = P_t / (t_a - t_0) \cdot \dots \cdot (F2)$$

そして、スローパンクチャが生ずると、各車輪 10 a ~ 10 d の空気圧変化量  $P_t$  およびエア減少率  $\alpha_t$  には大きな差が生ずる。例えば、図 6 に示すように、左前輪 FL にスローパンクチャが生じた場合、エア減少率  $\alpha_t$  が最も小さい右後輪 RR のタイヤ空気圧の変化量  $P_{aRR}$  に比べて、左前輪 FL のタイヤ空気圧の変化量  $P_{aFL}$  が大きくなる。

【0038】

これらのことを鑑み、本開示の TPMS は、車載機 3 でタイヤ空気圧の異常低下を検知する異常低下検知処理を実行する。以下、異常低下検知処理について、図 7 を参照しつつ説明する。図 7 に示す異常低下検知処理は、例えば、タイヤ空気圧が調圧されると開始される。

【0039】

図 7 に示すように、車載機 3 は、ステップ S 100 にて、タイヤ空気圧を調圧した日における各タイヤのタイヤ空気圧をタイヤセンサ 2 から取得し、取得したタイヤ空気圧を初期値  $P_0$  としてメモリに記憶する。また、車載機 3 は、他の ECU 経由で、タイヤ空気圧を調圧した際の時間を調圧日  $t_0$  として取得する。なお、ステップ S 100 の処理では、調圧したタイヤだけでなく、車両 10 に取り付けられた全てのタイヤのタイヤ空気圧を取得する。

【0040】

続いて、車載機 3 は、ステップ S 110 にて、タイヤセンサ 2 から各車輪 10 a ~ 10 d のタイヤ空気圧 " $P_t$ " を取得する。そして、車載機 3 は、ステップ S 120 にて、各車輪 10 a ~ 10 d のタイヤ空気圧 " $P_t$ " が予め定めた警報閾値以上であるか否かを判定する。警報閾値は、例えば、法規等で定められたタイヤ空気圧の最低値に設定される。

【0041】

各車輪 10 a ~ 10 d のタイヤ空気圧 " $P_t$ " が予め定めた警報閾値未満である場合、車載機 3 は、ステップ S 130 にて、メータ 5 を通じてタイヤ空気圧の低下を通知するための低圧警報を出力して、本処理を抜ける。

【0042】

一方、各車輪 10 a ~ 10 d のタイヤ空気圧 " $P_t$ " が予め定めた警報閾値以上である場合、車載機 3 は、ステップ S 140 にて、タイヤ空気圧の初期値  $P_0$  から現在のタイヤ空気圧 " $P_t$ " を減算して空気圧変化量  $P_t$  を算出する。すなわち、車載機 3 は、タイヤ空気圧を前回調整した際の空気圧検出部 21 の検出値を初期値  $P_0$  とし、初期値  $P_0$  から現在の空気圧検出部 21 の検出値を減算した値を空気圧変化量  $P_t$  として算出する。

【0043】

続いて、車載機 3 は、ステップ S 150 にて、タイヤ空気圧の圧力低下を判定する際の判定閾値となる基準値を設定する。前述したように、スローパンクチャは、基本的に各車輪 10 a ~ 10 d に対して同時期に生ずることはない。そして、各車輪 10 a ~ 10 d のうち、少なくとも空気圧変化量  $P_t$  が最も小さくなるものは、スローパンクチャが生じていないと考えられる。このことを鑑み、車載機 3 は、各車輪 10 a ~ 10 d の空気圧変化量  $P_t$  のうち、最も小さくなるものに基づいて基準変化量  $P_{th}$  に設定する。

【0044】

車載機 3 は、各車輪 10 a ~ 10 d の空気圧変化量  $P_t$  のうち、最も小さくなるものを基準値  $P_{t\_min}$  として特定し、当該基準値  $P_{t\_min}$  に所定の係数（例えば、1.5）を乗じたものを異常判定の閾値となる基準変化量  $P_{th}$  に設定する。例えば、図 6 に示す例では、右後輪 RR のタイヤ空気圧の変化量  $P_{aRR}$  が最も小さくなるので、右後輪 RR のタイヤ空気圧の変化量  $P_{aRR}$  に基づいて基準変化量  $P_{th}$  を設定することになる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 5 】

続いて、車載機 3 は、ステップ S 1 6 0 にて、空気圧変化量  $P_t$  と所定の基準変化量  $P_{th}$  との比較に基づいて、タイヤ空気圧の瞬間的な圧力低下の有無を判定する。この判定処理では、例えば、空気圧変化量  $P_t$  が基準変化量  $P_{th}$  以上であるか否かを判定する。そして、空気圧変化量  $P_t$  が基準変化量  $P_{th}$  以上の場合に、瞬間的な圧力低下ありと判定し、空気圧変化量  $P_t$  が  $P_{th}$  未満の場合に、瞬間的な圧力低下なしと判定する。

## 【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 6 0 の判定処理の結果が瞬間的な圧力低下ありの場合、車載機 3 は、ステップ S 1 7 0 にて、リークカウンタ CNT のカウントアップを行う。リークカウンタ CNT は、空気圧変化量  $P_t$  が基準変化量  $P_{th}$  を超えた回数である。 10

## 【 0 0 4 7 】

ここで、空気圧変化量  $P_t$  と基準変化量  $P_{th}$  との差が大きいほど、タイヤ空気圧の異常低下が生じている可能性が高まる。このため、車載機 3 は、空気圧変化量  $P_t$  と基準変化量  $P_{th}$  との差が大きいほど、リークカウンタ CNT に加算するカウント値 X を大きくしている。例えば、車載機 3 は、図 8 に示すように、空気圧変化量  $P_t$  と基準変化量  $P_{th}$  との差が基準値  $P_{t\_min}$  の 1.5 倍 ~ 2 倍まではカウント値 X を “ 1 ” とし、基準値  $P_{t\_min}$  の 2 倍 ~ 2.5 倍まではカウント値 X を “ 2 ” とする。また、基準値  $P_{t\_min}$  の 2.5 倍を超えると、リークカウンタ CNT に加算するカウント値 X を “ 4 ” とする。 20

## 【 0 0 4 8 】

リークカウンタ CNT がある程度の値になる場合、タイヤ空気圧の低下が、瞬間的なものではなく、恒常的なものと考えられる。すなわち、リークカウンタ CNT がある程度の値になる場合、タイヤ空気圧の異常低下が生じていると考えられる。

## 【 0 0 4 9 】

そこで、車載機 3 は、ステップ S 1 8 0 にて、リークカウンタ CNT が警報条件を満たすか否かを判定する。具体的には、車載機 3 は、リークカウンタ CNT が予め定めた判定閾値を超えたか否かを判定し、リークカウンタ CNT が予め定めた判定閾値を超えた場合にリークカウンタ CNT が警報条件を満たすと判定する。

## 【 0 0 5 0 】

リークカウンタ CNT が警報条件を満たさない場合、車載機 3 は、ステップ 1 1 0 に戻り、タイヤセンサ 2 から各車輪 1 0 a ~ 1 0 d のタイヤ空気圧 “  $P_t$  ” を取得する。このステップ S 1 1 0 の処理は、前回ステップ S 1 1 0 の処理を実行してから所定時間をあけて実行される。 30

## 【 0 0 5 1 】

リークカウンタ CNT が警報条件を満たす場合、車載機 3 は、ステップ 1 9 0 に移行して、メータ 5 を通じて、スローパンクチャ等によってタイヤ空気圧の異常低下が生じている旨の警報を出力して、本処理を抜ける。この警告では、タイヤ点検を促すメッセージをユーザが認識し易い形態で発することが望ましい。

## 【 0 0 5 2 】

一方、ステップ S 1 6 0 の判定処理の結果が瞬間的な異常低下なしの場合、車載機 3 は、ステップ S 2 0 0 にて、リークカウンタ CNT をゼロにリセットした後、ステップ S 1 1 0 に戻る。 40

## 【 0 0 5 3 】

以上説明した TPMS では、所定期間における空気圧検出部 2 1 の検出値の変化量を空気圧変化量  $P_t$  として算出し、当該空気圧変化量  $P_t$  と所定の基準変化量  $P_{th}$  との比較に基づいてタイヤ空気圧の異常低下の有無を判定する。所定期間における空気圧検出部 2 1 の検出値の変化量は、各タイヤのタイヤ空気圧の絶対値と固定の基準値との差および各タイヤ間の空気圧の絶対値の差と固定の基準値との比較とは異なり、タイヤ空気圧の調整日の違いによる影響を殆ど受けない。このため、所定期間における空気圧検出部 2 50

1の検出値の変化量を基準変化量  $P_{th}$ と比較してタイヤ空気圧の異常低下の有無を判定すれば、従来技術に比べて、タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を適切に判定することができる。これによると、潜在的なタイヤの異常を早期に検知可能となることで、車両10の安全性の向上およびユーザビリティの向上を図ることができる。

【0054】

(1)上記の所定期間は、複数のタイヤの少なくとも1つのタイヤ空気圧を前回調整してから現在までの期間である。車載機3は、タイヤ空気圧を前回調整した際の空気圧検出部21の検出値を初期値  $P_0$ とし、この初期値  $P_0$ から現在の空気圧検出部21の検出値を減算した値を空気圧変化量  $P_t$ として算出する。

【0055】

タイヤ空気圧がスローパンクチャによって徐々に減少する状況下では、短期間(例えば、1日)でのタイヤ空気圧の変化量(すなわち、空気圧変化量  $P_t$ )が小さくなってしまふ。このことは、タイヤ空気圧の異常低下の判定を難しくする要因となり得る。

【0056】

これに対して、タイヤのタイヤ空気圧が正常な圧力に調整されてから現在までのタイヤ空気圧の変化量は、短期間(例えば、1日)でのタイヤ空気圧の変化量よりも大きくなる。これによれば、タイヤ空気圧がスローパンクチャによって徐々に減少する場合であってもタイヤ空気圧の異常低下を適切に判定することができる。

【0057】

(2)車載機3は、複数の車輪10a~10dにおける空気圧変化量  $P_t$ のうち、最も小さくなるものに基づいて基準変化量  $P_{th}$ を設定する。同じ車両10に取り付けられる車輪10a~10dのタイヤに同時に異常が生じることは少ない。このため、同じ車両10に取り付けられた車輪10a~10dのタイヤの空気圧変化量  $P_t$ のうち、最も小さくなるものに基づいて基準変化量  $P_{th}$ を設定すれば、タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を適切に判定することができる。

【0058】

ここで、従来技術の如く、各タイヤのタイヤ空気圧の絶対値と固定の基準値との差からタイヤ空気圧の異常低下の有無を判定する場合、車輪10a~10dのタイヤの種類、基準内圧力、使用環境等に合わせて基準値を設定する必要がある。例えば、異種のタイヤに交換した場合は、その度基準値を再設定するといった煩雑な作業を要する。

【0059】

これに対して、同じ車両10に取り付けられた車輪10a~10dのタイヤの空気圧変化量  $P_t$ のうち、最も小さくなるものに基づいて基準変化量  $P_{th}$ を設定すれば、車輪10a~10dのタイヤの種類、基準内圧力、使用環境等に合わせる必要がない。このため、タイヤ空気圧の異常低下を判定するための煩雑な作業を抑えることができる。

【0060】

(3)車載機3は、空気圧変化量  $P_t$ が基準変化量  $P_{th}$ を超える回数をリークカウンタCNTとしてカウントし、リークカウンタCNTが判定閾値に達した際に異常低下と判定する。このように、タイヤ空気圧の低下の複数回検出した際に、タイヤ空気圧の異常低下ありと判定する構成とすれば、車両10の走行状態等に起因するタイヤ空気圧の瞬間的な変動をタイヤ空気圧の異常低下と誤判定することを抑制可能となる。

【0061】

(4)車載機3は、空気圧変化量  $P_t$ と基準変化量  $P_{th}$ との差が大きいほど、リークカウンタCNTに加算するカウント値Xを大きくする。空気圧変化量  $P_t$ と基準変化量  $P_{th}$ との差が大きいほど、タイヤ空気圧の異常低下の可能性が高くなる傾向がある。このため、空気圧変化量  $P_t$ と基準変化量  $P_{th}$ との差が大きいほど、リークカウンタCNTに加算するカウント値Xを大きくすることが望ましい。

【0062】

(5)車載機3は、空気圧変化量  $P_t$ が基準変化量  $P_{th}$ 以下になるとリークカウンタCNTをゼロにリセットする。車両10の走行状態等に起因するタイヤ空気圧の瞬間

10

20

30

40

50

的な変動によってリークカウンタCNTがカウントされてしまうことがあり得る。このため、空気圧変化量  $P_t$  が基準変化量  $P_{th}$  以下になるとリークカウンタCNTをゼロにリセットすることが望ましい。

【0063】

(第1実施形態の変形例)

第1実施形態では、各車輪10a~10dの空気圧変化量  $P_t$  のうち、最も小さくなるものに基づいて基準変化量  $P_{th}$  に設定するものを例示したが、基準変化量  $P_{th}$  の設定方法は、これに限定されない。基準変化量  $P_{th}$  は、例えば、同じもしくは類似のタイヤ種類、装着条件における空気圧データから推測される所定期間におけるタイヤ空気圧の変化量に基づいて設定するようになっていてもよい。空気圧データは、例えば、タイヤ空気圧の調整後の経過時間とタイヤ空気圧の変化量との関係が規定されたデータである。これによっても、タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を適切に判定することができる。なお、所定期間におけるタイヤ空気圧の変化量は、例えば、通信網62を経由してサービスセンタ63、クラウドサーバ64から空気圧データを取得し、取得した空気圧データおよびタイヤ空気圧の調圧日からの経過時間に基づいて推測すればよい。空気圧データは、例えば、タイヤ空気圧の調整後の経過時間とタイヤ空気圧の平均的な変化量とを関連付けたデータを用いることができる。

10

【0064】

空気圧データから推測されるタイヤ空気圧の変化量を基準値  $P_{t\_std}$  とし、当該基準値  $P_{t\_std}$  に基づいて基準変化量  $P_{th}$  を設定する場合、空気圧変化量  $P_t$  と基準変化量  $P_{th}$  との差が大きいほど、カウント値Xを大きくすることが望ましい。例えば、図9に示すように、空気圧変化量  $P_t$  と基準変化量  $P_{th}$  との差が基準値  $P_{t\_std}$  の1.5倍~2倍まではカウント値Xを“1”とし、基準値  $P_{t\_std}$  の2倍~2.5倍まではカウント値Xを“2”とすればよい。また、基準値  $P_{t\_std}$  の2.5倍を超えるとカウント値Xを“4”とすればよい。なお、本変形例は、第1実施形態だけに限らず、以降の実施形態においても同様である。

20

【0065】

(第2実施形態)

次に、第2実施形態について、図10を参照して説明する。本実施形態では、第1実施形態と異なる部分について主に説明する。

30

【0066】

第1実施形態の車載機3は、空気圧変化量  $P_t$  と基準変化量  $P_{th}$  との差が大きいほど、リークカウンタCNTに加算するカウント値Xを大きくしている。これに代えて、本実施形態の車載機3は、空気圧変化量  $P_t$  と基準変化量  $P_{th}$  との差が大きいほど、判定閾値を小さくする。車載機3は、例えば、図10に示すように、基準値  $P_{t\_min}$  の1.5倍までは判定閾値を初期の“N”に維持し、基準値  $P_{t\_min}$  の1.5倍~2倍になると判定閾値を“(2/3)N”に変更する。そして、基準値  $P_{t\_min}$  の2.0倍~2.5倍になると判定閾値を“(1/3)N”に変更する。なお、基準値  $P_{t\_std}$  の2.5倍を超えると判定閾値を“(1/3)N”以下に設定すればよい。

【0067】

その他については、第1実施形態と同様である。本実施形態のTPMSは、第1実施形態と共通の構成または均等な構成から奏される効果を第1実施形態と同様に得ることができる。

40

【0068】

(1) 空気圧変化量  $P_t$  と基準変化量  $P_{th}$  との差が大きいほど、タイヤ空気圧の異常低下の可能性が高くなる傾向がある。このため、空気圧変化量  $P_t$  と基準変化量  $P_{th}$  との差が大きいほど、判定閾値を小さくすることが望ましい。

【0069】

(第2実施形態の変形例)

第2実施形態では、各車輪10a~10dの空気圧変化量  $P_t$  のうち、最も小さくな

50

るものに基づいて基準変化量  $P_{t_h}$  に設定するものを例示したが、基準変化量  $P_{t_h}$  の設定方法は、これに限定されない。基準変化量  $P_{t_h}$  は、例えば、タイヤ空気圧の調整後の経過時間とタイヤ空気圧の変化量との関係が規定された空気圧データから推測される所定期間におけるタイヤ空気圧の変化量に基づいて設定するようになっていてもよい。これによっても、タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を適切に判定することができる。なお、本変形例は、第2実施形態だけに限らず、以降の実施形態においても同様である。

【0070】

空気圧データから推測されるタイヤ空気圧の変化量を基準値  $P_{t\_std}$  とし、当該基準値  $P_{t\_std}$  に基づいて基準変化量  $P_{t_h}$  を設定する場合、空気圧変化量  $P_t$  と基準変化量  $P_{t_h}$  との差が大きいくほど、判定閾値を小さくすることが望ましい。例えば、図11に示すように、空気圧変化量  $P_t$  と基準変化量  $P_{t_h}$  との差が基準値  $P_{t\_std}$  の1.5倍までは判定閾値を“N”とし、基準値  $P_{t\_std}$  の1.5倍～2倍になると判定閾値を“(2/3)N”に変更すればよい。また、基準値  $P_{t\_std}$  の2.0倍～2.5倍になると判定閾値を“(1/3)N”に変更すればよい。

【0071】

(第3実施形態)

次に、第3実施形態について、図12、図13を参照して説明する。本実施形態では、第1実施形態と異なる部分について主に説明する。

【0072】

タイヤ空気圧は、タイヤの内部の温度であるタイヤ内温度  $T_t$  に応じて変化する。そして、各タイヤのタイヤ内温度  $T_t$  が違う場合、その違いに起因して各タイヤのタイヤ空気圧が異なる値になる。また、タイヤ空気圧の調圧日  $t_0$  から現時点  $t_a$  とでタイヤ内温度  $T_t$  が違う場合、その違いに起因してタイヤ空気圧が異なる値になる。これらのタイヤ内温度  $T_t$  によるタイヤ空気圧の変化は、タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下の判定精度を低下させる要因となり得る。

【0073】

これらを踏まえ、本実施形態の車載機3は、図12に示すように、空気圧検出部21におけるタイヤ空気圧の検出値をタイヤ内温度  $T_t$  に基づいて所定の基準温度での圧力である基準圧力値に補正する圧力補正部332を備える。

【0074】

圧力補正部332は、例えば、タイヤ内温度  $T_t$  の変化とタイヤ空気圧の変化との関係を規定したマップまたは関係式を参照し、空気圧検出部21におけるタイヤ空気圧の検出値を予め定めた基準温度での基準圧力値に換算する。例えば、圧力補正部332は、温度センサ21bの検出値と基準温度との温度差を求め、当該温度差、空気圧検出部21におけるタイヤ空気圧の検出値、上記のマップまたは関係式に基づいて、基準圧力値を算出する。

【0075】

ここで、基準温度は、第2マイクロコンピュータ33のメモリに記憶される。基準温度は、例えば、標準的な温度(例えば、25)に設定され、各タイヤで共通の値に設定される。なお、基準温度は、予め定められた固定値に限らず、可変値とされていてもよい。基準温度は、調圧日  $t_0$  された各タイヤのいずれか1つのタイヤ内温度  $T_t$  や各タイヤのタイヤ内温度  $T_t$  の平均値に設定されていてもよい。

【0076】

車載機3は、異常低下検知処理において、圧力補正部332で補正した基準圧力値を用いて、空気変化量  $P_t$  を算出する。以下、本実施形態の異常低下検知処理について、図13を参照しつつ説明する。図13に示す異常低下検知処理は、例えば、タイヤ空気圧が調圧されると開始される。

【0077】

図13に示すように、車載機3は、ステップS100Aにて、タイヤ空気圧を調圧した

10

20

30

40

50

日における各タイヤのタイヤ空気圧およびタイヤ内温度  $T_t$  に基づいて、各タイヤの基準圧力値を算出する。すなわち、車載機 3 は、タイヤ空気圧を調圧した日における各タイヤの空気圧検出部 2 1 におけるタイヤ空気圧の検出値を各タイヤのタイヤ内温度  $T_t$  に基づいて所定の基準温度での圧力である基準圧力値に補正する。なお、ステップ S 1 0 0 A の処理では、調圧したタイヤだけでなく、車両 1 0 に取り付けられた全てのタイヤの基準圧力値を算出する。

【 0 0 7 8 】

続いて、車載機 3 は、ステップ S 1 0 5 A にて、上記の基準圧力値を初期値  $P_0$  としてメモリに記憶する。また、車載機 3 は、他の ECU 経由で、タイヤ空気圧を調圧した際の時間を調圧日  $t_0$  として取得する。

10

【 0 0 7 9 】

続いて、車載機 3 は、ステップ S 1 1 0 A にて、各タイヤのタイヤ空気圧およびタイヤ内温度  $T_t$  に基づいて、各タイヤの基準圧力値を算出する。すなわち、車載機 3 は、各タイヤの空気圧検出部 2 1 におけるタイヤ空気圧の検出値を各タイヤのタイヤ内温度  $T_t$  に基づいて所定の基準温度での圧力である基準圧力値に補正する。ここでの所定の基準温度は、タイヤ空気圧を調圧した日における基準温度と同じ温度である。

【 0 0 8 0 】

続いて、車載機 1 0 は、ステップ S 1 1 5 A にて、ステップ S 1 1 0 A で求めた基準圧力値を各車輪 1 0 a ~ 1 0 d のタイヤ空気圧 " $P_t$ " に設定する。そして、車載機 3 は、ステップ S 1 2 0 A にて、各車輪 1 0 a ~ 1 0 d のタイヤ空気圧 " $P_t$ " が予め定めた警報閾値以上であるか否かを判定する。警報閾値は、例えば、法規等で定められたタイヤ空気圧の最低値に設定される。

20

【 0 0 8 1 】

各車輪 1 0 a ~ 1 0 d のタイヤ空気圧 " $P_t$ " が予め定めた警報閾値未満である場合、車載機 3 は、ステップ S 1 3 0 A にて、メータ 5 を通じてタイヤ空気圧の低下を通知するための低圧警報を出力して、本処理を抜ける。

【 0 0 8 2 】

一方、各車輪 1 0 a ~ 1 0 d のタイヤ空気圧 " $P_t$ " が予め定めた警報閾値以上である場合、車載機 3 は、ステップ S 1 4 0 A にて、タイヤ空気圧の初期値  $P_0$  から現在のタイヤ空気圧 " $P_t$ " を減算して空気圧変化量  $P_t$  を算出する。すなわち、車載機 3 の異常低下検知部 3 3 1 は、タイヤ空気圧を前回調整した際に圧力補正部 3 3 2 で求められた基準圧力値を初期値  $P_0$  とし、圧力補正部 3 3 2 で求められた現在の基準圧力値を初期値  $P_0$  から減算した値を空気圧変化量  $P_t$  として算出する。

30

【 0 0 8 3 】

以降のステップ S 1 5 0 A、S 1 6 0 A、S 1 7 0 A、S 1 8 0 A、S 1 9 0 A、S 2 0 0 A の各処理は、第 1 実施形態で説明したステップ S 1 5 0、S 1 6 0、S 1 7 0、S 1 8 0、S 1 9 0、S 2 0 0 の各処理と同じであるため、その説明を省略する。

【 0 0 8 4 】

その他については、第 1 実施形態と同様である。本実施形態の TPMS は、第 1 実施形態と共通の構成または均等な構成から奏される効果を第 1 実施形態と同様に得ることができる。

40

【 0 0 8 5 】

また、本実施形態の TPMS は、以下の効果を奏する。

( 1 ) 本実施形態の TPMS は、空気圧検出部 2 1 におけるタイヤ空気圧の検出値を、各タイヤの内部の温度であるタイヤ内温度  $T_t$  に基づいて所定の基準温度での圧力である基準圧力値に補正する圧力補正部 3 3 2 を備える。そして、車載機 3 の異常低下検知部 3 3 1 は、タイヤ空気圧を前回調整した際に圧力補正部 3 3 2 で求められた基準圧力値を初期値  $P_0$  とし、圧力補正部 3 3 2 で求められた現在の基準圧力値を初期値  $P_0$  から減算した値を空気圧変化量  $P_t$  として算出する。

【 0 0 8 6 】

50

このように、タイヤ空気圧の前回調整時に補正した基準圧力値から現在の基準圧力値を減算した値を空気圧変化量  $P_t$  とすれば、空気圧変化量  $P_t$  は、タイヤ空気圧の調整日現在とのタイヤ内温度  $T_t$  の違いによる影響を殆ど受けなくなる。このため、本実施形態で説明した空気圧変化量  $P_t$  を基準変化量と比較してタイヤ空気圧の異常低下の有無を判定すれば、従来技術に比べて、タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を適切に判定することができる。

【0087】

(第3実施形態の変形例)

第3実施形態のTPMSの車載機3は、第2実施形態と同様に、空気圧変化量  $P_t$  と基準変化量  $P_{th}$  との差が大きいくほど、判定閾値を小さくするようになっていてもよい。こことは、以降の実施形態においても同様である。

10

【0088】

(第4実施形態)

次に、第4実施形態について、図14～図16を参照して説明する。本実施形態では、第3実施形態と異なる部分について主に説明する。

【0089】

各タイヤのタイヤセンサ2は、タイヤ空気圧およびタイヤ内温度に加えて、タイヤ内湿度を検出可能に構成されている。タイヤ内湿度は、タイヤの内側の空気の相対湿度または絶対湿度である。

【0090】

20

具体的には、図14に示すように、タイヤセンサ2の空気圧検出部21は、圧力センサ21aおよび温度センサ21bに加えて、湿度センサ21cを備える。空気圧検出部21は、タイヤ空気圧に応じた検出信号、タイヤ内温度  $T_t$  に応じた検出信号、タイヤ内湿度  $T_h$  に応じた検出信号を出力する。

【0091】

ここで、タイヤの内部の水分は空気に比べて、熱による膨張率が大きいので、タイヤの内に水分がある場合、タイヤ内温度  $T_t$  による水蒸気分圧の変化等によってタイヤ空気圧に変化が生じ得る。例えば、タイヤの内部の水分が高く、タイヤの内部の湿度が高い場合、湿度が低い場合に比べて、タイヤ空気圧の変化が生じ易くなる。

【0092】

30

このため、各タイヤのタイヤ内湿度  $T_h$  が違う場合、その違いに起因して各タイヤのタイヤ空気圧が異なる値になる虞がある。また、タイヤ空気圧の調圧日  $t_0$  から現時点  $t_a$  とでタイヤ内湿度  $T_h$  が違う場合、その違いに起因してタイヤ空気圧が異なる値になる虞もある。これらのタイヤ内湿度  $T_h$  によるタイヤ空気圧の変化は、タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下の判定精度を低下させる要因となり得る。

【0093】

これらを踏まえ、本実施形態の圧力補正部332は、空気圧検出部21におけるタイヤ空気圧の検出値をタイヤ内温度  $T_t$  およびタイヤ内湿度  $T_h$  に基づいて所定の基準温度および所定の基準湿度での圧力である基準圧力値に補正する。圧力補正部332は、図15に示すように、タイヤ空気圧、タイヤ内温度  $T_t$ 、タイヤ内湿度  $T_h$  が入力されると、所定の基準温度および所定の基準湿度での圧力である基準圧力値が出力されるように構成されている。例えば、圧力補正部332は、タイヤ内温度  $T_t$  の変化、タイヤ内湿度  $T_h$  の変化、タイヤ空気圧の変化との関係を規定したマップまたは関係式を参照し、空気圧検出部21におけるタイヤ空気圧の検出値を予め定めた基準温度、基準湿度での基準圧力値に換算する。

40

【0094】

ここで、基準湿度は、基準温度とともに第2マイクロコンピュータ33のメモリに記憶される。基準湿度は、例えば、標準的な湿度(例えば、50%)に設定され、各タイヤで共通の値に設定される。なお、基準湿度は、予め定められた固定値に限らず、可変値とされていてもよい。基準湿度は、調圧日  $t_0$  された各タイヤのいずれか1つのタイヤ内湿度

50

$T_h$  や各タイヤのタイヤ内湿度  $T_h$  の平均値に設定されていてもよい。

【0095】

車載機 3 は、異常低下検知処理において、圧力補正部 332 で補正した基準圧力値を用いて、空気変化量  $P_t$  を算出する。以下、本実施形態の異常低下検知処理について、図 16 を参照しつつ説明する。図 16 に示す異常低下検知処理は、例えば、タイヤ空気圧が調圧されると開始される。

【0096】

図 16 に示すように、車載機 3 は、ステップ S100B にて、タイヤ空気圧を調圧した日における各タイヤのタイヤ空気圧、タイヤ内温度  $T_t$ 、タイヤ内湿度  $T_h$  に基づいて、各タイヤの基準圧力値を算出する。すなわち、車載機 3 は、タイヤ空気圧を調圧した日における各タイヤの空気圧検出部 21 におけるタイヤ空気圧の検出値を各タイヤのタイヤ内温度  $T_t$  およびタイヤ内湿度  $T_h$  に基づいて所定の基準温度での圧力である基準圧力値に補正する。なお、ステップ S100B の処理では、調圧したタイヤだけでなく、車両 10

10

【0097】

続いて、車載機 3 は、ステップ S105B にて、上記の基準圧力値を初期値  $P_0$  としてメモリに記憶する。また、車載機 3 は、他の ECU 経由で、タイヤ空気圧を調圧した際の時間を調圧日  $t_0$  として取得する。

【0098】

続いて、車載機 3 は、ステップ S110B にて、各タイヤのタイヤ空気圧、タイヤ内温度  $T_t$ 、タイヤ内湿度  $T_h$  に基づいて、各タイヤの基準圧力値を算出する。すなわち、車載機 3 は、各タイヤの空気圧検出部 21 の検出値を各タイヤのタイヤ内温度  $T_t$  およびタイヤ内湿度  $T_h$  に基づいて所定の基準温度および所定基準湿度での圧力である基準圧力値に補正する。ここでの所定の基準温度は、タイヤ空気圧を調圧した日における基準温度と同じ温度である。また、所定の基準湿度は、タイヤ空気圧を調圧した日における基準湿度と同じ湿度である。

20

【0099】

続いて、車載機 10 は、ステップ S115B にて、ステップ S110B で求めた基準圧力値を各車輪 10a ~ 10d のタイヤ空気圧 " $P_t$ " に設定する。そして、車載機 3 は、ステップ S120B にて、各車輪 10a ~ 10d のタイヤ空気圧 " $P_t$ " が予め定めた警報閾値以上であるか否かを判定する。警報閾値は、例えば、法規等で定められたタイヤ空気圧の最低値に設定される。

30

【0100】

一方、各車輪 10a ~ 10d のタイヤ空気圧 " $P_t$ " が予め定めた警報閾値以上である場合、車載機 3 は、ステップ S140B にて、タイヤ空気圧の初期値  $P_0$  から現在のタイヤ空気圧 " $P_t$ " を減算して空気圧変化量  $P_t$  を算出する。すなわち、車載機 3 の異常低下検知部 331 は、タイヤ空気圧を前回調整した際に圧力補正部 332 で求められた基準圧力値を初期値  $P_0$  とし、圧力補正部 332 で求められた現在の基準圧力値を初期値  $P_0$  から減算した値を空気圧変化量  $P_t$  として算出する。

【0101】

以降のステップ S150B、S160B、S170B、S180B、S190B、S200B の各処理は、第 1 実施形態で説明したステップ S150、S160、S170、S180、S190、S200 の各処理と同じであるため、その説明を省略する。

40

【0102】

その他については、第 1 実施形態および第 3 実施形態と同様である。本実施形態の TPMS は、第 1 実施形態および第 3 実施形態と共通の構成または均等な構成から奏される効果を第 1 実施形態および第 3 実施形態と同様に得ることができる。

【0103】

また、本実施形態の TPMS は、以下の効果を奏する。

(1) 本実施形態の圧力補正部 332 は、空気圧検出部 21 におけるタイヤ空気圧の検

50

出値を、各タイヤの内部の温度であるタイヤ内温度 $T_t$ およびタイヤ湿度 $T_h$ に基づいて基準温度および基準湿度での圧力である基準圧力値に補正する。これによると、空気圧変化量は、タイヤの内部の水分量の違いによる影響を殆ど受けなくなるので、タイヤの異常に起因するタイヤ空気圧の異常低下を適切に判定することができる。

【0104】

(他の実施形態)

以上、本開示の代表的な実施形態について説明したが、本開示は、上述の実施形態に限定されることなく、例えば、以下のように種々変形可能である。

【0105】

上述の実施形態の如く、タイヤ空気圧を前回調整した際の空気圧検出部21の検出値を初期値 $P_0$ とし、この初期値 $P_0$ から現在の空気圧検出部21の検出値を減算した値を空気圧変化量 $P_t$ として算出することが望ましいが、これに限定されない。例えば、現在よりも前であって調圧日 $t_0$ と異なる日の空気圧検出部21の検出値を初期値とし、この初期値から現在の空気圧検出部21の検出値を減算した値を空気圧変化量 $P_t$ として算出するようになっていてもよい。

10

【0106】

上述の実施形態の如く、空気圧変化量 $P_t$ と基準変化量 $P_{th}$ との差に応じてリークカウンタCNTのカウント値 $X$ や判定閾値を変更することが望ましいが、これに限定されず、リークカウンタCNTのカウント値 $X$ や判定閾値が固定値になっていてもよい。

【0107】

上述の実施形態の如く、空気圧変化量 $P_t$ が基準変化量 $P_{th}$ 以下になるとリークカウンタCNTをゼロにリセットすることが望ましいが、これに限定されない。例えば、空気圧変化量 $P_t$ が基準変化量 $P_{th}$ 以下になるとリークカウンタCNTをゼロ以外の値に減少させたり、空気圧変化量 $P_t$ が基準変化量 $P_{th}$ 以下になってもリークカウンタCNTを変化させなかったりするようになっていてもよい。

20

【0108】

上述の実施形態の如く、空気圧変化量 $P_t$ が基準変化量 $P_{th}$ を超える回数をリークカウンタCNTとしてカウントし、リークカウンタCNTが判定閾値に達した際に異常低下と判定することが望ましいが、これに限定されない。例えば、空気圧変化量 $P_t$ が基準変化量 $P_{th}$ を超えた場合に、タイヤ空気圧の異常低下と判定するようになっていてもよい。

30

【0109】

上述の実施形態のタイヤセンサ2および車載機3は、BLEの通信方式に基づいて双方向に通信可能に構成されているが、BLE以外の通信方式に基づいて双方向に通信可能に構成されていてもよい。

【0110】

上述の実施形態では、4つの車輪10a~10dを有する車両10に対して本開示のTPMSを適用したものを例示したが、さらに車輪数が多い車両10に対しても、同様に本開示のTPMSを適用することができる。

【0111】

上述の実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

40

【0112】

上述の実施形態において、実施形態の構成要素の個数、数値、量、範囲等の数値が言及されている場合、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されない。

【0113】

上述の実施形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に特定の形状、位置関係等に限定される場合等を除き、その形状、

50

位置関係等に限定されない。

【0114】

本開示の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータで、実現されてもよい。本開示の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータで、実現されてもよい。本開示の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせで構成された一つ以上の専用コンピュータで、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。

10

【符号の説明】

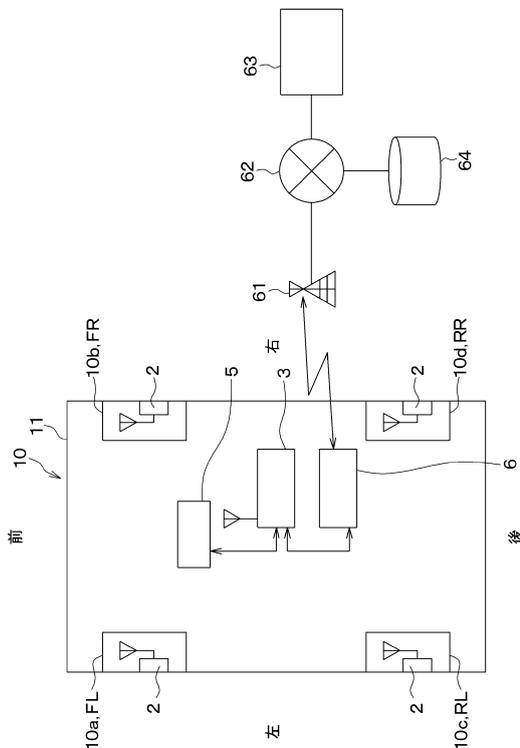
【0115】

- 10 車両
- 10a ~ 10d 車輪
- 11 車体
- 2 タイヤセンサ
- 21 空気圧検出部
- 331 異常低下検知部

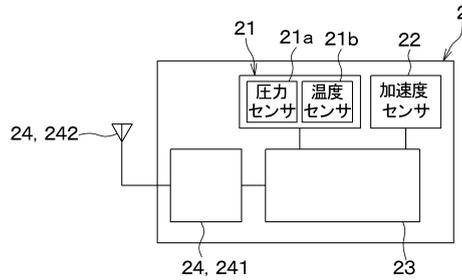
20

【図面】

【図1】



【図2】

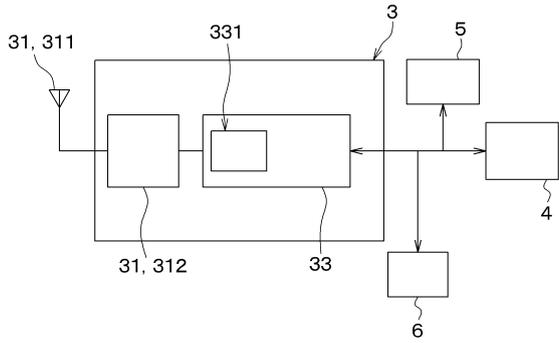


30

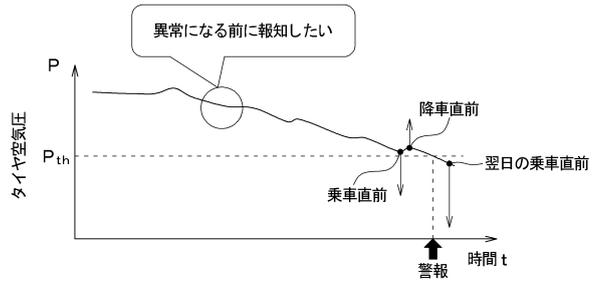
40

50

【 図 3 】

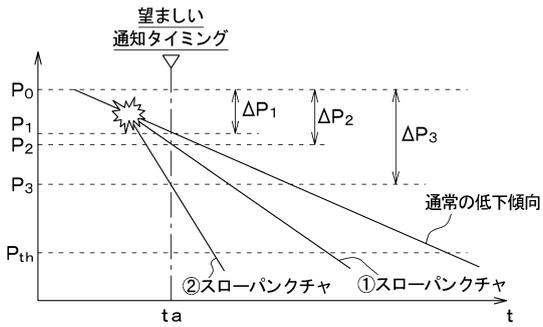


【 図 4 】

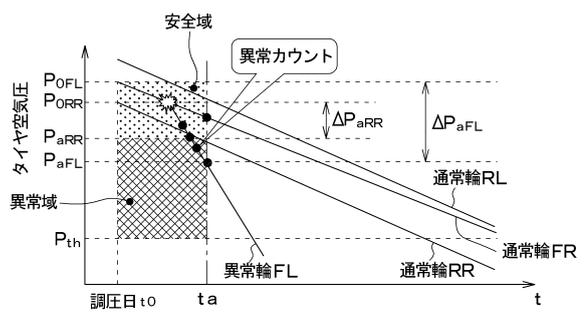


10

【 図 5 】



【 図 6 】



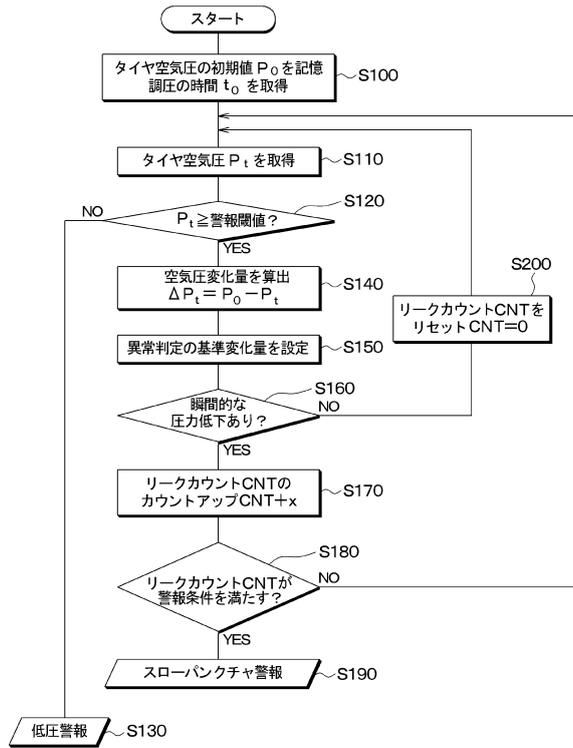
20

30

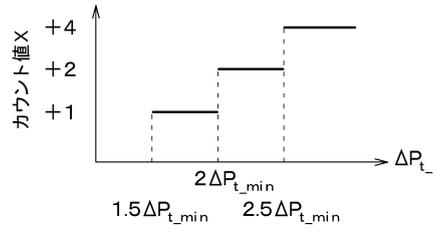
40

50

【 図 7 】



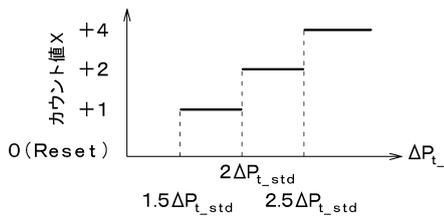
【 図 8 】



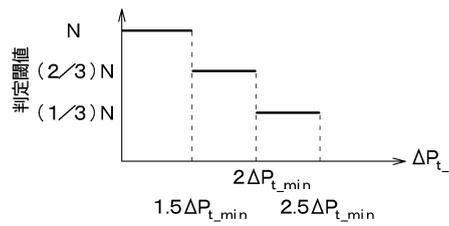
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

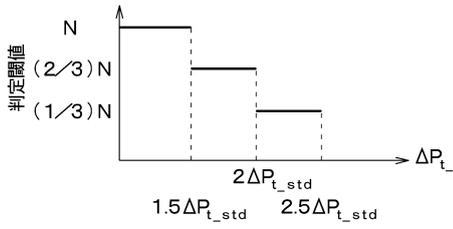


30

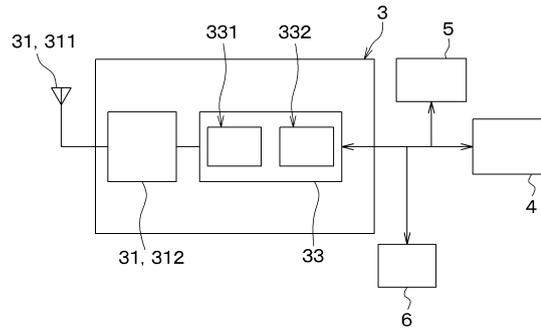
40

50

【図 1 1】

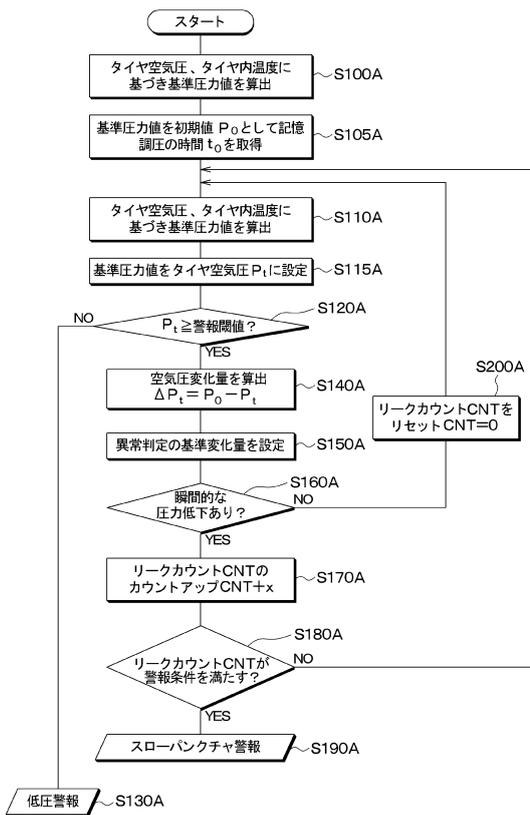


【図 1 2】

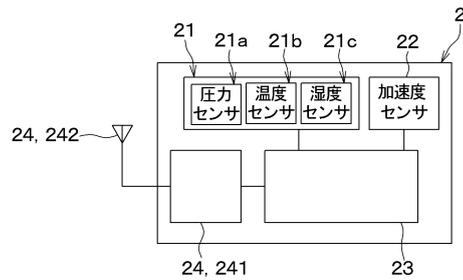


10

【図 1 3】



【図 1 4】



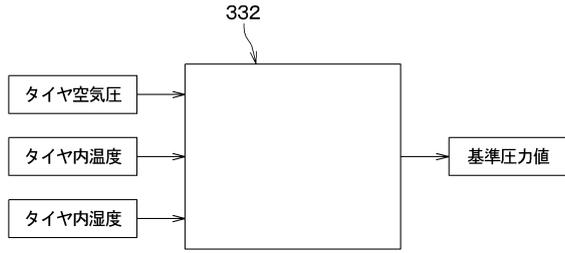
20

30

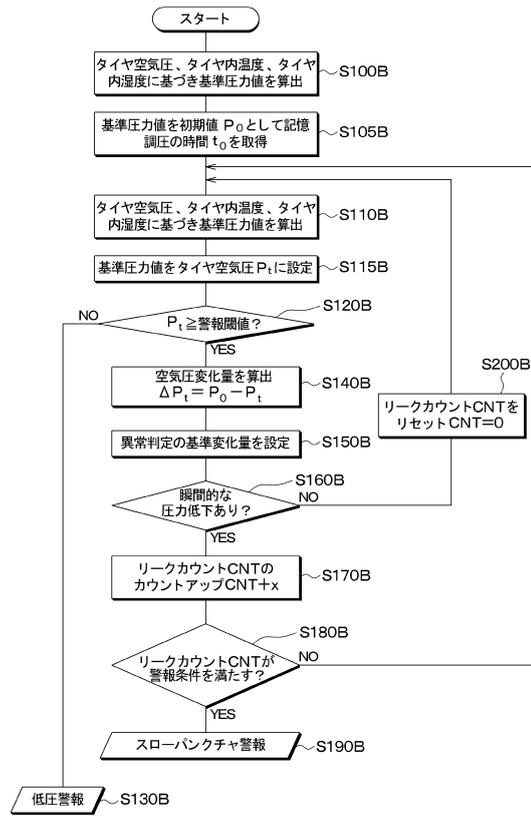
40

50

【 図 15 】



【 図 16 】



10

20

30

40

50