

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-193705  
(P2013-193705A)

(43) 公開日 平成25年9月30日(2013.9.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B60G 17/016 (2006.01)</b>	B60G 17/016	3D034
<b>B62D 7/08 (2006.01)</b>	B62D 7/08 Z	3D235
<b>B60G 3/00 (2006.01)</b>	B60G 3/00	3D301
<b>B60G 17/015 (2006.01)</b>	B60G 17/015 Z	
<b>B60K 7/00 (2006.01)</b>	B60K 7/00	

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-66104 (P2012-66104)  
(22) 出願日 平成24年3月22日 (2012.3.22)

(71) 出願人 000006714  
横浜ゴム株式会社  
東京都港区新橋5丁目36番11号  
(74) 代理人 100089118  
弁理士 酒井 宏明  
(74) 代理人 100118762  
弁理士 高村 順  
(72) 発明者 丹野 篤  
神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株  
式会社平塚製造所内  
(72) 発明者 高口 紀貴  
神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株  
式会社平塚製造所内  
Fターム(参考) 3D034 BC02 BC25 BC26

最終頁に続く

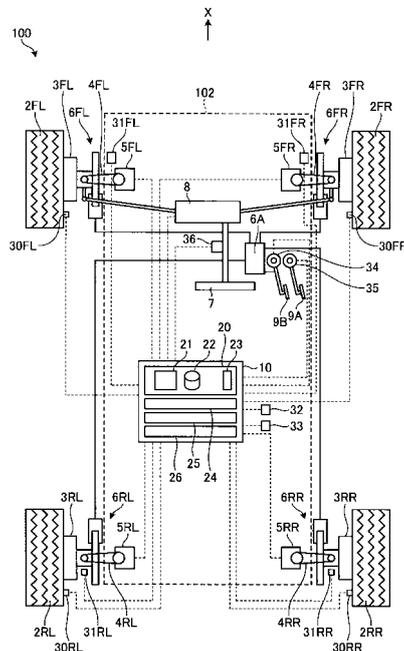
(54) 【発明の名称】 走行車両

(57) 【要約】

【課題】インホイールモータを有する走行車両において、コーナリング性能を向上させ、かつ、タイヤを長寿命化させること。

【解決手段】車体と、空気入りタイヤ及び空気入りタイヤを保持するホイールを有するタイヤホイール組立体と、ホイールと連結し、空気入りタイヤを回転させるインホイールモータユニットと、インホイールモータユニットを車体に取り付けるサスペンション機構と、車体に対するタイヤホイール組立体のキャンパー角を調整するキャンパー角調整機構と、キャンパー角調整機構を制御するキャンパー角制御装置と、を含み、キャンパー角制御装置は、キャンパー角調整機構で旋回外輪のキャンパー角を可変とすることを特徴とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

車体と、  
空気入りタイヤ及び前記空気入りタイヤを保持するホイールを有するタイヤホイール組立体と、  
前記ホイールと連結し、前記空気入りタイヤを回転させるインホイールモータユニットと、  
前記インホイールモータユニットを前記車体に取り付けるサスペンション機構と、  
前記車体に対する前記タイヤホイール組立体のキャンバー角を調整するキャンバー角調整機構と、  
前記キャンバー角調整機構を制御するキャンバー角制御装置と、を含み、  
前記キャンバー角制御装置は、前記キャンバー角調整機構で旋回外輪のキャンバー角を可変とすることを特徴とする走行車両。

10

## 【請求項 2】

前記空気入りタイヤは、タイヤ幅方向におけるトレッド部の最大の曲率半径が、タイヤ呼び幅の 1.0 倍以上 2.5 倍以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の走行車両。

## 【請求項 3】

前記空気入りタイヤは、空気圧を 300 kPa とし、6 kN 荷重とした状態のフットプリントの最大接地幅が、空気圧を 300 kPa とし、3 kN 荷重とした状態のフットプリントの最大接地幅の 110% 以上となることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の走行車両。

20

## 【請求項 4】

車両重量が 2000 kg 以下であり、  
前記空気入りタイヤは、標準空気圧が 300 kPa 以上であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の走行車両。

## 【請求項 5】

前記キャンバー角調整機構は、前記キャンバー角の調整範囲が基準方向を基準としてポジティブ方向に 5° 以上であり、かつ、ネガティブ方向に 5° 以上であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の走行車両。

## 【請求項 6】

前記キャンバー角調整機構は、左右の前記タイヤホイール組立体に連結して当該左右の前記タイヤホイール組立体のキャンバー角を連動して変動させるリンク機構を有し、  
前記左右の前記タイヤホイール組立体のキャンバー角を同位相で変動させることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の走行車両。

30

## 【請求項 7】

前記キャンバー角調整機構は、左右の前記タイヤホイール組立体にそれぞれ連結し、互いに独立して前記タイヤホイール組立体のキャンバー角を変動させる機構を有することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の走行車両。

## 【請求項 8】

前記キャンバー角制御装置は、旋回外輪側となる前記タイヤホイール組立体のキャンバー角のみを変動させることを特徴とする請求項 7 に記載の走行車両。

40

## 【請求項 9】

前記キャンバー角制御装置は、旋回外輪側となる前記タイヤホイール組立体のキャンバー角を、旋回内輪側となる前記タイヤホイール組立体のキャンバー角よりも大きい角度とすることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の走行車両。

## 【請求項 10】

前記タイヤホイール組立体のステア角を調整するステア角調整装置をさらに有することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の走行車両。

## 【請求項 11】

前記ステア角調整装置は、旋回加速度が 0.2 G 以下の場合、前記タイヤホイール組立

50

体のステア角を変動させず、旋回加速度が  $0.2G$  を超えた場合、前記タイヤホイール組立体のステア角を変動させ、

前記キャンバー角制御装置は、旋回加速度が  $0.2G$  以下の場合、操舵角に対応させて前記キャンバー角を変動させ、旋回加速度が  $0.2G$  を超えた場合、前記ステア角の変動を加味して、前記キャンバー角を変動させることを特徴とする請求項 10 に記載の走行車両。

【請求項 12】

前記ステア角調整装置は、操舵角が閾値以下の場合、前記タイヤホイール組立体のステア角を変動させず、操舵角が閾値を超えた場合、前記タイヤホイール組立体のステア角を変動させ、

前記キャンバー角制御装置は、操舵角が閾値以下の場合、操舵角に対応させて前記キャンバー角を変動させ、操舵角が閾値を超えた場合、前記ステア角の変動を加味して、前記キャンバー角を変動させることを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の走行車両。

【請求項 13】

前記キャンバー角調整機構は、前後の前記タイヤホイール組立体に連結して当該前後の前記タイヤホイール組立体のキャンバー角を連動して変動させるリンク機構を有し、

前記前後の前記タイヤホイール組立体のキャンバー角を同位相で変動させることを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の走行車両。

【請求項 14】

前記インホイールモータユニットを制御するモータ制御装置を有し、

前記モータ制御装置は、前記キャンバー角制御装置で制御したキャンバー角に基づいて、左右輪の前記インホイールモータユニットのトルクを制御することを特徴とする請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の走行車両。

【請求項 15】

前記タイヤホイール組立体に対応して配置されたブレーキアクチュエータと、

前記ブレーキアクチュエータを制御するブレーキ制御装置と、を有し、

前記ブレーキ制御装置は、前記空気入りタイヤにかかる制動力が  $0.2G$  以下の場合、前記ブレーキアクチュエータで制動力を付与せず、制動力が  $0.2G$  より大きい場合、前記ブレーキアクチュエータで制動力を付与し、

前記モータ制御装置は、前記空気入りタイヤにかかる制動力が  $0.2G$  以下の場合、前記インホイールモータユニットを回生させ、制動力が  $0.2G$  より大きい場合、前記ブレーキアクチュエータで発生した制動力を加味して回生させることを特徴とする請求項 14 に記載の走行車両。

【請求項 16】

前記キャンバー角制御装置は、走行速度に基づいて、前記タイヤホイール組立体のキャンバー角を調整することを特徴とする請求項 1 から 15 のいずれか一項に記載の走行車両。

【請求項 17】

前記空気入りタイヤの空気圧を調整する空気圧調整装置と、

前記空気圧調整装置で走行中に前記空気圧を変化させる空気圧制御装置と、をさらに有することを特徴とする請求項 1 から 16 のいずれか一項に記載の走行車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インホイールモータで空気入りタイヤを回転させる走行車両に関する。

【背景技術】

【0002】

走行車両として、車体に対する空気入りタイヤの取付角、いわゆるキャンバー角を制御する技術が提案されている（例えば、特許文献 1～3 等）。また、走行車両として、空気入りタイヤに連結したインホイールモータを駆動源に用いる技術も提案されている（例え

10

20

30

40

50

ば、特許文献 1、2 等)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 162313 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 162314 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 118338 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

近年は、走行性能の向上や装置コストの低減のために、コーナリング性能を向上させ、かつ、タイヤを長寿命化させることが望まれている。本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、インホイールモータを有する走行車両において、コーナリング性能を向上させ、かつ、タイヤを長寿命化させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、走行車両であって、車体と、空気入りタイヤ及び前記空気入りタイヤを保持するホイールを有するタイヤホイール組立体と、前記ホイールと連結し、前記空気入りタイヤを回転させるインホイールモータユニットと、前記インホイールモータユニットを前記車体に取り付けるサスペンション機構と、前記車体に対する前記タイヤホイール組立体のキャンパー角を調整するキャンパー角調整機構と、前記キャンパー角調整機構を制御するキャンパー角制御装置と、を含み、前記キャンパー角制御装置は、前記キャンパー角調整機構で旋回外輪のキャンパー角を可変とすることを特徴とする。

20

【0006】

また、前記空気入りタイヤは、タイヤ幅方向におけるトレッド部の最大の曲率半径が、タイヤ呼び幅の 1.0 倍以上 2.5 倍以下であることが好ましい。

【0007】

また、前記空気入りタイヤは、空気圧を 300 kPa とし、6 kN 荷重とした状態のフットプリントの最大接地幅が、空気圧を 300 kPa とし、3 kN 荷重とした状態のフットプリントの最大接地幅の 110% 以上となることが好ましい。

30

【0008】

また、車両重量が 2000 kg 以下であり、前記空気入りタイヤは、標準空気圧が 300 kPa 以上であることが好ましい。

【0009】

また、前記キャンパー角調整機構は、前記キャンパー角の調整範囲が基準方向を基準としてポジティブ方向に 5° 以上であり、かつ、ネガティブ方向に 5° 以上であることが好ましい。

【0010】

また、前記キャンパー角調整機構は、左右の前記タイヤホイール組立体に連結して当該左右の前記タイヤホイール組立体のキャンパー角を連動して変動させるリンク機構を有し、前記左右の前記タイヤホイール組立体のキャンパー角を同位相で変動させることが好ましい。

40

【0011】

また、前記キャンパー角調整機構は、左右の前記タイヤホイール組立体にそれぞれ連結し、互いに独立して前記タイヤホイール組立体のキャンパー角を変動させる機構を有することが好ましい。

【0012】

また、前記キャンパー角制御装置は、旋回外輪側となる前記タイヤホイール組立体のキャンパー角のみを変動させることが好ましい。

【0013】

50

また、前記キャンバー角制御装置は、旋回外輪側となる前記タイヤホイール組立体のキャンバー角を、旋回内輪側となる前記タイヤホイール組立体のキャンバー角よりも大きい角度とすることが好ましい。

【0014】

また、前記タイヤホイール組立体のステア角を調整するステア角調整装置をさらに有することが好ましい。

【0015】

また、前記ステア角調整装置は、旋回加速度が0.2G以下の場合、前記タイヤホイール組立体のステア角を変動させず、旋回加速度が0.2Gを超えた場合、前記タイヤホイール組立体のステア角を変動させ、前記キャンバー角制御装置は、旋回加速度が0.2G以下の場合、操舵角に対応させて前記キャンバー角を変動させ、旋回加速度が0.2Gを超えた場合、前記ステア角の変動を加味して、前記キャンバー角を変動させることが好ましい。

10

【0016】

また、前記ステア角調整装置は、操舵角が閾値以下の場合、前記タイヤホイール組立体のステア角を変動させず、操舵角が閾値を超えた場合、前記タイヤホイール組立体のステア角を変動させ、前記キャンバー角制御装置は、操舵角が閾値以下の場合、操舵角に対応させて前記キャンバー角を変動させ、操舵角が閾値を超えた場合、前記ステア角の変動を加味して、前記キャンバー角を変動させることが好ましい。

【0017】

また、前記キャンバー角調整機構は、前後の前記タイヤホイール組立体に連結して当該前後の前記タイヤホイール組立体のキャンバー角を連動して変動させるリンク機構を有し、前記前後の前記タイヤホイール組立体のキャンバー角を同位相で変動させることが好ましい。

20

【0018】

また、前記インホイールモータユニットを制御するモータ制御装置を有し、前記モータ制御装置は、前記キャンバー角制御装置で制御したキャンバー角に基づいて、左右輪の前記インホイールモータユニットのトルクを制御することが好ましい。

【0019】

また、前記タイヤホイール組立体に対応して配置されたブレーキアクチュエータと、前記ブレーキアクチュエータを制御するブレーキ制御装置と、を有し、前記ブレーキ制御装置は、前記空気入りタイヤにかかる制動力が0.2G以下の場合、前記ブレーキアクチュエータで制動力を付与せず、制動力が0.2Gより大きい場合、前記ブレーキアクチュエータで制動力を付与し、前記モータ制御装置は、前記空気入りタイヤにかかる制動力が0.2G以下の場合、前記インホイールモータユニットを回生させ、制動力が0.2Gより大きい場合、前記ブレーキアクチュエータで発生した制動力を加味して回生させることが好ましい。

30

【0020】

また、前記キャンバー角制御装置は、走行速度に基づいて、前記タイヤホイール組立体のキャンバー角を調整することが好ましい。

40

【0021】

また、前記空気入りタイヤの空気圧を調整する空気圧調整装置と、前記空気圧調整装置で走行中に前記空気圧を変化させる空気圧制御装置と、をさらに有することが好ましい。

【発明の効果】

【0022】

本発明は、インホイールモータを有する走行車両において、コーナリング性能を向上させ、かつ、タイヤを長寿命化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は、本実施形態に係る走行車両を備える車両の一例を示す概略図である。

50

【図 2】図 2 は、本実施形態に係る走行車両が備える車輪及びインホイールモータユニットを示す説明図である。

【図 3】図 3 は、本実施形態に係る走行車両が備えるキャンバー角調整機構を示す説明図である。

【図 4】図 4 は、コーナリングパワーとスリップ角とキャンバー角との関係を説明するための説明図である。

【図 5】図 5 は、キャンバー角調整機構の他の例を示す説明図である。

【図 6】図 6 は、キャンバー角調整機構の他の例を示す説明図である。

【図 7】図 7 は、空気入りタイヤの一例の子午断面を示す説明図である。

【図 8】図 8 は、空気入りタイヤの他の例の子午断面を示す説明図である。

【図 9】図 9 は、サスペンション機構の他の例を示す説明図である。

【図 10】図 10 は、他の例の走行車両が備える空気圧調整機構と空気圧制御装置の概略構成を示す説明図である。

【図 11】図 11 は、図 10 に記載したホイールを示す説明図である。

【図 12】図 12 は、図 10 に記載したホイールを示す説明図である。

【図 13】図 13 は、図 10 に記載したホイールを示す説明図である。

【図 14】図 14 は、本実施形態に係る走行車両の制御ユニットによる走行制御の一例を示すフローチャートである。

【図 15】図 15 は、本実施形態に係る走行車両の制御ユニットによる走行制御の一例を示すフローチャートである。

【図 16】図 16 は、本実施形態に係る走行車両の制御ユニットによる走行制御の一例を示すフローチャートである。

【図 17】図 17 は、本実施形態に係る走行車両の制御ユニットによる走行制御の一例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】

【0024】

以下、本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。

【0025】

図 1 は、本実施形態に係る走行車両を備える車両の一例を示す概略図である。図 1 において、走行車両（以下単に車両という。）100 は、図 1 の矢印 X 方向に前進するものとする。車両 100 が前進する方向は、車両 100 の運転者が座る運転席からステアリングホイール 7 へ向かう方向である。左右の区別は、車両 100 の前進する方向（図 1 の矢印 X 方向）を基準とする。すなわち、「左」とは、車両 100 の前進する方向に向かって左側をいい、「右」とは、車両 100 の前進する方向に向かって右側をいう。また、車両 100 の前後は、車両 100 が前進する方向を前とし、車両 100 が後進する方向、すなわち車両 100 が前進する方向とは反対の方向を後とする。また、「下」とは、重力の作用方向側をいい、「上」とは、重力の作用方向とは反対側をいう。

【0026】

まず、車両 100 の全体構成を説明する。車両 100 は、車体 102 と、左側前輪 2FL、右側前輪 2FR、左側後輪 2RL 及び右側後輪 2RR の 4 個の車輪（タイヤホイール組立体）と、4 個の車輪に対応して配置されたインホイールモータユニット 3FL、3FR、3RL、3RR と、サスペンション機構 4FL、4FR、4RL、4RR と、キャンバー角調整機構 5FL、5FR、5RL、5RR と、制動装置 6FL、6FR、6RL、6RR と、を有する。また、車両 100 は、ステアリングホイール 7 と、ステアリングギアボックス 8 と、アクセルペダル 9A と、ブレーキペダル 9B と、制御ユニット 10 と、を有する。また、車両 100 は、各種センサとして、圧力センサ 30、30FL、30FR、30RL、30RR、車輪回転速度センサ 31FL、31FR、31RL、31RR

10

20

30

40

50

と、車速センサ 3 2 と、加速度センサ 3 3 と、操舵角センサ 3 6 と、を有する。車両 1 0 0 は、上記構成に加え、各部に電力を供給するバッテリーや、通常車両が備える各種機構を備えている。車体 1 0 2 は、車両 1 0 0 を構成する各部を支持している。

【 0 0 2 7 】

車両 1 0 0 は、インホイールモータユニット 3 F L、3 F R、3 R L、3 R R を動力発生手段としている。本実施形態において、車両 1 0 0 は、インホイールモータユニット 3 F L、3 F R、3 R L、3 R R が対応する左側前輪 2 F L、右側前輪 2 F R、左側後輪 2 R L 及び右側後輪 2 R R を回転させることで、車両を走行させる。

【 0 0 2 8 】

車両 1 0 0 は、左側前輪 2 F L に対応してインホイールモータユニット 3 F L と、サスペンション機構 4 F L と、キャンパ―角調整機構 5 F L と、制動装置 6 F L と、が配置されている。車両 1 0 0 は、右側前輪 2 F R に対応してサスペンション機構 4 F R と、キャンパ―角調整機構 5 F R と、制動装置 6 F R と、が配置されている。車両 1 0 0 は、左側後輪 2 R L に対応して、サスペンション機構 4 R L と、キャンパ―角調整機構 5 R L と、制動装置 6 R L と、が配置されている。車両 1 0 0 は、右側後輪 2 R R に対応して、サスペンション機構 4 R R と、キャンパ―角調整機構 5 R R と、制動装置 6 R R と、が配置されている。

【 0 0 2 9 】

インホイールモータユニット 3 F L は、左側前輪 2 F L に連結され、左側前輪 2 F L を回転させる。サスペンション機構 4 F L は、一部が車体 1 0 2 に固定されており、インホイールモータユニット 3 F L を車体 1 0 2 に対して上下方向に移動可能な状態で支持している。キャンパ―角調整機構 5 F L は、サスペンション機構 4 F L の一部を移動させることで、車体 1 0 2 に対する左側前輪 2 F L のキャンパ―角を調整する機構である。右側前輪 2 F R、左側後輪 2 R L 及び右側後輪 2 R R に対応する各部の構成も同様である。左側前輪 2 F L、右側前輪 2 F R、左側後輪 2 R L 及び右側後輪 2 R R と、インホイールモータユニット 3 F L、3 F R、3 R L、3 R R と、サスペンション機構 4 F L、4 F R、4 R L、4 R R と、キャンパ―角調整機構 5 F L、5 F R、5 R L、5 R R と、制動装置 6 F L、6 F R、6 R L、6 R R と、具体的な構成については後述する。

【 0 0 3 0 】

車両 1 0 0 の左側前輪 2 F L 及び右側前輪 2 F R は、車両 1 0 0 の駆動輪であるとともに、操舵輪としても機能する。また、左側後輪 2 R L 及び右側後輪 2 R R は車両 1 0 0 の駆動輪である。このように車両 1 0 0 は、4 W D ( 4 Wheel Drive : 4 輪駆動 ) 形式であり、前輪操舵とである。なお、車両 1 0 0 の駆動、操舵の関係はこれに限定されない。車両 1 0 0 は、前輪のみにインホイールモータユニットを配置した前輪駆動としてもよいし、後輪のみにインホイールモータユニットを配置した後輪駆動としてもよい。また、車両 1 0 0 は、操舵輪を後輪としてもよいし、四輪としてもよい。また、車両 1 0 0 は、各駆動輪の駆動力を変更することにより、車両 1 0 0 の旋回性能を制御したり、車両 1 0 0 の走行安定性を向上させたりできる駆動システムを備えていてもよい。

【 0 0 3 1 】

車両 1 0 0 は、運転者によるステアリングホイール 7 の操作を、ステアリングギアボックス 8 を介して左側前輪 2 F L 及び右側前輪 2 F R に伝達される。このようにして、左側前輪 2 F L 及び右側前輪 2 F R が操舵される。左側前輪 2 F L 及び右側前輪 2 F R 及び左側後輪 2 R L 及び右側後輪 2 R R には、それぞれ制動装置 6 F L、6 F R、6 R L、6 R R が設けられる。それぞれの制動装置 6 F L、6 F R、6 R L、6 R R は、ブレーキ配管によってブレーキアクチュエータ 6 A と接続されている。ブレーキアクチュエータ 6 A は、車両 1 0 0 の運転者がブレーキペダル 9 B を踏み込むことにより発生する入力を、ブレーキ配管内のブレーキ油を介してそれぞれの制動装置 6 F L、6 F R、6 R L、6 R R へ伝達する。そして、制動装置 6 F L、6 F R、6 R L、6 R R は、伝達された入力によって左側前輪 2 F L 及び右側前輪 2 F R 及び左側後輪 2 R L 及び右側後輪 2 R R に制動力を発生させる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 2 】

車両 1 0 0 は、走行条件を取得するための各種センサ類として、上述したように、空気圧センサ 3 0 F L、3 0 F R、3 0 R L、3 0 R R、車輪回転速度センサ 3 1 F L、3 1 F R、3 1 R L、3 1 R R、車速センサ 3 2、加速度センサ 3 3、ブレーキセンサ 3 4、アクセル開度センサ 3 5 及び操舵角センサ 3 6 である。空気圧センサ 3 0 F L、3 0 F R、3 0 R L、3 0 R R は、左側前輪 2 F L、右側前輪 2 F R、左側後輪 2 R L 及び右側後輪 2 R R それぞれが有する空気入りタイヤの空気圧を検出する。車輪回転速度センサ 3 1 F L、3 1 F R、3 1 R L、3 1 R R は、左側前輪 2 F L、右側前輪 2 F R、左側後輪 2 R L、右側後輪 2 R R の回転速度を検出する。車速センサ 3 2 は、車両 1 0 0 が走行する速度（車速）を検出する。加速度センサ 3 3 は、車両 1 0 0 の加速度（前後方向の加速度、横方向、すなわち前後方向と直交する方向の加速度）を検出する。加速度センサ 3 3 により、車両 1 0 0 が加速状態であるか減速状態であるか、車両が旋回中であるか否か等が検出される。ブレーキセンサ 3 4 は、ブレーキペダル 9 B への操作量を検出する。アクセル開度センサ 3 5 は、アクセルペダル 9 A への操作量を検出する。操舵角センサ 3 6 は、ステアリングホイール 7 への操作量から、操舵輪、すなわち左側前輪 2 F L 及び右側前輪 2 F R の操舵角を検出する。

10

## 【 0 0 3 3 】

次に、制御ユニット 1 0 は、車両 1 0 0 の各部を制御する演算処理部であり、キャンバール角制御装置 2 0 と、ステア角制御装置 2 4 と、モータ制御装置 2 5 と、ブレーキ制御装置 2 6 と、を有する。制御ユニット 1 0 は、車両 1 0 0 の走行条件を取得するための各種センサ類及び制御する対象の各機構に接続される。

20

## 【 0 0 3 4 】

キャンバール角制御装置 2 0 は、車両 1 0 0 の速度、加速度、ステア角、操舵角、その他の車両 1 0 0 の走行条件に基づいて、左側前輪 2 F L、右側前輪 2 F R、左側後輪 2 R L 及び右側後輪 2 R R のキャンバール角を変更する。キャンバール角制御装置 2 0 は、例えば、処理部 2 1 と、記憶部 2 2 と、入出力部 2 3 とを有する。

## 【 0 0 3 5 】

処理部 2 1 は、例えば C P U (Central Processing Unit) であり、記憶部 2 2 は、例えば R A M (Random Access Memory)、R O M (Read Only Memory) 等を組み合わせたものである。処理部 2 1 は、記憶部 2 2 に記憶されている、本実施形態に係る走行制御を実現するためのコンピュータプログラム及びデータに従って、本実施形態に係る走行制御を実行する。記憶部 2 2 は、本実施形態に係る走行制御を実現するためのコンピュータプログラム及びデータ等を記憶する。入出力部 2 3 は、車両 1 0 0 の走行条件を取得するための各種センサ類及びキャンバール角調整装置 5 F L、5 F R、5 R L、5 R R と接続される。前記走行条件は、入出力部 2 3 を介して処理部 2 1 及び記憶部 2 2 が取得する。処理部 2 1 は、入出力部 2 3 を介して制御信号をキャンバール角調整装置 5 F L、5 F R、5 R L、5 R R へ送信する。キャンバール角調整装置 5 F L、5 F R、5 R L、5 R R は、キャンバール角制御装置 2 0 から出力された制御信号に基づいて対応する車輪のキャンバール角を変更する。

30

## 【 0 0 3 6 】

ステア角制御装置 2 4 は、操舵角センサ 3 6 で検出した操舵角、キャンバール角、車両 1 0 0 の速度、加速度、その他車両 1 0 0 の走行条件に基づいて、左側前輪 2 F L 及び右側前輪 2 F R、つまり操舵輪のステア角を変更する。ステア角制御装置 2 4 は、キャンバール角制御装置 2 0 と同様に処理部と、記憶部と、入出力部とを有する。ステア角制御装置 2 4 は、各種条件に基づいてステア角を算出し、算出したステア角に基づいてステアリングギアボックス 8 を制御し、左側前輪 2 F L 及び右側前輪 2 F R のステア角を変更する。

40

## 【 0 0 3 7 】

モータ制御装置 2 5 は、アクセル開度センサ 3 5 で検出したアクセル開度、車両 1 0 0 の速度、加速度、各車両のキャンバール角、その他車両 1 0 0 の走行条件に基づいて、インホイールモータユニット 3 F L、3 F R、3 R L、3 R R を制御する。モータ制御装置 2

50

5は、キャンパー角制御装置20と同様に処理部と、記憶部と、入出力部とを有する。モータ制御装置25は、各種条件に基づいて、インホイールモータユニット3FL、3FR、3RL、3RRの回転数、トルク等の駆動条件を算出し、算出した駆動条件に基づいてインホイールモータユニット3FL、3FR、3RL、3RRを制御し、左側前輪2FL、右側前輪2FR、左側後輪2RL及び右側後輪2RRの4輪の駆動条件を変更する。これにより、車両100は、左側前輪2FL、右側前輪2FR、左側後輪2RL及び右側後輪2RRの回転を制御することができ、加速、減速が可能となる。

#### 【0038】

ブレーキ制御装置26は、ブレーキセンサ34で検出したブレーキ操作量、車両100の速度、加速度、各車両のキャンパー角、その他車両100の走行条件に基づいて、ブレーキアクチュエータ6Aを制御する。ブレーキ制御装置26は、キャンパー角制御装置20と同様に処理部と、記憶部と、入出力部とを有する。ブレーキ制御装置26は、各種条件に基づいて、ブレーキアクチュエータ6Aの制動装置6FL、6FR、6RL、6RRに供給する油圧の条件を算出し、算出した駆動条件に基づいてブレーキアクチュエータ6Aを制御し、制動装置6FL、6FR、6RL、6RRから左側前輪2FL、右側前輪2FR、左側後輪2RL及び右側後輪2RRの4輪に付与する制動力を変更する。これにより、車両100は、左側前輪2FL、右側前輪2FR、左側後輪2RL及び右側後輪2RRに付与する制動力を制御することができ、減速が可能となる。

#### 【0039】

次に、図2から図4を用いて、車輪、インホイールモータユニット、サスペンション機構及びキャンパー角調整機構について説明する。なお、左側前輪2FL、右側前輪2FR、左側後輪2RL及び右側後輪2RRは、操舵輪であるか否かの違いはあるが、基本的に同様の構成である。以下、車輪の位置に関係がない構成については、各部を車輪2、インホイールモータユニット60、サスペンション機構4、キャンパー角調整機構5及び制動装置6として説明する。図2は、本実施形態に係る走行車両が備える車輪及びインホイールモータユニットを示す説明図である。図3は、本実施形態に係る走行車両が備えるキャンパー角調整機構を示す説明図である。

#### 【0040】

車両100は、図2及び図3に示す車輪2、インホイールモータユニット60、サスペンション機構4、キャンパー角調整機構5及び制動装置6を1つのユニットとして、車体102の4箇所に配置されている。また、本件では、車両走行時に、車両のインホイールモータユニット60のローター60R、ホイール2Fおよび空気入りタイヤ2Tと共に回転する系を回転系と呼び、車両のインホイールモータユニット60のステーター60Sおよび車体側の系を静止系と呼ぶ。

#### 【0041】

車輪2は、ホイール2Fと空気入りタイヤ2Tとを有するタイヤホイール組立体である。車輪2は、空気入りタイヤ2Tとホイール2Fとの間で閉じられた空間が気室となり、所定の空気圧の空気が充填されている。ホイール2Fは、空気入りタイヤ2Tと対面する面がリムとなる。ホイール2Fには、空気圧センサ30が配置されている。

#### 【0042】

インホイールモータユニット60は、ホイール2Fと空気入りタイヤ2Tを回転する駆動源である。インホイールモータユニット60は、空気入りタイヤ2Tのハブユニットとしても機能も備える。

#### 【0043】

インホイールモータユニット60は、ローター60Rがステーター60Sの外側に配置される、アウトローター型の電動機である。インホイールモータユニット60は、サスペンション機構4に取り付けられる、いわゆるインホイールモータ方式で用いられる。ローター60Rは、環状の構造体であるローターケース61と、ローターケース61の内周部に取り付けられる永久磁石62とを含む。永久磁石62は、S極とN極とがローターケース61の周方向に向かって交互に配置される。ローターケース61の中心部にはシャフ

10

20

30

40

50

ト 6 5 が取り付けられている。

【 0 0 4 4 】

ステーター 6 0 S は、ローター 6 0 R が有する永久磁石 6 2 の内側に配置される。ステーター 6 0 S は、複数のコイル 6 3 がステーター本体 6 4 の外周部に設けられている。ステーター本体 6 4 は、中心部に軸受 6 6 を有する。上述したシャフト 6 5 は、軸受 6 6 を介してステーター本体 6 4 に支持される。このような構造により、ローター 6 0 R は、回転軸を中心として、ステーター本体 6 4 の周りを回転できるようになっている。本実施形態においては、ローター 6 0 R のシャフト 6 5 に、ホイール 2 F が取り付けられる。

【 0 0 4 5 】

ここで、制動装置 6 は、回転子と固定子とを有する。制動装置 6 の回転子（ブレーキローター）は、シャフト 6 5 のホイール 2 F と連結されている側とは反対側に連結されている。制動装置 6 の固定子（ブレーキキャリパ）は、静止系（例えば、ステータ 6 0 S）に固定されている。制動装置 6 は、回転子と固定子とを接触させることで、ローター 6 0 R の回転を抑制させる方向の力を付与し、制動力を発生させる。また、ブレーキアクチュエータ 6 A は、制動装置 6 の回転子と固定子とを接触させる際の力を制御することで、制動力の大きさを制御することができる。

10

【 0 0 4 6 】

サスペンション機構 4 は、静止系であり、インホイールモータユニット 6 0 のステーター 6 0 S と車体 1 0 2 とに連結されている。本実施形態のサスペンション機構 4 は、いわゆるダブルウィッシュボーン式サスペンションであり、図 3 に示すようにロアアーム 7 0 と、アッパーアーム 7 2 と、連結シャフト 7 6 と、を有する。また、サスペンション機構 4 は、ロアアーム 7 0 と車体 1 0 2 とに接続されたショックアブソーバも有する。

20

【 0 0 4 7 】

ロアアーム 7 0 は、一方の端部がジョイント 7 4 でステーター 6 0 S のステーター本体 6 4 の鉛直方向下側の部分と連結され、他方の端部がジョイント 7 8 で連結シャフト 7 6 に連結されている。ジョイント 7 4 は、ロアアーム 7 0 とステーター本体 6 4 とを図 3 の紙面前後方向、つまり車両 1 0 0 の前後方向を軸として回転可能な状態で連結している。ジョイント 7 8 は、ロアアーム 7 0 と連結シャフト 7 6 とを図 3 の紙面前後方向、つまり車両 1 0 0 の前後方向を軸として回転可能な状態で連結している。ロアアーム 7 0 は、鉛直方向上側の面にショックアブソーバが連結されている。ショックアブソーバは、鉛直方向上側の端部が車体 1 0 2 に連結されている。ショックアブソーバは、車輪 2 と車体 1 0 2 との間で伝達する鉛直方向の力を減衰させる。

30

【 0 0 4 8 】

アッパーアーム 7 2 は、一方の端部がジョイント 7 5 でステーター 6 0 S のステーター本体 6 4 の鉛直方向上側の部分と連結され、他方の端部がジョイント 7 7 で連結シャフト 7 6 に連結されている。アッパーアーム 7 2 は、ロアアーム 7 0 と対面して、ロアアーム 7 0 よりも鉛直方向上側に配置されている。ジョイント 7 5 は、アッパーアーム 7 2 とステーター本体 6 4 とを図 3 の紙面前後方向、つまり車両 1 0 0 の前後方向を軸として回転可能な状態で連結している。ジョイント 7 7 は、アッパーアーム 7 2 と連結シャフト 7 6 とを図 3 の紙面前後方向、つまり車両 1 0 0 の前後方向を軸として回転可能な状態で連結している。

40

【 0 0 4 9 】

連結シャフト 7 6 は、ジョイント 7 8 を介してロアアーム 7 0 と連結され、ジョイント 7 7 を介してアッパーアーム 7 2 と連結されている。連結シャフト 7 6 は、ジョイント 7 7 とジョイント 7 8 とを距離が一定の位置に支持している。連結シャフト 7 6 は、固定端 7 9 が車体 1 0 2 に図 3 の紙面前後方向、つまり車両 1 0 0 の前後方向を軸として回転可能な状態で連結されている。つまり、連結シャフト 7 6 は、固定端 7 9 を支点として、矢印方向に回動可能な状態で支持されている。

【 0 0 5 0 】

キャンバー角調整機構 5 は、車体 1 0 2 の所定位置に固定されている固定部 8 0 と、固

50

定部 80 に対して移動可能な稼働部 82 と、を有する。稼働部 82 は、連結シャフト 76 に連結されている。キャンバール角調整機構 5 は、稼働部 82 を移動させることで、連結シャフト 76 を矢印方向に移動させることができる。また、キャンバール角調整機構 5 は、連結シャフト 76 を矢印方向に移動させることで、連結シャフト 76 に連結しているロアアーム 70 とアップアーム 72 とを移動させ、ロアアーム 70 とアップアーム 72 とに連結されているインホイールモータユニット 60 及び車輪を矢印方向に回動させることができる。このように、キャンバール角調整機構 5 は、インホイールモータユニット 60 及び車輪を矢印方向に回動させることで、車体 102 に対するインホイールモータユニット 60 及び車輪の角度であるキャンバール角 を変更することができる。ここで、本実施形態では、車体 102 の上下方向に平行な位置におけるキャンバール角 が 0 となり、図 3 に示すように、車輪の上側が車体 102 の中心側に傾斜する向きがネガティブ方向、反対側（車輪の上側が車体 102 の中心から離れる方向）に傾斜する向きがポジティブ方向となる。

10

#### 【0051】

車両 100 は、以上のような構成である。車両 100 は、キャンバール角調整機構 5 により、車輪（タイヤホイール組立体）のキャンバール角を調整することで、車両の旋回性能を向上させることができる。また車両 100 は、車輪の駆動源にインホイールモータ 60 を用いることで、キャンバール角を調整するキャンバール角調整機構 5 の機構を簡単に行うことができる。具体的には、車両 100 は、駆動源となるインホイールモータを車輪に装着し、インホイールモータと一体でキャンバール角を調整することができるため、駆動源から動力を伝達する駆動軸（ドライブシャフト）の継ぎ手を設ける必要がなくなる。これにより、キャンバール角を調整するキャンバール角調整機構 5 の機構を簡単に行うことができる。また、車両 100 は、インホイールモータユニット 60 を駆動源とすることで、車体 102 内のエンジン等を設けるスペースが必要なくなる。また、電源となるキャパシタ等のバッテリーは、エンジン等の駆動源に比べると配置の自由度が高いため、配置位置を種々の位置とできる。これにより、車両 100 は、キャンバール角調整機構やサスペンション機構の配置空間を大きくすることができる。このため、車両 100 は、キャンバール角を調整しやすくすることができる。

20

#### 【0052】

ここで、キャンバール角調整機構 5 は、キャンバール角の調整範囲を基準方向を基準としてポジティブ方向に 5° 以上、かつ、ネガティブ方向に 5° 以上とすることが好ましい。つまり、キャンバール角調整機構 5 は、キャンバール角を基準方向に対してプラス方向、マイナス方向のそれぞれに 5° 以上（つまり全体で 10° 以上）変更できる機構とすることが好ましい。さらに、キャンバール角調整機構 5 は、キャンバール角の調整範囲を基準方向を基準としてポジティブ方向に 10° 以上、かつ、ネガティブ方向に 10° 以上とすることが好ましい。つまり、キャンバール角調整機構 5 は、キャンバール角を基準方向に対してプラス方向、マイナス方向のそれぞれに 10° 以上（つまり全体で 20° 以上）変更できる機構とすることがさらに好ましい。キャンバール角調整機構 5 は、キャンバール角の調整範囲を基準方向に対して 5° 以上、好ましくは 10° 以上とすることで、コーナリング性能をより向上させることができる。

30

#### 【0053】

図 4 は、コーナリングパワーとスリップ角とキャンバール角との関係を説明するための説明図である。図 4 は、横軸を Inclination angle（キャンバール角に対応する角度）[deg] とし、縦軸を Cornering force（コーナリング力）[N] とする。図 4 では、slip angle（ステア角に対応する角度）[deg] を 0、-5°、-10° とした場合について、Inclination angle と Cornering force との関係を計測した。図 4 に示すように、キャンバール角を変化させることで生じるコーナリング力の変化は、ステア角を変化させることで生じるコーナリング力の変化よりも小さい。具体的には、キャンバール角は、100 N / deg 程度で、かつスリップ角が付与された状態で、数 10 N / deg 程度で徐々に減少する。これに対して、コーナリングステイフネスは、1000 N / deg 以上となる。以上より、キャンバール角調整機構 5 は、キャンバール角の調整範囲を基準方向に対して 5°

40

50

以上、つまり10°の幅で調整可能とすること、好ましくは、基準方向に対して10°以上、つまり20°の幅で調整可能とすることにより、コーナリング力を一定の幅で調整すること（例えば、図4の太線120で囲われた範囲）が可能となり、コーナリング性能を向上させることができる。

#### 【0054】

本実施形態の車両100は、キャンバー角調整機構5を個別に制御することで、4つの車輪のキャンバー角を別々に調整することができる。なお、車両100は、4つの車輪のキャンバー角を連動させるようにキャンバー角調整機構5を個別に制御することもできる。

#### 【0055】

キャンバー角制御装置20は、前記キャンバー角調整機構で旋回外輪（旋回方向外側となる車輪）のキャンバー角を可変とするが好ましい。車両100は、旋回外輪のキャンバー角を調整することで、コーナリング性能を向上させ、かつ、旋回外輪での異常摩耗の発生を抑制することができる。

#### 【0056】

キャンバー角制御装置20は、前記キャンバー角調整機構で旋回外輪（旋回方向外側となる車輪）のみのキャンバー角を可変とするが好ましい。車両100は、旋回外輪のみキャンバー角を調整することでも、コーナリング性能を向上させ、かつ、旋回外輪での異常摩耗の発生を抑制することができる。

#### 【0057】

キャンバー角制御装置20は、旋回外輪側となる車輪のキャンバー角を、旋回内輪側となる車輪のキャンバー角よりも大きい角度とするも好ましい。車両100は、旋回外輪を旋回内輪よりも大きいキャンバー角とすることでも、コーナリング性能を向上させ、かつ、旋回外輪での異常摩耗の発生を抑制することができる。

#### 【0058】

次に、図5を用いて、キャンバー角調整機構の他の例を説明する。図5は、キャンバー角調整機構の他の例を示す説明図である。なお、図5に示す車両150のキャンバー角調整機構160の以外の構成は、車両100と同様である。以下、車両150に特有の点を説明する。キャンバー角調整機構160は、右後輪2RR及びサスペンション機構4RRと、左後輪2RL及びサスペンション機構4RLとに対応して設けられ、右後輪2RRと左後輪2RLのキャンバー角を連動して調整する機構である。キャンバー角調整機構160は、駆動部161とリンク機構162とを有する。駆動部161は、キャンバー角制御装置20の制御に基づいて、リンク機構162を矢印方向に移動させる機構である。リンク機構162は、一方の端部がサスペンション機構4RRと連結し、他方の端部がサスペンション機構4RLと連結している。つまり、リンク機構162は、左右の車輪の支持するサスペンション機構と連結している。

#### 【0059】

キャンバー角調整機構160は、駆動部161でリンク機構162を例えば図5中左側に移動させるとリンク機構162aの位置となる。キャンバー角調整機構160は、駆動部161でリンク機構162aの位置まで移動させると、リンク機構162aに連結している右後輪2RR及びサスペンション機構4RRと、左後輪2RL及びサスペンション機構4RLと、が同じ方向（右側）に移動し、右後輪2RRのキャンバー角がポジティブ方向に回動し、左後輪2RLのキャンバー角がネガティブ方向に回動する。車両150は、右後輪2RRのキャンバー角をポジティブ方向に回動させ、左後輪2RLのキャンバー角がネガティブ方向に回動させることで、同じ方向のコーナリング力 $F_y$ を発生させる。

#### 【0060】

車両150は、キャンバー角調整機構160としてリンク機構162を設け、左右の車輪のキャンバー角を同位相（つまり同じ動き）で変動させることで、コーナリング力をより向上させることができる。またキャンバー角調整機構の駆動部の数を減らすことができる。また、本実施形態のように駆動源にインホイールモータユニットを用いることで、リ

10

20

30

40

50

ング機構 162 を車体の内部に設ける空間を確保しやすくすることができる。なお、車両 150 は、リンク機構 162 で同位相つまり同じ動きで移動させることが好ましいが、その振幅、つまりキャンパー角の調整範囲は、異なる範囲としてもよい。例えば、一方の車輪のキャンパー角の調整範囲を、他方の車輪のキャンパー角の 2 倍としてもよい。

#### 【0061】

次に、図 6 を用いて、キャンパー角調整機構の他の例を説明する。図 6 は、キャンパー角調整機構の他の例を示す説明図である。なお、図 6 に示す車両 150 a のキャンパー角調整機構の以外の構成は、車両 100 と同様である。以下、車両 150 a に特有の点を説明する。車両 150 a は、キャンパー角を調整する機構として、キャンパー角調整機構 5FL、5RL、5FR、5RR と、4 つの駆動部 166 と、2 つのリンク機構 168 と、  
10  
を有する。車両 150 a は、キャンパー角調整機構 5FL と、キャンパー角調整機構 5RL とに対応して、2 つの駆動部 166 と、1 つのリンク機構 168 が配置され、キャンパー角調整機構 5FR と、キャンパー角調整機構 5RR とに対応して 2 つの駆動部 166 と、1 つのリンク機構 168 が配置されている。キャンパー角調整機構 5FL と、キャンパー角調整機構 5RL とは、リンク機構 168 で連結されている。リンク機構 168 は、2 つの駆動部 166 で対応する車輪のキャンパー角を調整する方向に移動される。リンク機構 168 は、2 つの駆動部 166 で移動されることで、リンク機構 168 が回転することを抑制しつつ移動させることができる。キャンパー角調整機構 5FR と、キャンパー角調整機構 5RR とも、同様にリンク機構 168 で連結されている。リンク機構 168 は、2  
20  
つの駆動部 166 で対応する車輪のキャンパー角を調整する方向に移動される。リンク機構 168 は、2 つの駆動部 166 で移動されることで、リンク機構 168 が回転することを抑制しつつ移動させることができる。

#### 【0062】

車両 150 a は、以上のように、キャンパー角調整機構として、前後の車輪（本実施形態では、前後の車輪のサスペンション機構）に連結して、当該前後の車輪のキャンパー角を連動して変動させるリンク機構を有し、前後の車輪のキャンパー角を同位相で変動させる。このように、前後の車輪のキャンパー角を連動して変動させることで、前輪のみ、後輪のみのキャンパー角を変動させた場合よりもコーナリング性能をさらに向上させることができる。なお、上記実施形態では、機械的な構成のリンク機構を設けたが、制御により  
30  
キャンパー角を同位相で移動させることもできる。

#### 【0063】

図 7 及び図 8 は、それぞれ空気入りタイヤの一例の子午断面を示す説明図である。以下、図 7 及び図 8 を用いて、空気入りタイヤの好適な例を説明する。以下の説明において、  
40  
タイヤ径方向とは、空気入りタイヤの回転軸（図示せず）と直交する方向をいい、タイヤ径方向内側とはタイヤ径方向において回転軸に向かう側、タイヤ径方向外側とはタイヤ径方向において回転軸から離れる側をいう。また、タイヤ周方向とは、前記回転軸を中心軸とする周り方向をいう。また、タイヤ幅方向とは、前記回転軸と平行な方向をいい、タイヤ幅方向内側とはタイヤ幅方向においてタイヤ赤道面（タイヤ赤道線）に向かう側、タイヤ幅方向外側とはタイヤ幅方向においてタイヤ赤道面から離れる側をいう。タイヤ赤道面とは、空気入りタイヤの回転軸に直交すると共に、空気入りタイヤのタイヤ断面幅 SW の中心を通る平面である。タイヤ断面幅 SW とは、空気入りタイヤの総幅から、タイヤ幅方向の外側の表面に形成された模様の高さを差し引いた幅である。タイヤ断面高さ SH とは、空気入りタイヤの外径からリム径を引いた差分の 1 / 2 の高さである。

#### 【0064】

空気入りタイヤ 170、180 は、タイヤ幅方向におけるトレッド部 172、182 の最大の曲率半径 Ra、Rb が、タイヤ呼び幅の 1.0 倍以上 2.5 倍以下であるが好ましい。ここで、トレッド部 172、182 の最大の曲率半径 Ra、Rb は、正規リムにリム組みし、かつ正規内圧を充填した状態の値である。ここで、正規リムとは、JATMA で規定する「標準リム」、TRA で規定する「Design Rim」、あるいは、ETRTO で規定する「Measuring Rim」である。また、正規内圧とは、JATMA で規定する「最高空  
50

気圧」、T R Aで規定する「TIRE LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES」に記載の最大値、あるいはE T R T Oで規定する「INFLATION PRESSURES」である。また、正規荷重とは、J A T M Aで規定する「最大負荷能力」、T R Aで規定する「TIRE LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES」に記載の最大値、あるいはE T R T Oで規定する「LOAD CAPACITY」である。また、タイヤ呼び幅とは、タイヤ断面幅S Wである。

【0065】

空気入りタイヤ170、180は、タイヤ幅方向におけるトレッド部172、182の最大の曲率半径R a、R bを、タイヤ呼び幅の1.0倍以上2.5倍以下とすることで、インホイールモータユニットの動力を好適に伝達することができ走行性能を向上させることができる。また、空気入りタイヤ170は、空気入りタイヤ180よりもタイヤ呼び幅に対する曲率半径が小さい例である。空気入りタイヤ170、180は、タイヤ幅方向におけるトレッド部172、182の最大の曲率半径R a、R bを、タイヤ呼び幅の1.1倍以上2.3倍以下とすることより好ましく、1.2倍以上2.1倍以下とすることがさらに好ましく、1.3倍以上2.0倍以下とすることがさらに好ましい。空気入りタイヤは、タイヤ幅方向におけるトレッド部の最大の曲率半径とタイヤ呼び幅との関係が上記範囲を満足することで、走行性能をより向上させることができる。

【0066】

空気入りタイヤは、空気圧を300kPaとし、6kN荷重とした状態のフットプリントの最大接地幅が、空気圧を300kPaとし、3kN荷重とした状態のフットプリントの最大接地幅の110%以上となることが好ましい。ここで、フットプリントの最大接地幅は、正規リムにリム組みし、空気圧を上述したように300kPaとし、さらに荷重を上記荷重とした状態の値である。ここで、空気入りタイヤは、空気圧を300kPaとし、6kN荷重とした状態のフットプリントの最大接地幅が、空気圧を300kPaとし、3kN荷重とした状態のフットプリントの最大接地幅を113%以上とすることがより好ましく、116%以上とすることがさらに好ましく、120%以上とすることがさらに好ましい。空気入りタイヤは、空気圧を300kPaとし、6kN荷重とした状態のフットプリントの最大接地幅と、空気圧を300kPaとし、3kN荷重とした状態のフットプリントの最大接地幅との関係を上記関係とすることで、接地形状の荷重に対する依存性を高くすることができる。これにより、直進時は小さい接地形状で転がり抵抗係数RRCを低くすることができる。また、旋回時及び制動時は、荷重が増え、接地形状が大きくなるため、旋回性能、制動性能を向上させることができる。これにより、空気入りタイヤは、直進時の転がり抵抗係数の低減と、旋回時及び制動時の旋回性能、制動性能の向上を両立させることができる。

【0067】

また、空気入りタイヤは、偏平率を50%以下とすることが好ましく、45%以下とすることがより好ましい。ここで、偏平率は、タイヤ断面高さS Hをタイヤ断面幅S Wで割った値に100をかけた値、つまり $(S H / S W) \times 100$  [%]である。なお、偏平率は、空気入りタイヤを正規リムにリム組みし、かつ正規内圧を充填した状態のタイヤ断面高さS Hとタイヤ断面幅S Wに基づいて算出される値である。車両は、空気入りタイヤの偏平率を50%以下、好ましくは45%以下とするで、キャンバー角を制御し、変動させた場合の、旋回性能の向上の効果と、転がり抵抗係数RRCの低減の効果とをより大きくすることができる。

【0068】

また、車両は、車両重量が2000kg以下であることが好ましい。空気入りタイヤは、標準空気圧が300kPa以上であることが好ましい。車両は、車両重量と空気圧が上記関係とすることで、上記効果をより好適に得ることができる。なお、車両重量は、1800kg以下とすることが好ましく、1700kg以下とすることがさらに好ましい。

【0069】

図9は、サスペンション機構の他の例を示す説明図である。以下、図9を用いて、サス

10

20

30

40

50

ペンション機構の他の例について説明する。上記実施形態は、サスペンション機構をダブルウィッシュボーン式のサスペンションとした場合として説明したが、これに限定されない。サスペンション機構としては、種々の機構を用いることができる。図9に示す車両200は、車輪2と、サスペンション機構210と、キャンパー角調整機構212と、を有する。なお、上記構成以外にも上述の車両100と同様の各種機構を備えている。

#### 【0070】

サスペンション機構210は、ストラット式サスペンションであり、連結部222と、ショックアブソーバ224と、ロアアーム226と、を有する。連結部222は、インホイールモータユニットのステータと連結している部材である。ショックアブソーバ224は、鉛直方向上側の端部が車体と連結し、鉛直方向下側の端部が連結部222と連結している。ロアアーム226は、一方の端部がジョイント227を介して連結部222と連結し、他方の端部がジョイント228を介してキャンパー角調整機構212と連結している。

10

#### 【0071】

キャンパー角調整機構212は、一部が車体に固定されており、ジョイント228を移動させることで、ロアアーム226を移動させ連結部222を移動させる。ここで、ショックアブソーバ224は、鉛直方向上側の端部が車体と連結しているため、ロアアーム226よりも移動量が小さくなる。これにより、キャンパー角調整機構212は、車輪2のキャンパー角を変動させることができる。例えば、キャンパー角調整機構212は、ジョイント228をジョイント228aまで移動させると、車輪2が車輪2aまで回動する。このように、車両200は、サスペンション機構210を、ストラット式サスペンションとした場合も上記実施形態の同様にキャンパー角を調整することができ、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

20

#### 【0072】

ここで、車両は、車輪の空気入りタイヤの空気圧を調整する空気圧調整機構を備えていてもよい。以下、図10を用いて、説明する。ここで、図10は、他の例の走行車両が備える空気圧調整機構と空気圧制御装置の概略構成を示す説明図である。図10は、空気圧調整装置301と空気圧制御装置350とを有する走行車両300を示している。

#### 【0073】

空気圧調整装置301は、図10に示すように、空気入りタイヤ310の気室310aの空気圧を調整する装置であり、加減圧部320と、圧力センサ30と、ホイール340と、継ぎ手313と、を備える。ここでは、空気圧調整装置301が車両300に装着された空気入りタイヤ310の空気圧を調整する場合について、説明する。ホイール340は、車両のホイールである。つまり、ホイール340は、車両300の一部であり、かつ、空気圧調整装置301の一部となる。ホイール340には、インホイールモータユニット60が連結されている。なお、インホイールモータユニット60のシャフト65の一部も、空気圧調整装置301の一部となる。

30

#### 【0074】

空気圧調整装置301を備える車両は、空気入りタイヤ310がホイール340に装着されている。またホイール340は、インホイールモータユニット60によって支持されている。インホイールモータユニット60の基本的な構成は、上述したインホイールモータユニット60と同様である。ここで、本実施形態のインホイールモータユニット60には、継ぎ手313が連結されている。継ぎ手313は、インホイールモータユニット60と同じ回転軸上に配置されている。継ぎ手313は、インホイールモータユニット60のホイール340と接触している面とは反対側の面と接触している。また継ぎ手313は、ロータリージョイント、ロータリーシール等の軸継ぎ手であり、インホイールモータユニット60が回転している場合でも、インホイールモータユニット60に形成される後述する空気通路311aと連結した状態を維持できる空気通路が形成されている。支持機構は、静止系となる。支持機構は、サスペンション等であり、空気入りタイヤ310及びインホイールモータユニット60等と車体との間で走行時等に伝達される振動を低減する。

40

50

## 【0075】

ここで、インホイールモータユニット60のシャフト65は、回転軸を含む領域に配置されており、継ぎ手313と連結されている。シャフト65は、回転軸を含む領域に空気通路311aが形成されている。空気通路311aは、シャフト65の内部に形成された空間である。空気通路311aは、回転軸を中心として同心円上の形状である。空気通路311aは、ホイール340側とは反対側の面が継ぎ手313によって塞がれている。また、空気通路311aは、継ぎ手313に形成された空気通路を介して、空気配管324と接続されている。また、シャフト65は、空気通路311aと空気通路344とを連結する空気通路311bが形成されている。空気通路311bは、一方の端部が空気通路311aと接続し、他方の端部が空気通路344と接続する配管である。本実施形態の空気通路311bは、空気通路344の本数に対応する本数を設けてもよい。シャフト65に形成された空気通路311a、311bは、空気通路344と空気配管324と連結している。

10

## 【0076】

加減圧部320は、空気入りタイヤ310に充填される空気を加圧および減圧する装置である。この加減圧部320は、加圧ポンプ321と、弁装置322と、エアタンク323と、空気配管324と、を有する。加減圧部320は、静止系に設置されている。

## 【0077】

加圧ポンプ321は、外気を導入して圧縮空気を生成するポンプであり、空気配管324に接続されている。弁装置322は、空気配管324に設置されている。弁装置322は、空気配管324を開閉する弁である。エアタンク323は、空気配管324の加圧ポンプ321と弁装置322との間に配置されている。エアタンク323は、圧縮空気を蓄えるタンクである。エアタンク323は、加圧ポンプ321から空気が供給されることで貯留している空気の量が増加され、内部の圧力が上昇される。エアタンク323は、弁装置322が開放されると、空気配管324から空気通路311aに空気を供給したり、空気通路311aの内部の空気を回収したりする。空気配管324は、継ぎ手313の空気通路とインホイールモータユニット60の空気通路311aとホイール340の空気通路344を介して空気入りタイヤ310の気室310aと接続されている。ホイール340の空気通路344については後述する。

20

## 【0078】

加減圧部320は、空気配管324の一部を車両の回転系に設置し、加圧ポンプ321と、弁装置322と、空気配管324の一部と、が静止系に設置してもよい。なお、この場合、継ぎ手313は、インホイールモータユニット60のシャフト65に従動して回転する。なお、継ぎ手313は、シャフト65に対して減速した角速度で回転するようにしてもよい。空気配管324の回転系の部分と静止系の部分との境界は、上述した継ぎ手313とインホイールモータユニット60のようにロータリージョイントを介してしてもよいし、エアユニバーサルジョイントを介して接続してもよい。これにより、空気配管324は、回転系の回転時つながつた状態を維持することができる。

30

## 【0079】

なお、加減圧部320は、本実施形態に限定されず、全ての機構を回転系に配置してもよいし、弁装置322を回転系に配置してもよい。なお、空気圧調整装置301及び車両は、加減圧部320の空気配管324の一部を回転系に配置する場合、継ぎ手313が回転する機構となる。また、空気圧調整装置301及び車両は、加減圧部320の空気配管324の一部を回転系に配置する場合、継ぎ手313を設けない構成としてもよい。また、空気配管324は、継ぎ手313に形成した空気通路をそれぞれの空気配管の一部としてもよい。ここで、対応する車輪が駆動輪の場合、車両は、継ぎ手313を、ドライブシャフトとし、インホイールモータユニット60と一体で回転させる構成とする場合もある。この場合継ぎ手313は、別の継ぎ手と連結され、当該連結部がロータリージョイント等で接続され、空気配管がつながつた状態とされる。

40

## 【0080】

50

圧力センサ 30 は、空気入りタイヤ 310 の気室 310 a の空気圧を検出するセンサであり、ホイール 340 に設置されてホイール 340 と共に回転する。なお、圧力センサ 30 は、気室 310 a の空気圧を検出できればよく、配置位置はこれに限定されない。圧力センサ 30 は、気室 310 a と繋がっている配管、例えば、空気通路 344、311 a、311 b、空気配管 324 等に設けてもよい。つまり、空気圧調整装置 301 は、気室 310 a の圧力（気室 310 a の圧力を算出できる圧力）を検出できればよく、圧力センサ 30 を静止系に配置してもよい。

#### 【0081】

ホイール 340 は、空気入りタイヤ 310 を装着して車両に設置される車両用ホイールであり、車両のインホイールモータユニット 60 にボルト締結されて固定される。図 11 及び図 12 は、それぞれ図 10 に記載したホイール 340 を示す説明図である。図 13 は、図 10 に記載したホイールを示す説明図である。図 11 は、ホイール 340 の OUTER 側の平面図であり、図 12 は、ホイール 340 の INNER 側の平面図である。

10

#### 【0082】

ホイール 340 は、リム部 341 と、ハブ取付部 342 と、連結部 343 とを備える（図 11 参照）。このホイール 340 は、例えば、鋳造アルミニウム、鍛造アルミニウム、樹脂、樹脂とアルミとの複合体などから成る。特に、樹脂を用いる場合には、補強短繊維を含有した樹脂から成ることが好ましく、樹脂は熱硬化性樹脂から成ることがより好ましい。

#### 【0083】

リム部 341 は、環状構造を有し、左右の縁部にフランジ 341 a を有する（図 13 参照）。空気入りタイヤ 310 は、このフランジ 341 a に嵌合してホイール 340 に装着される（図 10 参照）。また、空気入りタイヤ 310 のインフレート状態では、リム部 341 の外周面と空気入りタイヤ 310 の内周面との間に、気室 310 a が形成される。

20

#### 【0084】

ハブ取付部 342 は、環状構造を有し、ホイール 340 の回転軸を構成する（図 12 参照）。ホイール 340 は、このハブ取付部 342 の INNER 側の端面を取付面として、車両のインホイールモータユニット 60 に取り付けられる（図 10 参照）。また、ハブ取付部 342 は、複数のボルト孔 342 a を有し、これらのボルト孔 342 a に挿入されたボルトを介して車両のインホイールモータユニット 60 に取り付けられる。

30

#### 【0085】

連結部 343 は、リム部 341 とハブ取付部 342 とを連結する部分であり、例えば、複数のスポーク 343 a（図 11 及び図 12 参照）あるいは単一のディスク（図示省略）から構成される。連結部 343 が複数のスポーク 343 a から成る場合には、4 本以上のスポーク 343 a が配置されることが好ましい。例えば、図 11 及び図 12 の構成では、ホイール 340 がスポークホイールであり、連結部 343 が放射状に延びる 5 本のスポーク 343 a を有している。

#### 【0086】

また、このホイール 340 は、連結部 343 を貫通してリム部 341 の外周面とハブ取付部 342 の取付面とにそれぞれ開口する空気通路 344 を有する（図 11 及び図 12 参照）。

40

#### 【0087】

この空気通路 344 は、空気圧調整装置 301 の加減圧部 320 と空気入りタイヤ 310 の気室 310 a とを接続する空気通路の一部を構成する（図 10 参照）。空気通路 344 は、加減圧部 320 から気室 310 a への空気の導入路（空気入りタイヤ 310 の空気圧の増圧時）となり、かつ、気室 310 a から外部への空気の排出路（空気入りタイヤ 310 の空気圧の減圧時）となる。

#### 【0088】

なお、本実施形態のように、連結部 343 が複数のスポーク 343 a から成る構成（図 11 参照）では、スポーク 343 a の内部に空気通路 344 を形成することが好ましい。

50

複数のスポーク 3 4 3 a の内部に空気通路 3 4 4 を設けることで、必要な流路断面積を適正に確保できる。また、空気圧調整装置 3 0 1 は、連結部 3 4 3 がディスクである場合、ディスクの内部に空気通路 3 4 4 を形成すればよい。

【 0 0 8 9 】

図 1 1 及び図 1 2 に示す構成では、ホイール 3 4 0 の連結部 3 4 3 が 5 本のスポーク 3 4 3 a から成り、これらのスポーク 3 4 3 a が相互に独立した空気通路 3 4 4 をそれぞれ有している（図 1 2 参照）。具体的には、各スポーク 3 4 3 a が中空構造を有することにより、その内部に空気通路 3 4 4 をそれぞれ有している。また、各空気通路 3 4 4 は、リム部 3 4 1 の外周面のうちリム部 3 4 1 の OUTER 側のフランジ 3 4 1 a の付け根にそれぞれ開口している（図 1 2 参照）。このとき、各空気通路 3 4 4 が、その開口の向きをリム部 3 4 1 の OUTER 側から INNER 側に向けつつ開口部の縁部をリム部 3 4 1 の外周面に沿わせて配置されている。これにより、各空気通路 3 4 4 から気室 3 1 0 a 内に導入される空気がリム部 3 4 1 の外周面に沿って流れるように、各空気通路 3 4 4 が構成されている。

10

【 0 0 9 0 】

また、ハブ取付部 3 4 2 の取付面には、各スポーク 3 4 3 a の空気通路 3 4 4 がそれぞれ開口している（図 1 1 参照）。また、ハブ取付部 3 4 2 を車両のインホイールモータユニット 6 0 にボルト締めするためのボルト孔 3 4 2 a が形成されている。また、空気通路 3 4 4 の開口部の数と、ボルト孔 3 4 2 a の数とが同数となっている。また、これらの空気通路 3 4 4 の開口部とボルト孔 3 4 2 a とが、ハブ取付部 3 4 2 の回転軸周りに交互かつ等間隔で配置されている。

20

【 0 0 9 1 】

図 1 0 に戻り、空気圧調整装置 3 0 1 についての説明を続ける。空気圧制御装置 3 5 0 は、空気入りタイヤ 3 1 0 の目標空気圧にかかる信号（例えば、車両用 E C U (Electronic Control Unit) あるいは車両に搭載された専用の空気圧制御装置からの信号）と、圧力センサ 3 0 からの信号とに基づいて、加減圧部 3 2 0 の加圧ポンプ 3 2 1 および弁装置 3 2 2 を駆動制御するユニットである。この空気圧制御装置 3 5 0 は、例えば、C P U (Central Processing Unit)、R A M (Random Access Memory)、R O M (Read Only Memory) などから成る。また、空気圧制御装置 3 5 0 は、車両の静止系に設置され、加圧ポンプ 3 2 1、弁装置 3 2 2 および回転系にある圧力センサ 3 0 に対してそれぞれ電氣的に接続される。これにより、空気圧制御装置 3 5 0 と、加圧ポンプ 3 2 1、弁装置 3 2 2 および圧力センサ 3 0 との間の信号伝達経路が確保され、また、車体にあるバッテリー（図示省略）から加圧ポンプ 3 2 1、弁装置 3 2 2 および圧力センサ 3 0 への電力供給経路が確保される。なお、空気圧制御装置 3 5 0 は、上述した制御ユニットの一部として設けてもよい。

30

【 0 0 9 2 】

空気圧制御装置 3 5 0 は、加圧ポンプ 3 2 1、弁装置 3 2 2 と各種配線や接続端子を介して接続される。また、空気圧制御装置 3 5 0 は、回転系にある圧力センサ 3 0 と、ターミナル、複数組の静止端子および回転端子等を介してそれぞれ電氣的に接続する。具体的には、ターミナルおよび各静止端子が、車両の静止系に設置される。また、各静止端子が、環状の導体から成り、ターミナル上に配列されて支持される。また、圧力センサ 3 0 の回転端子が、車両の回転系に設置される。また、各静止端子と各回転端子とが、スリッピング構造を介して相互に摺動可能に接続する。これにより、車両走行時に、静止系にある空気圧制御装置 3 5 0 と、回転系にある圧力センサ 3 0 との電氣的接続が確保される。なお、空気圧制御装置 3 5 0 は、加圧ポンプ 3 2 1、弁装置 3 2 2 を回転系に配置する場合、圧力センサ 3 0 と同様に、ターミナル、複数組の静止端子および回転端子等を介してそれぞれ電氣的に接続する。

40

【 0 0 9 3 】

この空気圧調整装置 3 0 1 では、車両走行中に、車両用 E C U (Electronic Control Unit) あるいは車両に搭載された専用の空気圧制御装置（図示省略）が、空気入りタイ

50

ヤ 3 1 0 の目標空気圧にかかる信号を空気圧制御装置 3 5 0 に入力する。この目標空気圧は、車両の走行条件（例えば、車速、走行路、路面状況など）に応じて適宜設定される。そして、空気圧制御装置 3 5 0 が、この目標空気圧にかかる信号と、圧力センサ 3 0 からの信号とに基づいて、加減圧部 3 2 0 の加圧ポンプ 3 2 1、弁装置 3 2 2 を駆動制御する。これにより、空気入りタイヤ 3 1 0 の空気圧が調整されて、車両の走行性能や燃費が向上する。

【 0 0 9 4 】

空気圧調整装置 3 0 1 は、例えば、空気入りタイヤ 3 1 0 の空気圧を増加させる場合には、空気圧制御装置 3 5 0 が、加圧ポンプ 3 2 1 を駆動する。すると、加圧ポンプ 3 2 1 が圧縮空気を生成し、エアタンク 3 2 3 に圧縮空気が蓄えられる。なお、空気圧調整装置 3 0 1 は、事前に加圧ポンプ 3 2 1 を駆動させ、エアタンク 3 2 3 に圧縮空気が蓄えられた状態としてもよい。空気圧調整装置 3 0 1 は、エアタンク 3 2 3 に圧縮空気を蓄えた状態で空気圧制御装置 3 5 0 により弁装置 3 2 2 を開放する。空気圧調整装置 3 0 1 は、弁装置 3 2 2 を開放すると、エアタンク 3 2 3 の圧縮空気が空気配管 3 2 4、インホイールモータユニット 6 0 の空気通路 3 1 1 a およびホイール 3 4 0 の空気通路 3 4 4 を介して空気入りタイヤ 3 1 0 の気室 3 1 0 a に供給される。そして、気室 3 1 0 a の実空気圧が目標空気圧になると、空気圧制御装置 3 5 0 が、弁装置 3 2 2 を閉止する。また、空気圧調整装置 3 0 1 は、加圧ポンプ 3 2 1 を停止させる。

10

【 0 0 9 5 】

空気圧調整装置 3 0 1 は、空気入りタイヤ 3 1 0 の空気圧を減少させる場合、空気圧制御装置 3 5 0 が弁装置 3 2 2 を開放し、また、加圧ポンプ 3 2 1 を停止させる。すると、気室 3 1 0 a の空気がホイール 3 4 0 の空気通路 3 4 4、インホイールモータユニット 6 0 の空気通路 3 1 1 a、エアタンク 3 2 3 及び空気配管 3 2 4 を介して排出される。そして、気室 3 1 0 a の実空気圧が目標空気圧になると、空気圧制御装置 3 5 0 が、弁装置 3 2 2 を閉止する。空気圧調整装置 3 0 1 は、このように加減圧部 3 2 0 で空気入りタイヤ 3 1 0 の気室 3 1 0 a への空気の供給、空気入りタイヤ 3 1 0 の気室 3 1 0 a の空気の排出を制御することで、空気入りタイヤ 3 1 0 の空気圧の増減を調整することができる。

20

【 0 0 9 6 】

なお、空気圧調整装置 3 0 1 は、上記した加減圧部 3 2 0、圧力センサ 3 0、ホイール 3 4 0、インホイールモータユニット 6 0 及び継ぎ手 3 1 3 を一組とする複数組のユニットを有しても良い。例えば、空気圧調整装置 3 0 1 が四輪自動車に適用される場合に、加減圧部 3 2 0、圧力センサ 3 0、ホイール 3 4 0、インホイールモータユニット 6 0 及び継ぎ手 3 1 3 から成るユニットが各車輪にそれぞれ設置される。また、車体に設置された 1 つの空気圧制御装置 3 5 0 が、各圧力センサ 3 0 からの信号に基づいて、各加減圧部 3 2 0 をそれぞれ駆動制御する。これにより、各車輪に装着された空気入りタイヤ 3 1 0 の空気圧を同時かつ相互に独立して制御できる。なお、空気圧調整装置 3 0 1 は、車両が四輪者の場合、空気圧制御装置 3 5 0、加圧ポンプ 3 2 1、エアタンク 3 2 3 を共通の 1 つとし、その他の機構、弁装置 3 2 2、空気配管 3 2 4 等をそれぞれのホイール 3 4 0 及び空気入りタイヤ 3 1 0 の組み合わせで設けてもよい。なお、空気配管 3 2 4 の一部、つまり、加圧ポンプ 3 2 1、エアタンク 3 2 3 と繋がっている部分の配管を共通としてもよい。

30

40

【 0 0 9 7 】

空気圧調整装置 3 0 1 は、以上のような構成であり、ホイール 3 4 0 の空気通路 3 4 4、インホイールモータユニット 6 0 の空気通路 3 1 1 a、3 1 1 b 等を介して加減圧部 3 2 0 から空気入りタイヤ 3 1 0 の気室 3 1 0 a に空気を供給したり、気室 3 1 0 a の空気を排出したりすることで、空気入りタイヤ 3 1 0 の空気圧を高い応答性で調整することができる。また、空気圧調整装置 3 0 1 は、空気入りタイヤ 3 1 0 の空気圧の増加に加え、減少も可能とすることで、空気入りタイヤ 3 1 0 の空気圧を走行状態に応じた空気圧とすることができる。

【 0 0 9 8 】

50

空気圧調整装置 301 のホイール 340 は、リム部 341 とハブ取付部 342 とを連結部 343 を介して連結して成る（図 11 参照）。また、ホイール 340 は、リム部 341 に空気入りタイヤ 310 を装着し、また、ハブ取付部 342 にて車両のインホイールモータユニット 60 に取り付けられる（図 10 参照）。また、ホイール 340 は、連結部 343 を貫通してリム部 341 の外周面とハブ取付部 342 の取付面とにそれぞれ開口する空気通路 344 を備える。

【0099】

かかる構成では、空気入りタイヤ 310 の空気圧を増加させる場合には、ホイール 340 の空気通路 344 が、外部（空気圧調整装置 301 の加減圧部 320）から気室 310 a への空気の導入路となり、空気入りタイヤ 310 の空気圧を減少させる場合には、気室 310 a から外部への空気の排出路となる（図 10 参照）。これにより、双方向に流通可能な空気通路 344 が連結部 343 の内部に形成されるので、ホイールの外部に空気通路用の配管が配置される構成と比較して、ホイール 340 の構成を簡素化できる利点がある。

10

【0100】

また、このホイール 340 は、相互に独立した複数の空気通路 344 を備える（図 12 参照）。これにより、いずれかの空気通路 344 が不通となった場合にも、他の空気通路 344 を介して空気を流通させ得るので、フェールセーフ機能を実現できる利点がある。

【0101】

空気圧調整装置 301 は、ホイール 340 及び空気入りタイヤ 310 がインホイールモータユニット 60 に装着された構成であっても、インホイールモータユニット 60 のシャフト 65 の内部に空気流路 311 a、311 b を設けることで、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

20

【0102】

空気圧調整装置 301 は、インホイールモータユニット 60 を、ローター 60 R が外周側に配置されたアウトロータータイプとすることで、回転軸中心側にインホイールモータユニット 60 の駆動機構（ローターやステーターや減速機構）が配置されない領域を設けることができる。これにより、回転軸中心側に空気流路 311 a、311 b を好適に配置することができる。また、空気圧調整装置 301 は、アウトロータータイプとすることで、シャフト 65 の内部に大きな体積の空気流路 311 a を設けることができ、気室 310 a への供給、気室 310 a から空気の排出を高い応答性で行うことができる。

30

【0103】

また、空気圧調整装置 301 は、ホイール 340 の連結部 343 が、スポーク 343 a を有すると共に、このスポーク 343 a の内部に空気通路 344 を有する。これにより、ホイール 340 の外観を損なうことなく、空気通路 344 を形成できる利点がある。

【0104】

また、空気圧調整装置 301 は、ホイール 340 の連結部 343 が、ディスクを有すると共に、ディスクの内部に空気通路 344 を有する。これにより、ホイール 340 の外観を損なうことなく、空気通路 344 を形成できる利点がある。

【0105】

また、ホイール 340 では、ハブ取付部 342 が、複数のボルト孔 342 a を有すると共にボルト孔 342 a に挿入されたボルトを介して車両のインホイールモータユニット 60 に取り付けられる（図 10 参照）。また、連結部 343 が、複数の空気通路 344 を有する。また、ハブ取付部 342 の取付面にて、ボルト孔 342 a と空気通路 344 の開口部とがハブ取付部 342 の回転軸周りに交互に配置される。かかる構成では、ボルト孔 342 a と空気通路 344 の開口部とがハブ取付部 342 の回転軸周りに交互に配置されるので、ハブ取付部 342 の剛性が適正に確保され、また、ハブ取付部 342 のボルト締め作業が容易となる利点がある。

40

【0106】

空気圧調整装置 301 は、空気入りタイヤ 310 に供給する空気を大気以外の空気とし

50

てもよい。この場合、空気入りタイヤ 3 1 0 に供給する空気、つまり空気入りタイヤ 3 1 0 に充填する空気として、熱伝導率の高いヘリウム、ヘリウムと酸素の混合気体であるヘリオックス、ヘリウムと酸素と窒素との混合気体であるトライミックスを用いてもよい。熱伝導率が高い気体を用いることで、冷却機構としての性能を高くすることができる。

【 0 1 0 7 】

図 1 3 は、図 1 0 に記載したホイール 3 4 0 を示す説明図である。同図は、図 1 2 に記載したホイール 3 4 0 の空気通路 3 4 4 におけるリム部 3 4 1 側の開口部の Y 視断面図（実線部）および Z 視断面図（破線部）を示している。

【 0 1 0 8 】

上記のように、図 1 2 の構成では、空気通路 3 4 4 が、リム部 3 4 1 の外周面に複数の開口部を有している。このとき、各空気通路 3 4 4 の開口部が相互に異なる断面形状を有することが好ましい。これにより、空気通路 3 4 4 の設置に起因する気柱共鳴音の周波数が分散されて、騒音レベルが低減される。

10

【 0 1 0 9 】

例えば、図 1 3 の構成では、各空気通路 3 4 4 の開口部が、相互に異なる開口断面積および管長を有し、また、その開口方向を相互に異ならせて配置されている。このとき、ホイール 3 4 0 のアウター側の壁面形状に変更はなく、リム部 3 4 1 の内部形状および連結部 3 4 3 のインナー側の壁面形状を変更することにより、各空気通路 3 4 4 の開口部が相互に異なる断面形状を有している。一方で、各空気通路 3 4 4 の流路断面積の最小値が一定に設定されることにより、各空気通路 3 4 4 の流量が同一に設定されている。

20

【 0 1 1 0 】

このように、空気通路 3 4 4 が、リム部 3 4 1 の外周面に複数の開口部を有し、これらの開口部が、相互に異なる断面形状を有することにより、空気通路 3 4 4 の設置に起因する気柱共鳴音の周波数が分散されて、騒音レベルが低減される利点がある。

【 0 1 1 1 】

また、空気通路 3 4 4 の流路断面積  $S$  は、 $100 \text{ [mm}^2\text{]}$   $S$   $3000 \text{ [mm}^2\text{]}$  の範囲内にあることが好ましい。具体的には、加減圧部 3 2 0 の弁装置 3 2 2 の開弁時における流路断面積、インホイールモータユニット 6 0 内に形成された空気通路 3 1 1 a と 3 1 1 b の流路断面積および空気通路 3 4 4 の流路断面積  $S$  が、いずれも  $100 \text{ [mm}^2\text{]}$  以上  $3000 \text{ [mm}^2\text{]}$  以下の範囲内にあることが好ましい。また、これらの流路断面積が  $120 \text{ [mm}^2\text{]}$  以上  $2500 \text{ [mm}^2\text{]}$  以下の範囲内にあることがより好ましく、 $150 \text{ [mm}^2\text{]}$  以上  $2000 \text{ [mm}^2\text{]}$  以下の範囲内にあることがさらに好ましい。これにより、各空気通路の流路断面積が適正化される。すなわち、 $100 \text{ [mm}^2\text{]}$   $S$  とすることにより、空気入りタイヤ 3 1 0 への空気の供給量および排出量が適正に確保されるので、空気入りタイヤ 3 1 0 の空気圧制御を迅速に行い得る利点がある。また、 $S$   $3000 \text{ [mm}^2\text{]}$  とすることにより、ホイール 3 4 0 の大型化を防止できる利点がある。

30

【 0 1 1 2 】

また、上記の構成では、ハブ取付部 3 4 2 の取付面の径方向幅  $A$  が、 $35 \text{ [mm]}$   $A$   $100 \text{ [mm]}$  の範囲内にあることが好ましい（図 1 2 参照）。また、径方向幅  $A$  が、 $37 \text{ [mm]}$   $A$   $90 \text{ [mm]}$  の範囲内にあることがより好ましく、 $40 \text{ [mm]}$   $A$   $80 \text{ [mm]}$  の範囲内にあることがさらに好ましい。これにより、ハブ取付部 3 4 2 の取付面の径方向幅  $A$  が適正化される利点がある。

40

【 0 1 1 3 】

また、ハブ取付部 3 4 2 の取付面におけるボルト孔 3 4 2 a のピッチ円直径  $B$  が、 $100 \text{ [mm]}$   $B$   $280 \text{ [mm]}$  の範囲内にあることが好ましい（図 1 2 参照）。また、ピッチ円直径  $B$  が、 $110 \text{ [mm]}$   $B$   $260 \text{ [mm]}$  の範囲内にあることがより好ましく、ピッチ円直径  $B$  が、 $115 \text{ [mm]}$   $B$   $240 \text{ [mm]}$  の範囲内にあることがさらに好ましい。

【 0 1 1 4 】

また、ハブ取付部 3 4 2 の取付面の直径  $C$  が、 $140 \text{ [mm]}$   $C$   $300 \text{ [mm]}$  の

50

範囲内にあることが好ましい(図12参照)。また、直径Cが、145 [mm] C 280 [mm] の範囲内にあることがより好ましく、直径Cが、150 [mm] C 260 [mm] の範囲内にあることがさらに好ましい。

【0115】

これらの寸法A～Cは、一般に、ハブ取付部342と車両のインホイールモータユニット60との関係で規定される。これらの寸法A～Cが上記の範囲内にあることにより、ハブ取付部342の取付面における空気通路344の開口部およびボルト孔342aの配置領域が適正に確保される。また、ハブ取付部342と車両のインホイールモータユニット60との関係を適正化できる。

【0116】

車両300は、空気圧調整装置と空気圧制御装置とを設けることで、キャンバール角に加え、空気入りタイヤの空気圧を調整することができる。これにより、走行性能をより向上させることができる。また、空気圧制御装置は、車両の状態、例えば加速時、減速時、旋回時、巡航時、停止時等に応じて空気圧を変更することが好ましい。なお、車両300は、空気圧調整装置を用いる場合、インホイールモータユニット60からホイール340を取り外しても空気入りタイヤから空気が抜けないように、ホイール340の空気通路344のハブ取付部342側の開口部にインホイールモータユニット60との接続面に空気接続弁を設けることが好ましい。空気接続弁は、インホイールモータユニット60と接続しているときは、空気が流通可能となり、インホイールモータユニット60と接続していないときは空気が流通できない状態となる弁である。これにより、空気入りタイヤから空気が抜けることを抑制することができる。

【0117】

次に、図14から図17を用いて、走行車両で実行される走行制御について説明する。図14から図17は、それぞれ本実施形態に係る走行車両の制御ユニットによる走行制御の一例を示すフローチャートである。なお、図14から図17の走行制御は、制御ユニット10が少なくともキャンバール角制御装置を含む各制御装置で制御を実行することで実現することができる。

【0118】

まず、図14を用いて走行制御の一例を説明する。制御ユニット10は、ステップS12として操舵操作を検出し、ステップS14として旋回方向を検出する。なお、操舵操作の検出、旋回方向の検出方法は、種々の方法を用いることができる。制御ユニット10は、ステップS14で旋回方向を検出したら、ステップS16として、キャンバール角制御装置20を用いて、旋回方向外側のキャンバール角、つまり旋回外輪のキャンバール角を算出する。制御ユニット10は、ステップS16で旋回方向外側のキャンバール角を検出したら、ステップS18として、キャンバール角制御装置20を用いて、旋回方向内側のキャンバール角、つまり旋回内輪のキャンバール角を算出する。なお、キャンバール角制御装置20は、上述したように各種走行条件に基づいてキャンバール角を算出する。制御ユニット10は、ステップS18で旋回方向内側のキャンバール角を検出したら、ステップS20として、キャンバール角の算出結果に基づいて、キャンバール角調整機構を制御して車輪のキャンバール角を調整し、本処理を終了する。

【0119】

車両のキャンバール角制御装置は、上記処理を繰り返し実行することで旋回動作時にキャンバール角を適切な角度に調整することができる。これにより、コーナリング力を適切に発生させることができ、旋回性能をより向上させることができ、空気入りタイヤの異常磨耗の発生を抑制することができる。

【0120】

なお、図14では、旋回外輪と旋回内輪のキャンバール角をそれぞれ算出したがこれに限定されない。車両は、左右輪がリンク機構で連結されている場合、一方の車輪のキャンバール角のみを算出、または、両方の車輪のキャンバール角を一度に算出すればよい。また、車輪は、制御する対象の車輪のキャンバール角を算出すればよく、旋回外輪のキャンバール角の

10

20

30

40

50

みを調整する場合、旋回内側のキャンパー角は算出しなくてよい。

【0121】

次に、図15を用いて走行制御の一例を説明する。制御ユニット10は、ステップS30として、走行速度、例えば車速を検出する。制御ユニット10は、ステップS30で車速を検出したら、ステップS32として、キャンパー角制御装置20を用いて、キャンパー角を算出する。なお、キャンパー角制御装置20は、上述したように各種走行条件に基づいてキャンパー角を算出する。制御ユニット10は、ステップS32でキャンパー角を検出したら、ステップS34として、キャンパー角の算出結果に基づいて、キャンパー角調整機構を制御して車輪のキャンパー角を調整し、本処理を終了する。

【0122】

車両のキャンパー角制御装置20は、走行速度に基づいて、車輪のキャンパー角を調整することで、走行性能をより向上させることができる。また、キャンパー角制御装置20は、図14に示す操舵操作、つまり車両の旋回も加味して、キャンパー角を調整してもよい。例えば、キャンパー角制御装置20は、車速が10km/h以下の場合、操舵操作を検出して、キャンパー角を変動させないようにしてもよい。これにより、キャンパー角の調整の効果が小さい場合、制御を実行しないようにすることができる。また、上記実施形態のキャンパー角制御装置20は、走行速度を用いたが、走行速度に換えて、加速度を用いてもよい。

【0123】

次に、図16を用いて走行制御の一例を説明する。制御ユニット10は、ステップS40として旋回加速度を検出し、ステップS42として旋回加速度が0.2G以下であるかを判定する。制御ユニット10は、ステップS42で旋回加速度が0.2G以下である(Yes)と判定した場合、ステップS44として、キャンパー角制御装置20を用いて、キャンパー角を算出する。なお、キャンパー角制御装置20は、上述したように各種走行条件に基づいてキャンパー角を算出する。制御ユニット10は、ステップS44でキャンパー角を検出したら、ステップS46として、キャンパー角の算出結果に基づいて、キャンパー角調整機構を制御して車輪のキャンパー角を調整し、本処理を終了する。

【0124】

制御ユニット10は、ステップS42で旋回加速度が0.2G以下ではない(No)つまり旋回加速度が0.2Gより大きいと判定した場合、ステップS48として、ステア角制御装置24を用いて、ステア角を算出し、ステップS50として、キャンパー角制御装置20を用いて、算出したステア角に対応したキャンパー角を算出する。なお、キャンパー角制御装置20は、ステア角を加味して操舵操作で入力された旋回を実行することができるキャンパー角を算出する。制御ユニット10は、ステップS50でキャンパー角を検出したら、ステップS52として、ステア角及びキャンパー角を調整し、本処理を終了する。具体的には、ステア角の算出結果に基づいて、ステアリングギアボックス8を制御して車輪のステア角を調整する。また、キャンパー角の算出結果に基づいて、キャンパー角調整機構を制御して車輪のキャンパー角を調整する。

【0125】

ステア角調整装置は、旋回加速度が0.2G以下の場合、車輪のステア角を変動させず、旋回加速度が0.2Gを超えた場合、車輪のステア角を変動させる。また、キャンパー角制御装置は、旋回加速度が0.2G以下の場合、操舵角に対応させてキャンパー角を変動させ、旋回加速度が0.2Gを超えた場合、ステア角の変動を加味して、キャンパー角を変動させる。このように、小舵角領域における旋回動作をキャンパー角で調整することで、小舵角領域における微調整がしやすくなり、旋回性能をより高くすることができる。

【0126】

また、制御ユニット10は、旋回加速度に換えて、操舵角を基準として同様の制御を行うようにしてもよい。具体的には、ステア角調整装置は、操舵角が閾値以下の場合、車輪のステア角を変動させず、操舵角が閾値を超えた場合、車輪のステア角を変動させる。また、キャンパー角制御装置は、操舵角が閾値以下の場合、操舵角に対応させてキャンパー

10

20

30

40

50

角を変動させ、操舵角が閾値を超えた場合、ステア角の変動を加味して、キャンパー角を変動させる。このように、操舵角を用いることでも、同様の効果を得ることができる。

【 0 1 2 7 】

制御ユニット 10 は、モータ制御装置 25 により、キャンパー角制御装置で制御したキャンパー角に基づいて、左右輪のインホイールモータユニットのトルクを制御することが好ましい。これにより、インホイールモータのトルクでヨーコントロールを行うことができる。また、さらにキャンパー角を制御することで、車両の挙動を安定させつつ、タイヤの異常磨耗を抑制することができる。なお、トルクには、駆動トルクも回生ブレーキも含む。

【 0 1 2 8 】

次に、図 17 を用いて走行制御の一例を説明する。制御ユニット 10 は、ステップ S 60 として制動操作を検出し、ステップ S 62 として制動力が 0.2 G 以下であるかを判定する。ここで、制動力とは、制動動作で空気入りタイヤに生じる制動方向の加速度である。制御ユニット 10 は、ステップ S 62 で制動力が 0.2 G 以下である (Yes) と判定した場合、ステップ S 63 として、モータ制御装置 25 を用いて、モータの回生を算出する。なお、モータ制御装置 25 は、制動操作で検出したブレーキペダルの操作量や、走行速度、加速度等の各種走行条件に基づいて各インホイールモータユニットで発生させる回生の大きさを算出する。制御ユニット 10 は、ステップ S 63 で発生させる回生の大きさを検出したら、ステップ S 64 として、算出した回生の算出結果に基づいて、インホイールモータユニットを制御して回生を発生させ、ステップ S 72 に進む。

【 0 1 2 9 】

制御ユニット 10 は、ステップ S 62 で制動力が 0.2 G 以下ではない (No) つまり制動力が 0.2 G より大きいと判定した場合、ステップ S 66 として、ブレーキ制御装置 26 を用いて、ブレーキアクチュエータの制動力を算出する。ブレーキアクチュエータの制動力とは、ブレーキアクチュエータを駆動させることにより、各制動装置で車輪に対して発生させる制動力である。制御ユニット 10 は、ステップ S 66 でブレーキアクチュエータの制動力を算出したら、ステップ S 68 として、モータ制御装置 25 を用いて、算出したブレーキの制動力に対応したモータの回生を算出する。なお、モータ制御装置 25 は、制動操作で検出したブレーキペダルの操作量や、ブレーキアクチュエータの制動力、走行速度、加速度等の各種走行条件に基づいて各インホイールモータユニットで発生させる回生の大きさを算出する。制御ユニット 10 は、ステップ S 68 で発生させる回生の大きさを検出したら、ステップ S 70 として、算出した制動力の算出結果及び回生の算出結果に基づいて、インホイールモータユニット及びブレーキアクチュエータを制御し、回生、制動力を発生させ、ステップ S 72 に進む。

【 0 1 3 0 】

制御ユニット 10 は、ステップ S 64 またはステップ S 70 の処理を実行した場合、ステップ S 72 として、キャンパー角制御装置 20 を用いて、算出した制動力に対応したキャンパー角を算出する。なお、キャンパー角制御装置 20 は、上述したように各種走行条件に基づいてキャンパー角を算出する。制御ユニット 10 は、ステップ S 72 でキャンパー角を検出したら、ステップ S 74 として、キャンパー角の算出結果に基づいて、キャンパー角調整機構を制御して車輪のキャンパー角を調整し、本処理を終了する。

【 0 1 3 1 】

ブレーキ制御装置 26 は、車輪にかかる制動力が 0.2 G 以下の場合、ブレーキアクチュエータで制動力を付与せず、制動力が 0.2 G より大きい場合、ブレーキアクチュエータで制動力を付与する。モータ制御装置 25 は、車輪にかかる制動力が 0.2 G 以下の場合、インホイールモータユニットを回生させ、制動力が 0.2 G より大きい場合、ブレーキアクチュエータで発生した制動力を加味して回生させる。これにより、車両は、ブレーキ (ABS) の制御よりも応答速度が速いインホイールモータにおける回生ブレーキを、ヨーコントロールの制御初期段階で用いることができ、回生ブレーキを有効に活用することができ、車両の制動動作をより高精度に実行することができる。また、キャンパー角を

10

20

30

40

50

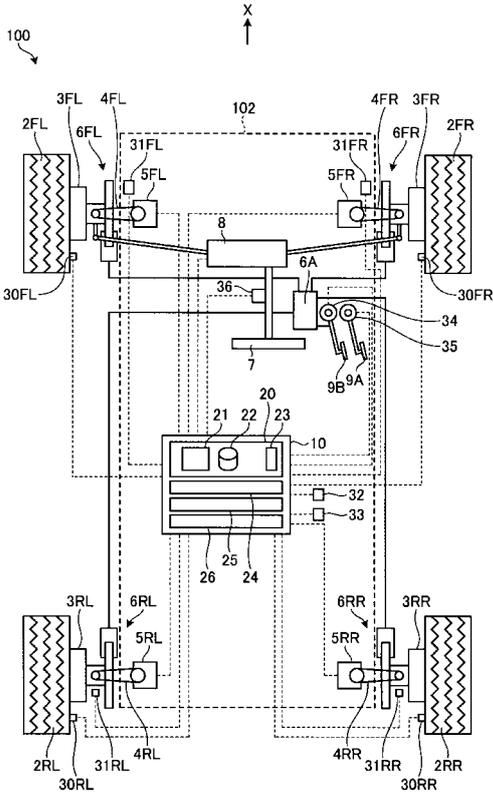
調整することで走行性能をさらに向上させることができる。

【符号の説明】

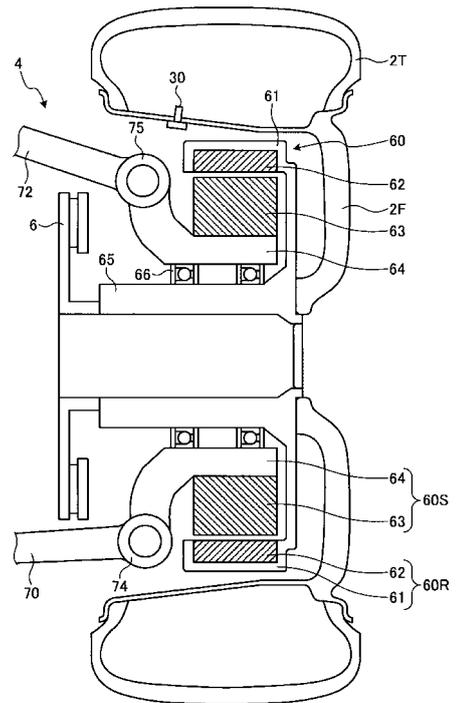
【0132】

2 T	タイヤ	
2 F	ホイール	
3 F L、3 F R、3 R L、3 R R	インホイールモータ	
4 F L、4 F R、4 R L、4 R R	サスペンション機構	
5 F L、5 F R、5 R L、5 R R	キャンバール角調整機構	
6 A	ブレーキアクチュエータ	
6 F L、6 F R、6 R L、6 R R	制動装置	10
7	ステアリングホイール	
8	ステアリングギアボックス	
9 A	アクセルペダル	
9 B	ブレーキペダル	
10	制御ユニット	
20	キャンバール角制御装置	
21	処理部	
22	記憶部	
23	入出力部	
24	ステアール角制御装置	20
25	モータ制御装置	
26	ブレーキ制御装置	
30、30 F L、30 F R、30 R L、30 R R	圧力センサ	
31 F L、31 F R、31 R L、31 R R	車輪回転速度センサ	
32	車速センサ	
33	加速度センサ	
34	ブレーキセンサ	
35	アクセル開度センサ	
36	操舵角センサ	
100	車両	30

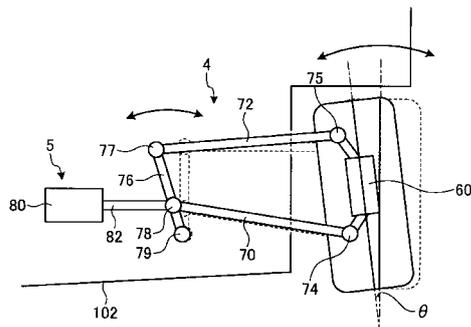
【 図 1 】



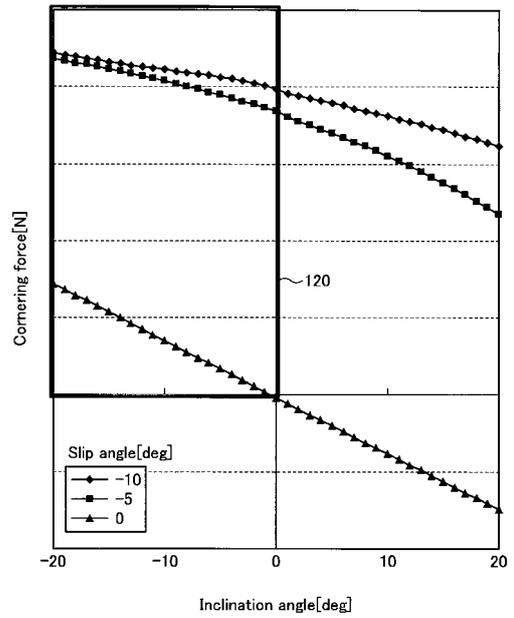
【 図 2 】



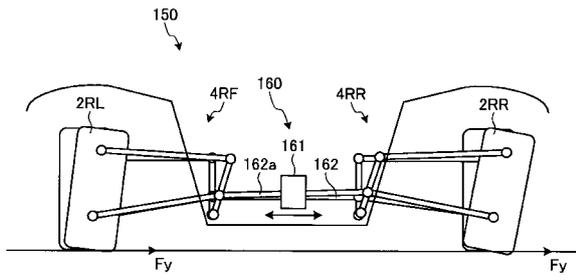
【 図 3 】



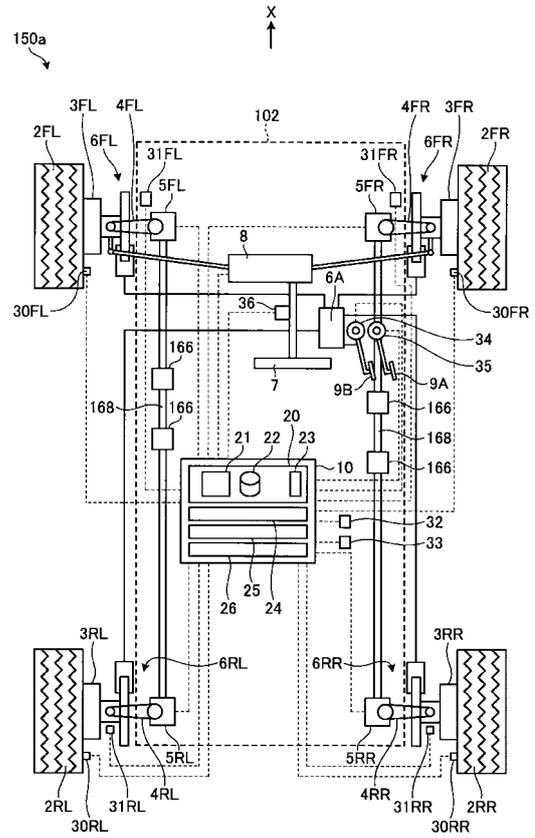
【 図 4 】



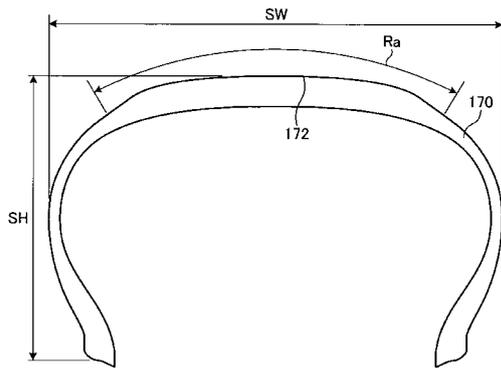
【 図 5 】



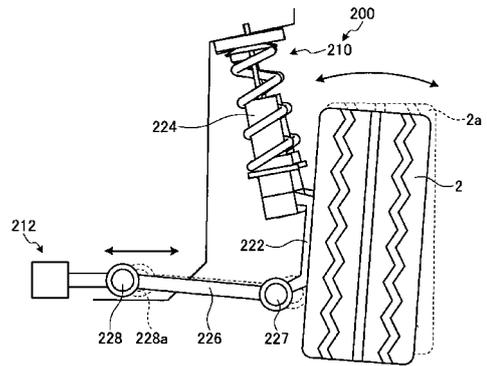
【 図 6 】



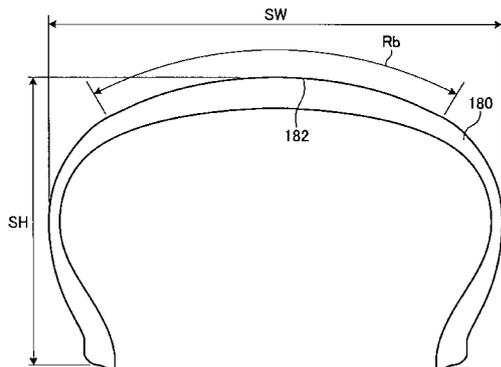
【 図 7 】



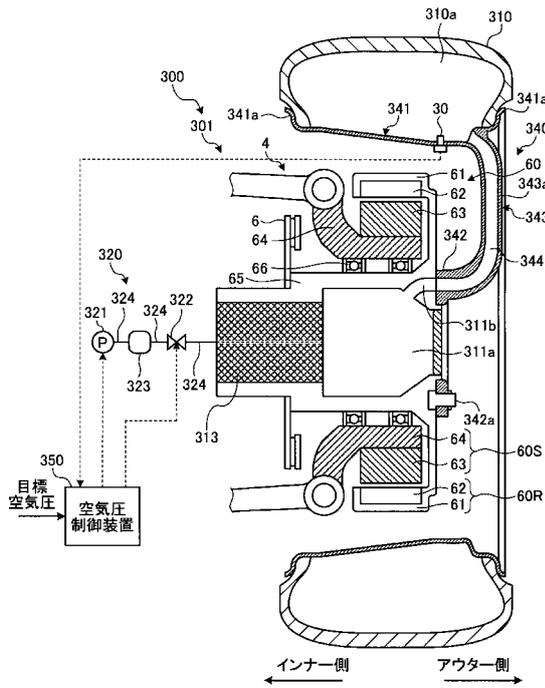
【 図 9 】



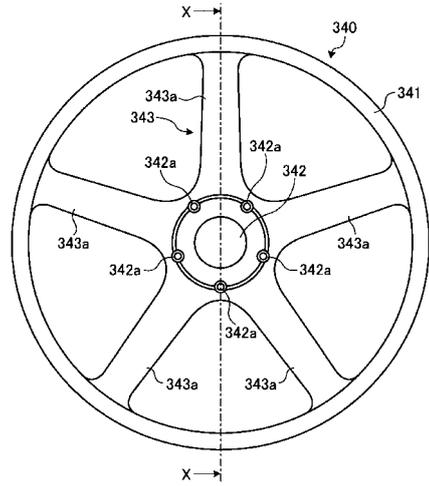
【 図 8 】



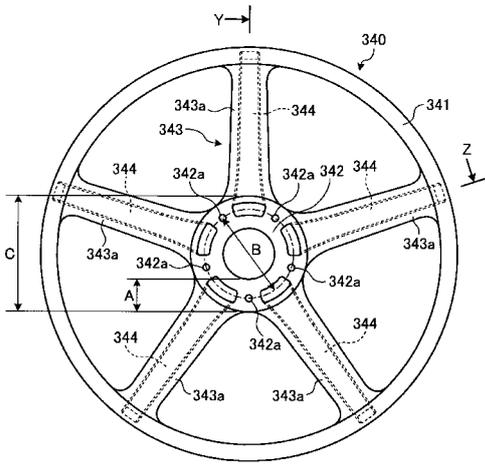
【図10】



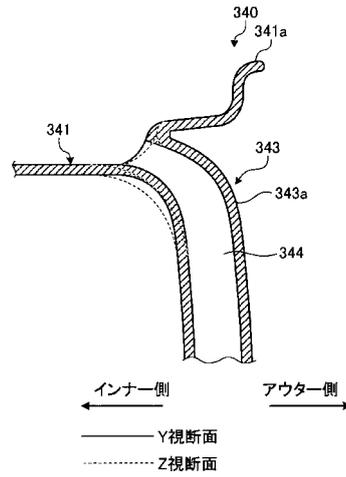
【図11】



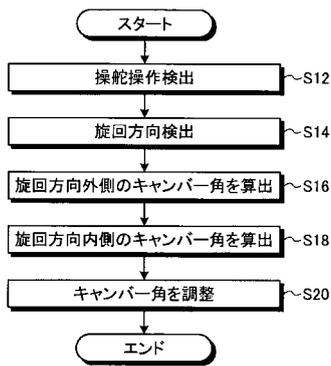
【図12】



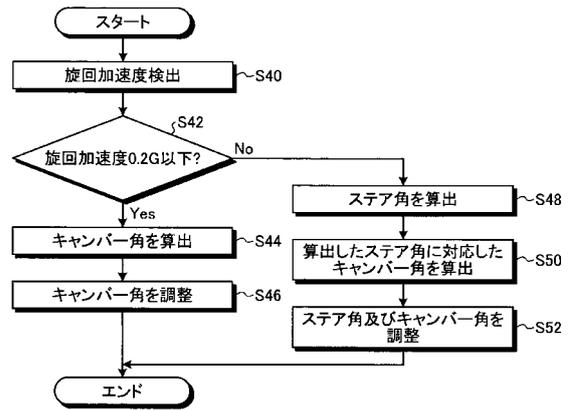
【図13】



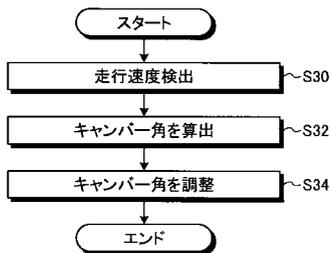
【 図 1 4 】



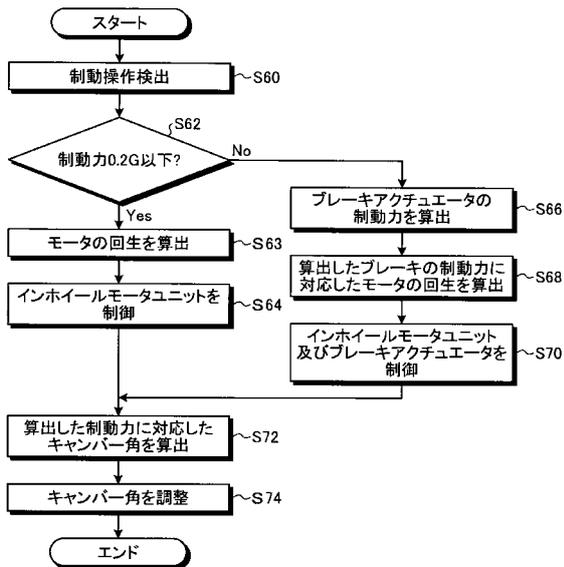
【 図 1 6 】



【 図 1 5 】



【 図 1 7 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
<b>B 6 0 C 23/00 (2006.01)</b>	B 6 0 C	23/00	Z	
<b>B 6 0 C 19/00 (2006.01)</b>	B 6 0 C	19/00	Z	
<b>B 6 0 C 3/04 (2006.01)</b>	B 6 0 C	3/04	Z	

Fターム(参考) 3D235 AA01 BB32 CC42 GA02 GB22 GB26 GB36 HH36 HH39  
3D301 AA25 AB02 BA20 CA50 DA31 DA88 EA14 EA16 EA30 EA43  
EA75 EB27 EB42 EB43 EB44 EC01