

明 細 書

発明の名称：

タイヤ試験方法、タイヤ試験システムおよびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、タイヤ試験方法、タイヤ試験システムおよびプログラムに関する。

背景技術

[0002] タイヤの性能は、走行速度や路面の状態等により影響を受けるため、実走行時の状態に近い条件で、さまざまな走行速度で試験を行うことが望ましい。

[0003] 本発明者は、外周面に路面が形成された回転ドラムを用いて、試験タイヤを路面に接地させた状態で、試験タイヤにトルクを与えながら試験タイヤとドラムを回転させて試験を行うドラム型タイヤ試験装置を開発した（例えば特許文献1）。

[0004] また、本発明者は、平坦な路面を有する路面部と、試験タイヤを装着した試験輪を路面に接地させた状態で路面に沿って走行可能なキャリッジを備えたフラット型タイヤ試験装置を開発した（例えば特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2019/026733号

特許文献2：国際公開第2019/203359号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 平坦な路面部を有するフラット型タイヤ試験装置は、実際の路面と同様の平坦な路面に試験タイヤを接地させた状態で試験を行うことができるため、円柱面状の路面に試験タイヤを接地させた状態で試験を行うドラム型タイヤ試験装置よりも実際の路面を走行した場合に近い試験を行うことが可能であ

るが、試験輪の加減速に必要となる路面部の長さの制約により、試験速度が制限されてしまう場合があった。

[0007] 本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、広い速度範囲について、実際の路面を走行した場合により忠実にタイヤの性能を評価することが可能なタイヤ試験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

[0008] 本発明の一実施形態によれば、試験タイヤが装着された試験輪を回転可能に保持し、前記試験タイヤを路面に接地させた状態で前記路面に沿って走行させる第1のタイヤ試験装置によって、前記試験タイヤの μ -S特性を測定する第1の測定ステップと、試験タイヤを、回転ドラムの外周に設けられた模擬路面に接地した状態で回転させる第2のタイヤ試験装置によって、前記試験タイヤの μ -S特性を測定する第2の測定ステップと、前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性とを比較して、両 μ -S特性の関係を求める比較ステップと、前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性を、前記比較ステップで求められた両 μ -S特性の关系に基づき、前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性に変換する特性変換ステップと、前記第1の測定ステップで前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記特性変換ステップで変換して得られた前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性とを組み合わせ、前記試験タイヤの μ -S特性を取得する特性取得ステップと、を含むタイヤ試験方法が提供される。

[0009] 本発明の実施形態の別の態様によれば、路面を有する路面部と、試験タイヤが装着された試験輪を回転可能に保持し、前記試験タイヤを前記路面に接地させた状態で前記路面に沿って走行可能なキャリッジとを備える第1のタイヤ試験装置と、外周に模擬路面が設けられた回転ドラムと、試験タイヤを前記模擬路面に接地した状態で回転可能に保持するタイヤ保持部と、前記回

転ドラム及び前記タイヤ保持部を回転させる駆動部とを備える第2のタイヤ試験装置と、前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性とを比較して、両 μ -S特性の関係を求め、前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性を、前記求められた両 μ -S特性の関係に基づき、前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性に変換し、前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記変換して得られた前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性とを組み合わせ、前記試験タイヤの μ -S特性を取得する制御部とを備えるタイヤ試験装置が提供される。

[0010] 本発明の実施形態の更に別の態様によれば、路面を有する路面部と、試験タイヤが装着された試験輪を回転可能に保持し、前記試験タイヤを前記路面に接地させた状態で前記路面に沿って走行可能なキャリッジとを備える第1のタイヤ試験装置による μ -S特性の測定結果が入力される第1の入力部と、外周に模擬路面が設けられた回転ドラムと、試験タイヤを前記模擬路面に接地した状態で回転可能に保持するタイヤ保持部と、前記回転ドラム及び前記タイヤ保持部を回転させる駆動部とを備える第2のタイヤ試験装置による μ -S特性の測定結果が入力される第2の入力部と、前記第1の入力部から入力された前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記第2の入力部から入力された前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性とを比較して、両 μ -S特性の関係を求め、前記第2の入力部から入力された前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性を、前記求められた両 μ -S特性の関係に基づき、前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性に変換し、前記第1の入力部から入力された前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記変換して得られた前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性とを

組み合わせて、前記試験タイヤの μ -S特性を取得する制御部とを備えるタイヤ試験装置が提供される。

[0011] 本発明の実施形態の更に別の態様によれば、試験タイヤが装着された試験輪を回転可能に保持し、前記試験タイヤを路面に接地させた状態で前記路面に沿って走行させる第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性を読み出す第1の読み出しステップと、試験タイヤを、回転ドラムの外周に設けられた模擬路面に接地した状態で回転させる第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性を読み出す第2の読み出しステップと、前記第1の読み出しステップによって読み出された前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記第2の読み出しステップによって読み出された前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性とを比較して、両 μ -S特性の関係を求める比較ステップと、前記第2の読み出しステップによって読み出された前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性を、前記比較ステップで求められた両 μ -S特性の関係に基づき、前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性に変換する特性変換ステップと、前記第1の読み出しステップによって読み出された前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記特性変換ステップで変換して得られた前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性とを組み合わせ、前記試験タイヤの μ -S特性を取得する特性取得ステップと、を含むタイヤ試験方法が提供される。

[0012] 本発明の実施形態の更に別の態様によれば、コンピュータに、試験タイヤが装着された試験輪を回転可能に保持し、前記試験タイヤを路面に接地させた状態で前記路面に沿って走行させる第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性を読み出す第1の読み出しステップと、試験タイヤを、回転ドラムの外周に設けられた模擬路面に接地した状態で回転させる第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特

性を読み出す第2の読み出しステップと、前記第1の読み出しステップによって読み出された前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記第2の読み出しステップによって読み出された前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性とを比較して、両 μ -S特性の関係を求める比較ステップと、前記第2の読み出しステップによって読み出された前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性を、前記比較ステップで求められた両 μ -S特性の關係に基づき、前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性に変換する特性変換ステップと、前記第1の読み出しステップによって読み出された前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記特性変換ステップで変換して得られた前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性とを組み合わせ、前記試験タイヤの μ -S特性を取得する特性取得ステップと、 を実行させるプログラムが提供される。

発明の効果

[0013] 本発明の一実施形態によれば、広い速度範囲で実際の路面を走行した場合により忠実にタイヤの性能を評価することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の一実施形態に係るフラット型タイヤ試験装置の左側面図である。

[図2]本発明の一実施形態に係るフラット型タイヤ試験装置の平面図である。

[図3]本発明の一実施形態に係るフラット型タイヤ試験装置の背面図である。

[図4]本発明の一実施形態に係るフラット型タイヤ試験装置の拡大図（左側面視）である。

[図5]本発明の一実施形態に係るフラット型タイヤ試験装置の拡大図（平面視）である。

[図6]ガイド機構の配置を示した図である。

[図7]ガイド機構（A型）の断面図である。

[図8]ガイド機構（B型）の断面図である。

[図9]レール部材の接続部を示した図である。

[図10]駆動システムの概略の論理構成を示したブロック図である。

[図11]駆動システムの主要部の概略の機械構成を示した図である。

[図12]駆動部及び駆動プーリー部の概略構造を示した図である。

[図13]駆動部及び駆動プーリー部の概略構造を示した図である。

[図14]駆動部及び駆動プーリー部の概略構造を示した図である。

[図15]第1従動部の平面図である。

[図16]第1従動部の概略構成を示す左側面図である。

[図17]図15のA-A断面図である。

[図18]第2従動部の断面図である。

[図19]トルク付与部の断面図である。

[図20]アライメント部40の概略構造を示した図である。

[図21]図20のB-B矢視図である。

[図22]図20のC-C矢視図である。

[図23]図20のD-D矢視図である。

[図24]図20のE-E矢視図である。

[図25]スピンドル部の概略構造を示した図である。

[図26]路面部の横断面図である。

[図27]路面部の変形例の横断面図である。

[図28]路面部の荷重検出部付近の平面図である。

[図29]路面部の荷重検出部付近の側面図である。

[図30]荷重検出部の正面図である。

[図31]荷重検出部の側面図である。

[図32]荷重検出部の平面図である。

[図33]荷重検出部の可動部を取り外した状態を示す平面図である。

[図34]図19における領域Eの拡大図である。

[図35]タイヤ試験システムの制御システムの概略構成を示すブロック図であ

る。

[図36]フラット型タイヤ試験装置の制御システムの概略構成を示すブロック図である。

[図37]本発明の実施形態に係るドラム型タイヤ試験装置の平面図である。

[図38]本発明の実施形態に係るドラム型タイヤ試験装置の正面図である。

[図39]本発明の実施形態に係るドラム型タイヤ試験装置の右側面図である。

[図40]本発明の実施形態に係るドラム型タイヤ試験装置の左側面図である。

[図41]ドラム型タイヤ試験装置の制御システムの概略構成を示すブロック図である。

[図42]ドラム型タイヤ試験装置の模擬路面ユニットの外観図である。

[図43]ドラム型タイヤ試験装置の模擬路面ユニットの横断面図である。

[図44]トルク発生部の縦断面図である。

[図45]キャンバー調節機構の側面図である。

[図46] μ -S特性を求める手順を示すフローチャートである。

[図47] μ -S特性を求める手順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

[0015] 以下、図面を参照しながら、本発明の一実施形態について説明する。なお、以下の説明において、同一の又は対応する事項には、同一の又は対応する符号を付して、重複する説明を省略する。また、各図において、符号が共通する事項が複数表示される場合は、必ずしもそれらの複数の表示の全てに符号を付さず、それらの複数の表示の一部について符号の付与を適宜省略する。また、各図において、説明の便宜上、構成の一部を省略し又は断面で示す。

[0016] 以下に説明する本発明の一実施形態に係るタイヤ試験システム1は、平坦な路面63aに試験タイヤTを接地させた状態で試験を行うフラット型タイヤ試験装置1000と、回転ドラム2022の外周面に形成された円柱面状の路面2023bに試験タイヤTを接地させた状態で試験を行うドラム型タイヤ試験装置2000を備え、フラット型タイヤ試験装置1000及びドラ

ム型タイヤ試験装置２０００の試験結果に基づいて、広い速度範囲について実際に路面上を走行した場合に近い試験タイヤＴの性能を評価することが可能な試験システムである。

[0017] 図１－３は、順に、フラット型タイヤ試験装置１０００の左側面図、平面図及び背面図である。また、図４及び図５は、順に、フラット型タイヤ試験装置１０００の長さ方向（Ｘ軸方向）における中間部分を省略した左側面図及び平面図である。

[0018] 平面図（図２及び図５）において、右から左に向かう方向をＸ軸方向、上から下に向かう方向をＹ軸方向、紙面に垂直に裏から表に向かう方向をＺ軸方向と定義する。Ｘ軸方向及びＹ軸方向は互いに直交する水平方向であり、Ｚ軸方向は鉛直方向である。すなわち、また、フラット型タイヤ試験装置１０００に関する説明において、特に定める場合を除き、前後、左右、上下の各方向を、キャリッジ２０の走行方向（Ｘ軸正方向）を向いたときの各方向として定義する。すなわち、Ｘ軸正方向を前、Ｘ軸負方向を後ろ、Ｙ軸正方向を左、Ｙ軸負方向を右、Ｚ軸正方向を上、Ｚ軸負方向を下という。

[0019] フラット型タイヤ試験装置１０００は、Ｘ軸方向に細長い軌道部１０及び路面部６０と、軌道部１０上をＸ軸方向に走行可能なキャリッジ２０を備えている。図３に示されるように、路面部６０は、軌道部１０のベースフレーム１１（以下「ベース１１」と略記する。）の左側部分に載置されている。路面部６０の上面には、キャリッジ２０に装着された試験タイヤＴが接地する路面６３ａが設けられている。本実施形態においては、試験条件に応じて路面部６０を交換できるように、路面部６０は軌道部１０のベース１１に取り外し可能に取り付けられている。なお、軌道部１０のベース１１と路面部６０のフレーム６１とを例えば溶接等により一体化してもよい。また、路面部６０を基礎Ｆ（図３）上に直接設置して、路面部６０を軌道部１０から完全に分離させてもよい。

[0020] 図５に示されるように、軌道部１０の前端部には、後述する駆動部１４ＬＢ及び１４ＲＢに隣接して、一対の車止め１３が設けられている。車止め１

3は、キャリッジ20がオーバーランしたときに、キャリッジ20と衝突して、キャリッジ20を強制的に停止させる装置である。各車止め13は、キャリッジ20との衝突時に発生する衝撃を緩和する一対の油圧式の緩衝装置131を備えている。

[0021] 図4に示されるように、キャリッジ20には、試験輪W（すなわち、試験タイヤTが装着されたホイールリムWr）が取り付けられる。試験中、試験輪Wを路面63aに接地させた状態でキャリッジ20が走行し、試験輪Wは路面63a上を転動する。

[0022] 図3及び図5に示されるように、軌道部10は、キャリッジ20のX軸方向への移動を案内する複数（図示の実施例においては3つ）のガイド機構12A、12B及び12Cを備えている。ガイド機構12A、12B及び12Cは、軌道部10の左端部、幅方向（すなわちY軸方向）中央部及び右端部にそれぞれ設置されている。

[0023] 図6は、ガイド機構12Aの左側面図である。また、図7及び図8は、それぞれガイド機構12A及び12Bの断面図である。なお、ガイド機構12Cは、ガイド機構12Aと左右対称に構成されているため、ガイド機構12Cについての詳細な説明は省略する。

[0024] 各ガイド機構12A、12B及び12Cは、X軸方向に延びる軌道を形成する1本のレール121と、レール121上を走行可能な一つ以上（図示の実施例においては2つ）の走行部122A（図7）、122B（図8）又は122C（不図示。ガイド機構12Aの走行部122Aと左右対称に構成される。）を備えている。走行部122Aについて図6に示されるように、走行部122A、122B及び122Cは、2つのうち的一方がキャリッジ20の底面の前端部（図6における左端部）に取り付けられ、他方が後端部（図6における右端部）に取り付けられている。

[0025] 図7及び図8に示されるように、レール121は、軌道部10のベース11上に敷設されている。また、各走行部122A、122B及び122Cは、キャリッジ20のメインフレーム21の下面に取り付けられている。

- [0026] レール 1 2 1 は、例えば、頭部 1 2 1 h と、頭部 1 2 1 h よりも幅の広い底部 1 2 1 f と、頭部 1 2 1 h と底部 1 2 1 f とを連結する幅の狭い腹部 1 2 1 w を有する平底レールである。本実施形態のレール 1 2 1 は、例えば日本工業規格 JIS E 1120:2007 に準拠する熱処理レール（例えば、熱処理レール 50N-HH340）に追加工が施されたものである。熱処理レールは、頭部に熱処理を施して、耐摩耗性を向上させた鉄道用レールである。
- [0027] 図 7 に示されるように、ガイド機構 1 2 A の走行部 1 2 2 A は、キャリッジ 2 0 のメインフレーム 2 1 の下面に取り付けられた X 軸方向に長いフレーム 1 2 3 と、フレーム 1 2 3 に取り付けられた複数のローラーユニット 1 2 8 A を備えている。ローラーユニット 1 2 8 A は、フレーム 1 2 3 に取り付けられた 3 本のロッド 1 2 4 a、1 2 4 b 及び 1 2 4 c と、各ロッド 1 2 4 a、1 2 4 b 及び 1 2 4 c にそれぞれ取り付けられた 3 つのローラー組立品 1 2 5 a、1 2 5 b 及び 1 2 5 c を備えている。本実施形態においては、本発明はこの構成に限定されるものではないが、各ローラーユニット 1 2 8 A の 3 つのローラー組立品 1 2 5 a、1 2 5 b 及び 1 2 5 c は、X 軸方向において同じ位置に配置されている。また、図 6 に示されるように、複数のローラーユニット 1 2 8 A は、X 軸方向に所定の間隔で並べられている。
- [0028] ローラー組立品 1 2 5 b 及び 1 2 5 c は、ローラー組立品 1 2 5 a と同じ構成を有している（但し、本実施形態においては、本発明はこの構成に限定されるものではないが、ローラー組立品 1 2 5 c はローラー組立品 1 2 5 a とは大きさが異なる。）ため、これらを代表してローラー組立品 1 2 5 a について説明し、ローラー組立品 1 2 5 b 及び 1 2 5 c についての重複する説明は省略する。
- [0029] 図 7 に示されるように、ローラー組立品 1 2 5 a は、レール 1 2 1 上を転動するローラー 1 2 6 a と、ローラー 1 2 6 a を回転可能に支持する一対の軸受 1 2 7 a を備えている。軸受 1 2 7 a は、ころがり軸受であり、図示の実施例においては玉軸受が使用されている。
- [0030] 本実施形態においてはローラー 1 2 6 a の外周面 1 2 6 a p は、円柱面状

に形成されているが、回転軸方向にも（すなわち、図 7 に示される回転軸を含む縦断面においても）曲率を有する曲面（例えば、ローラー 1 2 6 a の中心点 1 2 6 a g を中心とする球面）としてもよい。

[0031] ローラー組立品 1 2 5 a の軸受 1 2 7 a は、例えば単列のラジアル軸受である。軸受 1 2 7 a は、ロッド 1 2 4 a と嵌合した内輪 1 2 7 a 1 と、ローラー 1 2 6 a の内周面と嵌合した外輪 1 2 7 a 3 と、内輪 1 2 7 a 1 と外輪 1 2 7 a 3 との間に介在する複数の転動体であるボール 1 2 7 a 2 を備えている。ボール 1 2 7 a 2 は、内輪 1 2 7 a 1 の外周面及び外輪 1 2 7 a 3 の内周面にそれぞれ形成された円環状溝の対によって定まる円軌道上を転動する。

[0032] ローラー組立品 1 2 5 a は、外周面 1 2 6 a p がレール 1 2 1 の頭部上面（頭頂面） 1 2 1 a に接触し、キャリッジ 2 0 の走行に伴って頭部上面 1 2 1 a 上を転動するように配置されている。ローラー組立品 1 2 5 b は、外周面 1 2 6 b p がレール 1 2 1 の頭部下面 1 2 1 b の一方に接触して、頭部下面 1 2 1 b 上を転動するように配置されている。また、ローラー組立品 1 2 5 c は、外周面 1 2 6 c p がレール 1 2 1 の頭部側面 1 2 1 c の一方に接触して、頭部側面 1 2 1 c 上を転動するように配置されている。

[0033] レール 1 2 1 は、ローラー組立品 1 2 5 a、1 2 5 b 及び 1 2 5 c とそれぞれ接触する頭部上面 1 2 1 a、頭部下面 1 2 1 b 及び頭部側面 1 2 1 c について、形状を平面に変更するとともに、平面度や平行度等の面精度を高める追加工（例えば、研削加工や研磨加工等）が施されている。

[0034] 上述したように、キャリッジ 2 0 の左右両端部にそれぞれ取り付けられたガイド機構 1 2 A とガイド機構 1 2 C とは、左右対称に構成されている。すなわち、ガイド機構 1 2 C は、ガイド機構 1 2 A と同一のものを左右逆向きに（すなわち、Z 軸の周りに 1 8 0 度回転させて）配置したものである。

[0035] 図 8 に示されるように、ガイド機構 1 2 B の走行部 1 2 2 B は、キャリッジ 2 0 のメインフレーム 2 1 の下面に取り付けられたフレーム 1 2 3 と、フレーム 1 2 3 に取り付けられた複数のローラーユニット 1 2 8 B を備えてい

る。ローラーユニット 1 2 8 B は、2 本のロッド 1 2 4 a 及び 1 2 4 b と、2 つのローラー組立品 1 2 5 a 及び 1 2 5 b を備えている。また、ロッド 1 2 4 b 及びローラー組立品 1 2 5 b は、上述したガイド機構 1 2 A の走行部 1 2 2 A ではレール 1 2 1 の左側に配置されているのに対して、ガイド機構 1 2 B の走行部 1 2 2 B ではレール 1 2 1 の右側に配置されている。すなわち、ガイド機構 1 2 B の走行部 1 2 2 B は、上述したガイド機構 1 2 A の走行部 1 2 2 A からローラー組立品 1 2 5 c 及びロッド 1 2 4 c を省き、左右逆向きに配置したものである。なお、ガイド機構 1 2 B の走行部 1 2 2 B がローラー組立品 1 2 5 c 及びロッド 1 2 4 c を備えていても良い。この場合、ロッド 1 2 4 c 及びローラー組立品 1 2 5 c は、例えばレール 1 2 1 の右側（すなわち、レール 1 2 1 に対してロッド 1 2 4 b 及びローラー組立品 1 2 5 b と同じ側）に配置される。

[0036] 本実施形態では、レール 1 2 1 の左側に配置されたガイド機構 1 2 A のローラー組立品 1 2 5 b 及び 1 2 5 c によって、レール 1 2 1 に対してキャリッジ 2 0 が右（Y 軸負方向）に移動することが阻止されている。また、レール 1 2 1 の右側に配置されたガイド機構 1 2 B のローラー組立品 1 2 5 b とガイド機構 1 2 C のローラー組立品 1 2 5 b 及び 1 2 5 c によって、レール 1 2 1 に対してキャリッジ 2 0 が左（Y 軸正方向）に移動することが阻止されている。従って、キャリッジ 2 0 は、レール 1 2 1 に対する Y 軸方向両側への移動が阻止されている。また、ガイド機構 1 2 A、1 2 B 及び 1 2 C のローラー組立品 1 2 5 b によって、レール 1 2 1 に対してキャリッジ 2 0 が上（Z 軸正方向）に移動することが阻止されている。このように、レール 1 2 1 に対するキャリッジ 2 0 の Y 軸方向及び Z 軸正方向への移動を阻止することにより、レール 1 2 1 からのキャリッジ 2 0 の脱線が防止されている。

[0037] 本実施形態では、走行部 1 2 2 B（図 8）が走行部 1 2 2 A（図 7）と左右逆向きに配置されているが、走行部 1 2 2 B を走行部 1 2 2 A と左右同じ向きに配置してもよい。同様に、走行部 1 2 2 C と走行部 1 2 2 A を左右同じ向きに配置してもよい。但し、走行部 1 2 2 A、走行部 1 2 2 B 及び走行

部 1 2 2 C のいずれか二つが互いに左右逆向きに配置（すなわち、レール 1 2 1 に対してローラー組立品 1 2 5 b 及び 1 2 5 c が左右逆側に配置）される。

[0038] キャリッジ 2 0 の左右（Y 軸方向）の移動を効果的に阻止するためには、走行部 1 2 2 A、1 2 2 B 及び 1 2 2 C のうち互いに左右逆向きに配置された二つが、ロッド 1 2 4 及びローラー組立品 1 2 5 c を備えているとよい。

[0039] キャリッジ 2 0 の上方（Z 軸正方向）への移動を効果的に阻止するためには、走行部 1 2 2 A、1 2 2 B 及び 1 2 2 C の少なくとも一つがローラー組立品 1 2 5 b 及びロッド 1 2 4 b を備えているとよい。

[0040] レール 1 2 1 の頭部下面 1 2 1 b が水平面となす角度が一定の角度（例えば 5° ）より大きい場合は、ローラー組立品 1 2 5 c の代わりにローラー組立品 1 2 5 b を使用することができる。

[0041] ガイド機構 1 2 のレール 1 2 1 は、複数の短いレール部材が接続されたものでよい。その場合、図 9 に示されるように、レール 1 2 1 の継目 1 2 1 j は、レール 1 2 1 の長さ方向（X 軸方向）に対して垂直ではなく、平面視において斜めに（すなわち、継目 1 2 1 j が Z X 平面に対してある角度 θ 〔但し、 $0 < \theta < \pi/2$ 〕をなして傾くように）形成してもよい。角度 θ の代表的な値は、例えば $\pi/4$ である。継目 1 2 1 j を斜めに形成することにより、温度変化によりレール 1 2 1 の伸縮が生じても、継目 1 2 1 j でのレール部材同士のスライドによりレール 1 2 1 のひずみが解放されるため、レール 1 2 1 の湾曲が防止される。

[0042] 斜めの継目 1 2 1 j を形成する場合、レール 1 2 1 の、継目 1 2 1 j よりも前方において頭部側面 1 2 1 c が継目 1 2 1 j と鈍角（ $\pi - \theta$ ）を成す側（すなわち、ガイド機構 1 2 A においては左側であり、ガイド機構 1 2 B 及び 1 2 C においては右側）にローラー組立品 1 2 5 b 及び 1 2 5 c（図 9）が配置される。ローラー組立品 1 2 5 b 及び 1 2 5 c をこのように配置することにより、レール 1 2 1 の継目 1 2 1 j にずれ（すなわち、レール部材同士の継目 1 2 1 j に沿ったスライド）が生じても、ローラー組立品 1 2 5 b

及び125cが継目121jの鋭角な端部121eと衝突して、大きな衝撃や損傷が発生することが防止される。

[0043] なお、継目121jにおいて、接続する二つのレール部材の端面同士を接触させてもよく、端面間に所定の隙間を設けて非接触に突き合わせてもよい。また、本実施形態では、レール121の継目121jにおいて、接続される二つのレール部材の端面同士が単に突き合わされているのみで接合されていないが、溶接又は鑢付け等により継目121jにおいてレール部材を接合してもよい。

[0044] なお、本実施形態のガイド機構12A、12B及び12Cに代えて、ガイドウェイ形循環式リニア軸受（所謂リニアガイド）を使用することもできる。玉循環リニア軸受は、平行な二つの直線軌道の隣接する端同士をそれぞれ半円軌道で連結した長円形の軌道を有している。このような直線軌道を有するリニア軸受を高速で（例えば、10km/h以上の速度で）走行させると、転動体が直線軌道から曲線軌道に移行する際に、転動体に急激に遠心力が発生する（すなわち、転動体及び曲線軌道の転動面に衝撃荷重が加わる）ため、転動体及び転動面が急速に摩耗し、又は損傷する。そのため、キャリッジ20を高速で走行させると、リニア軸受の寿命が短くなる又は破損するという問題がある。

[0045] 本実施形態のガイド機構12A、12B及び12Cにおいて使用される軸受127a～cは、転動体が常に一定の曲率の円軌道上を走行するため、転動体に作用する遠心力の急激な変動（すなわち衝撃荷重）は発生しない。そのため、例えば60km/hを超える早い周速でローラー126a－126cを回転させても、軸受127a－127cの著しい寿命の低下や破損は発生しない。従って、転動体の軌道の曲率が一定である円軌道を有するころがり軸受を使用してガイド機構12A－12Cを構成することにより、キャリッジ20の高速走行（例えば10km/h以上の速度での走行）が可能になる。本実施形態のフラット型タイヤ試験装置1000は、上述したガイド機構12A、12B及び12Cを採用したことにより、85km/hを超える

速度でのキャリッジ20の走行が可能になっている。

[0046] フラット型タイヤ試験装置1000は、キャリッジ20及び試験輪Wを駆動する駆動システムDSを備えている。図10は、駆動システムDSの概略の論理構成を示すブロック図である。また、図11は、駆動システムDSの主要部の概略の機械構成を示した図である。なお、図10において、矢印は機械的動力（以下、単に「動力」という。）の伝達経路を表す。

[0047] 図10に示されるように、駆動システムDSは、動力を発生する発動部ASと、発動部ASが発生した動力を駆動対象であるキャリッジ20及び試験輪Wに伝える伝動部TSとを含む。なお、駆動システムDSは、キャリッジ20、試験輪W及び路面部60と共に、動力循環系を構成する。

[0048] 発動部ASは、軌道部10に取り付けられた左右二対の駆動部14（第1発動手段）と、キャリッジ20に取り付けられたトルク付与部であるトルク付与装置30（第2発動手段）（以下、「トルク発生部」という。）を備えている。駆動部14は、主にキャリッジ20の走行速度及び試験輪Wの回転数の制御に使用され、トルク発生部30は、主に試験輪Wに与えるトルクの制御に使用される。

[0049] 伝動部TSは、駆動部14が発生した動力をキャリッジ20に伝える第1伝動部TS1と、第1伝動部TS1によって伝達された動力の一部を取り出してトルク発生部30に伝える第2伝動部TS2と、トルク発生部30から出力された動力を試験輪Wに伝える第3伝動部TS3を含む。なお、トルク発生部30も伝動部TSの一部を構成する。

[0050] 図4及び図5に示されるように、二対の駆動部14（左側の一对の駆動部14LA及び14LBと右側の一对の駆動部14RA及び14RB）は、軌道部10のベース11上の四隅付近に据え付けられている。駆動部14LA及び14RAは軌道部10の後端部に配置され、駆動部14LB及び14RBは軌道部10の前端部に配置されている。

[0051] 後述するように、右側の駆動部14RA及び14RBは、キャリッジ20を駆動して走行させるキャリッジ駆動手段としての機能と、キャリッジ20

の走行速度に対応する回転数で試験輪Wを回転駆動させる試験輪駆動手段（回転数付与手段）としての機能を兼ね備えている。左側の駆動部14LA及び14LBは、キャリッジ駆動手段としての機能を有している。

[0052] 第1伝動部TS1は、ベルト機構15（15L、15R）及び従動部（第1従動部22及び第2従動部23）の各一对を含む。左側のベルト機構15Lは左側的一对の駆動部14LA及び14LBによって駆動され、右側のベルト機構15Rは右側的一对の駆動部14RA及び14RBによって駆動される。第1従動部22と第2従動部23はキャリッジ20のメインフレーム21に取り付けられている。第1従動部22は右側のベルト機構15Rに接続され、第2従動部23は左側のベルト機構15Lに接続されている。

[0053] 図12-14は、駆動部14及びベルト機構15の駆動プーリー部150の概略構造を示した図である。図15及び図16は、第1従動部22の平面図及び左側面図である。図17は、図15のA-A断面図である。また、図18は、第2従動部23の概略構造を示す断面図である。

[0054] 各ベルト機構15（15L、15R）は、一对の駆動プーリー部150と、ベルト151（151L、151R）と、第1従動部22に保持された3つの従動プーリー155A、155C及び156（図16）又は第2従動部23に保持された3つの従動プーリー155A、155B及び155C（図18）と、キャリッジ20のメインフレーム21にベルト151の両端部をそれぞれ固定する一对のベルトクランプ157（図3、図5）を備えている。駆動プーリー部150は、対応する駆動部14のフレーム14a上に据え付けられ、当該駆動部14に接続されている（図12）。また、駆動プーリー部150は、ベルト151の張力を自動的に調整する張力調整部16を備えている。

[0055] ベルト151Rは、一对の駆動プーリー部150（150A、150B）の駆動プーリー152（152A、152B）と第1従動部22の3つの従動プーリー155A、156及び155Cに巻き掛けられている。ベルト151Lは、一对の駆動プーリー部150（150A、150B）の駆動プー

リー１５２（１５２Ａ、１５２Ｂ）と、第２従動部２３の３つの従動プーリー１５５Ａ、１５５Ｂ及び１５５Ｃに巻き掛けられている。

[0056] 図１２－１４に示されるように、駆動部１４は、一対のモーター１４１（１４１Ａ、１４１Ｂ）（第１モーター）及び一対のベルト機構１４２（１４２Ａ、１４２Ｂ）を備えている。モーター１４１は、例えば、回転部の慣性モーメントが $0.01\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 以下（より好適には、 $0.008\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 以下）、定格出力が 3 kW 乃至 60 kW （より実用的には、 7 kW 乃至 37 kW ）の超低慣性高出力型のＡＣサーボモーターである。このような超低慣性かつ高出力のモーター１４１を使用することにより、キャリッジ２０を短い走行距離（例えば、 $20\text{--}50\text{ m}$ ）で試験タイヤＴの最高速度（例えば 240 km ）まで加速することが可能になる。

[0057] なお、モーター１４１には、回転部が通常の大きさの慣性モーメントを有するモーターを使用してもよい。また、モーター１４１は、例えば、駆動制御にインバーターが使用される所謂インバーターモーター等の速度制御が可能な別の種類の電動機でもよい。

[0058] 一対のモーター１４１Ａ及び１４１Ｂは、軸１４１ｂを左右（Ｙ軸方向）に向けて、前後（Ｘ軸方向）に並べられている。また、一対のモーター１４１Ａ及び１４１Ｂは、軸１４１ｂを左右逆に向けて配置されている。すなわち、一方のモーター１４１Ａの軸１４１ｂは左（Ｙ軸正方向）に突出し、他方のモーター１４１Ｂの軸１４１ｂは右（Ｙ軸負方向）に突出している。また、モーター１４１Ａの動力を伝達するベルト機構１４２Ａは、駆動部１４の左側に配置され、モーター１４１Ｂの動力を伝達するベルト機構１４２Ｂは、駆動部１４の左側に配置される。

[0059] ベルト機構１４２は、モーター１４１の軸１４１ｂに取り付けられた駆動プーリー１４２ａと、従動プーリー１４２ｃと、駆動プーリー１４２ａと従動プーリー１４２ｃに巻き掛けられたベルト１４２ｂを備えている。ベルト１４２ｂは、例えば、後述するベルト１５１と同じ構成の歯付ベルトである。ベルト１４２ｂの種類は、ベルト１５１と異なってもよい。

- [0060] ベルト機構 142 は、駆動プーリー 142a よりも従動プーリー 142c のピッチ円直径が大きい（すなわち、歯数が多い）ため、1 よりも大きな減速比を有している。そのため、モーター 141 から出力された回転は、ベルト機構 142 によって減速される。なお、ベルト機構 142 の減速比は 1 以下でもよい。また、ベルト機構 142 に替えて（又は、加えて）、減速機を駆動部 14 に設けても良い。また、ベルト機構 142 や減速機を設けずに、モーター 141 の軸 141b にベルト機構 15 の後述するシャフト 153 を直結させる（例えば、シャフト 153 の一端にモーター 141A の軸 141b を結合し、他端にモーター 141B の軸 141b を結合させる）構成としてもよい。
- [0061] 駆動部 14 の左側に隣接して、ベルト機構 15 の駆動プーリー部 150 が配置されている。駆動プーリー部 150 は、2 つ以上（例えば 3 つ）の軸受部 154 と、複数の軸受部 154 によって回転可能に支持されたシャフト 153 と、シャフト 153 に取り付けられた駆動プーリー 152 を備えている。一对のベルト機構 142A 及び 142B の従動プーリー 142c もシャフト 153 に取り付けられていて、駆動部 14 の出力は、シャフト 153 及び駆動プーリー 152 を介して、駆動プーリー 152 に巻き掛けられたベルト 151 に伝えられる。すなわち、一对のモーター 141A 及び 141B から出力された動力は、それぞれ一对のベルト機構 142A 及び 142B によってシャフト 153 に伝達されて、シャフト 153 において合成される。
- [0062] なお、本実施形態では、駆動部 14 が一对のモーター 141A 及び 141B と一对のベルト機構 142A 及び 142B を備えているが、単一の又は 3 つ以上の複数のモーター 141 及びベルト機構 142 を備えていてもよい。
- [0063] 本実施形態の張力調整部 16 は、第 1 調整部 16A と第 2 調整部 16B を備える。第 1 調整部 16A は、ベルト 151 のループの下側部分をループの内側へ押し込むことによってベルト 151 の張力を調整する機構部である。また、第 2 調整部 16B は、ベルト 151 のループの上側部分をループの内側へ押し込むことによってベルト 151 の張力を調整する機構部である。

- [0064] 第1調整部16Aは、駆動部14のフレーム14aに取り付けられた軸受部161と、軸受部161によりY軸周りに揺動可能に支持されたアーム162と、アーム162の一端部に回転可能に支持されたダンサーロール164と、アーム162の他端部を上下に駆動するリニアアクチュエーター166（例えば、エアシリンダー）を備える。
- [0065] アーム162は、長さ方向において2か所で逆向きに折り曲げられてジグザグに形成されている。アーム162は、一端側の屈曲部ではベルト151との干渉を防ぐために約90度に折り曲げられ、他端側の屈曲部ではリニアアクチュエーター166及びダンサーロール164の可動域に合わせて鈍角に折り曲げられている。
- [0066] アーム162の後端部及び中央部（すなわち、他端側の屈曲部）には、それぞれY軸方向両側に延びるピボット162a、162bが設けられている。ピボット162aは軸受部161によって回転可能に支持されている。アーム162の先端部には、ダンサーロール164の軸164aを回転可能に支持する軸受部162cが設けられている。
- [0067] リニアアクチュエーター166は、駆動部14のフレーム14aに取り付けられた本体166aと、本体166aから下方へ突出したロッド166bと、ロッドの先端部に設けられた軸受部166cを備えている。軸受部166cはピボット162bと共にジョイントを形成し、このジョイントによりロッド166bとアーム162とがピボット162bを中心に回転可能に連結する。
- [0068] リニアアクチュエーター166に供給する空圧を電磁弁166d（図36）で制御することにより、リニアアクチュエーター166の作動が制御される。電磁弁166dは、制御部1070と通信可能に接続され、制御部1070によって動作が制御される。電磁弁166dには、リニアアクチュエーター166に供給する圧縮空気等の加圧流体の圧力を制御可能な電空レギュレータ等の比例制御弁を使用することができる。
- [0069] リニアアクチュエーター166が作動して、ロッド166bが進退すると

、他端部においてロッド 1 6 6 b に連結されたアーム 1 6 2 がピボット 1 6 2 a を中心に揺動し、その結果、アーム 1 6 2 の一端部に保持されたダンサーロール 1 6 4 がベルト 1 5 1 に向かって進退する。ロッド 1 6 6 b を突出させると、ダンサーロール 1 6 4 によってベルト 1 5 1 のループの下側部分が内側に押し込まれ、ベルト 1 5 1 の張力が増大する。すなわち、リニアアクチュエーター 1 6 6 の作動量に応じて、ベルト 1 5 1 の張力を調整できるようになっている。また、電空レギュレータによりリニアアクチュエーター 1 6 6 に一定圧の加圧流体を供給することにより、ベルト 1 5 1 の張力を一定に保つことができる。

[0070] 第 2 調整部 1 6 B は、駆動部 1 4 のフレーム 1 4 a に固定されたフレーム 1 6 9 と、フレーム 1 6 9 に回転可能に支持されたダンサーロール 1 6 7 を備える。図 1 3 に示されるように、フレーム 1 6 9 は、ダンサーロール 1 6 7 の回転軸（すなわち Y 軸方向）に垂直な一对の平板部分 1 6 9 f を有し、X 軸方向から見て逆 U 字状に形成されている。各平板部分 1 6 9 f には、上下に延びる溝穴 1 6 9 a が形成されている。フレーム 1 6 9 は、ダンサーロール 1 6 7 を支持する支持軸 1 6 8 b を有し、支持軸 1 6 8 b の両端部は各平板部分 1 6 9 f の溝穴 1 6 9 a に嵌め込まれ、溝穴 1 6 9 a にガイドされて上下に移動可能に保持されている。

[0071] 支持軸 1 6 8 b の中央部には、軸受 1 6 8 c を介してダンサーロール 1 6 7 が装着されている。ダンサーロール 1 6 7 は、ベルト 1 5 1 のループの上側部分の上に載置される。

[0072] フレーム 1 6 9 の各平板部分 1 6 9 f には、上端面から溝穴 1 6 9 a に抜けるねじ穴 1 6 9 b が形成され、このねじ穴 1 6 9 b には長ボルト 1 6 8 a が嵌め込まれている。長ボルト 1 6 8 a の先端は、支持軸 1 6 8 b の端部と接触していて、長ボルト 1 6 8 a をねじ込むと、支持軸 1 6 8 b と共にダンサーロール 1 6 7 が下方に押し下げられ、ダンサーロール 1 6 7 によってベルト 1 5 1 のループの上側部分が内側に押し込まれ、ベルト 1 5 1 の張力が増大する。すなわち、長ボルト 1 6 8 a をねじ込む量に応じて、ベルト 1 5

１の張力を調整できるようになっている。

[0073] また、第２調整部１６Ｂに替えて（又は、加えて）、ベルト１５１の張力を検出する張力計１６３（図３６）を例えば張力調整部１６に設けて、張力計１６３の検出結果に基づいて、所定の張力が維持されるようにリニアアクチュエーター１６６の駆動を制御する構成としてもよい。

[0074] なお、リニアアクチュエーター１６６には、エアシリンダーに限らず、油圧シリンダー、リニアモーター、サーボモーター等の回転モーターとボールねじ等の運動変換器とを組み合わせた機構等を使用することができる。

[0075] ベルト１５１は、鋼線の心線を有する歯付ベルトである。なお、ベルト１５１には、例えば炭素繊維、アラミド繊維、超高分子量ポリエチレン繊維等の所謂スーパー繊維から形成された心線を有するものを使用してもよい。カーボン心線等の軽量かつ高強度の心線を使用することにより、比較的に出力の低いモーターを使用してキャリッジ２０を高い加速度で駆動する（あるいは、試験輪Ｗに高い駆動力／制動力を与える）ことが可能になり、フラット型タイヤ試験装置１０００の小型化が可能になる。また、同じ出力のモーターを使用する場合、所謂スーパー繊維から形成された心線を有する軽量のベルト１５１を使用することにより、フラット型タイヤ試験装置１０００の高性能化（具体的には、加速性能の向上）が可能になる。

[0076] 図３から図５に示されるように、各ベルト１５１の両端部は、それぞれベルトクランプ１５７によりキャリッジ２０のメインフレーム２１に固定されている。これにより、各ベルト１５１は、キャリッジ２０を介してループを形成している。各ベルト機構１５が作動すると、キャリッジ２０は各ベルト１５１によって引っ張られて、Ｘ軸方向へ走行する。

[0077] 本実施形態においては、ベルト１５１のループの下側部分においてベルトクランプ１５７によりベルト１５１がキャリッジ２０に固定され、ループの上側部分においてベルト１５１と第１従動部２２又は第２従動部２３が接続している。高さが比較的に低いベルトクランプ１５７を第１従動部２２又は第２従動部２３よりも下方に配置することにより、ベルト機構１５の高さを

低く抑えることができる。なお、ループの上側においてベルト 151 がキャリッジ 20 に固定される構成としてもよい。

[0078] 図 4 に示されるように、ベルト機構 15 の一对の駆動プーリー 152 (152A、152B) は、キャリッジ 20 が走行可能な領域を間に挟んで配置され、ベース 11 上に保持された (すなわち、重心位置がベース 11 に対して固定された) 固定プーリーである。また、第 1 従動部 22 又は第 2 従動部 23 に保持された従動プーリー 155 (155A、155B、155C) 及び 156 は、キャリッジ 20 と共に X 軸方向に移動可能な可動プーリーである。

[0079] 以下の説明においては、左右に一对が設けられた構成については、原則として左側の構成について説明し、右側の構成については、符号を角括弧で囲って併記し、重複する説明を省略する。

[0080] 本実施形態では、一对の駆動部 14LA と 14LB [14RA と 14RB] は同位相で駆動される。また、左側の駆動部 14LA 及び 14LB と右側の駆動部 14RA 及び 14RB は、左右逆向きに配置されていて、互いに逆位相で駆動される。

[0081] 駆動プーリー 152 (図 13) と従動プーリー 155 (図 16、図 18) の有効径 (すなわち、ピッチ円直径) 又は歯数は、いずれも同一である。第 1 従動部 22 に保持された従動プーリー 156 (図 16) のピッチ円直径又は歯数は、駆動プーリー 152 及び従動プーリー 155 よりも大きな (例えば、2 倍の) 値となっている。

[0082] 図 5 に示されるように、キャリッジ 20 は、メインフレーム 21、第 1 従動部 22、第 2 従動部 23、ベルト機構 24、ベルト機構 25、伝動軸部 26、ブレーキ装置 27、ブレーキ装置 28、トルク発生部 30、アライメント部 40 及びスピンドル部 50 (車軸部) を備えている。なお、図 10 に示されるように、第 1 従動部 22 及びベルト機構 24 により第 2 伝動部 TS2 が構成される。また、ベルト機構 25、伝動軸部 26 及びスピンドル部 50 により第 3 伝動部 TS3 が構成される。

- [0083] 図 1 1 に示されるように、スピンドル部 5 0 は、回転可能に支持されたスピンドル 5 2 を備えている。スピンドル 5 2 は、その一端に試験輪 W が同軸に（すなわち、中心線を共有するように）取り付けられる軸（すなわち、車軸に相当する部材）であり、トルク発生部 3 0 から出力される動力によってスピンドル 5 2 と共に試験輪 W が回転駆動される。アライメント部 4 0 は、スピンドル部 5 0 の向きを変えることによって、試験輪 W のホイールアライメントの調整（アライメント調整）が可能な機構部である。
- [0084] 図 1 5 から図 1 7 に示されるように、第 1 従動部 2 2 1 は、本体部 2 2 1、軸受部 2 2 2、軸受部 2 2 3、シャフト 2 2 4、駆動歯車 2 2 5、シャフト 2 2 6 及び従動歯車 2 2 7 を備えている。
- [0085] 図 1 6 に示されるように、本体部 2 2 1 は、Y 軸方向に延びる 2 本のロッド 2 2 1 b と、内輪が各ロッド 2 2 1 b と嵌合した一対の軸受 2 2 1 c を備えている。ベルト機構 1 5 R の従動プーリー 1 5 5 A 及び 1 5 5 C は、各軸受 2 2 1 c の外輪とそれぞれ嵌合している。この構成により、ベルト機構 1 5 R の従動プーリー 1 5 5 A 及び 1 5 5 C は、本体部 2 2 1 によって回転可能に支持されている。
- [0086] 図 1 7 に示されるように、本体部 2 2 1 は、軸受 2 2 1 a を備えている。軸受部 2 2 2 は、上下に並ぶ一対の軸受 2 2 2 a 及び 2 2 2 b を備えている。また、軸受部 2 2 3 は、上下に並ぶ一対の軸受 2 2 3 a 及び 2 2 3 b を備えている。
- [0087] シャフト 2 2 4 は、長さ方向の一端部において軸受 2 2 1 a により、他端部において軸受 2 2 3 a により、中間部において軸受 2 2 2 a により、回転可能に支持されている。シャフト 2 2 4 には、ベルト機構 1 5 R の従動プーリー 1 5 6 と駆動歯車 2 2 5 が取り付けられている。
- [0088] シャフト 2 2 6 は、シャフト 2 2 4 よりも短く、長さ方向の一端部において軸受 2 2 2 b により、他端部において軸受 2 2 3 b により、回転可能に支持されている。シャフト 2 2 6 には、駆動歯車 2 2 5 と噛み合う従動歯車 2 2 7 と、ベルト機構 2 4 の駆動プーリー 2 4 1 が取り付けられている。

- [0089] すなわち、第1従動部22を介して、従動プーリー156（ベルト機構15R）と駆動プーリー241（ベルト機構24）とが連結されている。ベルト機構15Rによって伝えられた動力の一部は、従動プーリー156を介してシャフト224に伝えられた後、駆動歯車225及び従動歯車227を介してシャフト226に伝えられ、更に、駆動プーリー241を介してベルト機構24に伝えられる。ベルト機構24に伝えられた動力は、試験輪Wの駆動に使用される。
- [0090] すなわち、右側の第1従動部22と、第1従動部22によって回転可能に支持された従動プーリー156（及び、従動プーリー155A、155C）は、ベルト機構15Rから動力の一部を取り出して、ベルト機構24に供給する機能を有している。
- [0091] ベルト機構15Rによって伝えられた動力の残りの部分は、ベルトクランプ157によってベルト151が固定されたキャリッジ20のメインフレーム21に伝えられ、キャリッジ20の駆動に使用される。
- [0092] すなわち、右側のベルト機構15Rは、キャリッジ20を駆動する手段（キャリッジ駆動手段）の一部を構成すると共に、試験輪Wを駆動する手段（試験輪駆動手段）の一部も構成する。また、右側のベルト機構15Rは、右側の第1従動部22と共に、駆動部14RA、14RBが発生した動力をキャリッジ20の駆動に使用される動力と試験輪Wの駆動に使用される動力とに分配する手段（動力分配手段）として機能する。
- [0093] 本実施形態のベルト機構15Rは、入力側の駆動プーリー152よりも出力側の従動プーリー156のピッチ円直径が大きいため、1より大きな減速比を有している。なお、本発明はこの構成に限定されず、従動プーリー156のピッチ円直径を駆動プーリー152のピッチ円直径以下として、ベルト機構15Rの減速比を1以下としてもよい。
- [0094] また、第1従動部は、駆動歯車225及び従動歯車227を含むことにより、動力の回転方向を反転させる。
- [0095] 図18に示されるように、第2従動部23（本体部231）は、Y軸方向

に延びる３本のロッド２３１ｂと、内輪が各ロッド２３１ｂと嵌合した３つの軸受２３１ｃを備えている。３本のロッド２３１ｂは、Ｘ軸方向において等間隔で配置されている。本実施形態では、中央のロッド２３１ｂが残りの２本のロッド２３１ｂよりも高い位置に配置されているが、すべてのロッド２３１ｂを同じ高さに配置してもよい。

[0096] 各軸受２３１ｃの外輪には、ベルト機構１５Ｌの３つの従動プーリー１５５（前から順に従動プーリー１５５Ａ、１５５Ｂ及び１５５Ｃ）が嵌合している。この構成により、ベルト機構１５Ｌの従動プーリー１５５Ａ、１５５Ｂ及び１５５Ｃは、第２従動部２３によって回転可能に支持されている。

[0097] 図４に示されるように、ベルト機構１５のベルト１５１は、駆動プーリー１５２Ａ、１５２Ｂによって折り返されることにより、上側の部分１５１ａと下側の部分１５１ｂとに分かれている。上側の部分１５１ａと下側の部分１５１ｂは、それぞれキャリッジ２０の走行方向に張られて、互いに逆向きに駆動される。具体的には、キャリッジ２０に固定されたベルト１５１の下側の部分１５１ｂが、キャリッジ２０と共にキャリッジの走行方向に駆動され、上側の部分１５１ａがキャリッジ２０及び下側の部分１５１ｂと逆向きに駆動される。また、キャリッジ２０に取り付けられた従動プーリー１５５及び１５６（図１６、図１８）は、キャリッジ２０と逆向きに走行するベルト１５１の上側の部分１５１ａに巻き掛けられて、上側の部分１５１ａによって駆動される。

[0098] 図１０及び図１１に示されるように、右側のベルト機構１５Ｒによって伝達された動力の一部は、第２伝動部ＴＳ２によりトルク発生部３０へ伝達され、更に、第３伝動部ＴＳ３により試験輪Ｗへ伝達されて、試験輪Ｗの駆動に使用される。なお、第２伝動部ＴＳ２は、第１従動部２２及びベルト機構２４を含み、第３伝動部ＴＳ３は、ベルト機構２５、伝動軸部２６及びスピンドル部５０を含む。上述したように、右側のベルト機構１５Ｒによって伝達された動力の残りの部分は、ベルトクランプ１５７によってベルト１５１の先端部が固定されたキャリッジ２０のメインフレーム２１に伝えられ、キ

ャリッジ２０の駆動に使用される。上記のように構成されたベルト機構１５Ｒ及び第１従動部２２により、ベルト１５１によるャリッジ２０と試験輪Ｗの両方の駆動が可能になっている。

[0099] なお、左側の第２従動部２３は、ベルト機構１５Ｌによって伝達される動力の一部を取り出してャリッジ２０に設けられた第２伝動部ＴＳ２に伝達するための構成（具体的には、軸受部２２２、２２３、シャフト２２４、２２６、駆動歯車２２５及び従動歯車２２７）を備えていない点において、右側の第１従動部２２と異なっている。なお、左側の第２従動部２３は必須の構成要素ではないが、左側の第２従動部２３を設けることにより、ャリッジ２０が左右のベルト機構１５Ｌ、１５Ｒから受ける力が釣り合い、ャリッジ２０の走行が安定化する。

[0100] 上記のように、本実施形態では、共通の動力伝達装置（すなわち、ベルト機構１５Ｒ）によって伝達された動力を使用してャリッジ２０及び試験輪Ｗを駆動する構成が採用されている。この構成により、ャリッジ２０の走行速度に拘わらず、常にャリッジ２０の走行速度に対応した周速（あるいは回転数）で試験輪Ｗを回転駆動させることが可能になっている。また、本実施形態では、トルク発生部３０の作動量（つまりは、消費電力）を減らすために、トルク発生部３０が作動していないときには、ャリッジ２０の走行速度と略同じ周速で試験輪Ｗが回転駆動されるように構成されている。

[0101] ベルト機構２４は、上述した第１従動部２２のシャフト２２６（図１７）に取り付けられた駆動プーリー２４１と、後述するトルク発生部３０の軸部３１４（図１９）に取り付けられた従動プーリー２４２と、駆動プーリー２４１と従動プーリー２４２に巻き掛けられたベルト２４３を備えている。ベルト２４３は、例えば、上述したベルト１５１と同じ構成の歯付ベルトである。ベルト２４３の種類は、ベルト１５１と異なってもよい。

[0102] 図１９は、トルク発生部３０の概略構造を示した図である。トルク発生部３０は、試験輪Ｗに与えるトルクを発生して、このトルクをベルト機構２４によって伝達された回転運動に加えて出力する。言い換えれば、トルク発生

部30は、ベルト機構24により伝達された回転運動の位相を変化させることにより、試験輪Wにトルクを付与する（すなわち、路面63aと試験輪Wとの間に駆動力又は制動力を与える）ことができる。

[0103] トルク発生部30は、試験輪Wを駆動する動力を発生する第2発動手段として機能すると共に、駆動部14（第1発動手段）のモーター141（第1モーター）が発生する動力とトルク発生部30に内蔵されたモーター32（第2モーター）が発生する動力とを結合する動力結合手段としても機能する。

[0104] 駆動システムDSにトルク発生部30を組み込むことにより、試験輪Wの回転数を制御するための動力源（駆動部14RA、14RB）とトルクを制御するための動力源（後述するモーター32）とで役割を分担することが可能になる。そして、これにより、より小容量の動力源を使用することが可能になると共に、試験輪Wに加わる回転数及びトルクをより高い精度で制御することが可能になる。また、トルク発生部30をキャリッジ20に組み込むことにより、ベルト機構15Rに加わる負荷が低減するため、ベルト機構15Rの小型化（例えば、使用する歯付ベルトの本数の削減）や、より耐荷重の低い部材の使用が可能になる。

[0105] トルク発生部30は、回転フレーム31と、回転フレーム31内に取り付けられたモーター32（第2モーター）、減速機33及びシャフト34と、回転フレーム31を回転可能に支持する3つの軸受部351、352及び353と、スリップリング部37と、回転フレーム31の回転数を検出するロータリーエンコーダー38を備えている。

[0106] 本実施形態においては、モーター32には、回転部の慣性モーメントが $0.01\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 以下（より好適には、 $0.008\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 以下）、定格出力が 3 kW 乃至 60 kW （より実用的には、 7 kW 乃至 37 kW ）の超低慣性高出力型のACサーボモーターが使用されている。

[0107] 回転フレーム31は、直径が大きな略円筒状の第1筒部311（モーター収容部）、第2筒部312（連結筒）及び第3筒部313と、第1筒部31

1 よりも直径が小さな略円筒状の軸部 3 1 4 及び 3 1 5 を有している。第 1 筒部 3 1 1 の一端部（図 1 9 における右端部）には、第 2 筒部 3 1 2 及び第 3 筒部 3 1 3 を介して、軸部 3 1 4 が同軸に結合している。また、第 1 筒部 3 1 1 の他端部（図 1 9 における左端部）には、軸部 3 1 5 が同軸に結合している。軸部 3 1 4 は軸受部 3 5 1 及び 3 5 3 により、軸部 3 1 5 は軸受部 3 5 2 により、それぞれ回転可能に支持されている。

[0108] 第 1 筒部 3 1 1 の中空部にはモーター 3 2 が収容されている。モーター 3 2 は、軸 3 2 1 が回転フレーム 3 1 と同軸に配置され、モーターケース 3 2 0（すなわちステーター）が複数のスタッドボルト 3 2 3 により第 1 筒部 3 1 1 に固定されている。

[0109] 第 2 筒部 3 1 2 及び第 3 筒部 3 1 3 の中空部に減速機 3 3 が配置されている。減速機 3 3 の入力軸 3 3 2 にはモーター 3 2 の軸 3 2 1 が接続され、出力軸 3 3 3 にはシャフト 3 4 が接続されている。

[0110] 第 2 筒部 3 1 2 の一端部（図 1 9 における右端部）には、外周へ突出するフランジ 3 1 2 a が形成されている。第 2 筒部 3 1 2 の他端部（図 1 9 における左端部）には、外周へ突出するフランジ 3 1 2 b と内周へ突出する内フランジ 3 1 2 c が形成されている。

[0111] モーター 3 2 のフランジ 3 2 0 a は、第 2 筒部 3 1 2 の内フランジ 3 1 2 c に固定されている。減速機 3 3 のギヤケース 3 3 1 は、第 2 筒部 3 1 2 の一端部（すなわち、フランジ 3 1 2 a の根元）に固定されている。すなわち、モーター 3 2 のモーターケース 3 2 0 と減速機 3 3 のギヤケース 3 3 1 とは、単一の短い筒状の部材である第 2 筒部 3 1 2 を介して、高い剛性で連結されている。これにより、モーター 3 2 の軸 3 2 1 及び減速機 3 3 の入力軸 3 3 2 には曲げモーメントは殆ど加わることがなく、軸 3 2 1 及び入力軸 3 3 2 のスムーズな（すなわち、低摩擦の）回転が確保され、試験輪 W に与えるトルクの制御の精度が向上している。

[0112] 軸部 3 1 5 の根元には、第 1 筒部 3 1 1 と同径のフランジ 3 1 5 a が形成されていて、このフランジ 3 1 5 a の外周部に第 1 筒部 3 1 1 の一端が固定

されている。また、モーター３２のフランジ３２０ｂは、第１筒部３１１のフランジ３１５ａに固定されている。モーター３２は、モーターケース３２０の長さ方向における両端部及び中央部において回転フレーム３１に固定されているため、高い剛性で支持されている。

[0113] 軸部３１４の根元には、第３筒部３１３と同径のフランジ３１４ａが形成されていて、このフランジ３１４ａの外周部に第３筒部３１３の一端が固定されている。また、第３筒部３１３の他端は、第２筒部３１２のフランジ３１２ａの外周部に固定されている。

[0114] 軸部３１４は、根本側のフランジ３１４ａの近くを軸受部３５１により、先端部を軸受部３５３により、それぞれ回転可能に支持されている。軸受部３５１と軸受部３５３の間には、ベルト機構２４の従動プーリー２４２が配置され、軸部３１４の外周に同軸に取り付けられている。ベルト機構２４によって伝達された動力により、トルク発生部３０の回転部が回転駆動される。すなわち、軸部３１４（回転フレーム３１）は、トルク発生部３０の入力軸となっている。

[0115] 軸部３１４の両端部（すなわち、軸受部３５１又は軸受部３５３により支持された部分）の内周には、一对の軸受３１４ｂが設けられている。シャフト３４は、軸部３１４の中空部に通され、一对の軸受３１４ｂによって回転可能に支持されている。シャフト３４の先端は軸部３１４の先端から外に突き出ている。軸部３１４から突き出たシャフト３４の先端部にはベルト機構２５の駆動プーリー２５１が同軸に取り付けられていて、シャフト３４から出力される動力によってベルト機構２５が駆動される。すなわち、シャフト３４は、トルク発生部３０の出力軸となっている。

[0116] モーター３２から出力されるトルクは、減速機３３によって増幅されて、シャフト３４に伝達される。シャフト３４からベルト機構２５に出力される回転は、ベルト機構２４によって駆動される回転フレーム３１の回転に、モーター３２及び減速機３３によって作り出されるトルクを重ね合わせたものとなる。トルク発生部３０は、入力軸である回転フレーム３１の軸部３１４

に伝達された回転運動に、トルク発生部 30 が発生したトルクを加えて、出力軸であるシャフト 34 から出力する。

- [0117] スリップリング部 37 は、複数対のスリップリング 371 とブラシ 372、支持管 373、軸受部 374、支柱 375 及び支持アーム 376 を備えている。支持管 373 は、回転フレーム 31 の軸部 315 に同軸に連結されている。支持管 373 の先端部は、軸受部 374 によって回転可能に支持されている。支持アーム 376 は、支持管 373 と平行に配置され、その一端が回転フレーム 31 側に配置された支柱 375 に固定され、他端が軸受部 374 のフレームに固定されている。
- [0118] 複数のスリップリング 371 は、軸方向に一定の間隔を空けて並べられ、支持管 373 の外周に取り付けられている。複数のブラシ 372 は、それぞれ対応するスリップリング 371 の外周面と向かい合って接触するように配置され、支持アーム 376 に取り付けられている。
- [0119] 各スリップリング 371 にはそれぞれリード線（不図示）が接続されている。リード線は、支持管 373 の中空部に通され、回転フレーム 31 の軸部 315 の中空部に引き出されている。モーター 32 のケーブル 325 は軸部 315 の中空部に通され、ケーブル 325 に含まれる複数のワイヤが、それぞれ対応するスリップリング 371 のリード線と接続されている。また、ブラシ 372 はドライバー 32a（図 36）に接続されている。すなわち、モーター 32 とドライバー 32a とは、スリップリング部 37 を介して接続されている。
- [0120] ロータリーエンコーダー 38 は、スリップリング部 37 の軸受部 374 のフレームに取り付けられている。また、ロータリーエンコーダー 38 の入力軸には、回転フレーム 31 と一体に回転する支持管 373 が接続されている。
- [0121] 図 11 に示されるように、ベルト機構 25 は、トルク発生部 30 の出力軸（シャフト 34）に取り付けられた駆動プーリー 251 と、伝動軸部 26 の入力軸（伝動軸 261）に取り付けられた従動プーリー 252 と、駆動プー

リー２５１と従動プーリー２５２に巻き掛けられたベルト２５３を備え、トルク発生部３０から出力された動力を伝動軸部２６に伝達する。ベルト２５３は、例えば、上述したベルト１５１と同じ構成の歯付ベルトである。ベルト２５３の種類は、ベルト１５１と異なってもよい。

[0122] 伝動軸部２６は、伝動軸２６１と、伝動軸２６１を回転可能に支持する一対の軸受部２６２と、ディスクブレーキ２６３と、スライド式等速ジョイント２６５と、伝動軸２６６と、伝動軸２６６を回転可能に支持する軸受２６７を備えている。ディスクブレーキ２６３は、伝動軸２６１に取り付けられたディスクローター２６３ａと、ディスクローター２６３ａに摩擦を与えて制動を行うキャリパー２６３ｂを備えている。

[0123] 伝動軸２６１は、一端部にベルト機構２５の従動プーリー２５２が取り付けられ、他端にディスクローター２６３ａを介してスライド式等速ジョイント２６５の一端が接続されている。スライド式等速ジョイント２６５の他端は、伝動軸２６６を介して、スピンドル５２と連結している。スライド式等速ジョイント２６５は、作動角（すなわち、入力軸と出力軸とのなす角度）によらず、回転変動無くスムーズに回転を伝達可能に構成されている。また、スライド式等速ジョイント２６５は、軸方向の長さ（伝達距離）も可変である。

[0124] 試験輪Ｗが取り付けられるスピンドル５２は、アライメント部４０によって、その角度及び位置が変更可能に支持されている。スライド式等速ジョイント２６５を介して伝動軸２６１とスピンドル５２とを連結することにより、スピンドル５２の角度や位置が変化しても、この変化にスライド式等速ジョイント２６５が柔軟に追従することができるため、スピンドル５２や伝動軸２６１に大きなひずみが加わらず、動力をスムーズに伝達できる状態を維持することが可能になる。

[0125] 図２０は、アライメント部４０の概略構造を示した図である。また、図２１、図２２、図２３及び図２４は、順に、図２０のＢ－Ｂ矢視図、Ｃ－Ｃ矢視図、Ｄ－Ｄ及びＥ－Ｅ矢視図である。

- [0126] アライメント部40は、荷重調整部42、キャンバー角調整部44及びスリップ角調整部46を備えている。
- [0127] 荷重調整部42は、スピンドル52及びスピンドル52に取り付けられた試験輪Wの高さ（より具体的には、路面63aから試験輪Wの中心Cまでの距離）を変更することにより、試験輪Wに加わる荷重（すなわち、路面63aから受ける垂直荷重）を調整する機構である。荷重調整部42は、ベース11に対して上下（Z軸方向）に移動可能な昇降フレーム421（第1可動フレーム）と、昇降フレーム421の上下の移動を案内する複数（図示の実施例においては二対）のリニアガイド422と、昇降フレーム421を上下に駆動する1つ以上（図示の実施例においては一对）のZ軸駆動ユニット43を備えている。
- [0128] キャリッジ20のメインフレーム21の左側には、アライメント部40を収容する小屋状（或いは東屋状）のアライメント機構支持部214が設けられている。昇降フレーム421は、アライメント機構支持部214内に収容されている。リニアガイド422は、上下に延びるレール422aと、レール422a上を走行可能な1つ以上（図示の実施例においては2つ）の走行部422bを備えている。各リニアガイド422のレール422a及び走行部422bの一方がアライメント機構支持部214に取り付けられ、他方が昇降フレーム421に取り付けられている。
- [0129] Z軸駆動ユニット43（第1駆動ユニット）は、モーター431と、モーター431の回転運動をZ軸方向の直線運動に変換するボールねじ432（運動変換器）を備えている。ボールねじ432は、モーター431の軸に連結されたねじ軸432aと、ねじ軸432aと噛み合うナット432bと、ねじ軸432aを回転可能に支持する軸受432c及び432dを備えている。モーター431と2つの軸受432c及び432dは、アライメント機構支持部214に取り付けられ、ナット432bは昇降フレーム421に取り付けられている。
- [0130] モーター431によりボールねじ432を駆動すると、ナット432bと

共に昇降フレーム421が上下に移動する。これに伴い、昇降フレーム421に支持されたキャンバー角調整部44、スリップ角調整部46及びスピンドル部50を介して試験輪Wが昇降し、ボールねじ432の角度位置（すなわち、試験輪Wの高さ）に応じた荷重が試験輪Wに加わる。

- [0131] 本実施形態では、モーター431の軸にねじ軸432aが直結されているが、減速機又は例えばウォームギア等の回転を減速する歯車装置等を介してモーター431とねじ軸432aとが連結した構成としてもよい。
- [0132] 本実施形態では運動変換器として送りねじ機構が使用されているが、回転運動を直線運動に変換可能な別の種類の運動変換器を使用してもよい。
- [0133] 本実施形態のモーター431はサーボモーターであるが、作動量の制御が可能な別の種類のモーターをモーター431として使用してもよい。
- [0134] キャンバー角調整部44は、E_φ軸（試験輪Wの中心Cを通る前後に延びる軸）の周りにスピンドル52を回転させることにより、路面に対する試験輪Wの傾きであるキャンバー角を調整する機構である。キャンバー角調整部44は、E_φ軸を中心に回転可能なφ回転フレーム441（第2可動フレーム）と、φ回転フレーム441をE_φ軸を中心に回転可能に支持する一対の軸受442と、φ回転フレーム441のE_φ軸の周りの回転を案内する一対の曲線ガイド443と、φ回転フレーム441をE_φ軸の周りに回転駆動する左右一対のφ駆動ユニット45（第2駆動ユニット）を備えている。
- [0135] 図20に示されるように、本実施形態のφ回転フレーム441及び昇降フレーム421は、Y軸方向に見て門形（∩形）の形状を有している。φ回転フレーム441は、∩形の昇降フレーム421の空洞部に収容されている。φ回転フレーム441の正面及び背面には、それぞれE_φ軸と同軸に外側へ（すなわち、試験輪Wから遠ざかる方向へ）突出する円柱状のピボット441aが設けられている。各ピボット441aは、昇降フレーム421に取り付けられた一対の軸受442によって、それぞれ回転可能に支持されている。φ回転フレーム441は、ピボット441aを支軸として、E_φ軸を中心に回転可能に支持されている。なお、軸受442がφ回転フレーム441に取り

付けられ、ピボット441aが昇降フレーム421に取り付けられた構成としてもよい。また、 ϕ 回転フレーム441及び昇降フレーム421の形状は、本実施形態の形状に限定されず、スピンドル部50等を収容可能な空洞部を有する形状であればよい。

[0136] 曲線ガイド443は、 E_{ϕ} 軸と同心に配置された円弧状の曲線レール443aと、曲線レール443a上を走行可能な1つ以上（図示の実施例においては2つ）の走行部443bを備えている。曲線レール443a及び走行部443bの一方が昇降フレーム421に取り付けられ、他方が ϕ 回転フレーム441に取り付けられている。

[0137] ϕ 駆動ユニット45は、 ϕ 回転フレーム441の正面及び背面にそれぞれ取り付けられた一对の平歯車453と、各平歯車453とそれぞれ噛み合う一对のピニオン452と、各ピニオン452を駆動する一对のモーター451を備えている。モーター451は昇降フレーム421に取り付けられ、ピニオン452はモーター451の軸451sと結合している。なお、平歯車453が昇降フレーム421に取り付けられ、モーター451が ϕ 回転フレーム441に取り付けられた構成としてもよい。ピニオン452は、回転可能に支持されたローラー（ローラーピン）からなる歯を備えたローラーピニオンであるが、固定された歯を有する通常の歯車を使用してもよい。平歯車453は、 E_{ϕ} 軸を中心とする円弧状に形成された（すなわち、 E_{ϕ} 軸と同軸の）セグメント歯車である。また、平歯車453は、トロコイド歯形を有するトロコイド歯車である。トロコイド歯車とローラーピニオンとを組み合わせることにより、バックラッシの無い歯車機構が実現される。なお、平歯車453は、図示の実施例においては内歯車であるが、外歯車であってもよい。

[0138] なお、本実施形態のモーター451はサーボモーターであるが、作動量の制御が可能な別の種類のモーターをモーター451として使用してもよい。

[0139] モーター451によりピニオン452が回転駆動されると、ピニオン452と噛み合った平歯車453と共に ϕ 回転フレーム441が、昇降フレーム

4 2 1 に対して、 E_{ϕ} 軸の周りを回転する。これに伴い、スリップ角調整部 4 6 及びスピンドル部 5 0 を介して ϕ 回転フレーム 4 4 1 に支持された試験輪 W が E_{ϕ} 軸の周りに回転し、キャンバー角が変化する。

[0140] スリップ角調整部 4 6 は、スピンドル 5 2 の E_{θ} 軸（試験輪 W の中心 C を通る上下に延びる軸）の周りの向きを変更することにより、キャリッジ 2 0 の走行方向（X 軸方向）に対する試験輪 W（より具体的には、車軸に垂直な車輪中心面）の傾きであるスリップ角を調整する機構である。図 2 0 に示されるように、スリップ角調整部 4 6 は、 E_{θ} 軸を中心に回転可能な θ 回転フレーム 4 6 1（第 3 可動フレーム）と、 θ 回転フレーム 4 6 1 を回転可能に支持する軸受 4 6 2 と、 θ 回転フレーム 4 6 1 を回転駆動する θ 駆動ユニット 4 7 を備えている。

[0141] θ 回転フレーム 4 6 1 は、Y 軸方向に見て門形（ $\cap$ 形）の ϕ 回転フレーム 4 4 1 の空洞部に収容されている。 θ 回転フレーム 4 6 1 の上面には、 E_{θ} 軸と同軸に突出するピボット 4 6 1 a が設けられている。ピボット 4 6 1 a は、 ϕ 回転フレーム 4 4 1 の天板に取り付けられた軸受 4 6 2 によって回転可能に支持されている。 θ 回転フレーム 4 6 1 は、ピボット 4 6 1 a を支軸として、 E_{θ} 軸を中心に回転可能に支持されている。

[0142] θ 駆動ユニット 4 7 は、 θ 回転フレーム 4 6 1 に取り付けられた平歯車 4 7 3 と、平歯車 4 7 3 と噛み合う 1 つ以上（図示される実施例においては是一对）のピニオン 4 7 2 と、各ピニオン 4 7 2 を回転駆動する 1 つ以上の（図示される実施例においては一对）のモーター 4 7 1 を備えている。平歯車 4 7 3 は、ピボット 4 6 1 a に同軸に結合している。モーター 4 7 1 は ϕ 回転フレーム 4 4 1 に取り付けられ、ピニオン 4 7 2 はモーター 4 7 1 の軸に取り付けられている。平歯車 4 7 3 が ϕ 回転フレーム 4 4 1 に取り付けられ、モーター 4 7 1 が θ 回転フレーム 4 6 1 に取り付けられた構成としてもよい。本実施形態では、ピニオン 4 7 2 はローラーピニオンであり、平歯車 4 7 3 はトロコイド歯車であるが、ピニオン 4 7 2 及び平歯車 4 7 3 の種類は本実施形態の構成に限定されない。

- [0143] 図25は、スピンドル部50（車輪支持部）の概略構造を示した図である。スピンドル部50は、 θ 回転フレーム461の下端部に取り付けられている。スピンドル部50は、 θ 回転フレーム461に固定されたフレーム51と、フレーム51に取り付けられた複数（図示の実施例においては一对）の軸受53と、軸受53に回転可能に支持されたスピンドル52と、試験輪Wに加わる力を検出する6分力センサー54と、スピンドル52の先端部に6分力センサー54を介して同軸に取り付けられたホイールハブ55を備えている。6分力センサー54は、複数の圧電素子54eを備えている。ホイールハブ55には、試験輪WのホイールリムWr（図1）が取り付けられる。なお、試験輪Wのトルクは6分力センサー54によって検出されるが、試験輪Wのトルクを検出可能なトルクセンサーをスピンドル部50等に別途設けてもよい。
- [0144] スピンドル52の末端には、伝動軸部26の伝動軸266が接続されている。伝動軸266は、スピンドル部50のフレーム51に取り付けられた軸受267によって回転可能に支持されている。
- [0145] アライメント部40は、キャンバー角（ ϕ 角）やスリップ角（ θ 角）を変更しても試験輪Wの位置が移動しないように、 E_{θ} 軸、 E_{ϕ} 軸及び E_{λ} 軸の3軸が試験輪Wの中心Cの一点で交差するように構成されている。
- [0146] 図26は、路面部60の横断面図である。路面部60は、フレーム61と、フレーム61に支持された本体部60aを備えている。本体部60aは、基盤62と、基盤62上に保持された舗装部63を備えている。基盤62の上面には、路面部60の延長方向（すなわち、キャリッジ20の走行方向であるX軸方向）に延びる凹部621が形成されている。舗装部63は、例えば、後述する模擬舗装材料を凹部621に充填して硬化させることにより形成されている。舗装部63の上面には、試験輪Wが接地する路面63aが形成されている。
- [0147] 本実施形態では、本体部60aが、路面ユニット（路面63aの少なくとも一部を含む交換可能な構造体）である本体部ユニット600aから構成さ

れていて、フレーム61上に着脱可能に取り付けられている。なお、路面ユニットは、本実施形態のように本体部60aをユニット化した形態（「本体部ユニット」という。）に限らず、舗装部63のみをユニット化した形態（「舗装部ユニット」という。）やフレーム61まで含めた路面部60全体をユニット化した形態（「路面部ユニット」という。）とすることもできる。

[0148] 本実施形態の本体部60aは、本体部60aを路面部60の延長方向において分割した複数の本体部ユニット600aから構成されていて、本体部ユニット600aの単位で交換可能になっている。なお、本体部60aの全体を単一の交換可能な路面ユニットとして形成してもよい。

[0149] 本実施形態のように、路面部60を本体部ユニット600a等の路面ユニットから構成することにより、路面ユニットを交換することによって、路面63aの少なくとも一部を容易に交換することが可能になる。

[0150] 例えば、路面部60の延長方向（X軸方向）における中央部の本体部ユニット600aのみを交換して、中央部のみにいて舗装部63の種類（例えば材質、構造、表面形状等）を変更することができる。また、本体部ユニット600a毎に舗装部63の種類を変えて、例えば、路面部60の延長方向において路面63aの摩擦係数が変化するようにしてもよい。

[0151] 基盤62の下面には、フレーム61の上面に設けられた凸部612と嵌合する凹部622が設けられている。凸部612と凹部622が嵌合するように本体部ユニット600aをフレーム61の上に載置して、両者をボルトやカムレバー等の固定手段（不図示）により固定することにより、本体部ユニット600aがフレーム61上に着脱可能に取り付けられている。

[0152] また、本実施形態では、フレーム61も、フレーム61を路面部60の延長方向において分割した複数のフレームユニット610から形成されていて、フレームユニット610の単位で交換可能になっている。

[0153] また、本実施形態では、フレームユニット610と本体部ユニット600aとは同じ長さに形成されていて、フレームユニット610に本体部ユニット600aを取り付けた路面部ユニット600の単位で交換することもでき

る。

- [0154] また、本実施形態では舗装部63は基盤62と一体に形成されているが、舗装部63を基盤62に対して着脱可能な構成としてもよい。例えば、舗装部63を路面部60の延長方向において分割した複数の舗装部ユニット630から舗装部63を構成し、舗装部ユニット630の単位で舗装部63を交換可能な構成としてもよい。この場合、舗装部ユニット630と基盤ユニット620とを同じ長さ形成し、基盤ユニット620に舗装部ユニット630を取り付けた複合ユニット（言い換えれば、舗装部63を着脱可能にした本体部ユニット600a）の単位で交換可能にしてもよい。また、フレームユニット610、基盤ユニット620及び舗装部ユニット630を組み立てて路面部ユニット600を製作し、路面部ユニット600の単位で交換可能にしてもよい。
- [0155] また、上述したように、本実施形態では、複数の路面部ユニット600が連結して路面部60を形成している。この構成により、路面部ユニット600の追加又は削除により、路面部60の延長又は短縮が可能となる。また、複数の路面ユニットを同一構造とすることにより、路面部60を効率的に製造することが可能になる。
- [0156] また、本実施形態では、路面部60と同様に、軌道部10も、延長方向において複数の軌道部ユニット100に分割されている。軌道部ユニット100の追加又は削除により、軌道部10の延長又は短縮も可能である。軌道部ユニット100は、路面部ユニット600と同じ長さ形成されている。そのため、軌道部10と路面部60の長さを揃えることができる。また、軌道部ユニット100と路面部ユニット600を一体化した複合ユニットの単位で、路面部60及び軌道部10の延長、短縮又は一部交換が可能な構成としてもよい。
- [0157] 本実施形態の路面部60では、舗装部63として、アスファルト舗装を模擬した（すなわち、タイヤの摩耗量等のタイヤに与える影響が実際のアスファルト舗装と同程度になる）模擬舗装が形成されている。模擬舗装は、例え

ば炭化ケイ素やアルミナ等の耐摩耗性に優れたセラミックスを粉碎した（必要に応じて、更に研磨やエッチング等の加工を施した）骨材に、例えばウレタン樹脂やエポキシ樹脂等の結合剤（バインダー）を添加した模擬舗装材料を成形して硬化させることによって形成される。このような模擬舗装材料を使用することにより、耐久性に優れ、路面状態が安定した（すなわち試験タイヤTの摩耗量等が安定した）模擬路面が得られる。タイヤの摩耗量は、例えば骨材の粒度や結合剤の添加量等により調整することができる。

[0158] 本実施形態の模擬舗装は単層構造であるが、例えば異なる材料から形成された複数の層が厚さ方向に積層した模擬舗装を使用してもよい。また、例えば骨材の種類や粒度、バインダーの種類や配合量等を調整して、敷石舗装、レンガ舗装又はコンクリート舗装等を模擬した模擬舗装を使用してもよい。

[0159] また、実際の路面よりもタイヤに与えるダメージが大きく（又は小さく）なるように路面63aを形成してもよい。実際の路面よりもタイヤに与える影響が大きい路面63aを使用することにより、タイヤの加速劣化試験が可能になる。

[0160] また、舗装部63を実際の舗装材料（例えばアスファルト舗装の表層に使用されるアスファルト混合物）から形成してもよい。また、路面を形成する最表層だけでなく、下層構造まで実際の舗装を再現又は模造した舗装部63を使用してもよい。

[0161] 本実施形態のフラット型タイヤ試験装置1000は、試験中に路面63aが移動しないため、タイヤの性能に影響を与える異物（例えば、水、雪、泥水、土、砂、砂利、落ち葉、油これらを模擬したもの又はこれらの2つ以上の混合物等）を路面63a上に撒いた状態で試験を行うことができる。例えば、路面63a上に水を撒いた状態で試験を行うことにより、ウェット制動試験を行うことができる。

[0162] ここで、路面部60の一変形例について説明する。図27は、路面部60の変形例である路面部60Aの横断面図である。路面部60Aは、基盤62に取り付けられた枠部67を備えている。枠部67は、コーキング等により

基盤 6 2 と水密に接合され、基盤 6 2 や舗装部 6 3 と共に槽 6 8 を形成する。槽 6 8 には、タイヤの性能に影響を与える異物（例えば水、砂利、土、落ち葉等）が路面 6 3 a を覆うように入れられる。槽 6 8 を使用することにより、路面 6 3 a 上に異物を厚く堆積させることが可能になる。なお、本変形例の枠部 6 7 は基盤 6 2 の上面に取り付けられているが、基盤 6 2 の側面に枠部 6 7 を取り付けても良い。また、舗装部 6 3 の上面に枠部 6 7 を取り付けてもよい。

[0163] また、路面部 6 0 A は、路面 6 3 a の温度を調整可能な温度調整手段 6 4 を備えている。本変形例の温度調整手段 6 4 は、基盤 6 2 に埋め込まれた流路 6 4 a と、路面 6 3 a の温度を検出する温度センサー 6 4 b と、温度調整装置 6 4 c を有している（図 3 6）。温度センサー 6 4 b は、例えば熱電対やサーミスタ等を使用した接触式の温度センサーや赤外線センサー等の非接触式の温度センサーである。温度調整装置 6 4 c は、制御部 1 0 7 0 に接続され、制御部 1 0 7 0 からの指令に基づいて路面 6 3 a の温度を設定温度に調整する。具体的には、温度調整装置 6 4 c は、温度センサー 6 4 b の検出結果に基づいて熱媒（例えばオイルや不凍液を含有した水）の温度を調整して、この熱媒を流路 6 4 a に送出する。温度調整装置 6 4 c により温度が調整された熱媒を流路 6 4 a に流すことにより、路面 6 3 a を所定の温度に調整することができる。また、路面 6 3 a の温度を安定化させると共に熱の利用効率を高めるために、基盤 6 2 の表面は断熱材 6 9 によって被覆されている。

[0164] 温度調整手段 6 4 は、路面 6 3 a の温度を低温（例えば -40°C ）から高温（例えば 80°C ）までの広い範囲で調整することができる。槽 6 8 に水を溜めて、路面 6 3 a の設定温度を氷点下に設定することにより、凍結路面を形成することができる。すなわち、本変形例の路面部 6 0 A を使用することにより、氷上制動試験を行うことができる。また、槽 6 8 に雪を入れた状態で、雪上制動試験を行うことができる。

[0165] 流路 6 4 a は、路面 6 3 a と平行に基盤 6 2 内を等間隔で蛇行するように

形成されている。また、基盤62は、延長方向に複数の区画（基盤ユニット620）に区分され、各区画に個別の流路64aが設けられている。この構成により、路面63a全体をより均一な温度に調整することが可能になる。

[0166] 次に、荷重検出部65について説明する。荷重検出部65は、タイヤ路面に加わる荷重分布を検出可能な構成部分である。

[0167] 図28及び図29は、それぞれ路面部60の荷重検出部65及びその周辺を示した平面図及び左側面図である。また、図30-32は、順に、荷重検出部65の正面図、左側面図及び平面図である。

[0168] 図28及び図29に示されるように、路面部60の本体部60aの上面には、Y軸方向に細長い凹部60pが形成されている。荷重検出部65は、凹部60p内に収容され、凹部60pの底面に固定されている。

[0169] 図30-32に示されるように、荷重検出部65は、固定フレーム658、可動フレーム659、一対のリニアガイド654、センサーアレイユニット650、移動ユニット655及びセンサー位置検出部656を備えている。なお、図30において、リニアガイド654及び後述する固定フレーム658のレール支持部658bの図示が省略されている。可動フレーム659は、一対のリニアガイド654によって、Y軸方向（すなわち、路面部60の幅方向）に移動可能に支持されている。センサーアレイユニット650は、可動フレーム659の上面に取り付けられている。センサーアレイユニット650の詳細は後述する。

[0170] 図33は、荷重検出部65の可動部（すなわち、可動フレーム659及びセンサーアレイユニット650）を取り外した状態を示した平面図である。

[0171] 図31及び図33に示されるように、固定フレーム658は、略矩形のベースプレート658aと、ベースプレート658aの上面に固定された一対のレール支持部658bを備えている。一対のレール支持部658bは、長さ方向をY軸方向に向けて、X軸方向に間隔を空けて並べられている。

[0172] リニアガイド654は、Y軸方向に延びるレール654aと、レール654a上を走行可能な複数（本実施形態では三つ）のキャリッジ654b（以

下「ランナー654b」という。)を備えている。レール654aは、レール支持部658bの上面に取り付けられている。また、ランナー654bは、可動フレーム659の下面に取り付けられている。リニアガイド654によって、可動フレーム659のY軸方向の移動が案内される。

[0173] 移動ユニット655は、一对のレール支持部658b及びリニアガイド654の間に配置されている。移動ユニット655は、モーター655mとボールねじ655bを備えている。ボールねじ655bは、ねじ軸655ba、ナット655bb、軸受部655bc及び軸受部655bdを備えている。本実施形態のモーター655mはサーボモーターであるが、作動量の制御が可能な別の種類のモーターをモーター655mとして使用してもよい。

[0174] ねじ軸655baは、一对の軸受部655bc及び655bdによって両端部において回転可能に支持されている。また、ねじ軸655baの一端は、モーター655mの軸に接続されている。ねじ軸655baと噛み合うナット655bbは、可動フレーム659の下面に取り付けられている。モーター655mによってねじ軸655baを回転させると、ナット655bbと共に可動フレーム659及びセンサーアレイユニット650がY軸方向に移動する。すなわち、モーター655mの回転駆動により、センサーアレイユニット650のY軸方向における位置を変更することができる。

[0175] 図33に示されるように、センサー位置検出部656は、可動アーム656a、複数（本実施形態では三つ）の近接センサー656c及びセンサー取付部656bを備えている。可動アーム656aは、末端部が可動フレーム659に固定されていて、可動フレーム659と共にY軸方向に移動可能である。センサー取付部656bは、固定フレーム658に取り付けられている。

[0176] 複数の近接センサー656cは、検出面656cfをX軸正方向に向けて、Y軸方向に間隔を空けて（例えば等間隔に）並べられ、センサー取付部656bに取り付けられている。

[0177] 可動アーム656aの先端部には、近接センサー656cに近接する近接

部656apが形成されている。本実施形態では、可動アーム656aの先端部をクランク状に折り曲げることにより、近接部656apが形成されている。近接部656apは、複数の近接センサー656cの検出面656cfと同じ高さに配置されている。また、複数の近接センサー656cの検出面656cfは、近接部656apのY軸方向における可動範囲内に間隔を空けて配置されている。

[0178] 図34は、図30において二点鎖線で囲まれた領域Eを拡大した図である。図30及び図34に示されるように、センサーアレイユニット650は、フレーム650aと複数（本実施形態では150個）の荷重検出モジュール650mを備えている。フレーム650aの上面の中央部には、Y軸方向に長い凹部650apが形成されている。複数の荷重検出モジュール650mは、凹部650ap内に収容され、凹部650apの底面に固定されている。

[0179] 複数の荷重検出モジュール650mは、X軸方向及びY軸方向の2方向に格子点状に等間隔に（例えば、略隙間なく）並べられている。本実施形態では、150個の荷重検出モジュール650mが、X軸方向に5列、Y軸方向に30列に並べられている。

[0180] 荷重検出モジュール650mは、3分力センサー651と、舗装部652と、ボルト653を備えている。3分力センサー651は、中心軸がZ軸方向を向いた円柱状の圧電素子である。舗装部652は、例えば舗装部63と同じ模擬舗装材料又は舗装材料から形成された、X軸方向及びY軸方向の長さが等しい直方体状の部材である。なお、3分力センサー651及び舗装部652の形状は、これらの形状に限定されない。例えば、3分力センサー651の形状は直方体状でもよく、舗装部652の形状は円柱状でもよい。

[0181] 円柱状の3分力センサー651の中央には、Z軸方向に貫通する孔651bが形成されている。また、舗装部652の中央には、Z軸方向に延びるボルト穴652bが形成されている。3分力センサー651の孔651bに通されて舗装部652のボルト穴652bに捻じ込まれたボルト653によっ

て、荷重検出モジュール650mは、一体化され、フレーム650aに固定されている。舗装部652の上面は、同じ高さで水平に配置されて、路面652aを形成する。荷重検出モジュール650mが配列されたX軸及びY軸方向の領域が、センサーアレイユニット650の検出領域となる。なお、センサーアレイユニット650の検出領域の幅（すなわち、Y軸方向における長さ） L_y （図32）は、試験タイヤTのトレッド幅よりも十分に広く、試験タイヤTのタイヤ踏面全幅が路面652aに接地できるようになっている。

[0182] 3分力センサー651により、各荷重検出モジュール650mの路面652aに加わる（すなわち、タイヤ踏面に加わる）以下の3種類の力 f_R 、 f_T 及び f_L が検出される。

- a) 半径方向力 f_R
- b) 接線力 f_T
- c) 横力 f_L

[0183] 荷重検出部65を使用することにより、試験タイヤTのタイヤ踏面から路面が受ける力（すなわち、タイヤ踏面に加わる力）の分布及びその時間変化を検出することができる。

[0184] 図35は、タイヤ試験システム1の制御システム1aの概略構成を示すブロック図である。制御システム1aは、後述する補正 $\mu-S$ 特性を計算する中央制御装置1cと、フラット型タイヤ試験装置1000を制御する制御システム1000aと、ドラム型タイヤ試験装置2000を制御する制御システム2000aを備えている。中央制御装置1cは、記憶装置72を有する制御部70（コンピューター）と、外部との入出力を行うインターフェース部90を備えている。中央制御装置1cには、例えばパーソナルコンピューター、PCL（Programmable Logic Controller）又はスマートフォン等の携帯情報端末が使用される。本実施形態の制御システム1aは、3つの制御部70、1070、2070を備えているが、これらの2つ以上を統合してもよい。この場合、統合する制御部70、1070、2070に対応する、後

述のインターフェース部 90、1090、2090も統合される。

- [0185] インターフェース部 90は、例えば、ユーザーとの間で入出力を行うためのユーザーインターフェース、LAN (Local Area Network) 等の各種ネットワークと接続するためのネットワークインターフェース、外部機器と接続するためのUSB (Universal Serial Bus) やGPIB (General Purpose Interface Bus) 等の各種通信インターフェースの一つ以上を備えている。また、ユーザーインターフェースは、例えば、各種操作スイッチ、表示器、LCD (liquid crystal display) 等の各種ディスプレイ装置、マウスやタッチパッド等の各種ポインティングデバイス、タッチスクリーン、ビデオカメラ、プリンタ、スキャナ、ブザー、スピーカ、マイクロフォン、メモリーカードリーダー等入出力装置の一つ以上を含む。
- [0186] 中央制御装置 1cは、例えばLAN等のネットワークやUSB等のバスを介して制御システム 1000a及び2000aと接続されている。中央制御装置 1cの制御部 70の指令に基づいて、フラット型タイヤ試験装置 1000及びドラム型タイヤ試験装置 2000の動作を制御することが可能である。また、フラット型タイヤ試験装置 1000又はドラム型タイヤ試験装置 2000を使用して得られた試験結果は、中央制御装置 1cに送信され、又は、サーバー 92やNAS (Network Attached Storage) 等のネットワークストレージに記憶される。
- [0187] 図 36は、フラット型タイヤ試験装置 1000の制御システム 1000aの概略構成を示すブロック図である。制御システム 1000aは、フラット型タイヤ試験装置 1000の全体の動作を制御する制御部 1070 (コンピューター)、各種計測を行う計測部 1080及び外部との入出力を行うインターフェース部 1090を備えている。
- [0188] 制御部 1070には、各駆動部 14のモーター 141、トルク発生部 30のモーター 32、荷重調整部 42のモーター 431、キャンバー角調整部 44のモーター 451、スリップ角調整部 46のモーター 471及び移動ユニット 655のモーター 655mが、ドライバー 141a、32a、431a

、４５１ a、４７１ a及び６５５ aをそれぞれ介して接続されている。また、制御部１０７０には、温度調整装置６４ cが接続されている。

[0189] 制御部１０７０と各ドライバー１４１ a、３２ a、４３１ a、４５１ a及び４７１ aとは、光ファイバによって通信可能に接続され、制御部１０７０と各ドライバーとの間で高速のフィードバック制御が可能になっている。これにより、より高精度（時間軸において高分解能かつ高確度）の同期制御が可能になっている。

[0190] 計測部１０８０には、スピンドル部５０の６分力センサー５４、荷重検出部６５の３分力センサー６５１及びセンサー位置検出部６５６の近接センサー６５６ cが、アンプ５４ a、６５１ a及び６５６ c aをそれぞれ介して接続されている。６分力センサー５４、３分力センサー６５１及び近接センサー６５６ cからの信号は、アンプ５４ a、６５１ a及び６５６ c aによってそれぞれ増幅されたのち、計測部１０８０においてデジタル信号に変換され、これにより計測データが生成される。計測データは制御部１０７０に入力される。なお、図３６において、３分力センサー６５１、アンプ６５１ a、近接センサー６５６ c及びアンプ６５６ c aは、それぞれ一つのみが図示されている。

[0191] 各モーター１４１、３２、４３１、４５１、４７１及び６５５ mに内蔵されたロータリーエンコーダーＲＥが検出した位相情報は、各ドライバー１４１ a、３２ a、４５１ a、４７１ a及び６５５ aをそれぞれ介して、制御部１０７０に入力される。

[0192] インターフェース部１０９０の構成は、上述した制御システム１ aのインターフェース部９０と同一であるため、重複する説明を省略する。

[0193] 制御部１０７０は、インターフェース部７６を介して入力された速度の設定データに基づいて、各駆動部１４のモーター１４１の駆動を同期制御することにより、キャリッジ２０を所定の速度で走行させることができる。なお、本実施形態では、４つの駆動部１４の全てを同位相で駆動する（より正確には、左側の駆動部１４ L A及び１４ L Bと右側の駆動部１４ R A及び１４

R Bとは逆位相〔逆回転〕で駆動される）。

- [0194] また、制御部1070は、インターフェース部76を介して取得した試験タイヤTに与えるべき前後力（制動力又は駆動力）の設定データに基づいてトルク発生部30のモーター32の駆動を制御することにより、試験タイヤTに所定の前後力を与えることができる。また、制御部1070は、前後力の設定データに替えてトルクの設定データ（又は加速度の設定データ）に基づいてトルク発生部30を制御することにより、試験輪Wに所定のトルクを与えることもできる。
- [0195] 制御部1070は、キャリッジ20を所定の走行速度で走行させる（同時に、試験タイヤTを走行速度と略同じ周速で回転させる）駆動部14の制御と、試験タイヤTに前後力（又はトルク）を与えるためのトルク発生部30の制御とを、同期信号に基づいて、同期して行うことができる。
- [0196] トルク発生部30に発生させるトルクの波形としては、正弦波、正弦半波（ハーフサイン波）、鋸歯状波（のこぎり波）、三角波、台形波等の基本波形の他、路上試験において計測された前後力（又はトルク）波形、シミュレーション計算によって得られた前後力（又はトルク）波形又はその他の任意の合成波形（例えば、ファンクションジェネレータ等により生成された波形）を使用することができる。
- [0197] キャリッジ20の走行速度（又は試験輪Wの回転数）の制御についても、同様に、基本波形の他、路上試験において計測された車輪の回転数の波形、シミュレーション計算によって得られた速度変化の波形、又はその他の任意の合成波形（例えば、ファンクションジェネレータ等により生成された波形）を使用することができる。
- [0198] 本実施形態のフラット型タイヤ試験装置1000は、試験タイヤTの μ -S特性を測定することができる。タイヤの μ -S特性とは、制動や駆動の際の、回転しているタイヤの滑り度合（スリップ率S）と、タイヤー路面間の摩擦係数（又は制動力係数） μ との関係（特性）をいい、一般に、スリップ率Sを横軸に、摩擦係数 μ を縦軸にしたグラフで表現される。

[0199] なお、摩擦係数 μ は、路面とタイヤの接地面の間に働く摩擦力和、路面とタイヤの接地面に垂直にかかる荷重（垂直荷重）との比の値（すなわち、摩擦力を荷重で除した値）である。また、制動力係数 μ は、制動力をタイヤにかかる荷重で除した値である。タイヤの試験においては、摩擦係数 μ の代わりに制動力係数 μ が計測されることが多い。タイヤの μ -S特性は、タイヤの種類、走行速度、路面の状態（乾燥・湿潤等）又は性質などによって変化する。

[0200] 以下に、 μ -S特性の測定方法の一例を説明する。この測定方法においては、走行速度を変更して複数回の測定が行われ、異なる複数の走行速度について μ -S特性が取得される。なお、以下の μ -S特性の測定や記録は、図36に示す制御部1070の記憶装置1072（又は、例えばLAN等のネットワークを介して制御部1070に接続されたサーバー1092等の制御部1070によってアクセス可能なその他の記憶手段）に格納されているプログラムを制御部1070が実行することによって行われ、測定結果等が記憶装置1072やその他の記憶手段に記憶される。

[0201] スリップ率Sは、次の数式（1）によって計算することができる。

$$\text{スリップ率} S = (\text{車体速度} - \text{車輪周速}) \div \text{車体速度} \times 100\% \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

なお、車体速度は車体の走行速度（すなわち、車体の重心の移動速度）であり、本実施形態のフラット型タイヤ試験装置1000におけるキャリッジ20の走行速度に相当する。車輪周速は、車輪の外周面（すなわち、タイヤのトレッドの表面）における接線方向の速度であり、本実施形態のフラット型タイヤ試験装置1000における試験輪Wの周速に相当する。

[0202] スリップ率が0%のときは、車体速度と車輪周速が等しい場合であり、車輪の回転数に応じた速度で車体が走行しており、滑りや回転ロス等のない状態である。一方、スリップ率が100%のときは、車輪周速=0の場合であり、これは、車輪が完全にロック（すなわち、回転が停止）しているにもかかわらず、車体が滑って（より正確には、路面上をタイヤが滑って）走行し

てしまっている状態を表している。

[0203] 本実施形態のフラット型タイヤ試験装置 1000 で μ -S 特性を測定する場合は、以下の手順で測定可能である。

[0204] まず、所定の初期化処理が行われ、フラット型タイヤ試験装置 1000 が初期状態にセットされる。図 1 に示されるように、初期状態において、キャリアッジ 20 は、その可動範囲の X 軸負方向における末端付近に設定された初期位置（初期走行位置） P_{x0} に配置される。また、昇降フレーム 421（図 20）は、その可動範囲の例えば上端付近に設定された初期位置 P_{z0} に配置される。初期位置 P_{z0} において、試験輪 W は路面 63a から浮上し、試験輪 W の着脱やアライメント調整が可能になる。また、キャンバー角調整部 44 及びスリップ角調整部 46 により、キャンバー角及びスリップ角がそれぞれ設定された値に調整される。次に、初回に μ -S 特性を測定する走行速度が設定される。例えば、時速 5 km における μ -S 特性を測定する場合には、走行速度の設定値として 5 km/h の値が所定のメモリ等にセットされる。

[0205] 次に、試験輪 W が、荷重調整部 42 によって降下されて、路面 63a に接地し、設定された荷重が試験輪 W に与えられる。

[0206] 次に、各駆動部 14 のモーター 141 が駆動され、キャリアッジ 20 が設定された走行速度、すなわち時速 5 km で走行すると共に、試験輪 W がキャリアッジ 20 の走行速度と略同じ周速で回転する。このとき、車体速度 $\div$ 車輪周速であるので、スリップ率 $S \div 0\%$ である。なお、トルク発生部 30 のモーター 32 が停止した状態でも、試験輪 W の周速がキャリアッジ 20 の走行速度と十分に一致せず、両者の速度差によって無視できない大きさのトルクが発生する場合がある。そのような場合は、例えば、試験輪 W のトルクの目標値を $0\text{ N} \cdot \text{m}$ に設定してトルク発生部 30 のモーター 32 をトルク制御することにより、スリップ率を略 0% にすることができる。

[0207] 次に、トルク発生部 30 のモーター 32 が駆動され、試験輪 W に設定されたトルクが与えられる。キャリアッジ 20 が設定された走行速度で走行している間、所定の時間間隔（例えば 5 ミリ秒間隔等）で、荷重検出部 65 の 3 分

力センサー 6 5 1 及びスピンドル部 5 0 の 6 分力センサー 5 4 によって、路面 6 5 2 a 及び試験輪 W に加わる力がそれぞれ検出される。なお、3 分力センサー 6 5 1 及び 6 分力センサー 5 4 による検出の時間間隔は、試験条件（例えば、キャリッジ 2 0 の走行速度や必要な試験精度）に応じて適宜設定される。

[0208] トルク発生部 3 0 により試験輪 W に与えられるトルクは、キャリッジ 2 0 が設定された走行速度で走行している間に、所定のトルクが与えられるように制御される。例えば、キャリッジ 2 0 を設定された走行速度で定速走行させながら、最初はトルク $\div 0 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、すなわち、車体速度 $\div$ 車輪周速となり、スリップ率 $S \div 0 \%$ となるような状態からスタートし、徐々にトルクを増大させて、所定時間経過後に、試験輪 W が完全にロック状態となる（すなわち、車輪周速 $= 0 \text{ km/h}$ となり、スリップ率 $S = 100 \%$ となる）ようなトルクが与えられるように制御される。

[0209] このように、スリップ率 S が 0% から 100% になるようにトルクを徐々に増大させながら、所定の時間間隔（例えば 5 ミリ秒間隔等）で、本実施形態のフラット型タイヤ試験装置 1 0 0 0 に備えられた各種センサーによる測定値が記録される。なお、車体速度は、駆動部 1 4 のモーター 1 4 1 のロータリーエンコーダー R E の検出結果から計算され、車輪周速はトルク発生部 3 0 のロータリーエンコーダー 3 8 及びモーター 3 2 のロータリーエンコーダー R E の検出結果から計算される。これにより、所定の時間間隔で、それぞれの測定のタイミングにおける、制動力係数 μ およびスリップ率 S の値が測定され、最初に設定されたキャリッジ 2 0 の走行速度（例えば時速 5 km ）での $\mu - S$ 特性が測定される。

[0210] なお、スリップ率 S を 0% から 100% まで変化させる所要時間（試験時間）は、路面部 6 0 の長さ及びキャリッジ 2 0 の走行速度の設定値との兼ね合いから決めることが可能である。例えば、路面部 6 0 の長さのうち、キャリッジ 2 0 を所定の走行速度に加減速させるのに必要な路面長を除き、キャリッジ 2 0 が所定の走行速度で路面 6 3 a を走行可能な時間内に、スリップ

率 S が0%から100%に変化するようにトルクを制御することが可能である。また、本実施形態のフラット型タイヤ試験装置1000の各種センサーで測定値を検出する所定の時間間隔についても、スリップ率 S を変化させる所定の所要時間や、キャリッジ20の走行速度の設定値、あるいは時間軸における必要な分解能に応じて決定することが可能である。

[0211] 以上のように、本実施形態のフラット型タイヤ試験装置1000を使用して、最初に設定されたキャリッジ20の走行速度（例えば時速5km）での $\mu-S$ 特性が測定される。ある設定速度（すなわち、走行速度の設定値）での $\mu-S$ 特性の測定が終わると、試験輪 W を路面63aから浮上させ、再度、キャリッジ20が、その可動範囲の X 軸負方向における末端付近に設定された初期位置（初期走行位置） P_{x0} に配置され、次の設定速度での測定に備える。そして、設定速度を変化させて、上記の測定を繰り返すことで、複数の設定速度について $\mu-S$ 特性を順に測定することができる。

[0212] 例えば、記憶装置1072にカウント用メモリエリアCTMを用意し、例えば、CTMを1から順にインクリメントしつつカウントし、CTMの値に応じた設定速度（例えば、 $CTM \times 5 \text{ km/h}$ ）を設定して、その設定速度での $\mu-S$ 特性を測定することが可能である。この構成により、同一の試験タイヤ T について、5km/hのときの $\mu-S$ 特性（ $CTM=1$ ）、10km/hのときの $\mu-S$ 特性（ $CTM=2$ ）、15km/hのときの $\mu-S$ 特性（ $CTM=3$ ）、・・・のように設定速度を徐々に増加させながら、各設定速度における $\mu-S$ 特性を順次測定することが可能である。なお、CTMの値（すなわち設定速度）を変更する毎に、新しい試験タイヤ T に交換してもよい。

[0213] 次に、本発明の一実施形態に係るドラム型タイヤ試験装置2000について説明する。図37-40は、順に、本発明の一実施形態に係るドラム型タイヤ試験装置2000の平面図、正面図、右側面図及び左側面図である。なお、説明の便宜のため、図38-40において、ドラム型タイヤ試験装置2000の一部の図示が省略されている。また、図41は、ドラム型タイヤ試

験装置 2000 の制御システム 2000 a の概略構成を示すブロック図である。

- [0214] 以下の説明において、図 37 中に座標で示すように、図 37 における左から右へ向かう方向を X_2 軸方向、下から上へ向かう方向を Y_2 軸方向、紙面に垂直に裏から表に向かう方向を Z_2 軸方向と定義する。 X_2 軸方向及び Y_2 軸方向は互いに直交する水平方向であり、 Z_2 軸方向は鉛直方向である。
- [0215] ドラム型タイヤ試験装置 2000 は、回転ドラム 2022 の外周に設けられた路面 2023 b に試験タイヤ T を接地させた状態で回転ドラム 2022 と試験タイヤ T を所定時間（例えば 24 時間）回転させることで、試験タイヤ T を実走試験に近い条件で摩耗させるタイヤの台上試験を行うことが可能な装置である。本実施形態のドラム型タイヤ試験装置 2000 は、駆動系に電動機及び動力循環方式を採用することにより、高いエネルギー利用効率を実現している。また、後述するトルク発生部 2050（トルク付与部）を採用することにより、回転駆動とトルク付与という 2 つの機能にそれぞれ専用のモーターを設けて、回転制御とトルク制御を独立に行うことが可能になっている。これにより、自由度が高く高精度のトルク制御が可能になると共に、電動機の低容量化が可能になり、試験装置の小型化及び消費電力の低減が可能になっている。また、トルク発生部 2050 に、加速性能に優れた超低慣性サーボモーターを使用することにより、急発進・急制動時の高い周波数成分を有するトルク変動を正確に再現することが可能になっている。
- [0216] ドラム型タイヤ試験装置 2000 は、試験タイヤ T を保持するタイヤ保持部 2010 と、試験タイヤ T が接地する路面 2023 b を有する移動路面部 2020 と、動力循環回路を回転駆動する回転駆動部 2030 と、試験タイヤ T に与える制動力及び駆動力を発生するトルク発生部 2050 と、回転駆動部 2030 からトルク発生部 2050 への動力伝達を中継する中継部 2040 を備えている。また、ドラム型タイヤ試験装置 2000 は、回転駆動部 2030 と中継部 2040 とを連結する第 1 連結手段（ドライブシャフト 2062）と、中継部 2040 とトルク発生部 2050 とを連結する第 2 連結

手段（Vベルト2066）と、トルク発生部2050とタイヤ保持部2010（スピンドル2152）とを連結する第3連結手段（等速ジョイント2064）を備えている。移動路面部2020、回転駆動部2030、中継部2040、トルク発生部2050及びタイヤ保持部2010の後述するスピンドル部2015は、試験タイヤTを介して環状に連結して、動力循環回路を形成している。

[0217] なお、本実施形態では、回転ドラム2022が Y_2 軸方向に回転軸を向けて配置されているが、例えば X_2 軸方向、 Z_2 軸方向又はこれらの中間方向（例えば X_2 軸及び Z_2 軸のそれぞれと 45° の角度を成す方向）に回転ドラム2022の回転軸を向けて配置してもよい。その場合、ドラム型タイヤ試験装置2000のその他の各部の向きや配置も回転ドラム2022の向きに応じて変更される。

[0218] また、図41に示すように、ドラム型タイヤ試験装置2000の制御システム2000aは、ドラム型タイヤ試験装置2000の全体の動作を統制する制御部2070（コンピューター）と、ドラム型タイヤ試験装置2000に設けられた各種センサーからの信号に基づいて各種の計測を行う計測部2080と、外部との入出力を行うインターフェース部2090を備えている。

[0219] 図37－図40に示すように、移動路面部2020は、回転ドラム2022と、回転ドラム2022の外周部に設けられた路面部2023と、回転ドラム2022の軸2022aを回転可能に支持する軸受部2024を備えている。軸受部2024は、回転ドラム2022の回転数を検出するロータリーエンコーダー2241（図41）を備えている。本実施形態の路面部2023は、回転ドラム2022の外周に周方向に隙間なく並べられた複数枚の路面ユニット2231（図42、図43）により形成されている。

[0220] 図42は、回転ドラム2022の外周に取り付けられる路面ユニット2231の斜視図である。また、図43は、図42に示す切断面H－Hで路面ユニット2231を切断した断面図である。路面ユニット2231は、フレー

ム 2 2 3 1 a と、フレーム 2 2 3 1 a の表面に形成された凹部 2 2 3 1 a d に嵌め込まれた路面体 2 2 3 1 b (2 2 3 b 1、2 2 3 1 b 2) と、フレーム 2 2 3 1 a との間で路面体 2 2 3 1 b を挟み込んでフレーム 2 2 3 1 a に固定する左右一対の押さえ板 2 2 3 1 c を備える。押さえ板 2 2 3 1 c は、複数の皿ねじ 2 2 3 1 d によりフレーム 2 2 3 1 a に取り外し可能に固定されている。また、フレーム 2 2 3 1 a の幅方向 (図 4 3 における横方向) 両端部には、路面ユニット 2 2 3 1 を回転ドラム 2 0 2 2 に固定するためのボルトを通す複数の貫通孔 2 2 3 1 a h が形成されている。

[0221] 路面 2 0 2 3 b は、周方向に並べられた複数の路面体 2 2 3 1 b の表面によって形成される。本実施形態の路面体 2 2 3 1 b は、互いに異なる材料によって形成された周方向に延びる 2 つの部分 (図 4 3 における左半分の第 1 部分 2 2 3 1 b 1 と右半分の第 2 部分 2 2 3 1 b 2) から構成されている。第 1 部分 2 2 3 1 b 1 は後述する第 1 走行レーン 2 0 2 3 b 1 を形成し、第 2 部分 2 2 3 1 b 2 は第 2 走行レーン 2 0 2 3 b 2 を形成する。

[0222] なお、路面体 2 2 3 1 b の全体を単一の材料により均一に形成してもよい。また、本実施形態の路面体 2 2 3 1 b は、表面が滑らかな円柱面状に形成されているが、例えば路面体 2 2 3 1 b の厚さを周方向 (又は、周方向及び幅方向の両方向) において周期的に又はランダムに変化させて、表面に周方向 (又は、周方向及び幅方向の両方向) の凹凸を設けても良い。

[0223] また、本実施形態では、予め形成された路面体 2 2 3 1 b が押さえ板 2 2 3 1 c によってフレーム 2 2 3 1 a に取り付けられているが、路面体 2 2 3 1 b にフレーム 2 2 3 1 a に固定するためのボルトを通す貫通穴を設けて、路面体 2 2 3 1 b を直接ボルトでフレーム 2 2 3 1 a に取り付けてもよい。また、例えばコンクリートや硬化性樹脂等の可塑性を有する材料を凹部 2 2 3 1 a d に充填して硬化させることにより路面ユニット 2 2 3 1 の表面に路面体 2 2 3 1 b を定着させてもよい。

[0224] 路面体 2 2 3 1 b は、例えば炭化ケイ素やアルミナ等の耐摩耗性に優れたセラミックスを粉砕した (更に、必要に応じて研磨した) 骨材に、例えばウレ

タン樹脂やエポキシ樹脂等の硬化性の樹脂を含む結合剤（バインダー）を添加したものを成形・硬化させた部材である。

[0225] 本実施形態においては、路面 2023b は、回転ドラム 2022 の軸方向（幅方向）において 2 つの走行レーン（第 1 走行レーン 2023b1、第 2 走行レーン 2023b2）に区画されて形成されている。なお、本実施形態では、路面 2023b に 2 つの走行レーンが形成されているが、単一又は 3 つ以上の走行レーンが形成されていてもよい。路面 2023b の 2 つの走行レーン 2023b1、2023b2 は、使用する骨材の粒径や量を変えて形成されている。走行方向を向いて右側の第 1 走行レーン 2023b1 は、アスファルト舗装路面等の滑らかな路面を模擬した模擬路面であり、左側の第 2 走行レーン 2023b2 は、石畳等の粗い路面を模擬した模擬路面である。試験タイヤ T を接地させる路面 2023b の走行レーン 2023b1、2023b2 を切り替えることにより、路面条件を変更することができるようになっている。走行レーンの切り替えは、後述するタイヤ保持部 2010 のトラバース機構 2011（走行レーン切替機構）により行われる。

[0226] 回転駆動部 2030 は、モーター 2032 と、モーター 2032 から出力される動力を動力循環回路に結合させる動力結合部 2034 を備えている。モーター 2032 は、例えばインバーター回路 2032a（図 41）によって駆動制御されるインバーターモーターである。モーター 2032 のシャフト 2032b は、動力結合部 2034 の入力軸 2034a と結合している。動力結合部 2034 の出力軸 2034b の一端 2034b1 は、回転ドラム 2022 の軸 2022a と結合し、出力軸 2034b の他端 2034b2 は、ドライブシャフト 2062 の一端と結合している。動力結合部 2034 の出力軸 2034b は動力循環回路の一部を構成しており、動力結合部 2034 を介して、モーター 2032 の出力軸が動力循環回路と結合している。すなわち、モーター 2032 によって、動力循環回路が回転駆動され、動力循環回路の回転数が制御されるようになっている。

[0227] 中継部 2040 は、ギヤボックス 2042 と、駆動プーリー 2044 と、

駆動プーリー２０４４の軸を回転可能に支持する軸受部１００４５と、駆動プーリー２０４４に巻掛けられたＶベルト２０６６に所定の張力を与えるテンションプーリー２０４６と、テンションプーリー２０４６の軸を回転可能に支持する軸受部２０４７を備えている。

[0228] ギヤボックス２０４２は、ドライブシャフト２０６２の他端と結合した第１ギヤ２０４２ａと、第１ギヤ２０４２ａと噛み合う第２ギヤ２０４２ｂを備えている。第２ギヤ２０４２ｂは駆動プーリー２０４４の軸と結合している。本実施形態では、第１ギヤ２０４２ａと第２ギヤ２０４２ｂの歯数が同数であるため、ギヤボックス２０４２は、ドライブシャフト２０６２から入力された回転を、等速逆方向の回転に変換して、駆動プーリー２０４４に伝達する。

[0229] 第１ギヤ２０４２ａ及び第２ギヤ２０４２ｂは、歯数（直径）の異なるものに交換可能になっている。例えば、第１ギヤ２０４２ａと第２ギヤ２０４２ｂの歯数に差を与えて、ギヤボックス２０４２により回転速度が増減するようにしてもよい。第１ギヤ２０４２ａ及び第２ギヤ２０４２ｂの歯数を変更可能にするために、第１ギヤ２０４２ａと第２ギヤ２０４２ｂの回転軸間の距離が変更可能になっている。具体的には、第２ギヤ２０４２ｂの回転軸の位置が固定されており、第１ギヤ２０４２ａの回転軸の位置が横（第２ギヤ２０４２ｂとの距離方向。すなわち、 X_2 軸方向。）に移動可能になっている。各ギヤの歯数を変更する場合には、第１ギヤ２０４２ａの回転軸の位置を横に移動して第２ギヤ２０４２ｂとの噛み合いが調整される。両端部にそれぞれユニバーサルジョイント２６２１を備え、長さが可変なドライブシャフト２０６２（又はスライド式等速ジョイント）によって回転駆動部２０３０（具体的には、動力結合部２０３４の出力軸２０３４ｂの他端２０３４ｂ２）と第１ギヤ２０４２ａが連結されている。そのため、第１ギヤ２０４２ａが横に移動しても、ドライブシャフト２０６２や第１ギヤ２０４２ａに歪みが生じず、動力循環回路のスムーズな回転が維持されるようになっている。

- [0230] 図44は、トルク発生部2050（トルク発生装置）の縦断面図である。
トルク発生部2050は、外筒2051（ケース）と、外筒2051内に備え付けられたサーボモーター2052、減速機2053及び軸2054と、外筒2051を回転可能に支持する3つの軸受部2055、2055、2056と、スリップリング部2057（スリップリング2057a、ブラシ2057b）と、スリップリング2057aを回転可能に支持する軸受部2058と、従動プーリー2059を備えている。
- [0231] 本実施形態においては、サーボモーター2052は、回転部の慣性モーメントが $0.01\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 以下、定格出力が 7 kW 乃至 37 kW の超低慣性高出力型のACサーボモーターが使用される。図41に示すように、サーボモーター2052は、サーボアンプ2052aを介して制御部2070に接続されている。
- [0232] 外筒2051は、直径が大きな円筒状のモーター収容部2512及び減速機保持部2513と、直径が小さな略円筒状の軸部2514及び2516を有している。モーター収容部2512の一端（図44における右端）には、軸部2514が同軸に（すなわち回転軸が一致するように）結合している。また、モーター収容部2512の他端（図44における左端）には、減速機保持部2513を介して、軸部2516が同軸に結合している。軸部2514は軸受部2056により回転可能に支持され、軸部2516は一对の軸受部2055により回転可能に支持されている。
- [0233] 一对の軸受部2055の間には、軸部2516と結合した従動プーリー2059が配置されている。外筒2051は、従動プーリー2059を介して、中継部2040の駆動プーリー2044との間に巻掛けられたVベルト2066（図37）によって回転駆動される。
- [0234] 軸部2516の内周の両端部には、軸受2517が設けられている。軸2054は、軸部2516の中空部に挿入され、一对の軸受2517を介して軸部2516によって回転可能に支持されている。軸2054は、軸部2516を貫通していて、その一端は減速機保持部2513内に突出し、他端は

外筒 2051 の外部に突出している。

- [0235] モーター収容部 2512 の中空部にはサーボモーター 2052 が収容されている。サーボモーター 2052 は、その軸 2521 がモーター収容部 2512 と同軸に配置され、モーターケースが複数のロッド 2523 によりモーター収容部 2512 に固定されている。また、サーボモーター 2052 のフランジ 2522 は、連結筒 2524 を介して、減速機 2053 のギヤケース 2053a と結合している。また、減速機 2053 のギヤケース 2053a は、減速機保持部 2513 の内フランジ 2513a に固定されている。
- [0236] サーボモーター 2052 の軸 2521 は、減速機 2053 の入力軸 2531 と接続されている。また、減速機 2053 の出力軸 2532 には軸 2054 が接続されている。サーボモーター 2052 から出力されるトルクは、減速機 2053 によって増幅されて、軸 2054 に伝達される。軸 2054 の回転は、回転駆動部 2030 のモーター 2032 によって駆動される外筒 2051 の回転に、サーボモーター 2052 によって駆動される回転が足し合わされたものとなる。
- [0237] 外筒 2051 の軸部 2514 には、スリップリング 2057a が接続されている。また、スリップリング 2057a と接触するブラシ 2057b は、軸受部 2058 の固定フレーム 2058a に支持されている。サーボモーター 2052 のケーブル 2525 は、軸部 2514 の中空部に通され、スリップリング 2057a に接続されている。また、ブラシ 2057b はサーボアンプ 2052a (図 41) に接続されている。すなわち、サーボモーター 2052 とサーボアンプ 2052a とは、スリップリング部 2057 を介して接続されている。
- [0238] 次に、図 37 - 図 39 及び図 45 を参照しながら、タイヤ保持部 2010 の構成を説明する。図 45 は、タイヤ保持部 2010 の背面図 (部分断面図) である。タイヤ保持部 2010 は、試験タイヤ T を、路面 2023b に対して所定のアライメントで接地させ、所定の荷重を与えながら、回転可能に保持する機構部である。タイヤ保持部 2010 は、上下に積層された 4 つ

のベースプレート2101、2102、2103、2104と、試験タイヤTを回転可能に保持するスピンドル部2015を備えている。また、タイヤ保持部2010は、試験タイヤTのアライメント機構として、トラバース機構2011、キャンバー角調整機構2012、タイヤ荷重調整機構2013及びスリップ角調整機構2014を備えている。アライメント機構は、スピンドル部2015の位置又は向きを変更することにより、路面2023bに対する試験タイヤTにアライメントを調整可能な機構である。

[0239] トラバース機構2011（走行レーン切替機構）は、ベースプレート2101に対してベースプレート2102をYY軸方向に移動させることにより、試験タイヤTの位置を軸方向に移動させて、試験タイヤTを接地させる路面2023bの走行レーン2023b1、2023b2を切り替える機構である。トラバース機構2011は、ベースプレート2101に対してベースプレート2102を回転ドラム2022の軸方向（YY軸方向）に案内する複数のリニアガイド2111と、ベースプレート2102を駆動するサーボモーター2112と、サーボモーター2112の回転運動をYY軸方向の直線運動に変換するボールねじ2113（送りねじ機構）を備えている。なお、ボールねじ2113は、ねじ軸2113aとナット2113bを備えている。

[0240] また、各リニアガイド2111は、レール2111aと、図示されていない転動体を介してレール2111a上を走行可能な一つ以上のキャリッジ2111bを備えている。リニアガイド2111のレール2111aはベースプレート2101の上面に取り付けられていて、キャリッジ2111bはベースプレート2102の下面に取り付けられている。すなわち、ベースプレート2101とベースプレート2102とは、複数のリニアガイド2111を介して、YY軸方向にスライド可能に連結されている。

[0241] また、ベースプレート2101には、YY軸方向に軸を向けたサーボモーター2112が取り付けられている。サーボモーター2112の軸はボールねじ2113のねじ軸2113aと結合し、ナット2113bはベースプレ

ート2102の下面に取り付けられている。サーボモーター2112を駆動することにより、ベースプレート2102がベースプレート2101に対してYY軸方向に移動する。これにより、回転ドラム2022に対する試験タイヤTの位置がYY軸方向に移動し、試験タイヤTが接地する路面2023bの走行レーン2023b1、2023b2が切り換えられる。

[0242] 図41に示すように、サーボモーター2112は、サーボアンプ2112aを介して制御部2070に接続されている。サーボモーター2112による走行レーンの切り替え動作は、制御部2070によって制御される。

[0243] 図45は、タイヤ保持部2010の上部を示す背面図である。キャンバー角調整機構2012は、ベースプレート2102に対してベースプレート2103をZ₂軸の周りに回転させることにより、試験タイヤTのキャンバー角を調整する機構である。キャンバー角調整機構2012は、鉛直に延びる軸2121と、軸2121を回転可能に支持する軸受2122と、軸2121を中心とするベースプレート2103の回転を案内する曲線ガイド2123と、Y₂軸方向に軸を向けてベースプレート2102に取り付けられたサーボモーター2124と、サーボモーター2124の回転運動をY₂軸方向の直線運動に変換するボールねじ2125（送りねじ機構）を備えている。

[0244] 軸2121はベースプレート2103に取り付けられ、軸受2122はベースプレート2102に取り付けられている。軸受2122には、軸2121の角度位置（すなわち、キャンバー角）を検出する、図41に示すロータリーエンコーダー2122a（キャンバー角検出手段）が設けられている。また、軸2121は、回転ドラム2022に試験タイヤTが接地する接地面の直下に配置されている。具体的には、軸2121の中心線（回転軸）は、スピンドル2152と垂直な接地面を通る直線となっている。曲線ガイド2123は、軸2121と同心の円弧状に延びるレール2123aと、図示されていない転動体を介してレール2123a上を走行可能なキャリッジ2123bを備えている。レール2123aはベースプレート2102の上面に取り付けられ、キャリッジ2123bはベースプレート2103の下面に取

り付けられている。また、ボールねじ 2125 のねじ軸 2125 a はサーボモーター 2124 の軸と結合し、ナット 2125 b は鉛直軸の周りに揺動可能なヒンジ 2126 を介してベースプレート 2103 に取り付けられている。サーボモーター 2124 を駆動することにより、ベースプレート 2103 が軸 2121 を中心に回転して、試験タイヤ T のキャンバー角が変化する。

[0245] 図 41 に示すように、サーボモーター 2124 は、サーボアンプ 2124 a を介して制御部 2070 に接続されている。サーボモーター 2124 によるキャンバー角の調整動作は、制御部 2070 によって制御される。

[0246] タイヤ荷重調整機構 2013 は、ベースプレート 2103 に対してベースプレート 2104 を X_2 軸方向に移動させることにより、試験タイヤ T を径方向に移動させて、試験タイヤ T に加えられる垂直荷重（接地圧）を調整する機構である。タイヤ荷重調整機構 2013 は、ベースプレート 2103 に対してベースプレート 2104 を回転ドラム 2022 の径方向（ X_2 軸方向）に案内する複数のリニアガイド 2131 と、ベースプレート 2104 を駆動するサーボモーター 2132 と、サーボモーター 2132 の回転運動を X_2 軸方向の直線運動に変換するボールねじ 2133（送りねじ機構）を備えている。

[0247] リニアガイド 2131 は、 X_2 軸方向に延びるレール 2131 a と、転動体を介してレール上を走行可能なキャリッジ 2131 b を備えている。リニアガイド 2131 のレール 2131 a はベースプレート 2103 の上面に取り付けられ、キャリッジ 2131 b はベースプレート 2104 の下面に取り付けられている。

[0248] また、ベースプレート 2103 には、 X_2 軸方向に軸を向けたサーボモーター 2132 が取り付けられている。サーボモーター 2132 の軸はボールねじ 2133 のねじ軸 2133 a と結合し、ナット 2133 b はベースプレート 2104 に取り付けられている。サーボモーター 2132 を駆動することにより、ナット 2133 b と共に、ベースプレート 2104 がベースプレート 2103 に対して X_2 軸方向に移動する。これにより、回転ドラム 2022

と試験タイヤTの軸間距離が変化し、試験タイヤTの荷重が変化する。

[0249] 図41に示すように、サーボモーター2132は、サーボアンプ2132aを介して制御部2070に接続されている。サーボモーター2132による試験タイヤTの荷重調整動作は、制御部2070によって制御される。

[0250] スリップ角調整機構2014は、ベースプレート2104に対してスピンドル部10015を X_2 軸の周りに回転させることにより、回転ドラム2022の回転軸に対して試験タイヤTの回転軸を X_2 軸の周りに傾けて、試験タイヤTのスリップ角を調整する機構である。

[0251] スリップ角調整機構2014は、スピンドル部2015のスピンドルケース2154（軸受部）に一端が固定されて Y_2 軸方向に延びる軸2141と、軸2141を X_2 軸の周り（すなわち、接地面に垂直な軸の周り）に回転可能に支持する軸受部2142と、サーボモーター2143と、ボールねじ2144（送りねじ機構）を備えている。軸受部2142は、軸2141の角度位置（すなわち、試験タイヤTのスリップ角）を検出するロータリーエンコーダー2142a（図41）を備えている。軸2141の中心線（回転軸）は、ホイール部2156の略中心を通り、ホイール部2156の回転軸と垂直に配置されている。サーボモーター2143は、軸を略 Z_2 軸方向に向けて、 Y_2 軸の周りに揺動可能なヒンジ2143bを介してベースプレート2104に取り付けられている。サーボモーター2143の軸はボールねじ2144のねじ軸2144aと結合している。また、ボールねじ2144のナット2144bは、 Y_2 軸の周りに揺動可能なヒンジ2146を介して、スピンドルケース2154の X_2 軸方向における一端部（軸2141の中心から X_2 軸方向に離れた箇所）に取り付けられている。

[0252] サーボモーター2143を駆動して、ボールねじ2144のナット2144bを上下に移動させることで、スピンドルケース2154が軸2141と共に回転する。これにより、スピンドル部2015に保持された試験タイヤTのスリップ角が変化する。

[0253] 図41に示すように、サーボモーター2143は、サーボアンプ2143

aを介して制御部2070に接続されている。サーボモーター2143によるスリップ角の調整動作は、制御部2070によって制御される。

[0254] スピンドル部2015は、スピンドル2152と、スピンドル2152を回転可能に支持するスピンドルケース2154（軸受部）と、スピンドル2152の一端に同軸に取り付けられたホイール部2156を備えている。試験タイヤTはホイール部2156に装着される。スピンドル2152は、試験タイヤTに加わるトルクを検出するトルクセンサー2152aと、試験タイヤTに加わる3分力（すなわち、 X_2 軸方向の力 [Radial Force ; 荷重]、 Y_2 軸方向の力 [Lateral Force ; 横力] 及び Z_2 軸方向の力 [Tractive Force ; 接線力]）を検出する3分力センサー2152b（図41）を備えている。また、スピンドルケース2154は、スピンドル（すなわち、試験タイヤT）の回転数を検出するロータリーエンコーダー2154b（図41）を備えている。トルクセンサー2152a及び3分力センサー2152bには、いずれも圧電素子が使用されているため、スピンドル2152及びスピンドルケース2154は高い剛性を有し、これにより高精度の測定が可能になっている。また、ホイール部2156は、試験タイヤTの空気圧を検出する空気圧センサー2156a（図41）を備えている。

[0255] タイヤ保持部2010は、試験タイヤTに冷風又は温風を当てて試験タイヤTの温度を調節するタイヤ温度調節システム2018（図38に送風ダクト2182aのみを示す。）を備えている。試験時（走行時）の試験タイヤTの温度（特に、トレッド面の温度）は、試験結果（摩耗量）に影響を及ぼす。そのため、試験中に試験タイヤTのトレッド面の温度を一定の温度範囲内（例えば $35 \pm 5^\circ\text{C}$ ）に保つことが望ましい。また、後述する試験タイヤTの摩耗量の測定においても、試験タイヤTの温度が測定結果に影響する。摩耗量を正確に測定するためには、測定時に試験タイヤTの温度を所定の基準温度（例えば 25°C ）に調節する必要がある。そのため、タイヤ温度調節システム2018を使用して、試験時及び摩耗量の測定時に、試験タイヤTの温度が設定された温度に調節される。

- [0256] タイヤ温度調節システム2018（図41）は、制御部2181、スポット空調装置2182及び温度センサー2183を備えている。温度センサー2183は、試験タイヤTのトレッド面の温度を測定する非接触温度センサー（放射温度計）であり、トレッド面に対向して配置される。制御部2181は、温度センサー2183の測定結果に基づいて、設定温度からの偏差が解消されるように、スポット空調装置2182の動作を制御して、試験タイヤTのトレッド面等に冷風、温風又は室温の風を吹き付ける。試験タイヤTの設定温度は、試験時（走行時）と摩耗量測定時とで異なる値を設定することが可能になっている。また、試験タイヤTの種類に応じて異なる設定温度を設定可能になっている。また、タイヤ温度調節システム2018に室温測定用の温度センサーを更に設けて、室温及び試験タイヤTの温度に基づいて、スポット空調装置2182の動作を制御する構成としてもよい。
- [0257] なお、本実施形態のタイヤ温度調節システム2018は、スポット空調装置2182を使用して、試験タイヤTに温風や冷風を吹き付けることにより試験タイヤTの温度を調節するように構成されているが、タイヤ温度調節システムはこの構成に限定されない。例えば、試験タイヤTの全体を囲うカバー（恒温室）を設けて、カバー内の気温の調節により試験タイヤTの温度を調節するようにしてもよい。
- [0258] また、試験時の設定温度は、タイヤが使用される地域の気候に合わせて設定してもよい。また、タイヤの摩耗は温度の上昇によって促進される。そのため、タイヤ温度調節システム2018を使用して、試験時の試験タイヤTの温度を通常の走行時のタイヤの温度よりも高く調節することにより、加速劣化試験を行うこともできる。
- [0259] また、タイヤ保持部2010は、試験タイヤTのトレッドの摩耗量を測定するために使用される2次元レーザー変位センサー2017（以下、「変位センサー2017」と略記する。）を備えている。変位センサー2017は、シリンドリカルレンズによって帯状に広げられたレーザー光束（レーザーライトシート）を用いて、試験タイヤTのトレッド面の2次元プロファイル

（タイヤの回転軸を含む平面で切断された断面形状）を非接触で測定する。

[0260] 図41に示すように、変位センサー2017は、計測部2080に接続されていて、計測部2080と共に摩耗測定部として機能する。計測部2080は、変位センサー2017の動作を制御すると共に、変位センサー2017が取得した2次元プロファイルに基づいて試験タイヤTの摩耗量を計算する。

[0261] 摩耗測定部による2次元プロファイル測定は、試験タイヤTを静止させた状態で、タイヤ試験の前後で（付加的に試験の途中で）行われる。試験前後（及び中途）に測定された2次元プロファイルに基づいて、試験によって生じた試験タイヤTの摩耗量が計算される。なお、上述のように、タイヤの摩耗量の測定値はタイヤの温度の影響を受けるため、試験終了（又は停止）後に測定を行う場合は、自然放熱又はタイヤ温度調節システム2018による強制冷却により、タイヤ全体が所定の基準温度に到達してから試験を行うことが望ましい。

[0262] 以上説明した、本実施形態のドラム型タイヤ試験装置2000においても、本実施形態のフラット型タイヤ試験装置1000と同様に、試験タイヤTの μ -S特性を測定することができる。ドラム型タイヤ試験装置2000における μ -S特性の測定や記録は、図41に示す制御部2070により、記憶装置2072（又は、例えばLAN等のネットワークを介して制御部2070に接続されたサーバー2092等の制御部2070によってアクセス可能なその他の記憶手段）に格納されているプログラムを実行することによって行われ、測定結果等が記憶装置2072やその他の記憶手段に記憶される。

[0263] まず、所定の初期化処理が行われ、ドラム型タイヤ試験装置2000が初期状態にセットされる。次に、初回に μ -S特性を測定する走行速度（すなわち、回転ドラム2022の周速）が設定される。例えば、時速5kmの場合の μ -S特性を測定する場合には、5km/hの値が所定のメモリ等にセットされる。

- [0264] 次に、タイヤ荷重調整機構 2013 を作動させて、回転ドラム 2022 の外周に設けられた路面 2023b に試験タイヤ T を接地させ、設定された荷重が試験輪 W に与えられる。なお、フラット型タイヤ試験装置 1000 による μ -S 特性の測定時と、ドラム型タイヤ試験装置 2000 による μ -S 特性の測定時とで、各試験輪 W に与えられる荷重を揃えると、後述する μ -S 特性の比較が容易になるため望ましいが、異なる荷重を与えた測定結果を用いても、 μ -S 特性の比較を行うことができる。
- [0265] 次に、回転駆動部 2030 により、回転ドラム 2022 と試験輪 W が回転駆動され、回転ドラム 2022 が設定された周速（走行速度）、すなわち時速 5 km に相当する角速度で回転すると共に、試験タイヤ T が回転ドラム 2022 と略同じ周速で回転する。すなわち、上述した、フラット型タイヤ試験装置 1000 におけるキャリッジ 20 が設定された走行速度（例えば時速 5 km）で走行する代わりに、ドラム型タイヤ試験装置 2000 においては、回転ドラム 2022 の外周面の周速が設定された走行速度（例えば時速 5 km）となる角速度で回転することになる。このとき、車体速度 $\div$ 車輪周速であるので、スリップ率 $S \div 0\%$ であり、試験輪 W の周速は、設定された走行速度（例えば時速 5 km）と略同じ速度となる。
- [0266] なお、トルク発生部 2050 のサーボモーター 2052 が停止した状態でも、試験輪 W の周速が回転ドラム 2022 の周速と十分に一致せず、両者の速度差によって無視できない大きさのトルクが発生する場合がある。そのような場合は、例えば、試験輪 W のトルクの目標値を $0\text{ N} \cdot \text{m}$ に設定してトルク発生部 2050 のサーボモーター 2052 をトルク制御することにより、スリップ率を略 0% にすることができる。
- [0267] また、トルク発生部 2050 により、設定されたトルクが試験タイヤ T に与えられる。回転ドラム 2022 が設定された周速（走行速度）で回転している間、所定の時間間隔（例えば 5 ミリ秒間隔等）で、トルクセンサー 2152a と 3 分力センサー 2152b により、試験タイヤ T に加わるトルクおよび試験タイヤ T に加わる 3 分力が検出される。なお、トルクセンサー 21

5 2 a 及び 3 分力センサー 2 1 5 2 b による検出の時間間隔は、試験条件（例えば、走行速度の設定値や必要な試験精度等）に応じて適宜設定される。

[0268] トルク発生部 2 0 5 0 により試験タイヤ T に与えられるトルクは、回転ドラム 2 0 2 2 が設定された周速（走行速度）で回転している間に、所定のトルクが与えられるように制御される。例えば、回転ドラム 2 0 2 2 を設定された周速（走行速度）で定速走行（定速回転）させながら、最初はトルク $\div 0 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、すなわち、車体速度 $\div$ 車輪周速となり、スリップ率 $S \div 0 \%$ となるような状態からスタートし、徐々にトルクを増大させて、所定時間経過後に、試験輪 W が完全にロック状態となる（すなわち、車輪周速 $= 0 \text{ km/h}$ となり、スリップ率 $S = 100 \%$ となる）ようなトルクが与えられるように制御される。

[0269] このように、スリップ率 S が 0% から 100% になるようにトルクを徐々に増大させながら、所定の時間間隔（例えば 5 ミリ秒間隔等）で、本実施形態のドラム型タイヤ試験装置 2 0 0 0 に備えられた各種センサーによる測定値が記録される。なお、走行速度は（回転ドラム 2 0 2 2 の外周面の周速）はロータリーエンコーダー 2 2 4 1 の検出結果から計算され、ロータリーエンコーダー 2 1 5 4 b の検出結果から計算される。これにより、所定の時間間隔で、それぞれの測定のタイミングにおける、制動力係数 μ およびスリップ率 S の値が測定され、最初に設定された走行速度（例えば時速 5 km ）での $\mu - S$ 特性が測定される。

[0270] なお、例えば同じ走行速度（車体速度）についてフラット型タイヤ試験装置 1 0 0 0 及びドラム型タイヤ試験装置 2 0 0 0 の両方で試験を行う場合は、スリップ率 S を 0% から 100% まで変化させる所要時間（試験時間）は、上述したフラット型タイヤ試験装置 1 0 0 0 において設定した試験時間と同じ条件に設定して測定することが望ましい。また、ドラム型タイヤ試験装置 2 0 0 0 の各種センサーで測定値を検出する所定の時間間隔についても、上述したフラット型タイヤ試験装置 1 0 0 0 において採用した時間間隔と同じ条件に設定して測定することが望ましい。もっとも、これらの設定項目（

すなわち、試験時間、検出の時間間隔等）について異なる条件下で得た測定結果を用いた場合であっても、それぞれの近似曲線等を比較すること等により、本発明を適宜適用することも可能である。

[0271] 以上のように、本実施形態のドラム型タイヤ試験装置 2000 を使用して、最初に設定された走行速度（例えば時速 5 km）での μ -S 特性が測定される。ある設定速度（すなわち、走行速度の設定値）での μ -S 特性の測定が終わると、いったん回転ドラム 2022 と試験タイヤ T の回転を停止させ、次の設定速度での測定に備えるようにしても良い。そして、この設定速度を変化させて、上記の測定を繰り返すことで、複数の設定速度について μ -S 特性を順に測定することができる。

[0272] 例えば、上述したフラット型タイヤ試験装置 1000 の場合と同様に、カウント用メモリエリア C T M' を用意し、例えば、C T M' を 1 から順にインクリメントしつつカウントし、C T M' の値に応じた設定速度（例えば、C T M' $\times$ 5 km/h）を設定して、その設定速度での μ -S 特性を測定することが可能である。この構成により、同一の試験タイヤ T について、5 km/h のときの μ -S 特性（C T M' = 1）、10 km/h のときの μ -S 特性（C T M' = 2）、15 km/h のときの μ -S 特性（C T M' = 3）、・・・のように設定速度を徐々に増加させながら、各設定速度における μ -S 特性を順次測定することが可能である。

[0273] なお、無限長（無端）の路面 2023 b を有するドラム型タイヤ試験装置 2000 は、有限長の路面 63 a を有するフラット型タイヤ試験装置 1000 とは異なり、所定の走行速度への加減速が路面長の制約を受けないため、より高速の走行速度での（言い換えれば、より広い範囲の走行速度での）試験が可能である。フラット型タイヤ試験装置 1000 による測定で使用された設定速度の少なくとも一つ（望ましくは全て）を使用してドラム型タイヤ試験装置 2000 による測定を行うことが望ましい。

[0274] ドラム型タイヤ試験装置 2000 は、上述したように、より高速の走行速度での試験が可能であるが、路面 2023 b が走行方向に曲率を有するため

、平坦な実路面上の走行を正確に再現することができない。一方、フラット型タイヤ試験装置 1000 は、走行速度が比較的に低速に制限されるが、路面 63a が曲率を有しないため、平坦な実路面上の走行を正確に再現することができる。次に説明する μ -S 特性の補正は、フラット型タイヤ試験装置 1000 を使用して測定した μ -S 特性（第 1 の μ -S 特性）と、ドラム型タイヤ試験装置 2000 を使用して測定した μ -S 特性（第 2 の μ -S 特性）とに基づいて、ドラム型タイヤ試験装置 2000 により測定可能な広い速度範囲に亘って、フラット型タイヤ試験装置 1000 による測定結果に匹敵する精度を有する試験タイヤの μ -S 特性（補正 μ -S 特性）を取得する技術である。

[0275] 図 4 6 及び図 4 7 は、フラット型タイヤ試験装置 1000 を使用して測定した第 1 の μ -S 特性とドラム型タイヤ試験装置 2000 を使用して測定した第 2 の μ -S 特性から、補正 μ -S 特性を求める方法の例を説明するフローチャートである。なお、これらのフローチャートに表される手順は、制御部 70（図 3 5）が、記憶装置 72 に格納されている所定のプログラムを読み込み、このプログラムに従って処理を行うことにより実行することが可能である。中央制御装置 1c は、フラット型タイヤ試験装置 1000 及びドラム型タイヤ試験装置 2000 に対して、逐次、測定指令を与え、受け取った測定結果を使用して補正 μ -S 特性を取得するように構成されていてもよい。また、測定結果は、LAN 等のネットワークや USB 等のバスを介してフラット型タイヤ試験装置 1000 やドラム型タイヤ試験装置 2000 から直接取得してよく、サーバー 92 や NAS 等のネットワークストレージを介して取得してもよい。

[0276] まず、ステップ S1 において、制御部 70 は、カウンタ CTMW を 1 にセットする。以下では、このカウンタ CTMW の値に応じた設定速度 V_w を順次設定して、各設定速度 V_w でのフラット型タイヤ試験装置 1000 による第 1 の μ -S 特性とドラム型タイヤ試験装置 2000 による第 2 の μ -S 特性との比較が順次行われる。

[0277] 次のステップS2において、制御部70は、カウンタCTMWに対応する測定速度Vwを取得し、設定する（すなわち、記憶装置72等の所定のメモリーに格納する）。測定速度Vwは、例えば、数式（2）等の所定の計算式により得られる。

$$Vw = 5 \times CTMW \text{ (km/h)} \cdots (2)$$

この場合は、設定速度Vwを5 km/hずつ増加させながら、順次、各設定速度Vwにおいて、第1及び第2の μ -S特性を測定し、補正 μ -S特性を取得していくこととなる。

[0278] また、予めメモリーにカウンタCTMWの値と測定速度Vwの値が対応付けられて格納されたテーブルを用意しておき、カウンタCTMWの値に対応する測定速度Vwの値をテーブルから読み出すことにより、測定速度Vwを取得して設定することも可能である。例えば、CTMW=1のときは、Vw=5 km/h、CTMW=2のときは、Vw=10 km/h、CTMW=3のときは、Vw=20 km/h、といったように、不等間隔に測定速度Vwを設定することも可能である。また、例えば、低速域では測定速度Vwの間隔を狭くし、高速域では測定速度Vwの間隔を広くしたり、又は、その逆の設定とすることも可能である。

[0279] 次のステップS3において、制御部70は、フラット型タイヤ試験装置1000を使用して測定を行い、測定速度Vwにおける第1の μ -S特性を取得する。この場合、制御部70がフラット型タイヤ試験装置1000と接続されている場合は、フラット型タイヤ試験装置1000に逐次指令を与える等して、その都度、フラット型タイヤ試験装置1000を動作させて第1の μ -S特性を測定しても良い。また、フラット型タイヤ試験装置1000によって既に測定されて例えばサーバー92等に記憶されている第1の μ -S特性を、必要に応じて適宜制御部70が読み出す構成とすることも可能である。この場合、第1の μ -S特性が記憶されている場所は、フラット型タイヤ試験装置1000の内部記憶手段（例えば記憶装置1072）またはフラット型タイヤ試験装置1000に接続された外部記憶手段であっても良いし

、フラット型タイヤ試験装置1000と接続されていない別体の記憶手段であっても良い。

[0280] 次のステップS4において、制御部70は、本実施形態のドラム型タイヤ試験装置2000を使用して、測定速度 V_w における第2の μ -S特性を取得する。この場合も、上記ステップS3と同様に、制御部70がドラム型タイヤ試験装置2000と接続されている場合は、ドラム型タイヤ試験装置2000に逐次指令を与える等して、その都度、ドラム型タイヤ試験装置2000を動作させて第2の μ -S特性を測定しても良い。また、ドラム型タイヤ試験装置2000によって既に測定されて例えばサーバー92等に記憶されている第2の μ -S特性を、必要に応じて適宜制御部70が読み出す構成とすることも可能である。この場合、第2の μ -S特性が記憶されている場所は、ドラム型タイヤ試験装置2000の内部記憶手段（例えば記憶装置2072）またはドラム型タイヤ試験装置2000に接続された外部記憶手段であっても良いし、ドラム型タイヤ試験装置2000と接続されていない別体の記憶手段であっても良い。

[0281] 次に、制御部70は、ステップS3で取得した測定速度 V_w での第1の μ -S特性の測定結果と、ステップS4で取得した測定速度 V_w での第2の μ -S特性の測定結果とを比較する（ステップS5）。このとき、上述したように、スリップ率Sの値が近い（例えば、互いに略同じ値となる）場合、第1の μ -S特性と第2の μ -S特性との比較が容易になる場合がある。

[0282] 例えば、スリップ率の値が同じ場合に、フラット型タイヤ試験装置1000による制動力係数 μ の測定値（第1の制動力係数 μ_1 ）と、ドラム型タイヤ試験装置2000による制動力係数 μ の測定値（第2の制動力係数 μ_2 ）を比較して、両者の関係を求めることが可能である。すなわち、例えば、スリップ率Sの値が、0%-100%の範囲に亘って、5%間隔で測定された場合、各スリップ率での第1の制動力係数 μ_1 と第2の制動力係数 μ_2 とを比較して、これらの比率（比制動力係数 μ_1/μ_2 ）を計算する。これにより、S=0%、5%、10%、15%、・・・、95%、100%での比制動力係数

μ_1/μ_2 が求められる。そして、スリップ率 S の各値での比制動力係数 μ_1/μ_2 の値を平均し、この平均値を、測定速度 V_w での変換係数とすることができる。なお、変換係数とは、ドラム型タイヤ試験装置2000を使用して測定した第2の $\mu-S$ 特性を、フラット型タイヤ試験装置1000によって得られる第1の $\mu-S$ 特性に相当する $\mu-S$ 特性（補正 $\mu-S$ 特性）に変換するためのパラメータである。

[0283] また、予め、 $\mu-S$ 特性を表す一般的な関係式を用意しておき、フラット型タイヤ試験装置1000による第1の $\mu-S$ 特性の測定値から、例えば最小二乗法等の回帰分析により、第1の $\mu-S$ 特性の関係式を決定し、一方、ドラム型タイヤ試験装置2000による第2の $\mu-S$ 特性の測定値から、例えば最小二乗法等の回帰分析により、第2の $\mu-S$ 特性の関係式を決定し、これらの関係式を比較して、測定速度 V_w での変換係数を決定することも可能である。例えば、 $\mu-S$ 特性を表す一般的な関係式を例えば多項式（ $\mu = a_n S^n + a_{n-1} S^{n-1} + \dots + a_2 S^2 + a_1 S + a_0$ ）として与え、フラット型タイヤ試験装置1000による第1の $\mu-S$ 特性の測定値から、例えば回帰計算により、第1の $\mu-S$ 特性を表す多項式の係数（ $a_{n(1)}$ 、 $a_{n-1(1)}$ 、 $\dots$ 、 $a_{2(1)}$ 、 $a_{1(1)}$ 、 $a_{0(1)}$ ）を決定し、一方、ドラム型タイヤ試験装置2000による第2の $\mu-S$ 特性の測定値から、例えば回帰計算により、第2の $\mu-S$ 特性を表す多項式の係数（ $a_{n(2)}$ 、 $a_{n-1(2)}$ 、 $\dots$ 、 $a_{2(2)}$ 、 $a_{1(2)}$ 、 $a_{0(2)}$ ）を決定し、これらの係数の比率（ $a_{n(1)}/a_{n(2)}$ 、 $a_{n-1(1)}/a_{n-1(2)}$ 、 $\dots$ 、 $a_{2(1)}/a_{2(2)}$ 、 $a_{1(1)}/a_{1(2)}$ 、 $a_{0(1)}/a_{0(2)}$ ）を測定速度 V_w での変換係数とすることができる。第2の $\mu-S$ 特性を表す多項式の各係数に対応する変換係数を乗ずることにより、第1の $\mu-S$ 特性を表す多項式の各係数の推定値が得られる。すなわち、ドラム型タイヤ試験装置2000を使用して測定した測定速度 V_w における第2の $\mu-S$ 特性の測定値から、フラット型タイヤ試験装置1000を使用して測定した場合に得られる測定速度 V_w における第1の $\mu-S$ 特性に相当する補正 $\mu-S$ 特性の推定値が得られる。

- [0284] 測定速度 V_w での第1の $\mu-S$ 特性の測定値と第2の $\mu-S$ 特性の測定値との比較（すなわち、変換係数の取得）が完了すると、制御部70は、ステップS6において、特性比較範囲内の全ての測定速度 V_w （すなわち、 $\mu-S$ 特性の比較を行うべき全ての測定速度 V_w ）について $\mu-S$ 特性の比較が終了したかどうかを判断する。
- [0285] ここで、特性比較範囲とは、フラット型タイヤ試験装置1000による第1の $\mu-S$ 特性の測定とドラム型タイヤ試験装置2000による第2の $\mu-S$ 特性の測定の両方が行われる測定速度 V_w の範囲である。特性比較範囲は、例えば、フラット型タイヤ試験装置1000によって第1の $\mu-S$ 特性を測定する測定速度 V_w の範囲（すなわち、第1の $\mu-S$ 特性を測定する測定速度 V_w の最低速度（例えば5 km/h）から最高速度（例えば60 km/h）までの範囲）とすることができる。例えば、フラット型タイヤ試験装置1000によって第1の $\mu-S$ 特性が測定可能な走行速度の範囲（特性比較範囲）においては、フラット型タイヤ試験装置1000とドラム型タイヤ試験装置2000の双方により $\mu-S$ 特性の測定を行って測定結果を比較し、それを超える高速域（特性比較範囲外）については、ドラム型タイヤ試験装置2000により測定した第2の $\mu-S$ 特性の測定結果を、フラット型タイヤ試験装置1000による第1の $\mu-S$ 特性に相当する $\mu-S$ 特性（すなわち、補正 $\mu-S$ 特性）に変換することが可能である。
- [0286] フラット型タイヤ試験装置1000の方が、より、現実の路面での走行状態に近い状態での測定が可能であることから、フラット型タイヤ試験装置1000により第1の $\mu-S$ 特性の測定が行われる所定の速度範囲（特性比較範囲）では、フラット型タイヤ試験装置1000によって測定された第1の $\mu-S$ 特性を試験タイヤTの $\mu-S$ 特性の測定結果として採用するとともに、それよりも高速の範囲（特性比較範囲外）においては、ドラム型タイヤ試験装置2000によって測定された第2の $\mu-S$ 特性から変換された補正 $\mu-S$ 特性を試験タイヤTの $\mu-S$ 特性の測定結果として採用することが可能である。

- [0287] ステップS 6において、特性比較範囲における $\mu-S$ 特性の比較（特性比較処理）が完了していないと判断された場合（ステップS 6：NO）、制御部70は、カウンタCTMWに1を加え（ステップS 7）、ステップS 2へ戻って、次のCTMW値に対応した測定速度 V_w での特性比較処理（S 2－S 5）を行う。
- [0288] 一方、ステップS 6において、特性比較範囲における $\mu-S$ 特性の比較が終了したと判断された場合（ステップS 6：YES）、制御部70は、処理をステップS 8に進め、特性比較範囲内の各測定速度 V_w について測定した第1の $\mu-S$ 特性と第2の $\mu-S$ 特性との関係から、特性比較範囲外の速度でのフラット型タイヤ試験装置1000による $\mu-S$ 特性とドラム型タイヤ試験装置2000による $\mu-S$ 特性との関係を推定する。
- [0289] この場合、ステップS 5において各測定速度 V_w について取得した、第1の $\mu-S$ 特性と第2の $\mu-S$ 特性との変換係数について、特性比較範囲内の各測定速度 V_w で求めた複数の係数を用いて、特性比較範囲外の速度での関係の推定方法を決定することができる。例えば、特性比較範囲内の各測定速度 $V_w=5\text{ km/h}$ 、 10 km/h 、 15 km/h 、・・・について、フラット型タイヤ試験装置1000により測定した第1の制動力係数 μ_1 とドラム型タイヤ試験装置2000により測定した第2の制動力係数 μ_2 との比率（制動力係数 μ_1/μ_2 ）の、各スリップ率での平均値を、それぞれ変換係数として用いることができる。
- [0290] この場合、特性比較範囲内の各測定速度 $V_w=5\text{ km/h}$ 、 10 km/h 、 15 km/h 、・・・における各変換係数の平均値を計算し、測定速度 V_w にかかわらず、第1の $\mu-S$ 特性と第2の $\mu-S$ 特性との変換係数（比率係数）として用いる方法が可能である。
- [0291] また、例えば、変換係数を測定速度 V_w の一次関数とみなして、線形回帰分析（例えば、最小二乗法による線形近似）により測定速度 V_w と変換係数との関係式を決定し、任意の測定速度 V_w について変換係数を算出できるようにしてもよい。

$$\text{変換係数 } CF(V) = \text{比例定数 } c_1 \times \text{測定速度 } V + \text{定数 } c_2 \quad \dots (3)$$

例えば、変換係数と測定速度 V (V_w 又は後述する V_s) との関係を数式 (3) のような関係式で近似することが可能であり、比例定数 c_1 と定数 c_2 は、例えば最小二乗法により決定することができる。この場合、フラット型タイヤ試験装置 1000 による第 1 の $\mu-S$ 特性とドラム型タイヤ試験装置 2000 による第 2 の $\mu-S$ 特性とは、測定速度 V (V_w 、 V_s) に応じて定まる変換係数 $CF(V)$ によって変換される。従って、この場合、後述する特性推定処理 S12 においては、測定速度 W_s ごとに、この関係式により測定速度 W_s に応じた変換係数を取得して、補正 $\mu-S$ 特性の計算に使用することとなる。

[0292] また、上述したステップ S5 では、スリップ率 $S = 0\%$ 、 5% 、 10% 、 15% 、 $\dots$ 、 95% 、 100% におけるフラット型タイヤ試験装置 1000 により測定した第 1 の制動力係数 μ_1 とドラム型タイヤ試験装置 2000 により測定した第 2 の制動力係数 μ_2 との比率 (比制動力係数 μ_1/μ_2) を平均し、この平均値を測定速度 V_w における変換係数としたが、本発明はこの構成に限定されない。例えば、各スリップ率 S の値ごとに、特性比較範囲外の速度における第 1 の $\mu-S$ 特性と第 2 の $\mu-S$ 特性との関係 (すなわち変換係数) を決定するようにしても良い。この場合は、具体的には、例えば、各測定速度 $V_w = 5 \text{ km/h}$ 、 10 km/h 、 15 km/h 、 $\dots$ について、スリップ率 $S = 10\%$ における第 1 の制動力係数 μ_1 の測定値と第 2 の制動力係数 μ_2 の測定値の比率 (比制動力係数 μ_1/μ_2) をそれぞれ算出し、各測定速度 V_w での比制動力係数 μ_1/μ_2 から、スリップ率 $S = 10\%$ のときの、第 1 の $\mu-S$ 特性と第 2 の $\mu-S$ 特性との変換係数を決定することが可能である。

[0293] この場合、例えば、スリップ率 $S = 10\%$ で、測定速度 $V_w = 5 \text{ km/h}$ 、 10 km/h 、 15 km/h 、 $\dots$ におけるフラット型タイヤ試験装置 1000 により測定した第 1 の制動力係数 μ_1 とドラム型タイヤ試験装置 2000

00により測定した第2の制動力係数 μ_2 との比率（比制動力係数 μ_1/μ_2 ）を平均し（すなわち、比制動力係数 μ_1/μ_2 が測定速度 V_w に依存しない定数であるとみなして）、この平均値をもって、測定速度 V_w にかかわらず、スリップ率 $S=10\%$ のときの、第1の $\mu-S$ 特性と第2の $\mu-S$ 特性との変換係数（比率係数）として用いることが可能である。

[0294] あるいは、例えば、スリップ率 $S=10\%$ で、測定速度 $V_w=5\text{ km/h}$ 、 10 km/h 、 15 km/h 、 $\dots$ における比制動力係数 μ_1/μ_2 について、測定速度 V_w と1次関数の関係を有する直線的な関係とみなして、各測定速度 V_w での制動力係数 μ の測定値の比率から、これらの値を近似する（最も誤差の少ない）、制動力係数 μ の測定値の比率と測定速度 V_w との関係を算出して、スリップ率 $S=10\%$ のときの、第1の $\mu-S$ 特性と第2の $\mu-S$ 特性との関係（1次関数関係）とするようにしても良い。この場合は、後述する、特性推定処理S12においては、スリップ率 S 及び測定速度 V_s ごとに、この関係式によりスリップ率 S 及び測定速度 V_s に応じた制動力係数 μ の変換係数を取得することとなる。

[0295] 次に、ステップS9（図47）において、制御部70は、カウンタCTMSを1にセットする。以下では、このカウンタCTMSの値に応じた特性推定範囲内の設定速度 V_s を順次設定して、各設定速度 V_s でのドラム型タイヤ試験装置2000による第2の $\mu-S$ 特性の測定結果から、フラット型タイヤ試験装置1000による第1の $\mu-S$ 特性の推定（言い換えれば、第1の $\mu-S$ 特性に相当する補正 $\mu-S$ 特性の計算）が順次行われていく。

[0296] 次に、制御部70は、ステップS10で、測定速度 V_s として、カウンタCTMSに応じた測定速度 V_s を設定する。測定速度 V_s は、例えば、数式（4）等の所定の計算式により得られる。

$$V_s = 5 \times CTMS + V_{ss} \quad (\text{km/h}) \quad \dots (4)$$

ここで、定数 V_{ss} は、例えば、ステップS2で設定した特性比較範囲内の測定速度 V_w のうちの最高速度を用いることができる。すなわち、定数 V_s

sを特性比較範囲の上限に設定することにより、特性比較範囲を超える速度から、特性の推定を開始することができる。例えば、数式(4)では、特性比較範囲としてステップS2で設定した測定速度 V_w の最高速度+5 km/hの速度から特性の推定を開始することができる。また、数式(4)を用いた場合は、測定速度 V_s を5 km/hずつ増加させながら、順次、各設定速度 V_s における補正 $\mu-S$ 特性を取得していくこととなる。

[0297] また、ステップS2と同様に、予めメモリー等にカウンタCTMSの値と測定速度 V_s の値が対応付けられて格納されたテーブルを用意しておき、カウンタCTMSの値に対応する測定速度 V_s の値をテーブルから読み出すことにより、測定速度 V_w を取得して設定することも可能である。

[0298] 次のステップS11において、制御部70は、ドラム型タイヤ試験装置2000を使用して測定を行い、測定速度 V_s における第2の $\mu-S$ 特性を取得する。この場合も、上記ステップS3やS4と同様に、制御部70がドラム型タイヤ試験装置2000と接続されている場合は、ドラム型タイヤ試験装置2000に逐次指令を与える等して、その都度、ドラム型タイヤ試験装置2000を動作させて第2の $\mu-S$ 特性を測定しても良い。また、ドラム型タイヤ試験装置2000によって既に測定されて例えばサーバー92等に記憶されている第2の $\mu-S$ 特性を、必要に応じて適宜制御部70が読み出す構成とすることも可能である。この場合、第2の $\mu-S$ 特性が記憶されている場所は、ドラム型タイヤ試験装置2000の内部記憶手段(例えば記憶装置2072)またはドラム型タイヤ試験装置2000に接続された外部記憶手段であっても良いし、ドラム型タイヤ試験装置2000と接続されていない別体の記憶手段であっても良い。

[0299] 次に、制御部70は、ステップS8において推定した第1の $\mu-S$ 特性と第2の $\mu-S$ 特性との関係(すなわち変換係数)を用いて、ステップS11において測定した測定速度 V_s での第2の $\mu-S$ 特性を変換して、測定速度 V_s での第1の $\mu-S$ 特性に相当する補正 $\mu-S$ 特性を推定する(ステップS12)。この場合、ステップS8において取得した第1の $\mu-S$ 特性と第

2の μ -S特性との関係に応じて、適宜、ステップS11において測定したスリップ率Sや測定速度 V_s を用いて、変換を行う。例えば、測定速度 V における変換係数 C_F を上記の数式(3)として決定した場合、測定速度 V_s における変換係数 $C_F(V_s)$ は次の数式(5)により得られる。

$$\text{変換係数 } C_F(V_s) = \text{比例定数 } c_1 \times \text{測定速度 } V_s + \text{定数 } c_2 \quad \cdot \cdot (5)$$

この変換係数 C_F を用いて、ドラム型タイヤ試験装置2000による第2の μ -S特性をフラット型タイヤ試験装置1000による第1の μ -S特性に相当する補正 μ -S特性に変換することができる。

[0300] ステップS12での、測定速度 V_s での補正 μ -S特性の取得が完了すると、制御部70は、ステップS13において、特性推定範囲内の全ての測定速度 V_s （すなわち、補正 μ -S特性を取得すべき全ての測定速度 V_s ）について補正 μ -S特性の取得が終了したかどうかを判断する。

[0301] ここで、特性推定範囲とは、補正 μ -S特性の取得（S10-S12）を行う測定速度 V_s の範囲である。特性推定範囲は、例えば、特性比較範囲より高速の速度の範囲であり、上限としては、例えば、ドラム型タイヤ試験装置2000により測定可能な最高速度までを特性推定範囲として設定することが可能である。あるいはまた、補正 μ -S特性を取得することが必要な速度範囲を特性推定範囲とすることも可能である。さらに、ステップS8において取得し、ステップS12において使用する μ -S特性の変換方式（推定方法）について、所定の精度が担保されと考えられる速度範囲を特性推定範囲として設定することも可能である。

[0302] ステップS13で、特性推定範囲が終了していないと判断された場合（ステップS13：NO）、制御部70は、カウンタCTMSに1を加え（ステップS14）、ステップS10へ戻って、次のカウンタCTMSの値に対応した測定速度 V_s での特性推定処理S12を行う。

[0303] いっぽう、ステップS13で、特性推定範囲が終了したと判断された場合（ステップS13：YES）、制御部70は、特性比較範囲内の各測定速度

V_w においてフラット型タイヤ試験装置1000によって測定された第1の $\mu-S$ 特性と、特性推定範囲内の各測定速度 V_w においてドラム型タイヤ試験装置2000によって測定された第2の $\mu-S$ 特性から計算された補正 $\mu-S$ 特性とをつなぎ合わせて（すなわち、合成して）、全範囲での合成 $\mu-S$ 特性を生成する（ステップS15）。

[0304] 一般に、路面が平坦なフラット型タイヤ試験装置1000の方が、より、現実の路面での走行状態に近い状態での測定が可能であることから、特性比較範囲内の各測定速度 V_w においては、フラット型タイヤ試験装置1000を使用して測定した第1の $\mu-S$ 特性をそのまま用いるとともに、特性推定範囲内の各測定速度 V_s においては、ドラム型タイヤ試験装置2000を使用して測定した第2の $\mu-S$ 特性を変換して、フラット型タイヤ試験装置1000による第1の $\mu-S$ 特性に相当する補正 $\mu-S$ 特性を取得し、これらの $\mu-S$ 特性（すなわち、特性比較範囲内の第1の $\mu-S$ 特性と特性推定範囲内の補正 $\mu-S$ 特性）をつなぎ合わせることによって、全範囲を平坦な路面上で測定した場合の測定結果に相当する合成 $\mu-S$ 特性（「拡張 $\mu-S$ 特性」ともいう。）を生成する。

[0305] また、上記では、ドラム型タイヤ試験装置2000による第2の $\mu-S$ 特性と、フラット型タイヤ試験装置1000による第1の $\mu-S$ 特性との変換関係（すなわち変換係数）を、実際の測定値の比較により取得する方法を説明したが、これに限られず、例えば、予め変換方法を設定しておくことも可能である。この場合は、例えば、比較的低速な速度範囲（低速範囲）ではフラット型タイヤ試験装置1000で測定した第1の $\mu-S$ 特性を用い、比較的高速な速度範囲（高速範囲）ではドラム型タイヤ試験装置2000で測定した第2の $\mu-S$ 特性を、予め設定された変換方法で変換して補正 $\mu-S$ 特性を取得し、低速範囲の第1の $\mu-S$ 特性と高速範囲の補正 $\mu-S$ 特性をつなぎ合わせることが可能である。この場合、例えば、フラット型タイヤ試験装置1000とドラム型タイヤ試験装置2000の構造の差異（具体的には路面の曲率の有無）に基づいて、路面の曲率補正に基づいた変換方法を採用

することが可能である。さらに、上述した特性比較範囲での第1の $\mu-S$ 特性と第2の $\mu-S$ 特性との比較・変換式算出の際に、例えば、曲率補正に基づいた式を用いるなど、より詳細な変換式に基づいた推定を行う事も可能である。

[0306] また、本実施形態の説明においては、試験タイヤTに対して、トルク発生部30（フラット型タイヤ試験装置1000）あるいは、トルク発生部2050（ドラム型タイヤ試験装置2000）により制動力を加えて、制動させた場合（ブレーキングした場合）の $\mu-S$ 特性の測定の例を主に説明したが、これに限られず、加速時（トラクション側）の $\mu-S$ 特性の測定を行う事も可能である。この場合には、上述した、トルク発生部30／トルク発生部2050が、試験タイヤの回転と同方向に、さらに速度を上昇させる向きのトルクを発生させることによって実施可能であり、これらのトルク発生部30／トルク発生部2050が、すべり率を制御可能な、すべり率制御装置として動作しているものと見る事ができる。すなわち、動力循環回路にすべり率制御装置を組み込むことにより実現可能となっている。

[0307] また、上述した、試験タイヤTの $\mu-S$ 特性の測定と、試験タイヤの摩耗試験とは、1台の装置で共用して実施することが可能である。この場合、タイヤの $\mu-S$ 特性の測定と、タイヤの摩耗試験とでは、試験速度の違いから、適切なギヤ比が異なる場合があるが、例えば、ギヤボックス2042や減速機2053で、 $\mu-S$ 特性測定等に適した高速走行用のギヤと、タイヤの摩耗試験等に適した低速走行用のギヤとを切り替えられるように構成しておき（例えば、ギヤボックス2042や減速機2053を変速装置として構成し）、用途に応じてギヤを切り替えることで、試験タイヤTの $\mu-S$ 特性の測定と、同じ試験タイヤTの摩耗試験とを1台の装置で共用することが可能である。このようにすることで、例えば、未使用の試験タイヤTについて初期の $\mu-S$ 特性を測定した後、そのままギヤを切り替えて、摩耗試験を行って、所定時間走行して摩耗した試験タイヤTについて、更にそのままギヤを切り替えて、使用後の $\mu-S$ 特性を測定することが可能となる。摩耗試験と

μ -S特性測定とを一連の流れで、タイヤの取替等を行わずに実施できるとともに、所定時間摩耗させたタイヤの μ -S特性を測定し、さらにまた所定時間摩耗してから μ -S特性を測定する、といった、機動的な試験を行うことが可能となる。

[0308] また、本実施形態におけるフラット型タイヤ試験装置1000ないしドラム型タイヤ試験装置2000においては、駆動系にサーボモーターを用いた動力循環方式を採用し、この動力循環回路にスリップ率制御装置を組み込み、適宜好適なギヤ比のギヤを用いることにより、トルク発生部30／トルク発生部2050によって与えるトルク（制動力／加速力）を精細に制御することが可能であり、高精度にスリップ率を制御して各種のタイヤ試験を行う事が可能である。例えば、ギヤによる減速比（ギヤ比）を100、50、15、10、7.5、5、3、2、1、数分の1、10分の1、20分の1、30分の1、40分の1、50分の1、60分の1、70分の1、80分の1、90分の1、100分の1、・・・等、様々なギヤ比のギヤを、試験対象となるタイヤの種類や、試験の内容や、装置の構成等に応じて適宜用いることが可能であり、このような減速比のギヤを用いることで測定精度を向上させることができる。特に、スリップ率Sを高い精度で測定する場合には、高い減速比に設定することが望ましい。

[0309] 一般的なモーターの回転数の制御の誤差は1%近いため、回転ドラム2022（又はキャリッジ20）と試験輪Wを別々のモーターによって駆動する構成では、測定速度Vの誤差（すなわち、スリップ率Sの測定誤差）を1%以下に抑えることが難しい。本実施形態のドラム型タイヤ試験装置2000（フラット型タイヤ試験装置1000）は、動力循環方式を採用することにより、共通のモーター141（モーター2032）により回転ドラム2022（キャリッジ20）と試験輪Wを駆動するため、回転ドラム2022の回転数（キャリッジ20の走行速度）と試験輪Wの回転数が自動的に略等速で駆動されるため、回転数（走行速度）を高い精度で制御することが可能になっている。特に速度の時間軸での変動が低く抑えられる。

- [0310] 上記の動力循環方式の採用に加えて、トルク発生部2050の減速機2053及びトルク発生部30の減速機33の減速比を約50（概ね45～55）以上に設定することにより、スリップ率Sを誤差0.01%以下の高い精度で測定することが可能になる。スリップ率Sを誤差0.01%以下の精度で測定する場合は、減速比は、45～120の範囲内（より好ましくは、55～100の範囲内）に設定することが望ましい。この構成により、高いトルク（制動力／加速力）の領域で高い精度の試験を行うことが可能になる。
- [0311] また、上述した、フラット型タイヤ試験装置1000で測定した第1の μ -S特性を用いる代わりに、実路面で測定した μ -S特性とドラム型タイヤ試験装置2000で測定した μ -S特性を比較して、変換関係を決定して、実路面で測定困難な速度域での μ -S特性を、本実施形態の手法によって推定することも可能である。実路面で μ -S特性を測定する場合、例えば、国際公開WO2020/241323号に開示されたタイヤ路上試験装置（トラクションバス）を用いることが可能である。
- [0312] 以上が本発明の例示的な実施形態の説明である。本発明の実施形態は、上記に説明したものに限定されず、本発明の技術的思想の範囲において様々な変形が可能である。例えば明細書中に例示的に明示される実施形態等又は自明な実施形態等を適宜組み合わせた内容も本発明の実施形態に含まれる。
- [0313] 上記の実施形態のタイヤ試験システム1では、制御部70の下でフラット型タイヤ試験装置1000とドラム型タイヤ試験装置2000の動作が統合されているが、例えば制御部70を設けずに、フラット型タイヤ試験装置1000とドラム型タイヤ試験装置2000をそれぞれ独立した試験装置として個別に使用して試験を行うことができる。
- [0314] 上記の実施形態では、各ベルト機構15、24、25、142に歯付ベルト及び歯付プーリーが使用されているが、ベルト機構の一つ以上について歯付ベルトに替えて平ベルトやVベルトを使用してもよい。また、ベルト機構に替えて、チェーン伝動機構やワイヤ伝動機構等の他の種類の巻掛け伝動機

構を使用してもよい。また、ベルト機構に替えて、ボールねじ機構、歯車伝動機構又は油圧機構等の他の種類の動力伝達機構を使用してもよい。

- [0315] 従動プーリー 242 (図 19) が回転フレーム 31 に取り付けられる箇所は、軸部 314 に限らず、第 1 筒部 311、第 2 筒部 312、第 3 筒部 313 等の他の箇所でもよい。従動プーリー 242 を回転フレーム 31 の軸部 314 以外の箇所に取り付けの場合は、軸部 314 の先端部を軸受部 351 から突出させなくてもよい。その場合、軸部 314 の先端部を支持する軸受部 353 は不要になる。また、軸部 314 の先端部を軸受部 351 から突出させない場合、軸受部 353 によりシャフト 34 を直接支持してもよい。この場合、軸受部 351 と軸受部 353 との間に駆動プーリー 251 を配置してもよい。
- [0316] 上記の実施形態では、トルク発生部 30、2050 が減速機 33、2053 を備えているが、トルク発生部 30、2050 は減速機を備えていなくてもよい。
- [0317] 上記の実施形態では、ドラム型タイヤ試験装置 2000 がギヤボックス 2042 を備えているが、ドラム型タイヤ試験装置はギヤボックスを備えていなくてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 試験タイヤが装着された試験輪を回転可能に保持し、前記試験タイヤを平坦な第1の路面に接地させた状態で前記路面に沿って走行させる第1のタイヤ試験装置を使用して前記試験タイヤの第1の $\mu-S$ 特性を測定する第1の測定ステップと、
- 試験タイヤを、回転ドラムの外周に設けられた第2の路面に接地した状態で回転させる第2のタイヤ試験装置によって、前記試験タイヤの第2の $\mu-S$ 特性を測定する第2の測定ステップと、
- 前記第1の $\mu-S$ 特性と、前記第2の $\mu-S$ 特性とを比較して、両 $\mu-S$ 特性の関係をj得る比較ステップと、
- 前記第2の $\mu-S$ 特性を、前記比較ステップで求められた両 $\mu-S$ 特性のj関係に基づき、前記第1の $\mu-S$ 特性に相当する補正 $\mu-S$ 特性に変換する特性変換ステップと、
- 前記第1の測定ステップにおいて測定された前記第1の $\mu-S$ 特性と、前記特性変換ステップにおいて得られた前記補正 $\mu-S$ 特性とを合成して、前記試験タイヤの合成 $\mu-S$ 特性を取得する特性合成ステップと、を含む、
- タイヤ試験方法。
- [請求項2] 前記比較ステップ、前記第1の $\mu-S$ 特性の測定が行われた測定速度の第1の範囲について行われ、
- 前記特性変換ステップは、前記第1の $\mu-S$ 特性の測定が行われなかった測定速度の第2の範囲について、前記比較ステップでの比較結果に基づいて行われ、
- 前記特性合成ステップにおいて、前記第1の範囲について測定された前記第1の $\mu-S$ 特性と、前記第2の範囲について得られた前記補正 $\mu-S$ 特性とが合成された合成 $\mu-S$ 特性が取得される、
- 請求項1に記載のタイヤ試験方法。
- [請求項3] 前記第1のタイヤ試験装置と、前記第2のタイヤ試験装置は、それ

ぞれ、前記試験タイヤに与えるトルクを発生するトルク発生部を備え、

前記第 1 の測定ステップ及び前記第 2 の測定ステップにおいて、それぞれ、複数の測定速度について測定が行われるとともに、各測定速度での前記第 1 及び前記第 2 の μ - S 特性の測定の際に、前記トルク発生部により前記試験タイヤにトルクを与えることによりスリップ率 S を変化させる、

請求項 1 又は請求項 2 に記載のタイヤ試験方法。

[請求項 4] 前記特性変換ステップにおいて、前記第 2 の μ - S 特性に、前記比較ステップで求められた変換係数を乗ずることにより、前記補正 μ - S 特性に変換される、

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のタイヤ試験方法。

[請求項 5] 前記特性変換ステップにおいて、前記第 2 の μ - S 特性に、前記比較ステップで得られた、測定速度に応じた変換係数を乗ずることにより、前記補正 μ - S 特性に変換される、

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のタイヤ試験方法。

[請求項 6] 前記特性変換ステップにおいて、前記第 2 の μ - S 特性に、前記比較ステップにおいて得られた、測定速度とスリップ率に応じた変換係数を乗ずることにより、前記第 1 のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ - S 特性に変換される、

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のタイヤ試験方法。

[請求項 7] 前記第 1 の測定ステップ及び前記第 2 の測定ステップにおいて、前記試験タイヤに駆動力を与えながら前記第 1 又は第 2 の μ - S 特性が測定される、

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載のタイヤ試験方法。

[請求項 8] 前記試験タイヤの摩耗試験を行う摩耗試験実施ステップを含み、
所定時間の摩耗試験を行った後に、請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載のタイヤ試験方法を実施して前記試験タイヤの μ - S 特

性を取得する、
タイヤ試験方法。

- [請求項9] 試験タイヤが装着された試験輪を回転可能に保持し、前記試験タイヤを平坦な第1の路面に接地させた状態で前記第1の路面に沿って走行可能なキャリッジを備えた、第1のタイヤ試験装置と、
外周に第2の路面が設けられた回転ドラムと、試験タイヤを前記路面に接地した状態で回転可能に保持するタイヤ保持部と、前記回転ドラム及び前記タイヤ保持部を回転させる駆動部とを備える第2のタイヤ試験装置と、
前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの第1の μ -S特性と、前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの第2の μ -S特性とを比較して、両 μ -S特性の関係をj得て、前記第2の μ -S特性を、前記両 μ -S特性の関係に基づき、前記第1の μ -S特性に相当する補正 μ -S特性に変換し、前記第1の μ -S特性と前記補正 μ -S特性とを合成して合成 μ -S特性を取得する制御部と、
を備えた、
タイヤ試験装置。

- [請求項10] 前記第1のタイヤ試験装置と、前記第2のタイヤ試験装置は、それぞれ、前記試験タイヤに与えるトルクを発生するトルク発生部を備え、
前記第1の μ -S特性及び前記第2の μ -S特性は、それぞれ、複数の測定速度について測定が行われるとともに、各測定速度での前記第1及び前記第2の μ -S特性の測定の際に、前記トルク発生部により前記試験タイヤにトルクを与えることによりスリップ率Sを変化させる、
請求項9に記載のタイヤ試験装置。

- [請求項11] 前記試験タイヤの摩耗試験を行う摩耗試験手段を備え、

前記摩耗試験手段によって摩耗試験を行った後に、前記摩耗試験後の前記試験タイヤの μ -S特性を取得する、

請求項9又は請求項10に記載のタイヤ試験装置。

[請求項12]

前記摩耗試験手段は、前記第2のタイヤ試験装置に備えられたギヤボックスによりギヤを変換することで実現され、

前記第2のタイヤ試験装置に備えられた前記ギヤボックスによりギヤを変換して前記所定時間の摩耗試験を行った後に、前記ギヤボックスによりギヤを変換して前記試験タイヤの μ -S特性を取得する、
請求項11に記載のタイヤ試験装置。

[請求項13]

路面を有する路面部と、試験タイヤが装着された試験輪を回転可能に保持し、前記試験タイヤを前記路面に接地させた状態で前記路面に沿って走行可能なキャリッジとを備える第1のタイヤ試験装置による μ -S特性の測定結果が入力される第1の入力部と、

外周に路面が設けられた回転ドラムと、試験タイヤを前記路面に接地した状態で回転可能に保持するタイヤ保持部と、前記回転ドラム及び前記タイヤ保持部を回転させる駆動部とを備える第2のタイヤ試験装置による μ -S特性の測定結果が入力される第2の入力部と、

前記第1の入力部から入力された前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記第2の入力部から入力された前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性とを比較して、両 μ -S特性の関係を求め、前記第2の入力部から入力された前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性を、前記求められた両 μ -S特性の関係に基づき、前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性に変換し、前記第1の入力部から入力された前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記変換して得られた前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性とを組み合わせ、前記試験タイヤの μ -S特性を取得す

る制御部と、を備えた、
タイヤ試験装置。

[請求項14]

試験タイヤが装着された試験輪を回転可能に保持し、前記試験タイヤを路面に接地させた状態で前記路面に沿って走行させる第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性を読み出す第1の読み出しステップと、

試験タイヤを、回転ドラムの外周に設けられた路面に接地した状態で回転させる第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性を読み出す第2の読み出しステップと、

前記第1の読み出しステップによって読み出された前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記第2の読み出しステップによって読み出された前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性とを比較して、両 μ -S特性の関係を求める比較ステップと、

前記第2の読み出しステップによって読み出された前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性を、前記比較ステップで求められた両 μ -S特性の関係に基づき、前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性に変換する特性変換ステップと、

前記第1の読み出しステップによって読み出された前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの μ -S特性と、前記特性変換ステップで変換して得られた前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの μ -S特性とを合成して、前記試験タイヤの合成 μ -S特性を取得する特性合成ステップと、

を含む、タイヤ試験方法。

[請求項15]

コンピュータに、

試験タイヤが装着された試験輪を回転可能に保持し、前記試験タイヤを路面に接地させた状態で前記路面に沿って走行させる第1のタイ

ヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの $\mu-S$ 特性を読み出す第1の読み出しステップと、

試験タイヤを、回転ドラムの外周に設けられた路面に接地した状態で回転させる第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの $\mu-S$ 特性を読み出す第2の読み出しステップと、

前記第1の読み出しステップによって読み出された前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの $\mu-S$ 特性と、前記第2の読み出しステップによって読み出された前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの $\mu-S$ 特性とを比較して、両 $\mu-S$ 特性の関係を求める比較ステップと、

前記第2の読み出しステップによって読み出された前記第2のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの $\mu-S$ 特性を、前記比較ステップで求められた両 $\mu-S$ 特性の関係に基づき、前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの $\mu-S$ 特性に変換する特性変換ステップと、

前記第1の読み出しステップによって読み出された前記第1のタイヤ試験装置によって測定された前記試験タイヤの $\mu-S$ 特性と、前記特性変換ステップで変換して得られた前記第1のタイヤ試験装置による前記試験タイヤの $\mu-S$ 特性とを組み合わせ、前記試験タイヤの合成 $\mu-S$ 特性を取得する特性合成ステップと、

を実行させるプログラム。