

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第4964329号  
(P4964329)

(45) 発行日 平成24年6月27日 (2012. 6. 27)

(24) 登録日 平成24年4月6日 (2012. 4. 6)

(51) Int. Cl.

B 6 0 C 23/06 (2006.01)

F 1

B 6 0 C 23/06

A

請求項の数 21 (全 19 頁)

|           |                               |           |                           |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-109388 (P2010-109388)  | (73) 特許権者 | 000183233                 |
| (22) 出願日  | 平成22年5月11日 (2010. 5. 11)      |           | 住友ゴム工業株式会社                |
| (65) 公開番号 | 特開2011-235777 (P2011-235777A) |           | 兵庫県神戸市中央区脇浜町 3 丁目 6 番 9 号 |
| (43) 公開日  | 平成23年11月24日 (2011. 11. 24)    | (74) 代理人  | 110000280                 |
| 審査請求日     | 平成23年5月23日 (2011. 5. 23)      |           | 特許業務法人サントレスト国際特許事務所       |
|           |                               | (72) 発明者  | 尾白 祐司                     |
|           |                               |           | 兵庫県神戸市中央区脇浜町 3 丁目 6 番 9 号 |
|           |                               |           | 住友ゴム工業株式会社内               |
|           |                               | 審査官       | 森林 宏和                     |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タイヤ空気圧低下検出装置及び方法、並びにタイヤの空気圧低下検出プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に装着したタイヤの空気圧低下を検出する装置であって、  
車両の各輪のタイヤの回転速度を定期的に検出する回転速度検出手段と、  
この回転速度検出手段により得られる回転速度情報から、所定の複数の速度領域毎に車両の前輪と後輪の回転車輪速度比を求める回転車輪速度比算出手段と、  
車両のホイールトルクを求めるホイールトルク算出手段と、  
前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を求める初期化手段と、  
この初期化手段により求めた前記関係を記憶する記憶手段と、  
前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記記憶手段に記憶されている前記関係とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較する比較手段と、  
この比較手段による比較結果を前後方向加速度で補正し、この補正後の値に基づいてタイヤ空気圧が低下しているか否かを判定する判定手段と  
を備えたことを特徴とするタイヤ空気圧低下検出装置。

【請求項 2】

前記初期化手段は、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を回帰直線により求める手段を備えており、  
前記比較手段は、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車

輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記回帰直線とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較するように構成されている、請求項 1 に記載のタイヤ空気圧低下検出装置。

【請求項 3】

前記初期化手段は、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する手段を備えており、

前記比較手段は、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクが含まれるホイールトルク領域における前記回転車輪速度比の平均値とを比較するように構成されている、請求項 1 に記載のタイヤ空気圧低下検出装置。

10

【請求項 4】

前記初期化手段は、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎にホイールトルクの平均値と、前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値とを算出する手段、及び、各領域の平均値を結ぶ基準直線を求める手段を備えており、

前記比較手段は、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記基準直線とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較するように構成されている、請求項 1 に記載のタイヤ空気圧低下検出装置。

20

【請求項 5】

前記初期化手段は、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を回帰直線により求める手段を備えており、回帰直線導出後、前後方向加速度と回帰直線からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めるように構成されている、請求項 1 に記載のタイヤ空気圧低下検出装置。

【請求項 6】

前記初期化手段は、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する手段を備えており、平均値導出後、前後方向加速度と平均値からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めるように構成されている、請求項 1 に記載のタイヤ空気圧低下検出装置。

30

【請求項 7】

前記初期化手段は、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎にホイールトルクの平均値と、前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値とを算出する手段、及び、各領域の平均値を結ぶ基準直線を求める手段を備えており、基準直線導出後、前後方向加速度と基準直線からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めるように構成されている、請求項 1 に記載のタイヤ空気圧低下検出装置。

【請求項 8】

車両に装着したタイヤの空気圧低下を検出する方法であって、

車両の各輪のタイヤの回転速度を定期的に検出する回転速度検出工程、

回転速度検出工程で得られる回転速度情報から、所定の複数の速度領域毎に車両の前輪と後輪の回転車輪速度比を求める回転車輪速度比算出工程と、

車両のホイールトルクを求めるホイールトルク算出工程と、

前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を求める初期化工程と、

この初期化工程で求めた前記関係を記憶する記憶工程と、

前記速度領域毎に前記回転車輪速度比と、前記ホイールトルクと前記記憶されている関係とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較する比較工程と、

この比較工程における比較結果を前後方向加速度で補正し、この補正後の値に基づいてタイヤ空気圧が低下しているか否かを判定する判定工程と

を含むことを特徴とするタイヤ空気圧低下検出方法。

40

50

## 【請求項 9】

前記初期化工程は、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を回帰直線により求める工程を含んでおり、

前記比較工程において、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出工程で算出された回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出工程で算出されたホイールトルクと前記回帰直線とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較する、請求項 8 に記載のタイヤ空気圧低下検出方法。

## 【請求項 10】

前記初期化工程は、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する平均値算出工程を含んでおり、

前記比較工程において、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出工程で算出された回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出工程で算出されたホイールトルクが含まれるホイールトルク領域における前記回転車輪速度比の平均値とを比較する、請求項 8 に記載のタイヤ空気圧低下検出方法。

## 【請求項 11】

前記初期化工程は、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎にホイールトルクの平均値と、前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値とを算出する平均値算出工程、及び、各領域の平均値を結ぶ基準直線を求める工程を含んでおり、

前記比較工程において、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出工程で算出された回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出工程で算出されたホイールトルクと前記基準直線とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較する、請求項 8 に記載のタイヤ空気圧低下検出方法。

## 【請求項 12】

前記初期化工程は、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を回帰直線により求める工程を含んでおり、回帰直線導出後、前後方向加速度と回帰直線からの変位とから前後方向加速度での補正量を求める、請求項 8 に記載のタイヤ空気圧低下検出方法。

## 【請求項 13】

前記初期化工程は、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する工程を含んでおり、平均値導出後、前後方向加速度と平均値からの変位とから前後方向加速度での補正量を求める、請求項 8 に記載のタイヤ空気圧低下検出方法。

## 【請求項 14】

前記初期化工程は、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎にホイールトルクの平均値と、前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値とを算出する工程、及び、各領域の平均値を結ぶ基準直線を求める工程を含んでおり、基準直線導出後、前後方向加速度と基準直線からの変位とから前後方向加速度での補正量を求める、請求項 8 に記載のタイヤ空気圧低下検出方法。

## 【請求項 15】

車両に装着したタイヤの空気圧低下を検出するためにコンピュータを、車両の各輪のタイヤの回転速度を定期的に検出する回転速度検出手段により得られる回転速度情報から、所定の複数の速度領域毎に車両の前輪と後輪の回転車輪速度比を求める回転車輪速度比算出手段、車両のホイールトルクを求めるホイールトルク算出手段、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を求める初期化手段、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記により求めた前記関係とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較する比較手段、及びこの比較手段による比較結果を前後方向加速度で補正し、この補正後の値に基づいてタイヤ空気

10

20

30

40

50

圧が低下しているか否かを判定する判定手段として機能させることを特徴とするタイヤの空気圧低下検出プログラム。

【請求項 16】

前記初期化手段は、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を回帰直線により求める手段を備えており、

前記比較手段は、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記回帰直線とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較するように構成されている、請求項 15 に記載のタイヤの空気圧低下検出プログラム。

【請求項 17】

前記初期化手段は、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する手段を備えており、

前記比較手段は、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクが含まれるホイールトルク領域における前記回転車輪速度比の平均値とを比較するように構成されている、請求項 15 に記載のタイヤの空気圧低下検出プログラム。

【請求項 18】

前記初期化手段は、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎にホイールトルクの平均値と、前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値とを算出する手段、及び、各領域の平均値を結ぶ基準直線を求める手段を備えており、

前記比較手段は、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記基準直線とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較するように構成されている、請求項 15 に記載のタイヤの空気圧低下検出プログラム。

【請求項 19】

前記初期化手段は、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を回帰直線により求める手段を備えており、回帰直線導出後、前後方向加速度と回帰直線からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めるように構成されている、請求項 15 に記載のタイヤの空気圧低下検出プログラム。

【請求項 20】

前記初期化手段は、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する手段を備えており、平均値導出後、前後方向加速度と平均値からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めるように構成されている、請求項 15 に記載のタイヤの空気圧低下検出プログラム。

【請求項 21】

前記初期化手段は、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎にホイールトルクの平均値と、前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値とを算出する手段、及び、各領域の平均値を結ぶ基準直線を求める手段を備えており、基準直線導出後、前後方向加速度と基準直線からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めるように構成されている、請求項 15 に記載のタイヤの空気圧低下検出プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はタイヤ空気圧低下検出装置及び方法、並びにタイヤの空気圧低下検出プログラムに関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【0002】

従来、車両に装着された4輪タイヤの回転（車輪速度）情報から当該タイヤの減圧を検出するタイヤ空気圧低下検出装置がある。この装置は、タイヤが減圧すると正常空気圧のタイヤより外径（タイヤの動荷重半径）が減少するため、他の正常なタイヤに比べると回転速度や回転角速度が増加するという原理を用いている。例えばタイヤの回転角速度の相対的な差から内圧低下を検出する方法（例えば、特許文献1参照）では、判定値DEL'として、

$$DEL' = \{ (F1 + F4) / 2 - (F2 + F3) / 2 \} / \{ (F1 + F2 + F3 + F4) / 4 \} \times 100 (\%)$$

を用いている。ここで、F1～F4は、それぞれ左前輪タイヤ、右前輪タイヤ、左後輪タイヤ及び右後輪タイヤの回転角速度である。

10

## 【0003】

しかしながら、この方法は4輪の対角にある回転角速度の和同士の差に基づく判定値であるDEL'を用いて減圧判定しているため、前輪2輪タイヤの同時減圧又は後輪2輪タイヤの同時減圧を判定することができない。このため、タイヤが減圧していると分からずに走行を続けることにより、タイヤの転がり抵抗の増加による燃費の悪化、ひいてはバーストにつながるという問題がある。

## 【0004】

そこで、このような前輪2輪タイヤ又は後輪2輪タイヤの同時減圧を判定するために種々の方法が提案されている。例えば、特許文献2では、車両の前輪2輪の回転情報と後輪2輪の回転情報とを比較し、得られる比較値と所定の閾値との関係に基づいて、前記前輪2輪タイヤ又は後輪2輪タイヤの同時減圧を判定している。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開昭63-305011号公報

【特許文献2】特開2003-165318号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

30

しかしながら、特許文献2記載の方法を含む従来の方法では、限られた車両走行条件のもとでのみ前輪2輪タイヤ又は後輪2輪タイヤの同時減圧の判定が可能であるという制約があった。具体的に、特許文献2記載の方法では、車両が直線走行をしており、且つ、タイヤに駆動や制動がかかっていない場合にのみ前輪2輪タイヤ又は後輪2輪タイヤの同時減圧を判定しており、車両の加減速時には同時減圧を判定することができない。

## 【0007】

そこで、本出願人は、さきに車両の速度に関係なく前輪2輪タイヤ又は後輪2輪タイヤの同時減圧を判定することができるタイヤ空気圧低下検出装置及び方法、並びにタイヤの空気圧低下検出プログラムを提案している（特願2009-135190。以下、「先願発明」という）。

40

## 【0008】

この先願発明に係る装置は、車両の各輪のタイヤの回転速度を定期的に検出する回転速度検出手段と、この回転速度検出手段により得られる回転速度情報から、所定の複数の速度領域毎に車両の前輪と後輪の回転車輪速度比を求める回転車輪速度比算出手段と、車両のホイールトルクを求めるホイールトルク算出手段と、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を求める初期化手段と、この初期化手段により求めた前記関係を記憶する記憶手段と、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記記憶手段に記憶されている前記関係とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較する比較手段と、この比較手段による比較結果に

50

基づいてタイヤ空気圧が低下しているか否かを判定する判定手段とを備えている。そして、初期化手段によって、所定の複数の速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を求めておき、この関係を利用してタイヤ空気圧の低下を判定している。すなわち、複数の速度領域毎に予め求めておいた、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を利用して、前輪２輪タイヤ又は後輪２輪タイヤが同時減圧していると判定するため、前輪と後輪とでタイヤの種類が異なる場合や前輪と後輪とでタイヤに掛かる荷重が大きく異なる場合であっても、速度に応じたそれらの影響（車輪回転速度への影響）を考慮することで、減圧判定の精度を向上させることができる。

#### 【０００９】

本発明は、かかる先願発明に更なる改良を加えたものであり、前輪と後輪とでタイヤの種類が異なる場合や前輪と後輪とでタイヤに掛かる荷重が大きく異なる場合であっても、未警報（減圧時）や誤報（正常内圧時）の可能性を更に少なくすることができるタイヤ空気圧低下検出装置及び方法、並びにタイヤの空気圧低下検出プログラムを提供することを目的としている。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【００１０】

本発明のタイヤ空気圧低下検出装置（以下、単に「検出装置」ともいう）は、車両に装着したタイヤの空気圧低下を検出する装置であって、

車両の各輪のタイヤの回転速度を定期的に検出する回転速度検出手段と、

この回転速度検出手段により得られる回転速度情報から、所定の複数の速度領域毎に車両の前輪と後輪の回転車輪速度比を求める回転車輪速度比算出手段と、

車両のホイールトルクを求めるホイールトルク算出手段と、

前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を求める初期化手段と、

この初期化手段により求めた前記関係を記憶する記憶手段と、

前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記記憶手段に記憶されている前記関係とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較する比較手段と、

この比較手段による比較結果を前後方向加速度で補正し、この補正後の値に基づいてタイヤ空気圧が低下しているか否かを判定する判定手段と

を備えたことを特徴としている。

#### 【００１１】

本発明の検出装置では、前輪と後輪の回転車輪速度比が、車両速度ではなくホイールトルクとの間に相関関係を有することに着目し、初期化手段によって、所定の複数の速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を求めておき、この関係を利用してタイヤ空気圧の低下を判定している。具体的には、初期化後の車両走行時に、ホイールトルク算出手段により求めたホイールトルクと前記関係から得られる前輪と後輪の回転車輪速度比（正常内圧の場合の回転車輪速度比）と、回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比とを比較し、その差又は比が所定の閾値よりも大きい場合に、前輪２輪タイヤ又は後輪２輪タイヤが同時減圧していると判定する。前記相関関係は、車両が一定速度で走行している場合も、加速又は減速している場合でも成立する。したがって、車両速度の制約を受けることなく、前輪２輪タイヤ又は後輪２輪タイヤの同時減圧を検出することができる。

#### 【００１２】

また、複数の速度領域毎に予め求めておいた、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を利用して、前輪２輪タイヤ又は後輪２輪タイヤが同時減圧していると判定するため、前輪と後輪とでタイヤの種類が異なる場合や前輪と後輪とでタイヤに掛かる荷重が大きく異なる場合であっても、速度に応じたそれらの影響（車輪回転速度への影響）を考慮することで、減圧判定の精度を向上させることができる。

さらに、比較手段による比較結果を前後方向加速度で補正し、この補正後の値に基づいてタイヤ空気圧の低下を判定するので、前後方向加速度の違いによる判定精度のばらつきを解消し、未警報（減圧時）や誤報（正常内圧時）の可能性を一層少なくすることができる。

#### 【0013】

前記初期化手段を、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を回帰直線により求める手段を備えたものとし、

前記比較手段を、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記回帰直線とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較するように構成することができる。この場合、速度領域毎に求めておいた回帰直線を利用して、あるホイールトルクにおける回転車輪速度比を求めることができ、この回転車輪速度比と、前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比との比較により、同軸2輪の減圧を検出することができる。

10

#### 【0014】

前記初期化手段を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する手段を備えたものとし、

前記比較手段を、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクが含まれるホイールトルク領域における前記回転車輪速度比の平均値とを比較するように構成することができる。この場合、速度領域毎に予め求めておいた、あるホイールトルクが含まれるホイールトルク領域における前記回転車輪速度比の平均値と、前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比との比較により、同軸2輪の減圧を検出することができる。

20

#### 【0015】

前記初期化手段を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎にホイールトルクの平均値と、前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値とを算出する手段、及び、各領域の平均値を結ぶ基準直線を求める手段を備えたものとし、

前記比較手段を、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記基準直線とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較するように構成することができる。この場合、速度領域毎に予め求めておいた基準直線を利用して、あるホイールトルクにおける回転車輪速度比を求めることができ、この回転車輪速度比と、前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比との比較により、同軸2輪の減圧を検出することができる。

30

#### 【0016】

前記初期化手段を、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を回帰直線により求める手段を備えたものとし、回帰直線導出後、前後方向加速度と回帰直線からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めるように構成することができる。

40

#### 【0017】

前記初期化手段を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する手段を備えたものとし、平均値導出後、前後方向加速度と平均値からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めるように構成することができる。

#### 【0018】

前記初期化手段を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎にホイールトルクの平均値と、前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値とを算出する手段、及び、各領域の平均値を結ぶ基準直線を求める手段を備えたも

50

のとし、基準直線導出後、前後方向加速度と基準直線からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めるように構成することができる。

#### 【0019】

本発明のタイヤ空気圧低下検出方法（以下、単に「検出方法」ともいう）は、車両に装着したタイヤの空気圧低下を検出する方法であって、

車両の各輪のタイヤの回転速度を定期的に検出する回転速度検出工程、

回転速度検出工程で得られる回転速度情報から、所定の複数の速度領域毎に車両の前輪と後輪の回転車輪速度比を求める回転車輪速度比算出工程と、

車両のホイールトルクを求めるホイールトルク算出工程と、

前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を求める初期化工程と、

この初期化工程で求めた前記関係を記憶する記憶工程と、

前記速度領域毎に前記回転車輪速度比と、前記ホイールトルクと前記記憶されている関係とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較する比較工程と、

この比較工程における比較結果を前後方向加速度で補正し、この補正後の値に基づいてタイヤ空気圧が低下しているか否かを判定する判定工程と

を含むことを特徴としている。

#### 【0020】

本発明の検出方法では、前輪と後輪の回転車輪速度比が、車両速度ではなくホイールトルクとの間に相関関係を有することに着目し、初期化手段によって、所定の複数の速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を求めておき、この関係を利用してタイヤ空気圧の低下を判定している。具体的には、初期化後の車両走行時に、ホイールトルク算出手段により求めたホイールトルクと前記関係から得られる前輪と後輪の回転車輪速度比（正常内圧の場合の回転車輪速度比）と、回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比とを比較し、その差又は比が所定の閾値よりも大きい場合に、前輪2輪タイヤ又は後輪2輪タイヤが同時減圧していると判定する。前記相関関係は、車両が一定速度で走行している場合も、加速又は減速している場合でも成立する。したがって、車両速度の制約を受けることなく、前輪2輪タイヤ又は後輪2輪タイヤの同時減圧を検出することができる。

#### 【0021】

また、複数の速度領域毎に予め求めておいた、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を利用して、前輪2輪タイヤ又は後輪2輪タイヤが同時減圧していると判定するため、前輪と後輪とでタイヤの種類が異なる場合や前輪と後輪とでタイヤに掛かる荷重が大きく異なる場合であっても、速度に応じたそれらの影響（車輪回転速度への影響）を考慮することで、減圧判定の精度を向上させることができる。

さらに、比較手段による比較結果を前後方向加速度で補正し、この補正後の値に基づいてタイヤ空気圧の低下を判定するので、前後方向加速度の違いによる判定精度のばらつきを解消し、未警報（減圧時）や誤報（正常内圧時）の可能性を一層少なくすることができる。

#### 【0022】

前記初期化工程を、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を回帰直線により求める工程を含んだものとし、

前記比較工程において、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出工程で算出された回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出工程で算出されたホイールトルクと前記回帰直線とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較することができる。

#### 【0023】

前記初期化工程を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する平均値算出工程を含んだものとし、

前記比較工程において、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出工程で算出された回

10

20

30

40

50



転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出工程で算出されたホイールトルクが含まれるホイールトルク領域における前記回転車輪速度比の平均値とを比較することができる。

【0024】

前記初期化工程を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎にホイールトルクの平均値と、前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値とを算出する平均値算出工程、及び、各領域の平均値を結ぶ基準直線を求める工程を含んだものとし、

前記比較工程において、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出工程で算出された回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出工程で算出されたホイールトルクと前記基準直線とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較することができる。

10

【0025】

前記初期化工程を、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を回帰直線により求める工程を含んだものとし、回帰直線導出後、前後方向加速度と回帰直線からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めることができる。

【0026】

前記初期化工程を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する工程を含んだものとし、平均値導出後、前後方向加速度と平均値からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めることができる。

20

【0027】

前記初期化工程を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する工程を含んだものとし、平均値導出後、前後方向加速度と平均値からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めることができる。

【0028】

前記初期化工程を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎にホイールトルクの平均値と、前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値とを算出する工程、及び、各領域の平均値を結ぶ基準直線を求める工程を含んだものとし、基準直線導出後、前後方向加速度と基準直線からの変位とから当該前後方向加速度での補正量を求めることができる。

30

【0029】

本発明のタイヤの空気圧低下検出プログラム（以下、単に「プログラム」ともいう）は、車両に装着したタイヤの空気圧低下を検出するためにコンピュータを、車両の各輪のタイヤの回転速度を定期的に検出する回転速度検出手段により得られる回転速度情報から、所定の複数の速度領域毎に車両の前輪と後輪の回転車輪速度比を求める回転車輪速度比算出手段、車両のホイールトルクを求めるホイールトルク算出手段、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を求める初期化手段、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記により求めた前記関係とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較する比較手段、及びこの比較手段による比較結果を前後方向加速度で補正し、この補正後の値に基づいてタイヤ空気圧が低下しているか否かを判定する判定手段として機能させることを特徴としている。

40

【0030】

前記初期化手段を、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を回帰直線により求める手段を備えており、

前記比較手段を、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記回帰直線とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較するように構成することができる。

50

## 【0031】

前記初期化手段を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する手段を備えたものとし、

前記比較手段を、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクが含まれるホイールトルク領域における前記回転車輪速度比の平均値とを比較するように構成することができる。

## 【0032】

前記初期化手段を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎にホイールトルクの平均値と、前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値とを算出する手段、及び、各領域の平均値を結ぶ基準直線を求める手段を備えたものとし、

前記比較手段を、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記基準直線とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較するように構成することができる。

## 【0033】

前記初期化手段を、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を回帰直線により求める手段を備えたものとし、回帰直線導出後、前後方向加速度と回帰直線からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めるように構成することができる。

## 【0034】

前記初期化手段を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値を算出する手段を備えたものとし、平均値導出後、前後方向加速度と平均値からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めるように構成することができる。

## 【0035】

前記初期化手段を、前記速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、正常内圧時に、ホイールトルク領域毎にホイールトルクの平均値と、前輪と後輪の回転車輪速度比の平均値とを算出する手段、及び、各領域の平均値を結ぶ基準直線を求める手段を備えたものとし、基準直線導出後、前後方向加速度と基準直線からの変位とから前後方向加速度での補正量を求めるように構成することができる。

## 【発明の効果】

## 【0036】

本発明の検出装置及び方法、並びにプログラムによれば、前輪と後輪とでタイヤの種類が異なる場合や前輪と後輪とでタイヤに掛かる荷重が大きく異なる場合であっても、未警報（減圧時）や誤報（正常内圧時）の可能性を更に少なくすることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0037】

【図1】本発明の検出装置の一実施の形態を示すブロック図である。

【図2】図1に示される検出装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】前輪と後輪のタイヤが異なる場合におけるDELとホイールトルクとの関係を示す図である。

【図4】前輪と後輪のタイヤが異なる場合におけるDELとホイールトルクとの関係を示す図である。

【図5】前輪と後輪のタイヤが異なる場合におけるDELとホイールトルクとの関係を示す図である。

【図6】ホイールトルクと、前輪と後輪の回転速度比との関係を示す図である。

【図7】ホイールトルクと、ホイールトルク補正後の前輪と後輪の回転速度比との関係を

10

20

30

40

50

示す図である。

【図 8】ホイールトルクと前後方向加速度で補正をした前輪と後輪の回転速度比と、ホイールトルクとの関係を示す図である。

【図 9】実施例におけるホイールトルクと、前輪と後輪の回転速度比との関係を示す図である。

【図 10】図 9 の回帰直線によって補正した前輪と後輪の回転速度比と、ホイールトルクとの関係を示す図である。

【図 11】前後方向加速度で補正した前輪と後輪の回転速度比と、ホイールトルクとの関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0038】

以下、添付図面を参照しつつ、本発明の検出装置及び方法、並びにタイヤの空気圧低下検出プログラムの実施の形態を詳細に説明する。

【0039】

図 1 に示されるように、本発明の一実施の形態に係る検出装置は、4 輪車両に備えられた 4 つのタイヤの左前輪 (FL)、右前輪 (FR)、左後輪 (RL) 及び右後輪 (RR) の回転速度を検出するため、各タイヤに関連して設けられた通常の車輪速度検出手段 (回転速度検出手段) 1 を備えている。

【0040】

前記車輪速度検出手段 1 としては、電磁ピックアップなどを用いて回転パルスが発生させてパルスの数から回転角速度及び車輪速度を測定するための車輪速センサ又はダイナモのように回転を利用して発電を行い、この電圧から回転角速度及び車輪速度を測定するためのものを含む角速度センサなどを用いることができる。前記車輪速度検出手段 1 の出力は、ABS などのコンピュータである制御ユニット 2 に与えられる。この制御ユニット 2 には、例えばタイヤが減圧していることを表示するための液晶表示素子、プラズマ表示素子又は CRT など構成された表示器 3、ドライバーによって操作することができる初期化ボタン 4、及びタイヤの減圧をドライバーに知らせる警報器 5 が接続されている。

20

【0041】

制御ユニット 2 は、図 2 に示されるように、外部装置との信号の受け渡しに必要な I/O インターフェース 2 a と、演算処理の中核として機能する CPU 2 b と、この CPU 2 b の制御動作プログラムが格納された ROM 2 c と、前記 CPU 2 b が制御動作を行う際にデータなどが一時的に書き込まれたり、その書き込まれたデータが読み出されたりする RAM 2 d とから構成されている。

30

【0042】

前記車輪速度検出手段 1 では、タイヤの回転数に対応したパルス信号 (以下、「車輪速パルス」ともいう) が出力される。また、CPU 2 b では、車輪速度検出手段 1 から出力された車輪速パルスに基づいて、所定のサンプリング周期  $\Delta T$  (sec)、例えば  $\Delta T = 0.05$  秒毎に各タイヤの回転角速度が算出される。

【0043】

本実施の形態に係る検出装置は、車両の各輪のタイヤの回転速度を定期的に検出する車輪速度検出手段 (回転速度検出手段) 1 と、この回転速度検出手段により得られる回転速度情報から、所定の複数の速度領域毎に車両の前輪と後輪の回転車輪速度比を求める回転車輪速度比算出手段と、車両のホイールトルクを求めるホイールトルク算出手段と、前記速度領域毎に正常内圧時における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転車輪速度比との関係を求める初期化手段と、この初期化手段により求めた前記関係を記憶する記憶手段と、前記速度領域毎に前記回転車輪速度比算出手段により得られる回転車輪速度比と、前記ホイールトルク算出手段により得られるホイールトルクと前記記憶手段に記憶されている前記関係とから得られる正常内圧時における回転車輪速度比とを比較する比較手段と、この比較手段による比較結果を前後方向加速度で補正し、この補正後の値に基づいてタイヤ空気圧が低下しているか否かを判定する判定手段とから構成されている。そして、タイヤ

40

50

の空気圧低下検出プログラムは、前記制御ユニット2を、回転車輪速度比算出手段、ホイールトルク算出手段、初期化手段、比較手段、及び判定手段として機能させる。

#### 【0044】

本発明では、規定の空気圧（正常圧）にされたタイヤが装着された状態で装置の初期化が行われ、その結果が制御ユニット2のRAM2d（記憶手段）に記憶される。この初期化は、初期化手段として機能するCPU2bにより行われ、具体的には、車輪速度検出手段1から得られた車両の各車輪タイヤの回転速度情報から4輪タイヤのそれぞれの回転車輪速度が求められ、ついでこれらの回転車輪速度から、前輪と後輪の回転車輪速度比（DEL）が、例えば

$$DEL = \{(FL + FR) / (RL + RR) - 1\} \times 100 (\%) \cdots \cdots (1)$$

10

として求められる。ここで、FL、FR、RL及びRRは、それぞれ左前輪タイヤ、右前輪タイヤ、左後輪タイヤ及び右後輪タイヤの回転車輪速度である。なお、DELを求める式は式（1）に限定されるものではなく、例えば

$$DEL = \{(FL + FR) / 2 - (RL + RR) / 2\} / \{(FL + FR + RL + RR) / 4\} \times 100 (\%) \cdots \cdots (2)$$

により求めることができる。

#### 【0045】

また、ホイールトルクは、エンジンの制御装置から得られるエンジンのトルク（T）及び回転数（R）などから導き出すことができる。例えば、駆動輪1輪あたりのホイールトルク（WT）は、つぎの式（3）により表わすことができる。

20

$$WT = (T \times R) / \text{駆動輪の回転数} / \text{駆動輪の数} \cdots \cdots (3)$$

この式（3）のうち、（R／駆動輪の回転数）は、ギア比又はシフトポジション（車の変速ギアのL、2、3・・・のことであり、オートマチック車であれば、どのギアで走行中なのかが分かる。そして、それぞれのギア比を記憶手段に予め記憶させておけば、シフトポジションだけで（R／駆動輪の回転数）を知ることができる）から算出することができる。

#### 【0046】

そして、以上のようにして求められた前輪と後輪の回転車輪速度比と、ホイールトルクとの関係が記憶手段に記憶される。なお、本発明では、以下の理由により、所定の複数の速度領域毎に車両の前輪と後輪の回転車輪速度比を求めている。

30

#### 【0047】

ホイールトルクと、前輪と後輪の回転速度比との関係は、車両に装着されているタイヤが同じであり、前輪のタイヤと後輪のタイヤに掛かる荷重の差が小さい場合には、図3の細い実線に示されるように、車両の速度に関係なくほぼ1本の直線RL上に乗ってくる。したがって、正常内圧時に行われる初期化工程において、このような1本の直線（回帰直線）を求め、この直線を記憶させておけば、当該直線からの差に基づいて前輪2輪又は後輪2輪の同時減圧を判定することができる。

#### 【0048】

しかしながら、前輪と後輪で異なるタイヤが装着されている場合や、同じタイヤが装着されていても前輪と後輪でタイヤに掛かる荷重が大きく異なる場合（例えば、トランクに重い荷物を積載した場合など）では、車両速度によって、タイヤの遠心力に起因する当該タイヤの膨れの程度が異なるため、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転速度比との関係が1本の直線上に乗らなくなる。このため、無理やりに1本の直線を求め、この直線に基づいて減圧を判定しようとすると、減圧しているにもかかわらず警報が発せられなかったり（未警報）、逆に、正常内圧であるにもかかわらず警報が発せられたりすることがある（誤報）。

40

#### 【0049】

そこで、複数の速度領域を設定し、速度領域毎に前輪と後輪の回転車輪速度比と、ホイールトルクとの関係を求めることで、前述した前輪と後輪で異なるタイヤが装着されている場合などにおける未警報や誤報の問題を減らすことができる。

50

## 【0050】

図3は、前輪と後輪とでタイヤの種類が異なる場合における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転速度比との関係を模式的に示している。図3において、細い実線はすべての車両速度を対象として得られたデータに基づいて求めた回帰直線RLであり、太い破線Aは低速域（例えば、 $\sim 100 \text{ km/h}$ ）で得られたデータに基づいて求めた回帰直線、太い実線Bは中速域（例えば、 $100 \sim 150 \text{ km/h}$ ）で得られたデータに基づいて求めた回帰直線、太い一点鎖線Cは高速域（例えば、 $150 \sim 200 \text{ km/h}$ ）で得られたデータに基づいて求めた回帰直線である。また、DELdは前輪を2輪とも30%減圧させたときの或る速度における前輪と後輪の回転速度比である。前記低速域はトルクが小さい小トルク領域（トルク領域1）に対応し、中速域はトルクが中位の中トルク領域（トルク領域2）に対応し、高速域はトルクが大きい大トルク領域（トルク領域3）に対応する。

10

## 【0051】

図3に示されるように、車両速度にかかわらず1本の回帰直線RLを求めた場合、この回帰直線RLから求められる正常内圧時における前輪と後輪の回転速度比DELn1と、前輪2輪30%減圧時における前輪と後輪の回転速度比DELdとの差d1が小さいため、減圧していると判定されずに未警報となる。これに対し、速度領域毎に求めた回帰直線（太い破線Aで示される回帰直線）を用いると、この回帰直線から求められる正常内圧時における前輪と後輪の回転速度比DELn2と、前輪2輪30%減圧時における前輪と後輪の回転速度比DELdとの差d2が大きいので、減圧していると判定することができる。

20

## 【0052】

図4は、図3と同様に、前輪と後輪とでタイヤの種類が異なる場合における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転速度比との関係を模式的に示している。図4において、細い実線はすべての車両速度を対象として得られたデータに基づいて求めた各トルク領域（トルク領域1、トルク領域2、トルク領域3）毎の1本の平均線（前輪と後輪の回転速度比の平均値を通る直線）を示している。平均線aは、低速域（例えば、 $\sim 100 \text{ km/h}$ ）に対応するトルク領域1（トルク領域1-1、トルク領域1-2、トルク領域1-3）で求めた平均値を通る線であり、平均線bは、中速域（例えば、 $100 \sim 150 \text{ km/h}$ ）に対応するトルク領域2（トルク領域2-1、トルク領域2-2、トルク領域2-3）で求めた平均値を通る線であり、平均線cは、高速域（例えば、 $150 \sim 200 \text{ km/h}$ ）

30

に対応するトルク領域3（トルク領域3-1、トルク領域3-2、トルク領域3-3）で求めた平均値を通る線である。また、太い破線Aは低速域で得られたデータに基づいて求めた、当該低速域のホイールトルク領域（トルク領域1-1、トルク領域1-2、トルク領域1-3）毎の平均値をそれぞれ通る平均線であり、太い実線Bは中速域で得られたデータに基づいて求めた、当該中速域のホイールトルク領域（トルク領域2-1、トルク領域2-2、トルク領域2-3）毎の平均値をそれぞれ通る平均線であり、太い一点鎖線Cは高速域で得られたデータに基づいて求めた、当該高速域のホイールトルク領域（トルク領域3-1、トルク領域3-2、トルク領域3-3）毎の平均値をそれぞれ通る平均線である。また、DELdは前輪を2輪とも30%減圧させたときの或る速度における前輪と後輪の回転速度比である。

40

## 【0053】

図4に示されるように、各トルク領域（トルク領域1、トルク領域2、トルク領域3）において1本の平均線（トルク領域1の場合、平均線a）を求めた場合、この平均線aにより求められる正常内圧時における前輪と後輪の回転速度比DELn1と、前輪2輪30%減圧時における前輪と後輪の回転速度比DELdとの差d1が小さいため、減圧していると判定されずに未警報となる。これに対し、低速域内においてトルク領域毎（トルク領域1-1、1-2、1-3毎）に求めた平均線（太い破線Aで示される直線）を用いると、この平均線から求められる正常内圧時における前輪と後輪の回転速度比DELn2と、前輪2輪30%減圧時における前輪と後輪の回転速度比DELdとの差d2が大きいので、減圧していると判定することができる。

50

## 【0054】

図5は、図3と同様に、前輪と後輪とでタイヤの種類が異なる場合における、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転速度比との関係を模式的に示している。図5において、細い実線はすべての車両速度を対象として得られたデータに基づいて求めた各トルク領域（トルク領域1、トルク領域2、トルク領域3）で求めた前輪と後輪の回転速度比の平均値を結んだ平均線を示している。また、太い破線Aは低速域（例えば、 $\sim 100 \text{ km/h}$ ）で得られたデータに基づいて求めた各ホイールトルク領域（トルク領域1-1、1-2、1-3）の平均値を結んだ平均線であり、太い実線Bは中速域（例えば、 $100 \sim 150 \text{ km/h}$ ）で得られたデータに基づいて求めた各ホイールトルク領域（トルク領域2-1、2-2、2-3）の平均値を結んだ平均線であり、太い一点鎖線Cは高速域（例えば、 $150 \sim 200 \text{ km/h}$ ）で得られたデータに基づいて求めた各ホイールトルク領域（トルク領域2-1、2-2、2-3）の平均値を結んだ平均線である。また、DELdは前輪を2輪とも30%減圧させたときの或る速度における前輪と後輪の回転速度比である。

10

## 【0055】

図5に示されるように、各トルク領域（トルク領域1、トルク領域2、トルク領域3）における前輪と後輪の回転速度比の平均値を結ぶ1本の平均線を求めた場合、この平均線により求められる正常内圧時における前輪と後輪の回転速度比DELn1と、前輪2輪30%減圧時における前輪と後輪の回転速度比DELdとの差d1が小さいため、減圧していると判定されずに未警報となる。これに対し、各速度領域においてホイールトルク領域毎の平均を結んだ平均線（低速域の場合、トルク領域1-1、1-2、1-3毎の平均値を通る太い破線Aで示される線）を用いると、この平均線から求められる正常内圧時における前輪と後輪の回転速度比DELn2と、前輪2輪30%減圧時における前輪と後輪の回転速度比DELdとの差d2が大きいので、減圧していると判定することができる。

20

## 【0056】

ところで、ホイールトルクと前輪と後輪の回転速度比は、図6に示されるように、車両の前後方向加速度の大きさによって値が異なる。具体的に、前後方向加速度が大きくなるに従い、前輪と後輪の回転速度比も大きくなっている。本発明では、これを補正するために、図7に示されるように、前後方向加速度で補正する際に用いる補正係数を求める。図7において、縦軸はホイールトルク補正後の前輪と後輪の回転速度比であり、横軸は前後方向加速度である。ホイールトルク補正後の前輪と後輪の回転速度比は、次のようにして求めることができる。まず初期化時（正常内圧時）に、前輪と後輪の回転速度比とホイールトルクとをプロットして、例えば回帰直線を記憶する。その後、或るホイールトルクでの回帰直線上の点と、前輪と後輪の回転速度比との差をホイールトルク補正後の前輪と後輪の回転速度比とする。つまり、回帰直線からの変位（どれだけ乖離しているか）をホイールトルク補正後の前輪と後輪の回転速度比とする。

30

## 【0057】

そして、ホイールトルク補正後の前輪と後輪の回転速度比と、前後方向加速度とをプロットし、得られる直線（回帰直線）の傾きを補正係数とする。

ついで、ホイールトルク補正後の前輪と後輪の回転速度比を前後方向加速度で補正すると、図8に示されるように、ほぼ1本の直線になる。図8では、前後方向加速度による補正後の前輪と後輪の回転速度比（補正後の値）とホイールトルクをプロットしている。補正後の値は、以下の式（4）により求めることができる。

40

補正後の値＝ホイールトルク補正後の前輪と後輪の回転速度比－補正係数×前後方向加速度  
 $\dots\dots\dots (4)$

## 【0058】

初期化時に、この補正係数を求めておき、実走行時には、当該補正係数を用いて補正量（補正係数×前後方向加速度）を算出し、ホイールトルク補正後の前輪と後輪の回転速度比から補正量を減じることで補正後の値を算出する。算出された補正後の値が所定の閾値よりも大きい場合は、前輪の同軸二輪又は後輪の同軸二輪が減圧しているとして警報を発する。かかる閾値は、両前輪又は両後輪を正常内圧から例えば30%減圧した状態の実験

50

走行などにより予め求めることができる。

#### 【0059】

なお、本実施の形態では、初期化時に複数の速度領域毎に前記回帰直線（前輪と後輪の回転速度比とホイールトルクとの相関を示すもの）が引かれ、速度領域毎に補正係数が求められる。また、図4に示されるように、速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定する場合は、ホイールトルク領域毎に算出される前輪と後輪の回転速度比の平均値からの変位と前後方向加速度から前記補正係数が求められる。また、図5に示されるように、速度領域毎に複数のホイールトルク領域を設定し、ホイールトルク領域毎に算出される、ホイールトルクの平均値と前輪と後輪の回転速度比の平均値を結ぶ基準直線を求める場合は、当該基準直線からの変位と前後方向加速度から前記補正係数が求められる。

10

#### 【0060】

##### [実施例]

つぎに本発明の検出方法の実施例を説明するが、本発明はもとよりかかる実施例にのみ限定されるものではない。

#### 【0061】

F R車を用いて走行実験を行った。タイヤは前輪が255／35R19、後輪が285／30R19の夏タイヤであり、ドライバーを含めて2名が乗車した。走行条件は、正常内圧時においては、ホイールトルクの値がばらついて有効な回帰直線を求めることができるように、一般道で速度を変えながら走行した。

#### 【0062】

20

図9は、ホイールトルクと、前輪と後輪の回転速度比との関係を示す図である。前後方向加速度によって、前輪と後輪の回転速度比が異なる値となることが分かる。

図10は、図9に示される回帰直線によって補正した前輪と後輪の回転速度比（ホイールトルク補正後の前輪と後輪の回転速度比）と、ホイールトルクとの関係を示す図である。すなわち、或るホイールトルクに対し、前記回帰直線との差ないし変位をホイールトルク補正後の前輪と後輪の回転速度比とし、この回転速度比とホイールトルクとの関係を示している。

#### 【0063】

図11は、図10におけるホイールトルク補正後の前輪と後輪の回転速度比とホイールトルクとの関係を表す直線の傾きを補正係数とし、前記式(4)に従い、前後方向加速度による補正後の前輪と後輪の回転速度比（補正後の値）とホイールトルクとの関係を示している。図11より分かるように、すべてのトルク領域で、前輪と後輪の回転速度比が0近辺の値になる。したがって、これを基準値とし、この基準値からのずれの程度を判断基準とすることで、トルク及び前後方向加速度の影響を受けることなく、高精度にタイヤの減圧を判定することができる。例えば、F L輪及びF R輪を30%減圧させたときの前輪と後輪の回転速度比は、図11の直線のようなになる（実験走行により求めることができる）ため、閾値を0.25に設定すれば、前輪の同軸二輪の減圧を判定することができる。

30

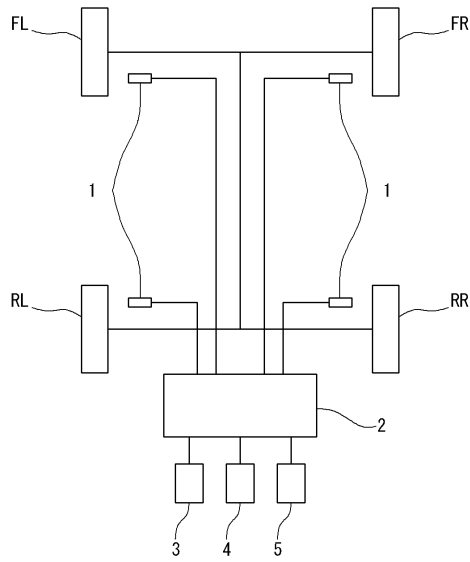
#### 【符号の説明】

#### 【0064】

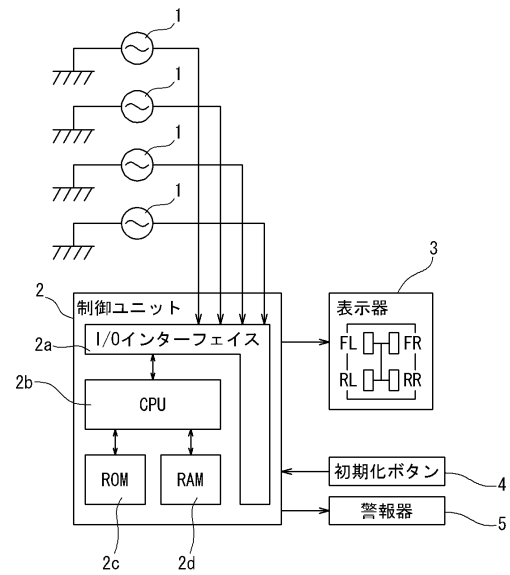
- 1 車輪速度検出手段（回転速度検出手段）
- 2 制御ユニット
- 2 a インターフェース
- 2 b C P U
- 2 c R O M
- 2 d R A M
- 3 表示器
- 4 初期化ボタン
- 5 警報器

40

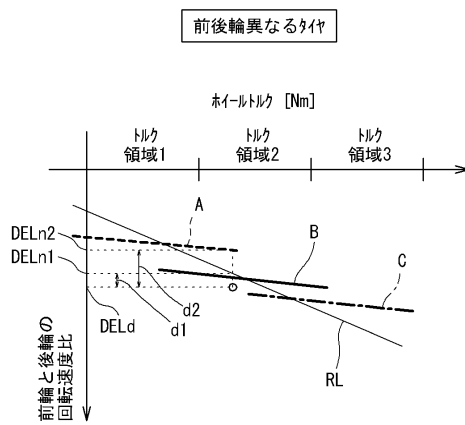
【図 1】



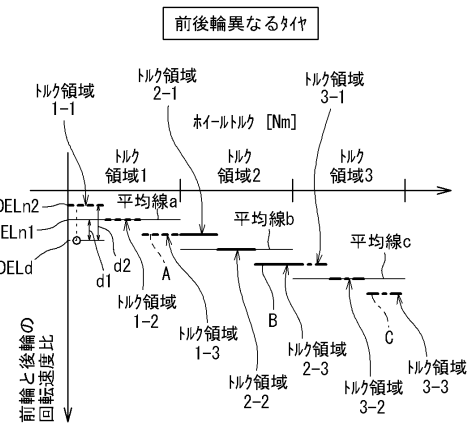
【図 2】



【図 3】

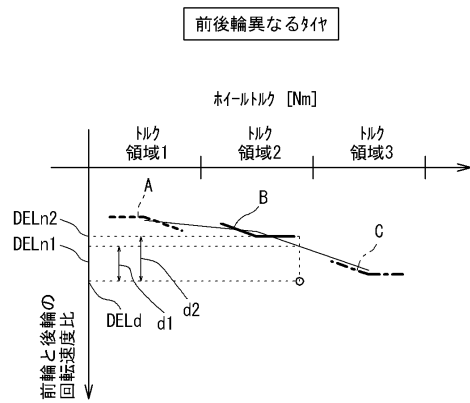


【図 4】

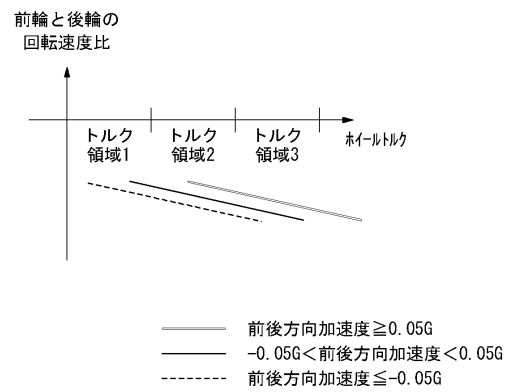




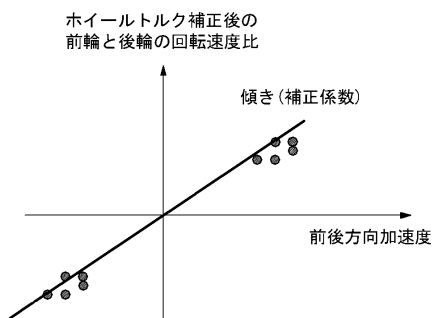
【図 5】



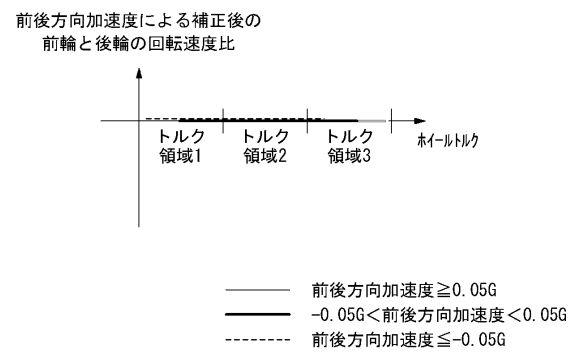
【図 6】



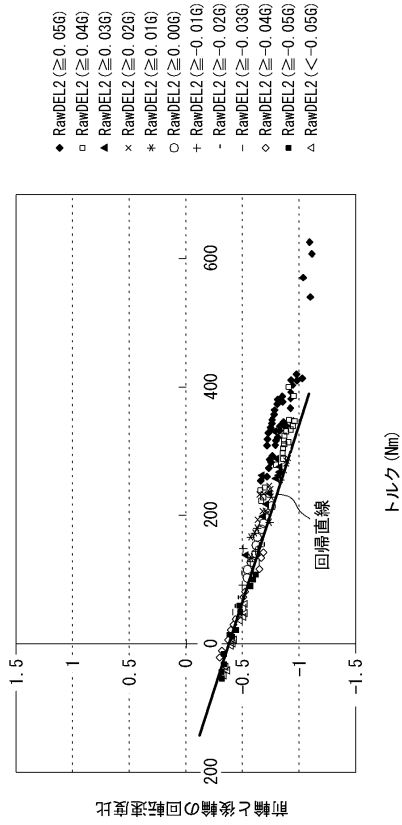
【図 7】



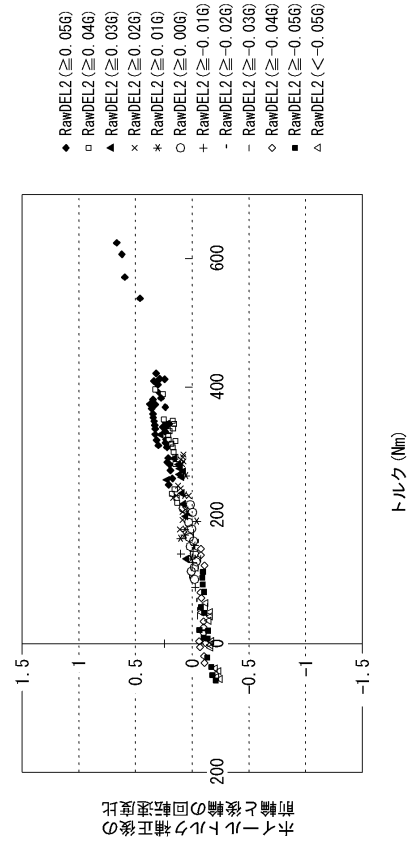
【図 8】



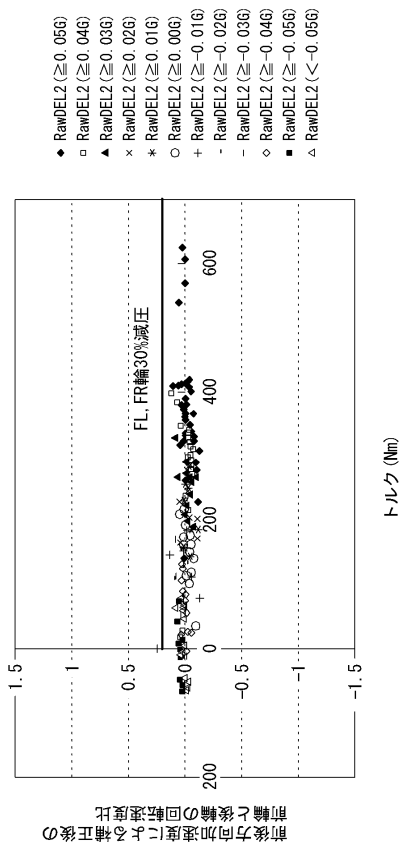
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-149837 (JP, A)  
米国特許第5561415 (US, A)  
特開2008-18940 (JP, A)  
特開2005-138714 (JP, A)  
特開2008-13104 (JP, A)  
特開2008-7098 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B60C 23/00 - 23/20  
G01L 17/00