(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7154654号
(P7154654)

(45)発行日　令和4年10月18日(2022.10.18)

(24)登録日　令和4年10月7日(2022.10.7)

(51)国際特許分類			FI		
G01M 17/02	*(2006.01)*		G01M	17/02	
B60C 19/00	*(2006.01)*		B60C	19/00	H

請求項の数　14　（全19頁）

(21)出願番号　特願2021-522220(P2021-522220)
(86)(22)出願日　令和2年5月15日(2020.5.15)
(86)国際出願番号　PCT/JP2020/019526
(87)国際公開番号　WO2020/241323
(87)国際公開日　令和2年12月3日(2020.12.3)
審査請求日　令和3年11月16日(2021.11.16)
(31)優先権主張番号　特願2019-98135(P2019-98135)
(32)優先日　令和1年5月24日(2019.5.24)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　391046414
国際計測器株式会社
東京都多摩市永山６丁目２１番１号
(74)代理人　100078880
弁理士　松岡 修平
(72)発明者　松本 繁
東京都多摩市永山６丁目２１番１号 国際計測器株式会社内
(72)発明者　宮下 博至
東京都多摩市永山６丁目２１番１号 国際計測器株式会社内
(72)発明者　村内 一宏
東京都多摩市永山６丁目２１番１号 国際計測器株式会社内
(72)発明者　鴇田 修一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　タイヤ試験装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

車両と、

前記車両に備え付けられ、試験タイヤが装着された試験輪を路面に接地した状態で支持可能な試験ユニットと、を備え、

前記試験ユニットが、前記試験輪を回転駆動する動力を出力する動力ユニットを備え、

前記動力ユニットが、

前記車両の走行速度に応じた回転数の回転運動を出力する回転出力ユニットと、

前記回転運動にトルクを付加して出力するトルク付加ユニットと、を備え、

前記回転出力ユニットが、

路面に接地する従動輪と、

前記従動輪と連結した第１車軸と、

前記第１車軸と前記トルク付加ユニットの入力軸とを結合する第１伝動機構と、を備えた、

タイヤ試験装置。

【請求項２】

前記第１伝動機構が、

前記第１車軸と結合した第１駆動プーリーと、

前記トルク付加ユニットの入力軸と結合した第１従動プーリーと、

前記第１駆動プーリーと前記第１従動プーリーとに張り渡された第１歯付ベルトと、

を備えた、
請求項１に記載のタイヤ試験装置。
【請求項３】
前記トルク付加ユニットが、
回転可能に支持された回転フレームと、
前記回転フレームに取り付けられた第１モーターと、
前記回転フレームと同軸に配置され、前記第１モーターの軸に連結された第１シャフトと、を備え、
前記回転フレームが前記回転出力ユニットによって回転駆動される、
請求項１又は請求項２に記載のタイヤ試験装置。
【請求項４】
前記回転フレームを回転可能に支持する一対の第２軸受を備え、
前記回転フレームが、筒状であり、
前記第１モーターを収容するモーター収容部と、
前記モーター収容部の軸方向両側に配置された、前記モーター収容部よりも小径の一対の軸部と、を有し、
前記一対の軸部において、前記一対の第２軸受により、回転可能に支持された、
請求項３に記載のタイヤ試験装置。
【請求項５】
前記試験ユニットが、
前記試験輪を回転可能に支持する車軸ユニットと、
前記試験輪の向き及び荷重を調整可能なアライメントユニットと、を備えた、
請求項１から請求項４のいずれか一項に記載のタイヤ試験装置。
【請求項６】
前記アライメントユニットが、前記試験輪の荷重を調整可能な荷重調整機構を備え、
前記荷重調整機構が、
上下に移動可能な第１可動フレームと、
前記第１可動フレームの上下の移動を案内するリニアガイドと、
前記第１可動フレームを上下に駆動する第１駆動ユニットと、を備えた、
請求項５に記載のタイヤ試験装置。
【請求項７】
前記試験ユニットが、前記車両のフレームに固定されたベースフレームを備え、
前記リニアガイドが、
前記ベースフレーム及び前記第１可動フレームの一方に取り付けられたレールと、
前記ベースフレーム及び前記第１可動フレームの他方に取り付けられ、前記レール上を走行可能なキャリッジと、を備え、
前記第１駆動ユニットが、
運動変換器と、
前記運動変換器を駆動する第２モーターと、を備え、
前記運動変換器が、
前記ベースフレームに取り付けられた本体と、
前記本体に対して上下に移動可能な可動部と、を備え、
前記可動部に前記第１可動フレームが固定された、
請求項６に記載のタイヤ試験装置。
【請求項８】
車両と、
前記車両に備え付けられ、試験タイヤが装着された試験輪を路面に接地した状態で支持可能な試験ユニットと、を備え、
前記試験ユニットが、前記試験輪を回転駆動する動力を出力する動力ユニットを備え、
前記動力ユニットが、

前記車両の走行速度に応じた回転数の回転運動を出力する回転出力ユニットと、
前記回転運動にトルクを付加して出力するトルク付加ユニットと、を備え、
前記試験ユニットが、
前記車両のフレームに固定されたベースフレームと、
前記試験輪を回転可能に支持する車軸ユニットと、
前記試験輪の向き及び荷重を調整可能なアライメントユニットと、を備え、
前記アライメントユニットが、前記試験輪の荷重を調整可能な荷重調整機構を備え、
前記荷重調整機構が、
上下に移動可能な第１可動フレームと、
前記第１可動フレームの上下の移動を案内するリニアガイドと、
前記第１可動フレームを上下に駆動する第１駆動ユニットと、を備え、
前記リニアガイドが、
前記ベースフレーム及び前記第１可動フレームの一方に取り付けられたレールと、
前記ベースフレーム及び前記第１可動フレームの他方に取り付けられ、前記レール上を走行可能なキャリッジと、を備え、
前記第１駆動ユニットが、
運動変換器と、
前記運動変換器を駆動する第２モーターと、を備え、
前記運動変換器が、
前記ベースフレームに取り付けられた本体と、
前記本体に対して上下に移動可能な可動部と、を備え、
前記可動部に前記第１可動フレームが固定された、
タイヤ試験装置。
【請求項９】
前記アライメントユニットが、前記試験輪のキャンバー角を調整可能なキャンバー角調整機構を備え、
前記キャンバー角調整機構が、
前記車両の走行方向と平行なＥφ軸を中心に回転可能な第２可動フレームと、
前記第２可動フレームから前記Ｅφ軸と同軸に突出する第１ピボットと、
前記第１ピボットを回転可能に支持する第３軸受と、
前記第２可動フレームを回転駆動するφ駆動ユニットと、を備えた、
請求項５から請求項８のいずれか一項に記載のタイヤ試験装置。
【請求項１０】
前記第２可動フレームの回転を案内する曲線ガイドを備えた、
請求項９に記載のタイヤ試験装置。
【請求項１１】
前記アライメントユニットが、前記試験輪のスリップ角を調整可能なスリップ角調整機構を備え、
前記スリップ角調整機構が、
前記試験輪の回転軸であるＥλ軸及び前記Ｅφ軸のそれぞれと直交するＥθ軸を中心に回転可能な第３可動フレームと、
前記第３可動フレームから前記Ｅθ軸と同軸に突出する第２ピボットと、
前記第２ピボットを回転可能に支持する第４軸受と、
前記第３可動フレームを回転駆動するθ駆動ユニットと、を備えた、
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】
前記車軸ユニットが、
スピンドルと、
前記スピンドルを回転可能に支持する第５軸受と、
前記スピンドルの先端部に同軸に取り付けられた、前記試験輪が取り付けられるホイ

ールハブと、を備えた、
請求項５から請求項１１のいずれか一項に記載のタイヤ試験装置。
【請求項１３】
前記車軸ユニットが、前記スピンドルの回転を制動する制動装置を備えた、
請求項１２に記載のタイヤ試験装置。
【請求項１４】
前記動力ユニットから出力された動力を前記スピンドルに伝達する動力伝達ユニットを備え、
前記動力伝達ユニットが、
その一端が前記スピンドルに連結されたスライド式等速ジョイントを備えた、
請求項１２又は請求項１３に記載のタイヤ試験装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、タイヤ試験装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
試験タイヤを装着して自動車テストコース等の実際の路面上を走行することにより自動車用タイヤの各種性能を試すタイヤの路上試験を行うことが可能な試験車（以下「タイヤ路上試験装置」という。）が知られている。
【０００３】
特開２０１６－８０４１４号公報（特許文献１）に記載のタイヤ路上試験装置は、バスを改造した車両に試験設備が備え付けられたものである。タイヤの路上試験では、試験タイヤが装着された試験輪を高速で回転させながら、急激に変動する大きなトルク（駆動力、制動力）を試験輪に与える必要がある。このような駆動を一般的な電動機で行うには、大容量の電動機が必要になるが、そのような大型の電動機を車両内に設置することは難しい。そのため、特許文献１のタイヤ路上試験装置は、油圧モーターを使用して試験輪の駆動及び制動を行うように構成されている。
【発明の概要】
【０００４】
特許文献１のタイヤ路上試験装置の車両内には、油圧モーターに油圧を供給するための油圧供給装置が設置されている。そのため、車両内の多くのスペースが油圧供給装置によって占められ、試験機器を設置するためのスペースや車両内でオペレーターが作業するための作業スペースを十分に確保することできなかった。
【０００５】
また、油圧システムから作動油が漏れると、作動油によって試験タイヤや路面が汚染され、試験の精度が低下する可能性があった。
【０００６】
本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、油圧システムを使わずにタイヤの路上試験を可能にすることを目的とする。
【０００７】
本発明の一実施形態によれば、車両と、車両に備え付けられ、試験タイヤが装着された試験輪を路面に接地した状態で支持可能な試験ユニットとを備え、試験ユニットが、試験輪を回転駆動する動力を出力する動力ユニットを備え、動力ユニットが、車両の走行速度に応じた回転数の回転運動を出力する回転出力ユニットと、回転運動にトルクを付加して出力するトルク付加ユニットとを備えた、タイヤ試験装置が提供される。
【０００８】
上記のタイヤ試験装置において、回転出力ユニットが、路面に接地する従動輪と、従動輪と連結した第１車軸と、第１車軸とトルク付加ユニットの入力軸とを結合する第１伝動機構とを備えた構成としてもよい。この場合において、回転出力ユニットが、第１車軸を

回転可能に支持する第１軸受を備えた構成としてもよい。

【０００９】

上記のタイヤ試験装置において、第１伝動機構が、第１車軸と結合した第１駆動プーリーと、トルク付加ユニットの入力軸と結合した第１従動プーリーと、第１駆動プーリーと第１従動プーリーとに張り渡された第１歯付ベルトとを備えた構成としてもよい。

【００１０】

上記のタイヤ試験装置において、トルク付加ユニットが、回転可能に支持された回転フレームと、回転フレームに取り付けられた第１モーターと、回転フレームと同軸に配置され、第１モーターの軸に連結された第１シャフトとを備え、回転フレームが回転出力ユニットによって回転駆動される構成としてもよい。

【００１１】

上記のタイヤ試験装置において、第１従動プーリーが回転フレームと結合した構成としてもよい。

【００１２】

上記のタイヤ試験装置において、回転フレームを回転可能に支持する一対の第２軸受を備え、回転フレームが、筒状であり、第１モーターを収容するモーター収容部と、モーター収容部の軸方向両側に配置された、モーター収容部よりも小径の一対の軸部と、を有し、一対の軸部において、一対の第２軸受により、回転可能に支持された構成としてもよい。

【００１３】

上記のタイヤ試験装置において、試験ユニットが、試験輪を回転可能に支持する車軸ユニットと、試験輪の向き及び荷重を調整可能なアライメントユニットとを備えた構成としてもよい。

【００１４】

上記のタイヤ試験装置において、アライメントユニットが、試験輪の荷重を調整可能な荷重調整機構を備え、荷重調整機構が、上下に移動可能な第１可動フレームと、第１可動フレームの上下の移動を案内するリニアガイドと、第１可動フレームを上下に駆動する第１駆動ユニットとを備えた構成としてもよい。

【００１５】

上記のタイヤ試験装置において、試験ユニットが、車両のフレームに固定されたベースフレームを備え、リニアガイドが、ベースフレーム及び第１可動フレームの一方に取り付けられたレールと、ベースフレーム及び第１可動フレームの他方に取り付けられ、レール上を走行可能なキャリッジとを備え、第１駆動ユニットが、運動変換器と、運動変換器を駆動する第２モーターとを備え、運動変換器が、ベースフレームに取り付けられた本体と、本体に対して上下に移動可能な可動部とを備え、可動部に第１可動フレームが固定された構成としてもよい。

【００１６】

上記のタイヤ試験装置において、アライメントユニットが、試験輪のキャンバー角を調整可能なキャンバー角調整機構を備え、キャンバー角調整機構が、車両の走行方向と平行なE_{ϕ}軸を中心に回転可能な第２可動フレームと、第２可動フレームからE_{ϕ}軸と同軸に突出する第１ピボットと、第１ピボットを回転可能に支持する第３軸受と、第２可動フレームを回転駆動するφ駆動ユニットとを備えた構成としてもよい。

【００１７】

上記のタイヤ試験装置において、第２可動フレームの回転を案内する曲線ガイドを備えた構成としてもよい。

【００１８】

上記のタイヤ試験装置において、アライメントユニットが、試験輪のスリップ角を調整可能なスリップ角調整機構を備え、スリップ角調整機構が、試験輪の回転軸であるE_{λ}軸及びE_{ϕ}軸のそれぞれと直交するE_{θ}軸を中心に回転可能な第３可動フレームと、第３可動フレームからE_{θ}軸と同軸に突出する第２ピボットと、第２ピボットを回転可能に支持する第４軸受と、第３可動フレームを回転駆動するθ駆動ユニットとを備えた構成として

もよい。

【００１９】

車軸ユニットが、スピンドルと、スピンドルを回転可能に支持する第５軸受と、スピンドルの先端部に同軸に取り付けられた、試験輪が取り付けられるホイールハブとを備えた構成としてもよい。

【００２０】

上記のタイヤ試験装置において、車軸ユニットが、スピンドルの回転を制動する制動装置を備えた構成としてもよい。

【００２１】

上記のタイヤ試験装置において、動力ユニットから出力された動力をスピンドルに伝達する動力伝達ユニットを備え、動力伝達ユニットが、その一端がスピンドルに連結されたスライド式等速ジョイントを備えた構成としてもよい。

【００２２】

上記のタイヤ試験装置において、トルク付加ユニットが、第１モーターの出力を減速する減速機を備え、第１シャフトが、減速機を介して第１モーターの軸に連結された構成としてもよい。

【００２３】

上記のタイヤ試験装置において、第１モーターのローターの慣性モーメントが０．０１ｋｇ・ｍ^{2}以下である構成としてもよい。

【００２４】

上記のタイヤ試験装置において、第１モーターの定格出力が７ｋＷ乃至３７ｋＷである構成としてもよい。

【００２５】

上記のタイヤ試験装置において、φ駆動ユニットが、Ｅφ軸と同軸に配置された第１歯車と、第１歯車と噛み合う第１ピニオンと、第１ピニオンを回転駆動する第３モーターとを備えた構成としてもよい。

【００２６】

上記のタイヤ試験装置において、第１歯車が、第１可動フレーム及び第２可動フレームの一方に取り付けられ、第３モーターが、第１可動フレーム及び第２可動フレームの他方に取り付けられた構成としてもよい。

【００２７】

上記のタイヤ試験装置において、曲線ガイドが、Ｅφ軸と同心に配置され、第１可動フレーム及び第２可動フレームの一方に取り付けられた円弧状の曲線レールと、第１可動フレーム及び第２可動フレームの他方に取り付けられた、曲線レール上を走行可能なキャリッジとを備えた構成としてもよい。

【００２８】

上記のタイヤ試験装置において、θ駆動ユニットが、Ｅθ軸と同軸に配置された第２歯車と、第２歯車と噛み合う第２ピニオンと、第２ピニオンを回転駆動する第４モーターとを備えた構成としてもよい。

【００２９】

上記のタイヤ試験装置において、第２歯車が、第２可動フレーム及び第３可動フレームの一方に取り付けられ、第４モーターが、第２可動フレーム及び第３可動フレームの他方に取り付けられ、第４軸受が第２可動フレームに取り付けられた構成としてもよい。

【００３０】

上記のタイヤ試験装置において、車軸ユニットが、第５軸受が取り付けられたケーシングと、スピンドルの周りに配列された複数の圧電素子とを備え、圧電素子が、第５軸受とケーシングとで挟み込まれ、第５軸受をケーシングに取り付けるボルトによって締め付けられた構成としてもよい。

【００３１】

上記のタイヤ試験装置において、動力伝達ユニットが、動力ユニットと結合した第２シ

ャフトと、第２シャフトを回転可能に支持する第６軸受と、スライド式等速ジョイントと結合した第３シャフトと、第３シャフトを回転可能に支持する第７軸受と、動力伝達ユニットによって伝達されるトルクを検出するトルクセンサとを備え、第２シャフトと第３シャフトがトルクセンサを介して連結された構成としてもよい。

【００３２】

上記のタイヤ試験装置において、トルク付加ユニットが、第１シャフトと動力伝達ユニットの入力軸とを結合する第２伝動機構を備え、第２伝動機構が、第１シャフトと結合した第２駆動プーリーと、スピンドルと結合した第２従動プーリーと、第２駆動プーリーと第２従動プーリーとに張り渡された第２歯付ベルトとを備えた構成としてもよい。

【００３３】

上記のタイヤ試験装置において、第２歯付ベルトが、鋼線又は炭素繊維の心線を有する構成としてもよい。

【００３４】

本発明の一実施形態によれば、油圧システムを使わずに試験輪を駆動することが可能なタイヤ路上試験装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【００３５】

【図１】本発明の一実施形態に係るタイヤ路上試験装置の右側面図である。

【図２】本発明の一実施形態に係るタイヤ路上試験装置の背面図である。

【図３】本発明の一実施形態に係るタイヤ路上試験装置の前部の平面図である。

【図４】試験ユニットの平面図である。

【図５】試験ユニットの正面図である。

【図６】ピックアップユニット及びトルク付加ユニットの概略構造を示す図である。

【図７】動力伝達ユニットの概略構造を示す図である。

【図８】アライメントユニットの概略構造を示す図である。

【図９】アライメントユニットの概略構造を示す図である。

【図１０】アライメントユニットの概略構造を示す図である。

【図１１】図９のＤ－Ｄ矢視図である。

【図１２】制御システムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【００３６】

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構成には、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、説明の便宜上、構成の一部を省略し又は断面で示している。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。

【００３７】

以下に説明する本発明の一実施形態に係るタイヤ路上試験装置は、大型の乗用自動車（以下「バス車両」という。）から改造された自走式のタイヤ試験装置である。タイヤ路上試験装置は、自動車テストコース等の路面上を試験タイヤＴが装着された試験輪Ｗ（図１）を接地させた状態で走行することにより、様々な状態の路面に対する試験タイヤＴの各種性能の試験を行うことが可能な装置である。

【００３８】

タイヤ路上試験装置は、ベース車両であるリアエンジン・リアドライブ方式（以下「ＲＲ方式」という。）のバス車両を改造した車両１に試験ユニット２及びその付帯装置が備え付けられたものである。ＲＲ方式（又は、フロントエンジン・フロントドライブ方式〔以下「ＦＦ方式」という。〕）のバス車両は、車両の中央部に配置されるドライブシャフトを有しないため、試験ユニット２の配置の自由度が高いという利点がある。

【００３９】

図１、図２及び図３は、それぞれタイヤ路上試験装置における試験ユニット２の配置を示す側面図、背面図及び平面図である。なお、図３においては、車両１の後部の図示が省略されている。

【００４０】

以下の説明において、前後、上下、左右の各方向を、車両１の走行方向を向いたとき（すなわち、図示しない運転席に着座したとき）の各方向として定義する。また、前方をＸ軸正方向、後方をＸ軸負方向、左方をＹ軸正方向、右方をＹ軸負方向、上方をＺ軸正方向、下方をＺ軸負方向と定義する。

【００４１】

図４及び図５は、それぞれ試験ユニット２の平面図及び正面図である。試験ユニット２は、車両１のフレーム（不図示）に固定されたベースフレーム１０と、ベースフレーム１０に保持されたアライメントユニット２ａと、アライメントユニット２ａに支持された車軸ユニット６０と、試験輪Ｗの車軸（図１０に示されるスピンドル６１）を駆動する動力ユニット２０を備えている。

【００４２】

なお、動力ユニット２０は、その一部（後述するピックアップユニット２１）がベースフレーム１０上に設置され、残りの部分（後述するトルク付加ユニット２２及び動力伝達ユニット２４）がアライメントユニット２ａの後述する昇降フレーム３１上に設置されている。

【００４３】

車軸ユニット６０（図５）は、試験輪Ｗを回転可能に支持するユニットであり、試験輪Ｗと一体に回転する車軸であるスピンドル６１（図１０）を備えている。車軸ユニット６０は、その高さ及び向きを変更可能に、アライメントユニット２ａによって支持されている。

【００４４】

アライメントユニット２ａは、試験輪Ｗに加わる荷重（試験荷重）及び試験輪Ｗの向き（スリップ角及びキャンバー角）を調整可能なユニットである。

【００４５】

動力ユニット２０は、試験輪Ｗに動力を供給するユニットであり、その出力軸はスピンドル６１に連結されている。

【００４６】

図４に示されるように、動力ユニット２０は、ピックアップユニット２１、トルク付加ユニット２２及び動力伝達ユニット２４を備えている。ピックアップユニット２１（回転出力ユニット）は、路面に接地するピックアップ輪２１１（従動輪）を備え、車両１の走行速度に応じた回転数の回転運動を路面から取得して出力する。トルク付加ユニット２２は、試験輪Ｗに与えるべき制動力及び駆動力（以下「制駆動力」という。）を発生して、この制駆動力（すなわち、トルク）をピックアップユニット２１から出力された回転運動に付加して出力する。トルク付加ユニット２２は、ピックアップユニット２１が取得し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、路面と試験輪Ｗとの間に駆動力又は制動力を与える）ことを可能にする。トルク付加ユニット２２から出力された動力は、動力伝達ユニット２４及びスピンドル６１を介して試験輪Ｗに伝達される。なお、ピックアップユニット２１によって路面から取得された動力は、試験輪Ｗを介して路面に伝達される。すなわち、動力ユニット２０は、試験輪Ｗ及び路面と共に動力循環系を構成する。

【００４７】

図６は、ピックアップユニット２１及びトルク付加ユニット２２の概略構造を示す図である。ピックアップユニット２１は、軸受２１４と、軸受２１４によって回転可能に支持された車軸２１２と、車軸２１２の一端部に同軸に結合したホイールハブ２１３と、ホイールハブ２１３に取り付けられたピックアップ輪２１１と、車軸２１２の回転をトルク付加ユニット２２に伝達する第１ベルト伝動機構２１６（第１伝動機構）を備えている。

【００４８】
第１ベルト伝動機構２１６は、車軸２１２の他端部に取り付けられた駆動プーリー２１６ａと、トルク付加ユニット２２の後述するハウジング２２０に取り付けられた従動プーリー２１６ｃと、駆動プーリー２１６ａと従動プーリー２１６ｃに掛け渡された歯付ベルト２１６ｂを備えている。
【００４９】
ピックアップ輪２１１は、路面に接地する従動輪であり、車両１の走行時に路面によって駆動され、車両１の走行速度と同じ周速で回転する。ピックアップ輪２１１の回転は、ホイールハブ２１３、車軸２１２及び第１ベルト伝動機構２１６を介して、トルク付加ユニット２２に伝達される。
【００５０】
トルク付加ユニット２２は、軸受２２４Ａ及び２２４Ｂと、軸受２２４Ａ及び２２４Ｂによって回転可能に支持された筒状のハウジング２２０（回転フレーム）と、ハウジング２２０に取り付けられたモーター２２１、減速機２２２及びシャフト２２３と、シャフト２２３の回転を動力伝達ユニット２４に伝達する第２ベルト伝動機構２２８（第２伝動機構）を備えている。モーター２２１が試験輪Ｗに与えるべきトルクを発生可能な性能を有していれば、減速機２２２を設けずに、モーター２２１の軸２２１ｓにシャフト２２３を直結してもよい。また、この場合、モーター２２１の軸２２１ｓとシャフト２２３とを一体に形成してもよい。
【００５１】
ハウジング２２０は、略円筒状の第１胴部２２０ａ（モーター収容部）及び第２胴部２２０ｃと、第１胴部２２０ａよりも細い略円筒状の軸部２２０ｄ及び２２０ｅを有している。第１胴部２２０ａの右端には軸部２２０ｄが同軸に（すなわち中心線を共有するように）結合している。また、第１胴部２２０ａの左端には、第２胴部２２０ｃを介して、軸部２２０ｅが同軸に結合している。右側の軸部２２０ｄは軸受２２４Ａにより回転可能に支持され、左側の軸部２２０ｅは軸受２２４Ｂにより回転可能に支持されている。
【００５２】
左側の軸部２２０ｅの先端部には第１ベルト伝動機構２１６の従動プーリー２１６ｃが取り付けられている。ハウジング２２０は、ピックアップユニット２１によって回転駆動される。すなわち、ハウジング２２０は、ピックアップユニット２１によって取得されて第１ベルト伝動機構２１６によって伝達された動力により、車両１の走行速度に比例する回転数で回転駆動される。
【００５３】
第１胴部２２０ａの中空部にはモーター２２１が収容されている。モーター２２１は、ハウジング２２０と同軸に（すなわち、互いに回転軸が一致するように）配置されてもよい。モーター２２１がハウジング２２０と同軸に配置されることにより、トルク付加ユニット２２の回転部のアンバランスが軽減し、回転部をスムーズに（すなわち、回転数やトルクの不要な揺らぎが少なく）回転させることが可能になる。モーター２２１のステーター２２１ｂは、複数のボルト２２０ｂによって第１胴部２２０ａに固定されている。モーター２２１の出力側のフランジ２２１ｃは、連結筒２２ａを介して、減速機２２２のケースと結合している。また、減速機２２２のケースは、第１胴部２２０ａの左端部に形成されたフランジに固定されている。すなわち、モーター２２１のステーター２２１ｂ及び減速機２２２のケースは、それぞれハウジング２２０に固定されている。
【００５４】
モーター２２１の軸２２１ｓは、減速機２２２の入力軸と接続されている。また、減速機２２２の出力軸には、ハウジング２２０内に同軸に収容されたシャフト２２３が接続されている。モーター２２１から出力されるトルクは、減速機２２２によって増幅されて、シャフト２２３に伝達される。
【００５５】
シャフト２２３は、ハウジング２２０の左側の軸部２２０ｅの内周に設けられた一対の

軸受２２０ｆによって回転可能に支持されている。また、シャフト２２３の先端側は、ハウジング２２０の左端に設けられた開口部から外部に突出し、軸受２２４Ｃによって回転可能に支持されている。

【００５６】

シャフト２２３は、第２ベルト伝動機構２２８に接続されている。第２ベルト伝動機構２２８は、シャフト２２３の先端部に取り付けられた駆動プーリー２２８ａと、動力伝達ユニット２４（図７）の後述するシャフト２４１Ｌに取り付けられた従動プーリー２２８ｃと、駆動プーリー２２８ａと従動プーリー２２８ｃに掛け渡された歯付ベルト２２８ｂを備えている。トルク付加ユニット２２の出力は、第２ベルト伝動機構２２８を介して、動力伝達ユニット２４に伝達される。

【００５７】

トルク付加ユニット２２は、回転するハウジング２２０に取り付けられたモーター２２１とトルク付加ユニット２２の外部に設置されたアンプ２２１ａ（図１２）とを電気的に接続する電気接続部２２５を備えている。電気接続部２２５は、ハウジング２２０の右側の軸部２２０ｄと結合した略円柱状の軸部２２５ａと、軸部２２５ａを回転可能に支持する軸受２２５ｄと、軸部２２５ａの外周に同軸に取り付けられた複数のスリップリング２２５ｂと、各スリップリング２２５ｂの外周面と接触する複数のブラシ２２５ｃと、ブラシ２２５ｃと軸受２２５ｄを支持する支持部２２５ｅを備えている。

【００５８】

モーター２２１のケーブル２２１ｄは、ハウジング２２０の軸部２２０ｄの中空部に通されている。また、ケーブル２２１ｄを構成する複数の電線が、電気接続部２２５の軸部２２５ａの中空部に通され、対応するスリップリング２２５ｂにそれぞれ接続されている。また、ブラシ２２５ｃはケーブル（不図示）を介してアンプ２２１ａ（図１２）に接続されている。

【００５９】

また、トルク付加ユニット２２は、ハウジング２２０の回転数を検出するロータリーエンコーダー２２６を備えている。ロータリーエンコーダー２２６は、本体が電気接続部２２５の支持部２２５ｅに取り付けられ、軸が軸部２２５ａに接続されている。

【００６０】

以上のように構成されたトルク付加ユニット２２によれば、ピックアップユニット２１が路面から取得した回転運動によりハウジング２２０に固定されたモーター２２１のステーター２２１ｂが車両１の走行速度に比例する回転数で回転駆動されると共に、モーター２２１の軸２２１ｓが回転駆動され（本実施形態では更に軸２２１ｓの回転が減速機２２２によって減速され）、これらの２つの回転を合成したものがシャフト２２３から出力され、この合成された回転運動によって試験輪Ｗが回転駆動される。

【００６１】

本実施形態においては、ピックアップ輪２１１と試験輪Ｗの外径が等しく、第１ベルト伝動機構２１６の駆動プーリー２１６ａと従動プーリー２１６ｃの歯数が等しく、更に、第２ベルト伝動機構２２８の駆動プーリー２２８ａと従動プーリー２２８ｃの歯数が等しい。すなわち、本実施形態の動力ユニット２０は、モーター２２１の駆動が停止した状態において、車両１の走行速度に等しい周速で試験輪Ｗが回転駆動されるように構成されている。

【００６２】

動力ユニット２０にトルク付加ユニット２２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（ピックアップユニット２１）とトルクを制御するための動力源（モーター２２１）とに動力源を分離することが可能になる。これにより、各動力源の低容量化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、本実施形態では、回転数を制御するための動力源として、車両１の運動エネルギーの一部を取り込んで動力源として再利用するピックアップユニット２１を採用することにより、回転数を制御するための原動機が不要になるため、回転数制

御用動力源の小型化、軽量化及びコスト低減が実現されている。

【００６３】

上述のように、モーター２２１は、試験輪Ｗに与えるべき制駆動力（トルク）を発生するための動力源である。モーター２２１は、制駆動時にタイヤに加わる急激なトルク変化を正確に再現することが求められ、それを実現するために、高い加速性能が要求される。本実施形態では、モーター２２１には、ローターの慣性モーメントが０．０１ｋｇ・ｍ^{2}以下、定格出力が７ｋＷ乃至３７ｋＷの超低慣性高出力型のＡＣモーターが使用されている。このような超低慣性高出力型のＡＣサーボモーターを使用することにより、１００Ｈｚを超える高い周波数で変動する制駆動力を試験輪Ｗに与えることが可能になる。

【００６４】

図７は、動力伝達ユニット２４の概略構造を示す図である。動力伝達ユニット２４は、シャフト２４１Ｌ及び２４１Ｒと、軸受２４２Ｌ及び２４２Ｒと、トルクセンサ２４４と、スライド式等速ジョイント２４５を備えている。シャフト２４１Ｌ及び２４１Ｒは、軸受２４２Ｌ及び２４２Ｒによってそれぞれ回転可能に支持され、トルクセンサ２４４を介して互いに連結されている。トルクセンサ２４４によって、動力伝達ユニット２４によって伝達されるトルクが検出される。シャフト２４１Ｌの左端部には、第２ベルト伝動機構２２８の従動プーリー２２８ｃが取り付けられている。シャフト２４１Ｒは、右端部において、スライド式等速ジョイント２４５の入力軸２４５ａと接続されている。スライド式等速ジョイント２４５の出力軸２４５ｂはスピンドル６１（図１０）に接続されている。

【００６５】

スライド式等速ジョイント２４５は、作動角（入力軸２４５ａと出力軸２４５ｂ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２４５は、長さも可変である。スライド式等速ジョイント２４５を介してスピンドル６１を接続することにより、アライメントユニット２ａによりスピンドル６１の位置や向きが変更されても、スピンドル６１へのスムーズな動力の伝達が維持される。

【００６６】

図８、図９及び図１０は、それぞれアライメントユニット２ａの概略構造を示す図である。また、図１１は、図９のＤ－Ｄ矢視図である。

【００６７】

アライメントユニット２ａは、荷重調整機構３０、キャンバー角調整機構４０及びスリップ角調整機構５０を備えている。

【００６８】

荷重調整機構３０は、スピンドル６１の高さを変更することにより、試験輪Ｗに加わる荷重を調整する機構である。荷重調整機構３０は、ベースフレーム１０に対して上下に移動可能な昇降フレーム３１（第１可動フレーム）と、昇降フレーム３１の上下（Ｚ軸方向）の移動を案内する複数（本実施形態においては３対）のリニアガイド３２と、昇降フレーム３１を上下に駆動するＺ駆動ユニット３５を備えている。

【００６９】

昇降フレーム３１は、側面から見て（すなわち、Ｙ軸方向に見て）門形（∩形）のベースフレーム１０の空洞部に収容されている。リニアガイド３２は、上下に延びるレール３２ａと、レール３２ａ上を走行可能な１つ以上（本実施形態においては２つ）のキャリッジ３２ｂを備えている。各リニアガイド３２のレール３２ａはベースフレーム１０に取り付けられ、キャリッジ３２ｂは昇降フレーム３１に取り付けられている。

【００７０】

Ｚ駆動ユニット３５（第１駆動ユニット）は、モーター３５１と、モーター３５１の回転運動をＺ軸方向の直線運動に変換する運動変換器３５２を備えている。運動変換器３５２は、ウォーム歯車装置等の減速機とボールねじ等の送りねじ機構とを組み合わせたスクリュージャッキであるが、別の方式の運動変換器を使用してもよい。運動変換器３５２の本体３５２ａはベースフレーム１０に固定され、可動部（上下に移動可能なロッド３５２

ｂ）は昇降フレーム３１に固定されている。

【００７１】

モーター３５１により運動変換器３５２を駆動すると、ロッド３５２ｂと共に昇降フレーム３１が昇降する。これに伴い、キャンバー角調整機構４０、スリップ角調整機構５０及び車軸ユニット６０を介して昇降フレーム３１に支持された試験輪Ｗが昇降し、試験輪Ｗの高さに応じた荷重が試験輪Ｗに加わる。

【００７２】

キャンバー角調整機構４０は、スピンドル６１のＥφ軸（試験輪Ｗの中心を通る前後に延びる軸）周りの向きを変更することにより、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。キャンバー角調整機構４０は、Ｅφ軸を中心に回転可能なφ回転フレーム４１（第２可動フレーム）と、φ回転フレーム４１を回転可能に支持する一対の軸受４４と、φ回転フレーム４１の回転を案内する一対の曲線ガイド４２と、φ回転フレーム４１を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。

【００７３】

図８に示されるように、φ回転フレーム４１及び昇降フレーム３１も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４１は、∩形の昇降フレーム３１の空洞部に収容されている。φ回転フレーム４１の正面側及び背面側の壁部には、それぞれＥφ軸と同軸に外側へ（すなわち、後述するＥθ軸から遠ざかる方向へ）突出するピボット４１１が設けられている。各ピボット４１１は、昇降フレーム３１に固定された一対の軸受４４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４１は、ピボット４１１を支軸として、Ｅφ軸を中心に回転可能に支持されている。なお、φ回転フレーム４１に軸受４４を取り付け、昇降フレーム３１にボット４１１を取り付ける構成としてもよい。

【００７４】

曲線ガイド４２は、Ｅφ軸と同心に配置された円弧状の曲線レール４２ａと、曲線レール４２ａ上を走行可能な１つ以上（本実施形態においては２つ）のキャリッジ４２ｂを備えている。曲線レール４２ａ及びキャリッジ４２ｂの一方が昇降フレーム３１に取り付けられ、他方がφ回転フレーム４１に取り付けられている。

【００７５】

図１１に示されるように、φ駆動ユニット４５は、昇降フレーム３１の正面側及び背面側の壁部にそれぞれ取り付けられた一対の平歯車４５３と、各平歯車４５３と噛み合う一対のピニオン４５２と、各ピニオン４５２を回転駆動する一対のモーター４５１を備えている。平歯車４５３は、Ｅφ軸を中心とする円弧状に形成された（すなわち、Ｅφ軸と同軸の）セグメント歯車である。モーター４５１はφ回転フレーム４１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。

【００７６】

モーター４５１によりピニオン４５２を回転駆動すると、ピニオン４５２が平歯車４５３のピッチ円筒上を転動する。そして、φ回転フレーム４１は、平歯車４５３が一体に結合した昇降フレーム３１に対して、ピニオン４５２が軸に取り付けられたモーター４５１と共にＥφ軸の周りに旋回する。これに伴い、スリップ角調整機構５０及び車軸ユニット６０を介してφ回転フレーム４１に支持された試験輪ＷがＥφ軸の周りに回転し、キャンバー角が変化する。なお、φ回転フレーム４１に平歯車４５３を取り付け、昇降フレーム３１にモーター４５１を取り付ける構成としてもよい。

【００７７】

スリップ角調整機構５０は、スピンドル６１のＥθ軸（試験輪Ｗの中心を通る上下に延びる軸）周りの向きを変更することにより、車両１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８に示されるように、スリップ角調整機構５０は、Ｅθ軸を中心に回転可能なθ回転フレーム５１（第３可動フレーム）と、θ回転フレーム５１を回転可能に支持す

る軸受５２と、θ回転フレーム５１を回転駆動するθ駆動ユニット５５を備えている。

【００７８】

θ回転フレーム５１は、Ｙ軸方向に見て門形（∩形）のφ回転フレーム４１の空洞部に収容されている。θ回転フレーム５１の上面には、Ｅθ軸と同軸に突出するピボット５１１が設けられている。ピボット５１１は、φ回転フレーム４１の天板に固定された軸受５２によって回転可能に支持されている。θ回転フレーム５１は、ピボット５１１を支軸として、Ｅθ軸を中心に回転可能に支持されている。

【００７９】

θ駆動ユニット５５は、θ回転フレーム５１に取り付けられた平歯車５５３と、平歯車５５３と噛み合うピニオン５５２と、各ピニオン５５２を回転駆動するモーター５５１を備えている。平歯車５５３は、ピボット５１１に同軸に結合している。モーター５５１はφ回転フレーム４１に取り付けられ、ピニオン５５２はモーター５５１の軸と結合している。

【００８０】

図１０に示されるように、車軸ユニット６０は、θ回転フレーム５１の下端部に取り付けられている。車軸ユニット６０は、θ回転フレーム５１に取り付けられたフレーム６３と、フレーム６３に取り付けられた軸受６２と、軸受６２に回転可能に支持されたスピンドル６１と、スピンドル６１に加わる力を検出する６分力センサー６４と、スピンドル６１の回転を抑えるディスクブレーキ６６（制動装置）と、スピンドル６１の先端部に同軸に取り付けられたホイールハブ６５を備えている。ホイールハブ６５には、試験輪Ｗのホイールリム Ｗｒ（図１）が取り付けられる。

【００８１】

車軸ユニット６０のフレーム６３は、６分力センサー６４を介して、θ回転フレーム５１に取り付けられている。６分力センサー６４は、複数の（本実施形態では４つ）の圧電素子から構成される。複数の圧電素子は、Ｅλ軸を中心とする円周上に等間隔に配置され、車軸ユニット６０のフレーム６３とθ回転フレーム５１とで挟み込まれ、車軸ユニット６０のフレーム６３をθ回転フレーム５１に取り付けるボルトによって締め付けられ、予荷重が与えられている。なお、圧電素子には、予荷重が均一に加わるように、ボルトを通す孔が形成されている。

【００８２】

ディスクブレーキ６６は、スピンドル６１の末端部に同軸に取り付けられたディスクローター６６１と、フレーム６３に取り付けられた電動式のキャリパー６６２を備えている。キャリパー６６２に内蔵された一対のブレーキパッドによりディスクローター６６１を両面から挟み込むことにより、スピンドル６１に制動力が作用する。

【００８３】

アライメントユニット２ａ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、Ｅθ軸、Ｅφ軸及びＥλ軸の３軸が試験輪Ｗの中心位置の一点で交差するように構成されている。

【００８４】

図１２は、タイヤ路上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。制御システムは、装置全体の動作を制御する制御部７０、各種計測を行う計測部８０及び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。

【００８５】

制御部７０には、トルク付加ユニット２２のモーター２２１、荷重調整機構３０のモーター３５１、キャンバー角調整機構４０のモーター４５１及びスリップ角調整機構５０のモーター５５１が、各アンプ２２１ａ、３５１ａ、４５１ａ及び５５１ａを介して接続されている。また、制御部７０には、ディスクブレーキ６６のキャリパー６６２が接続されている。

【００８６】

制御部７０と各アンプ２２１ａ、３５１ａ、４５１ａ及び５５１ａとは、光ファイバに

よって通信可能に接続され、制御部７０と各アンプ２２１ａ、３５１ａ、４５１ａ及び５５１ａ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。

【００８７】

計測部８０には、車軸ユニット６０の６分力センサー６４、トルク付加ユニット２２のロータリーエンコーダー２２６及び動力伝達ユニット２４のトルクセンサ２４４が接続されている。計測部８０において、６分力センサー６４（複数の圧電素子）からのアナログ信号が増幅及びデジタル変換された後、デジタル信号に基づいて６分力（Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の３方向の力Ｆｘ、Ｆｙ、Ｆｚと各軸まわりのモーメントＭｘ、Ｍｙ、Ｍｚ）の計測値が計算される。また、計測部８０において、トルクセンサ２４４からのアナログ信号が増幅及びデジタル変換された後、デジタル信号に基づいて試験輪Ｗのトルクの計測値が計算される。

【００８８】

また、各モーター２２１、３５１、４５１及び５５１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、各アンプ２２１ａ、３５１ａ、４５１ａ及び５５１ａを介して、制御部７０に入力される。

【００８９】

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１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ライタ等の各種入出力装置の１つ以上を含む。

【００９０】

制御部７０は、試験輪Ｗのトルクの測定値と目標値との偏差が解消されるように、トルク付加ユニット２２のモーター２２１を駆動する。なお、６分力センサー６４によって検出されたトルクＭｙの測定値に基づいてモーター２２１の駆動を制御する構成としてもよい。

【００９１】

以上が本発明の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、様々な変形が可能である。例えば本明細書中に例示的に明示された実施形態等の構成及び／又は本明細書中の記載から当業者に自明な実施形態等の構成を適宜組み合わせた構成も本願の実施形態に含まれる。

【００９２】

上記の実施形態では、トルク付加ユニット２２及びアライメントユニット２ａの各調整機構（荷重調整機構３０、キャンバー角調整機構４０及びスリップ角調整機構５０）の駆動にそれぞれサーボモーター（モーター２２１、３５１、４５１及び５５１）が使用されているが、駆動量（回転角）の制御が可能なＤＣサーボモーターやステッピングモーター等の別の種類の電動機を使用してもよい。

【００９３】

上記の実施形態の歯付ベルト２２８ｂは鋼線の心線を有している。歯付ベルト２２８ｂ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など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。カーボン心線など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することが可能になり、トルク付加ユニット２２の小型化が可能になる。また、一般的な自動車用又は工業用のタイミングベルトを歯付ベルト２２８ｂとして使用してもよい。

【００９４】

上記の実施形態では、トルク付加ユニット２２及びディスクブレーキ６６の２つの機構により試験輪Ｗに制動力を与えることができるように構成されているが、ディスクブレーキ６６を設けずに、トルク付加ユニット２２のみによって制動力を与える構成としてもよい。

【００９５】

上記の実施形態では、図４に示されるように、動力ユニット２０のトルク付加ユニット２２及び動力伝達ユニット２４は、昇降フレーム３１上に設置され、車軸ユニット６０と共に上下に移動可能に構成されている。しかしながら、動力ユニット２０の全体をベースフレーム１０上に設置する構成としてもよい。

【００９６】

上記の実施形態では、キャンバー角調整機構４０のφ駆動ユニット４５やスリップ角調整機構５０のθ駆動ユニット５５には、それぞれ平歯車が使用されているが、これらに替えて、例えば傘歯車、円筒ウォームギヤ、フェースギヤ等の他の種類の歯車を使用してもよい。

【００９７】

上記の実施形態では、第１ベルト伝動機構２１６（第１伝動機構）及び第２ベルト伝動機構２２８（第２伝動機構）に、それぞれ巻掛け媒介節として歯付ベルトを使用したベルト伝動機構が使用されているが、本発明はこの構成に限定されるものではない。ベルト伝動機構の少なくとも１つ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や、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。

【００９８】

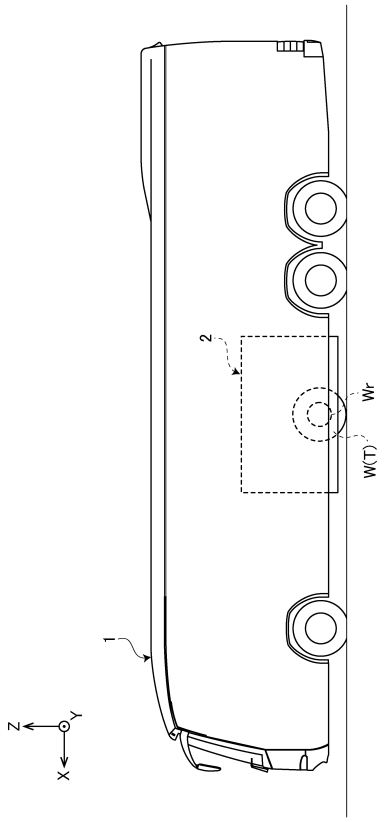
上記の実施形態では、第１ベルト伝動機構２１６の歯付ベルト２１６ｂにも、第２ベルト伝動機構２２８の歯付ベルト２２８ｂと同じ剛性の高いものが使用されているが、第１ベルト伝動機構２１６には大きなトルクが加わらないため、例えば標準的な大型車両用のタイミングベルトのような、より剛性の低い歯付ベルトを使用してもよい。

【００９９】

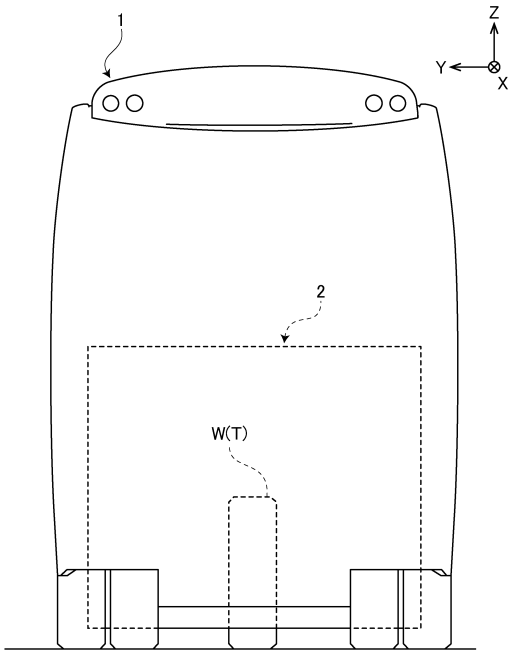
上記の実施形態では、回転出力ユニットとして路面から動力を取得するピックアップユニット２１が使用されているが、本発明はこの構成に限定されない。例えば、回転数の制御が可能なサーボモーターやインバーターモーター等の電動機、油圧モーター、発動機又はその他の種類の原動機を備えた装置を回転出力ユニットとして使用する構成としてもよい。また、車両１の動力伝達装置から動力の一部を分岐する機構（例えば、歯車機構やベルト機構等）をピックアップユニット２１として設ける構成としてもよい。

【図面】

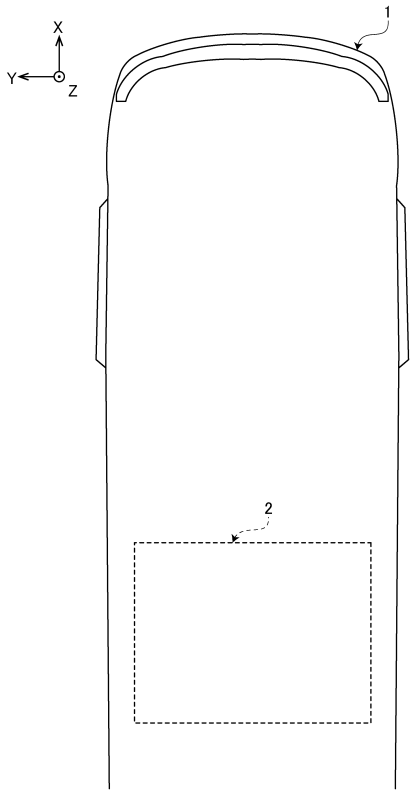
【図１】


1
2
Wr
W(T)
Z
Y
X

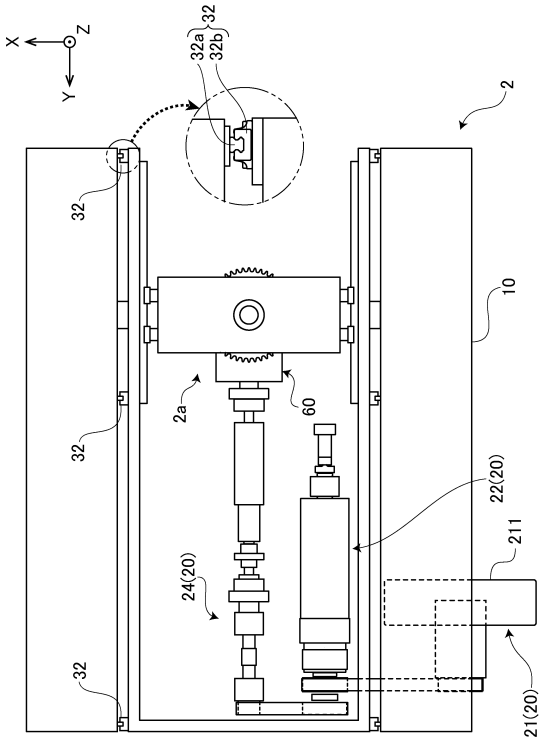
【図２】


1
2
W(T)
Z
Y
X

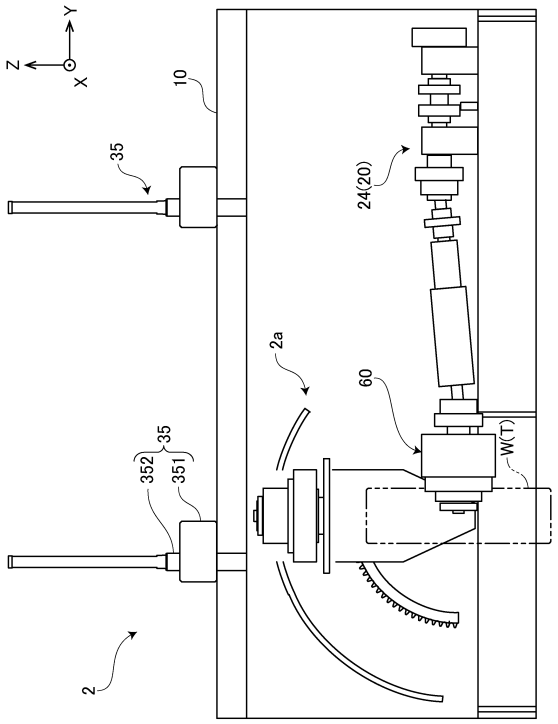
【図３】


1
2
X
Y
Z

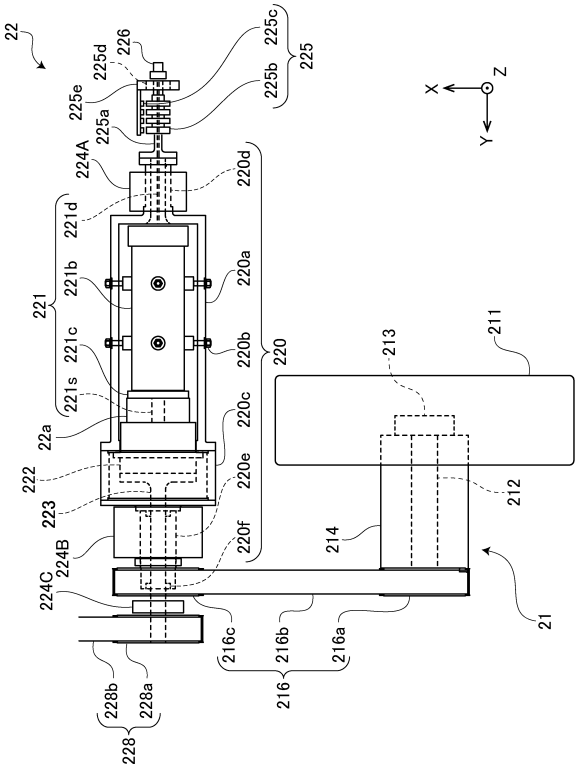
【図４】


X
Y
Z
32
32a
32b
2
10
2a
60
22(20)
211
24(20)
21(20)

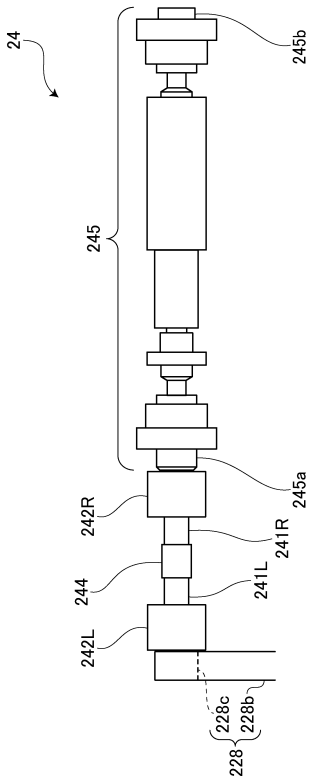
【図５】


Z
Y
X
10
35
24(20)
2a
60
W(T)
352
351
35
2

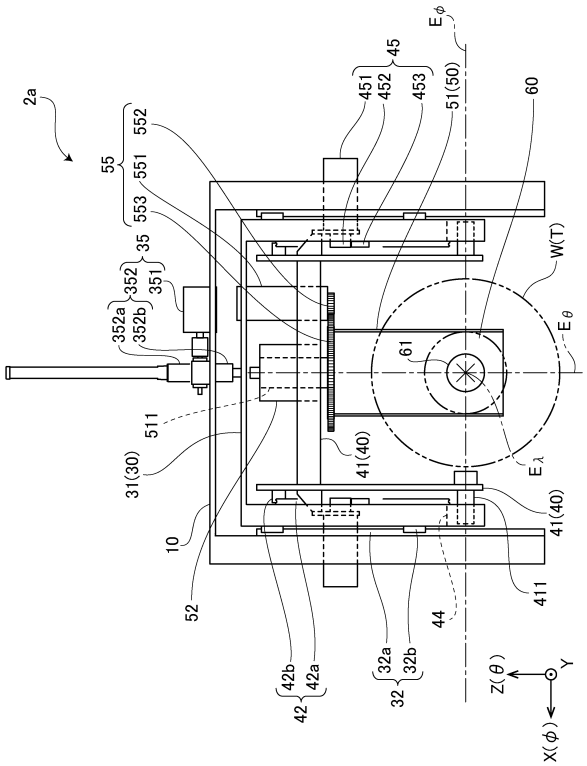
【図６】


22
225c
225
225d
226
225e
225b
225a
224A
220d
221d
221
221b
220a
221c
220b
220
221s
220c
22a
222
220e
223
224B
220f
224C
216c
216b
216a
216
228b
228a
228
X
Z
Y
213
211
212
214
21

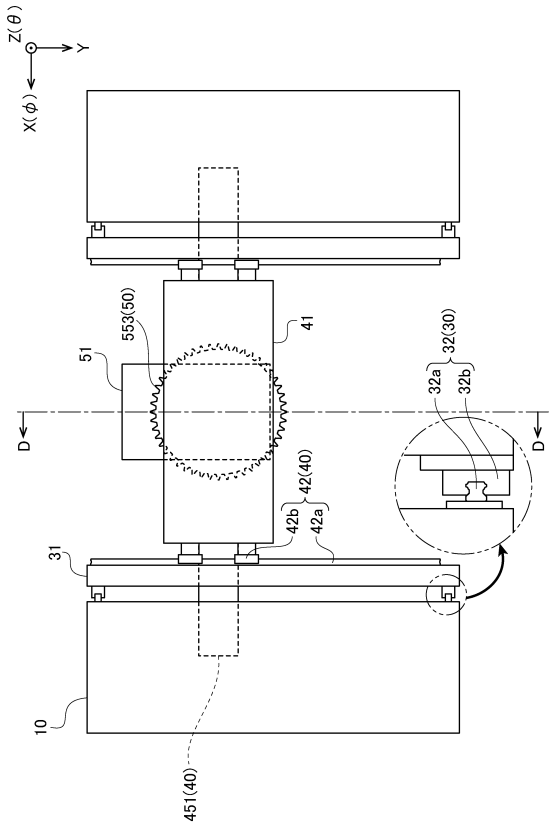
【図７】


24
245b
245
245a
242R
241R
244
241L
242L
228c
228b
228

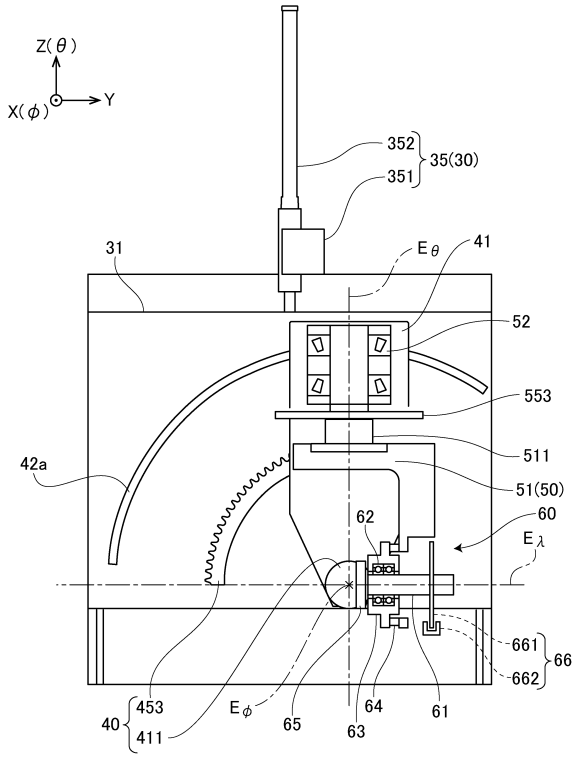
【図８】


2a
55
552
551
553
35
352
351
352a
352b
511
31(30)
10
52
41(40)
61
W(T)
Eθ
Eλ
Eφ
45
451
452
453
51(50)
60
41(40)
411
44
42b
42a
42
32a
32b
32
Z(θ)
Y
X(φ)

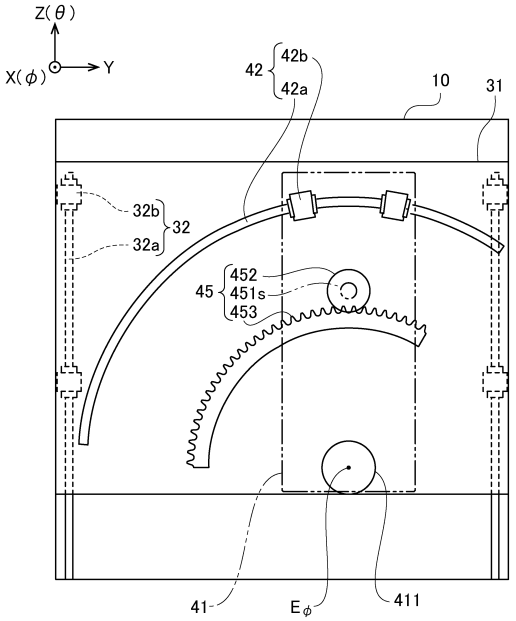
【図９】



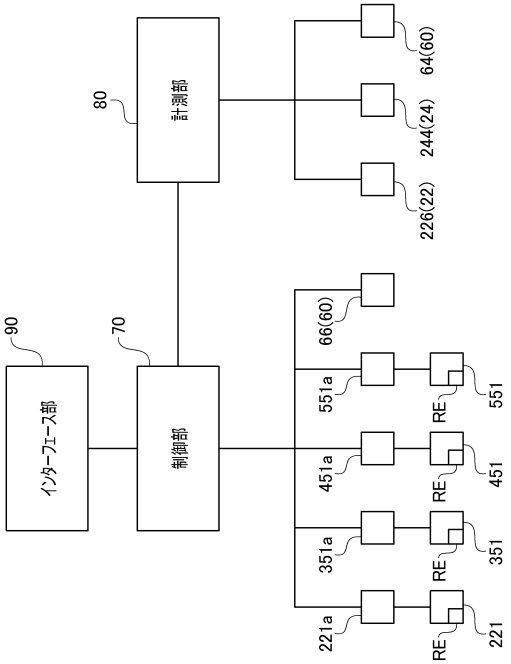
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

東京都多摩市永山６丁目２１番１号 国際計測器株式会社内
審査官 岩永 寛道

(56)参考文献 特開２０１３－１５６０８７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１２／１４１１７０（ＷＯ，Ａ１）
特開２０１７－００８９８９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｍ １７／０２
Ｂ６０Ｃ １９／００