

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7338921号
(P7338921)

(45)発行日 令和5年9月5日(2023.9.5)

(24)登録日 令和5年8月28日(2023.8.28)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 M 17/10 (2006.01)

G 0 1 M 17/10

請求項の数 11 (全22頁)

(21)出願番号	特願2022-519960(P2022-519960)	(73)特許権者	391046414
(86)(22)出願日	令和3年5月6日(2021.5.6)		国際計測器株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/017337		東京都多摩市永山6丁目2番1号
(87)国際公開番号	WO2021/225133	(74)代理人	100078880
(87)国際公開日	令和3年11月11日(2021.11.11)		弁理士 松岡 修平
審査請求日	令和4年9月2日(2022.9.2)	(74)代理人	100121083
(31)優先権主張番号	特願2020-82297(P2020-82297)		弁理士 青木 宏義
(32)優先日	令和2年5月8日(2020.5.8)	(74)代理人	100138391
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 天田 昌行
		(74)代理人	100123124
			弁理士 角田 昌大
		(72)発明者	松本 繁
			東京都多摩市永山6丁目2番1号 国
			際計測器株式会社内
		(72)発明者	宮下 博至

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車輪試験装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

軌条輪を回転可能に支持する軌条輪支持部と、
試験輪を前記軌条輪に接触した状態で回転可能に支持する車輪支持部と、
前記軌条輪及び前記試験輪を回転させる第1電動機と、
前記第1電動機が発生した動力を前記軌条輪と前記試験輪とに分配する動力分配手段と、
前記試験輪に与えるトルクを発生するトルク発生装置と、
を備え、
前記トルク発生装置が、
前記第1電動機によって回転駆動される回転フレームと、
前記回転フレームに取り付けられた第2電動機と、を備え、
前記軌条輪及び前記試験輪の少なくとも一方が、前記トルク発生装置を介して前記第1電動機に接続され、
前記第2電動機の作動が停止しているときに、前記軌条輪及び前記試験輪が逆回りに略同じ周速で回転するように構成され、
前記第2電動機は、定格出力が3kW以上であり、回転部の慣性モーメントが0.01kg・m²以下である、
車輪試験装置。

【請求項2】

前記トルク発生装置が、前記回転フレームと同軸に配置された出力軸を備えた、

請求項 1 に記載の車輪試験装置。

【請求項 3】

前記トルク発生装置が、前記回転フレームを回転可能に支持する軸受ユニットを備え、
前記回転フレームが、前記軸受ユニットに支持される筒状の軸部を有し、
前記軸部の内周に軸受が設けられ
前記出力軸が、前記軸部の中空部に通され、前記軸受によって回転可能に支持された、
請求項 2 に記載の車輪試験装置。

【請求項 4】

前記第 2 電動機が前記回転フレームと同軸に配置された、
請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の車輪試験装置。

10

【請求項 5】

前記第 2 電動機が、前記回転フレームの回転軸を中心に放射状に配置された複数の棒状
の連結部材を介して前記回転フレームに固定された、
請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の車輪試験装置。

【請求項 6】

前記回転フレームが、前記第 2 電動機を収容する筒状のモーター収容部を備えた、
請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の車輪試験装置。

【請求項 7】

前記第 1 電動機及び前記第 2 電動機を制御する制御部と、
前記軌条輪の回転数を計測する回転数計測手段と、
前記試験輪のトルクを計測するトルク計測手段と、
を備え、
前記制御部が、

20

前記回転数計測手段の計測結果に基づいて前記第 1 電動機の駆動を制御し、
前記トルク計測手段の計測結果に基づいて前記第 2 電動機の駆動を制御する、
請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の車輪試験装置。

【請求項 8】

前記試験輪及び前記軌条輪の一方を他方に対して進退させることによって前記試験輪に
輪重を付与する輪重付与部を備えた、
請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の車輪試験装置。

30

【請求項 9】

前記試験輪及び前記軌条輪の一方を他方に対して前記試験輪の踏面に垂直な直線の回り
に回転移動させることによりアタック角を付与するアタック角付与部を備えた、
請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の車輪試験装置。

【請求項 10】

前記試験輪及び前記軌条輪の一方を他方に対して接線の回りに回転移動させることによ
りカント角を付与するカント角付与部を備えた、
請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の車輪試験装置。

【請求項 11】

前記試験輪及び前記軌条輪の一方を他方に対して軸方向に移動させることにより前記試
験輪に横圧を付与する横圧付与部を備えた、
請求項 1 から請求項 10 のいずれか一項に記載の車輪試験装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車輪試験装置に関する。

【背景技術】

【0002】

鉄道車両の走行時のレールと車輪との相互作用を模擬的に調べるための試験装置が知ら
れている。例えば、特開 2007-271447 号公報（特許文献 1）には、外周部がレ

50

ールを模擬した断面形状を有する円盤状部材である軌条輪に車輪を押し付けた状態で両者を回転させることで鉄道車両の走行状態を模擬した試験を行うことが可能な試験装置が記載されている。

【発明の概要】

【0003】

特許文献1に記載の試験装置は、単一の電動機によって駆動されるため、車輪を高速で回転させながら大きなトルクを与える試験を行う場合は、大容量の電動機を使用することが必要になり、試験時の電力消費量が膨大になるという問題がある。

【0004】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、車輪試験装置の電力消費量を低減することを目的とする。

【0005】

本発明の一実施形態によれば、軌条輪を回転可能に支持する軌条輪支持部と、試験輪を軌条輪に接触した状態で回転可能に支持する車輪支持部と、軌条輪及び試験輪を回転させる第1電動機と、試験輪に与えるトルクを発生するトルク発生装置と、を備え、トルク発生装置が、回転駆動装置によって回転駆動される回転フレームと、回転フレームに取り付けられた第2電動機と、を備え、軌条輪及び試験輪の少なくとも一方が、トルク発生装置を介して第1電動機に接続された、車輪試験装置が提供される。

【0006】

上記の車輪試験装置において、第1電動機が発生した動力を軌条輪と試験輪とに分配する動力分配手段を備えた構成としてもよい。

【0007】

上記の車輪試験装置において、第2電動機の作動が停止しているときに、軌条輪及び試験輪が逆回りに略同じ周速で回転する構成としてもよい。

【0008】

上記の車輪試験装置において、トルク発生装置が、回転フレームと同軸に配置された出力軸を備えた構成としてもよい。

【0009】

上記の車輪試験装置において、トルク発生装置が、回転フレームを回転可能に支持する軸受ユニットを備え、回転フレームが、軸受ユニットに支持される筒状の軸部を有し、軸部の内周に軸受が設けられ、出力軸が、軸部の中空部に通され、軸受によって回転可能に支持された構成としてもよい。

【0010】

上記の車輪試験装置において、第1電動機が回転フレームと同軸に配置された構成としてもよい。

【0011】

上記の車輪試験装置において、第2電動機が、回転フレームの回転軸を中心に放射状に配置された複数の棒状の連結部材を介して回転フレームに固定された構成としてもよい。

【0012】

上記の車輪試験装置において、回転フレームが、第2電動機を収容する筒状のモーター収容部を備えた構成としてもよい。

【0013】

上記の車輪試験装置において、第1電動機及び第2電動機を制御する制御部と、軌条輪の回転数を計測する回転数計測手段と、試験輪のトルクを計測するトルク計測手段と、を備え、制御部が、回転数計測手段の計測結果に基づいて第1電動機の駆動を制御し、トルク計測手段の計測結果に基づいて第2電動機の駆動を制御する構成としてもよい。

【0014】

上記の車輪試験装置において、試験輪及び軌条輪の一方を他方に対して進退させることによって試験輪に輪重を付与する輪重付与部を備えた構成としてもよい。

【0015】

10

20

30

40

50

上記の車輪試験装置において、試験輪及び軌条輪の一方を他方に対して試験輪の踏面に垂直な直線の回りに回転移動させることによりアタック角を付与するアタック角付与部を備えた構成としてもよい。

【0016】

上記の車輪試験装置において、試験輪及び軌条輪の一方を他方に対して接線の回りに回転移動させることによりカント角を付与するカント角付与部を備えた構成としてもよい。

【0017】

上記の車輪試験装置において、試験輪及び軌条輪の一方を他方に対して軸方向に移動させることにより試験輪に横圧を付与する横圧付与部を備えた構成としてもよい。

【0018】

本発明の一実施形態によれば、車輪試験装置の電力消費量の低減が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第1実施形態に係る車輪試験装置の斜視図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る車輪試験装置の斜視図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係る車輪試験装置の平面図である。

【図4】駆動システムの概略構成を示すブロック図である。

【図5】ギアボックスの概略構成を示す断面図である。

【図6】トルク発生装置及びその周辺の概略構成を示す断面図である。

【図7】第2電動機の概略構成を示す断面図である。

【図8】制御システムの概略構成を示すブロック図である。

【図9】本発明の第2実施形態に係る車輪試験装置の概略構成を示す平面図である。

【図10】本発明の第2実施形態に係る車輪試験装置の概略構成を示す正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面を参照しながら、本発明の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ついては、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。

【0021】

(第1実施形態)

図1及び図2は、それぞれ本発明の第1実施形態に係る車輪試験装置1の斜視図である。図1は正面側から見た図であり、図2は背面側から見た図である。図3は、車輪試験装置1の平面図である。

【0022】

図1において、座標軸で示されるように、右下から左上に向かう方向をX軸方向、右上から左下に向かう方向をY軸方向、下から上に向かう方向を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。X軸方向、Y軸方向及びZ軸方向の各方向に延びる任意の直線を、それぞれX軸、Y軸及びZ軸と呼ぶ。また、X軸正方向を左方、X軸負方向を右方、Y軸正方向を前方、Y軸負方向を後方、Z軸正方向を上方、Z軸負方向を下方と呼ぶ。

【0023】

車輪試験装置1は、鉄道車両の走行時に生じるレールと車輪の相互作用を模擬的に再現して、例えばレール-車輪間の粘着力特性等の評価を行うことが可能な装置である。本実施形態では、外周部がレール頭部を模した断面形状を有する軌条輪Rが使用され、試験用の車輪(以下「試験輪W」という。)を軌条輪Rに押し付けた状態で両者を回転させることによって、鉄道車両の走行時のレールと車輪との相互作用が模擬的に再現される。

【0024】

車輪試験装置1は、軌条輪R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 4 は、駆動システム D S の概略構成を示すブロック図である。駆動システム D S は、機械的動力（以下、単に「動力」という。）を発生する発動部 A S と、発動部 A S が発生した動力を駆動対象である軌条輪 R 及び試験輪 W に伝える伝動部 T S とを含み、後述するように軌条輪 R 及び試験輪 W と共に動力循環系を構成する。

【 0 0 2 5 】

発動部 A S は、駆動対象の回転速度を制御可能な回転駆動装置 1 0（速度制御用駆動装置）と、駆動対象に与えるトルクを制御可能なトルク発生装置 2 0（トルク制御用駆動装置）とを含む。本実施形態の駆動システム D S は、駆動制御を速度制御とトルク制御とに分けて、速度制御とトルク制御をそれぞれ専用の駆動装置が分担する構成を採用することにより、比較的容量の小さな原動機を使用しながらも高速（或いは大加速度）かつ大トルクの駆動が可能になっている。また、駆動システム D S は、動力循環系を採用することにより、従来の装置よりも高いエネルギー利用効率を実現する。

10

【 0 0 2 6 】

伝動部 T S には、第 1 伝動部 3 0 及び第 2 伝動部 4 0 が含まれる。また、トルク発生装置 2 0 も伝動部 T S の一部を構成する。第 1 伝動部 3 0 は、回転駆動装置 1 0 から出力される回転を軌条輪 R 及びトルク発生装置 2 0 に伝達する。トルク発生装置 2 0 は、回転駆動装置 1 0 から伝達された動力にトルク発生装置 2 0 自体が発生する動力を加えて出力する。第 2 伝動部 4 0 は、トルク発生装置 2 0 の出力を試験輪 W に伝達する。

【 0 0 2 7 】

軌条輪 R と試験輪 W は、回転軸を互いに平行に向けて、径方向に並ぶように、車輪試験装置 1 に取り付けられる。試験を行う際は、試験輪 W が軌条輪 R に押し付けられて、試験輪 W の外周面（踏面）が軌条輪 R の外周面（頭頂面）に接触した状態で、試験輪 W と軌条輪 R が互いに逆回りに略同じ周速（すなわち、外周面の線速度）で回転駆動される。このとき、伝動部 T S は、試験輪 W 及び軌条輪 R と共に、動力循環系（すなわち動力伝達軸のループ）を構成する。トルク発生装置 2 0 は、入力軸（第 1 伝動部 3 0）と出力軸（第 2 伝動部 4 0）との間に位相差を与えることにより、動力循環系にトルクを与える。車輪試験装置 1 は、動力循環方式を採用することにより、発生した動力を殆ど吸収することなく試験輪 W にトルク（或いは接線力）を与えることが可能となるため、比較的少ない消費エネルギーで動作することができる。

20

【 0 0 2 8 】

なお、本実施形態の第 1 伝動部 3 0 は、トルク発生装置 2 0（具体的には、後述する第 2 電動機 2 2）の作動が停止した状態において、軌条輪 R と試験輪 W が互いに逆回りに同じ周速で回転駆動されるように構成されている。なお、トルク発生装置 2 0 の作動が停止した状態において軌条輪 R と試験輪 W に周速差が生じる構成としてもよい。しかし、この場合には、周速差を補償するためにトルク発生装置 2 0 の作動量が増えるため、エネルギー消費量が増加する。また、本実施形態の第 1 伝動部 3 0 は、軌条輪 R とトルク発生装置 2 0 が同じ回転数で回転駆動されるように構成されているが、軌条輪 R と試験輪 W とを略同じ周速で回転駆動させる構成であれば、軌条輪 R とトルク発生装置 2 0 とを異なる回転数で回転させる構成としてもよい。

30

【 0 0 2 9 】

図 1 - 3 に示されるように、回転駆動装置 1 0 は、張力調整台 1 1 と、張力調整台 1 1 の上に設置された第 1 電動機 1 2（速度制御用モーター）を備えている。本実施形態の第 1 電動機 1 2 は、インバーターによって駆動が制御される所謂インバーターモーターであるが、例えば、サーボモーターやステッピングモーター等の回転数の制御が可能な別の種類のモーターを第 1 電動機 1 2 に使用してもよい。また、回転駆動装置 1 0 は、第 1 電動機 1 2 から出力される回転を減速する減速機を備えていてもよい。張力調整台 1 1 については後述する。

40

【 0 0 3 0 】

第 1 伝動部 3 0 は、第 1 ベルト機構部 3 1、軌条輪支持部 3 2、シャフト 3 3 及びギアボックス 3 4（歯車装置）を備えている。

50

【 0 0 3 1 】

図 1 に示されるように、第 1 ベルト機構部 3 1 は、回転駆動装置 1 0 によって駆動される駆動プーリー 3 1 1 と、軌条輪支持部 3 2 の入力軸（後述するシャフト 3 2 1 の一方）に取り付けられた従動プーリー 3 1 2 と、駆動プーリー 3 1 1 と従動プーリー 3 1 2 に巻き掛けられたベルト 3 1 3 を備えている。

【 0 0 3 2 】

回転駆動装置 1 0 から出力される回転は、第 1 伝動部 3 0 の第 1 ベルト機構部 3 1 によって、軌条輪支持部 3 2 に伝達される。

【 0 0 3 3 】

本実施形態のベルト 3 1 3 は、幅方向に並ぶ複数の V 字状のリブを有する V リブドベルトであるが、例えば、台形の断面形状を有する V ベルト、歯付きベルト、平ベルト、丸ベルト等の別の種類のベルトであってもよい。

10

【 0 0 3 4 】

本実施形態の第 1 ベルト機構部 3 1 は、駆動プーリー 3 1 1、従動プーリー 3 1 2 及びベルト 3 1 3 から構成される単一のベルト伝動ユニットを備えているが、並列又は直列に接続された 2 つ以上のベルト伝動ユニットを備えた構成としてもよい。

【 0 0 3 5 】

また、回転駆動装置 1 0 から軌条輪支持部 3 2 への伝動には、ベルト伝動に限らず、チェーン伝動やワイヤ伝動等の別の種類の巻掛け伝動、或いは、歯車伝動等の別の伝動方式を使用してもよい。また、回転駆動装置 1 0 と軌条輪支持部 3 2 とを同軸に（すなわち、回転軸又は中心線が一致するように）配置して、回転駆動装置 1 0 の出力軸と軌条輪支持部 3 2 の入力軸とを直結する構成としてもよい。

20

【 0 0 3 6 】

ここで、回転駆動装置 1 0 の張力調整台 1 1 について説明する。図 2 に示されるように、張力調整台 1 1 は、ベース B に固定された固定フレーム 1 1 1 と、回転駆動装置 1 0 が取り付けられる可動フレーム 1 1 2 を備えている。可動フレーム 1 1 2 は、右端部において、Y 軸方向に延びるロッド 1 1 4 R を介して固定フレーム 1 1 1 に旋回可能に連結されていて、Y 軸回りの傾きが調整可能になっている。可動フレーム 1 1 2 の傾きを変えることにより、駆動プーリー 3 1 1（図 1）と従動プーリー 3 1 2 との距離を変化させ、これにより、駆動プーリー 3 1 1 と従動プーリー 3 1 2 に巻き掛けられたベルト 3 1 3 の張力を調整することが可能になっている。

30

【 0 0 3 7 】

図 2 及び図 3 に示されるように、軌条輪支持部 3 2 は、軸受 3 2 2 及びシャフト 3 2 1 を 1 対ずつ備えている。1 対の軸受 3 2 2 は、回転軸を Y 軸方向に向けて、軌条輪 R を間に挟んで前後（すなわち、Y 軸方向）に並べられ、同軸に配置されている。

【 0 0 3 8 】

一方のシャフト 3 2 1 は前方の軸受 3 2 2 により、また、他方のシャフト 3 2 1 は後方の軸受 3 2 2 により、それぞれ回転可能に支持されている。シャフト 3 2 1 は、その一端部に軌条輪 R を取り付けするためのフランジが設けられたフランジ付きシャフトであり、軌条輪 R の両側面に 1 つずつボルトにより取り外し可能に同軸に取り付けられている。

40

【 0 0 3 9 】

前方のシャフト 3 2 1 の他端部には、第 1 ベルト機構部 3 1 の従動プーリー 3 1 2 が取り付けられている。また、後方のシャフト 3 2 1 の他端部には、シャフト 3 3 の一端部が接続されている。シャフト 3 3 の他端部は、ギアボックス 3 4 の入力軸 3 4 2 a に接続されている。

【 0 0 4 0 】

第 1 ベルト機構部 3 1 によって軌条輪支持部 3 2 に伝達された動力は、その一部が軌条輪 R に与えられ、残りがシャフト 3 3 に（そして、シャフト 3 3、トルク発生装置 2 0 及び第 2 伝動部 4 0 を介して試験輪 W に）与えられる。すなわち、軌条輪支持部 3 2（具体的には、シャフト 3 2 1）は、第 1 電動機 1 2 が発生して第 1 ベルト機構部 3 1 によって

50

伝達された動力を軌条輪 R とシャフト 3 3 (最終的には試験輪 W) とに分配する動力分配手段として機能する。

【0041】

なお、シャフト 3 2 1 と軌条輪 R との結合構造は、フランジによる結合に限らず、例えば軌条輪 R の中心に設けられた貫通穴にシャフト 3 2 1 を嵌合させる構造等、別の結合構造であってもよい。

【0042】

また、軌条輪支持部 3 2 は、図 3 に示されるように、軌条輪 R の回転数を検出するロータリーエンコーダー 3 2 3 (回転数検出手段) を備えている。

【0043】

図 5 は、ギアボックス 3 4 及びその周辺を水平面で切断した概略断面図である。ギアボックス 3 4 は、ケース 3 4 1 と、ケース 3 4 1 に取り付けられた各 1 対の第 1 軸受 3 4 3 及び第 2 軸受 3 4 5 と、1 対の第 1 軸受 3 4 3 により回転可能に支持された第 1 歯車 3 4 2 (入力側歯車) と、1 対の第 2 軸受 3 4 5 により回転可能に支持された第 2 歯車 3 4 4 (出力側歯車) を備えている。

【0044】

第 1 歯車 3 4 2 及び第 2 歯車 3 4 4 は、回転軸を Y 軸方向に向けて、互いに歯が噛み合うように X 軸方向に並べて配置され、ケース 3 4 1 内に収容されている。第 1 歯車 3 4 2 の一端部は、ギアボックス 3 4 の入力軸 3 4 2 a であり、シャフト 3 3 の他端部に接続されている。第 2 歯車 3 4 4 の一端部に形成されたフランジは、ギアボックス 3 4 の出力軸 3 4 4 a であり、トルク発生装置 2 0 の後述するケーシング 2 1 の一端部に形成されたフランジ (入力軸 2 1 1 b) に接続されている。

【0045】

第 2 歯車 3 4 4 には、回転軸を中心線とする円柱状の貫通穴 3 4 4 b が形成されている。トルク発生装置 2 0 の後述する出力軸 2 4 は、第 2 歯車 3 4 4 の一端 (図 5 においては左端。すなわち、出力軸 3 4 4 a の先端。) から貫通穴 3 4 4 b に差し込まれ、第 2 歯車 3 4 4 を貫通して、その先端部が第 2 歯車 3 4 4 の他端から突出している。

【0046】

本実施形態では、第 1 歯車 3 4 2 と第 2 歯車 3 4 4 の歯数は同数であり、ギアボックス 3 4 の歯車比は 1 となっている。なお、試験輪 W と軌条輪 R とを逆回りに略同じ周速で回転させる構成であれば、ギアボックス 3 4 の歯車比を 1 以外の値としてもよい。

【0047】

シャフト 3 3 からトルク発生装置 2 0 への伝動には、歯車伝動に限らず、例えば、ベルト伝動やチェーン伝動等の巻掛け伝動等、別の伝動方式を使用してもよい。

【0048】

図 6 は、トルク発生装置 2 0 及びギアボックス 3 4 とその周辺を X 軸方向と垂直な平面で切断した概略断面図である。

【0049】

トルク発生装置 2 0 は、回転駆動装置 1 0 によって回転駆動される本体部 2 0 A (回転部) と、本体部 2 0 A を回転可能に支持する 1 対の軸受ユニット 2 5、2 6 を備えている。

【0050】

本体部 2 0 A は、軸受ユニット 2 5、2 6 によって支持された略筒状のケーシング 2 1 (回転フレーム) と、ケーシング 2 1 に取り付けられた第 2 電動機 2 2 及び減速機 2 3 と、出力軸 2 4 を備えている。出力軸 2 4 はケーシング 2 1 と同軸に配置されている。第 2 電動機 2 2 の後述する軸 2 2 1 及びロータ 2 2 2 (回転子) をケーシング 2 1 と同軸に配置してもよい。第 2 電動機 2 2 をケーシング 2 1 と同軸に配置することにより、本体部 2 0 A のアンバランスが軽減し、本体部 2 0 A 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。なお、本実施形態の第 2 電動機 2 2 は AC サーボモーターであるが、DC サーボモーターやステッピングモーター等、駆動量 (回転角) の制御が可能な別の種類の電動機を第 2 電動機 2 2 として使用してもよい

10

20

30

40

50

。本実施形態では、第２電動機２２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る。これにより、急激なトルク変動（例えば、 500 Hz 或いは 1 kHz を超える高い周波数の振動トルク）を発生することが可能になる。

【００５１】

ケーシング２１は、略円筒状の第１円筒部２１２及び第２円筒部２１４（モーター収容部）と、第１円筒部２１２と第２円筒部２１４とを連結する連結部２１３と、第１円筒部２１２に接続された第１軸部２１１と、第２円筒部２１４に接続された第２軸部２１５を有している。第１軸部２１１、第１円筒部２１２、連結部２１３、第２円筒部２１４及び第２軸部２１５は、いずれも軸方向に貫通する中空部を有する筒状部材であり、この順に同軸に連結されて、筒状のケーシング２１を形成する。ケーシング２１は、第１軸部２１１において軸受ユニット２５によって支持され、第２軸部２１５において軸受ユニット２６によって支持されている。第１軸部２１１の先端部に形成されたフランジは、トルク発生装置２０の入力軸２１１ｂ（図５）であり、ギアボックス３４の出力軸３４４ａに接続されている。

10

【００５２】

図７は、第２電動機２２の概略構成を示す縦断面図である。第２電動機２２は、軸２２１と、永久磁石等から構成されて軸２２１と一体に結合したローター２２２と、内周にコイル２２３ａが設けられた筒状のステータ２２３（固定子）と、ステータ２２３の両端部に開口を塞ぐように取り付けられた１対のフランジ２２４、２２６と、各フランジ２２４、２２６に取り付けられた１対の軸受２２５、２２７と、軸２２１の角度位置（位相）を検出するロータリーエンコーダーＲＥを備えている。

20

【００５３】

軸２２１は１対の軸受２２５、２２７によって回転可能に支持されている。軸２２１の一端部（図７における右端部）はフランジ２２４及び軸受２２５を貫通して外部へ突出し、第２電動機２２の出力軸となっている。軸２２１の他端部（図７における左端部）はロータリーエンコーダーＲＥに接続されている。

【００５４】

図６に示されるように、第２電動機２２は、ケーシング２１の第２円筒部２１４の中空部（区画Ｃ１）に収容されている。ケーシング２１の連結部２１３の一端部（図６における左端部）には、内周へ突出する内フランジ部２１３ａが形成されている。第２電動機２２のステータ２２３（図７）は、トルク発生装置２０の回転軸を中心に放射状に配置された複数の棒状の連結部材２１７を介して第２円筒部２１４に固定されている。連結部材２１７は、例えば、両端部に雄ねじが形成されたスタッドボルトや全ねじボルトが使用される。また、第２電動機２２のフランジ２２４（図７）は、連結部２１３の内フランジ部２１３ａに支持されている。

30

【００５５】

減速機２３は、ケーシング２１の連結部２１３及び第１円筒部２１２によって囲まれた区画Ｃ２に収容されている。減速機２３の入力軸２３１には第２電動機２２の軸２２１が接続され、減速機２３の出力軸２３２にはトルク発生装置２０の出力軸２４が接続されている。なお、トルク発生装置２０に減速機２３を設けずに、第２電動機２２の軸２２１に出力軸２４を直接接続させる構成としてもよい。

40

【００５６】

減速機２３のケース２３３は、連結部２１３の他端部に固定されている。すなわち、第２電動機２２のフランジ２２４（図７）と減速機２３のケース２３３とは、単一の筒状の連結部２１３により一体に連結されている。そのため、第２電動機２２と減速機２３とは、高い剛性で一体に結合し、軸２２１に曲げモーメントが加わり難くなっている。これにより、軸２２１が軸受２２５、２２７（図７）から受ける摩擦が軽減されるため、トルク発生装置２０によるトルク制御の精度が向上している。

50

【 0 0 5 7 】

トルク発生装置 2 0 の出力軸 2 4 は、ケーシング 2 1 の第 1 軸部 2 1 1 及びギアボックス 3 4 (具体的には、第 2 歯車 3 4 4) の中空部を通り抜けて、ギアボックス 3 4 の後方に突出している。ケーシング 2 1 の第 1 軸部 2 1 1 及びギアボックス 3 4 の第 2 歯車 3 4 4 の内周には、出力軸 2 4 を回転可能に支持する軸受 2 1 1 a 及び軸受 3 4 4 c がそれぞれ設けられている。

【 0 0 5 8 】

ギアボックス 3 4 から後方に突出した出力軸 2 4 の先端側の部分には、後述する第 2 ベルト機構部 4 1 の 2 つの駆動プーリー 4 1 1 が取り付けられている。また、出力軸 2 4 の先端部は、第 2 ベルト機構部 4 1 の軸受ユニット 4 1 4 によって回転可能に支持されている。

10

【 0 0 5 9 】

軸受ユニット 2 6 の前方 (図 6 における左側) に隣接してスリップリング部 2 7 が設けられている。スリップリング部 2 7 は、トルク発生装置 2 0 の本体部 2 0 A と共に回転する可動部 2 7 A と、ベース B に固定された固定部 2 7 B から構成されている。

【 0 0 6 0 】

可動部 2 7 A は、トルク発生装置 2 0 の第 2 軸部 2 1 5 に同軸に接続されたリング支持管 2 7 1 と、リング支持管 2 7 1 の外周に軸方向に間隔を置いて同軸に取り付けられた複数のスリップリング 2 7 2 を備えている。

【 0 0 6 1 】

トルク発生装置 2 0 の第 2 電動機 2 2 のケーブル 2 2 8 は、ケーシング 2 1 の第 2 軸部 2 1 5 に通されている。また、ケーブル 2 2 8 を構成する複数の電線が、リング支持管 2 7 1 の中空部に通され、対応するスリップリング 2 7 2 にそれぞれ接続されている。

20

【 0 0 6 2 】

固定部 2 7 B は、ブラシ支持部 2 7 4 と、ブラシ支持部 2 7 4 に支持された複数のブラシ 2 7 3 と、リング支持管 2 7 1 の先端部を回転可能に支持する軸受部 2 7 5 を備えている。ブラシ 2 7 3 は、対応するスリップリング 2 7 2 の外周面と接触するように Y 軸方向に間隔を置いて並べられている。ブラシ 2 7 3 は、後述するサーボアンプ 2 2 a 等に配線接続されている。

【 0 0 6 3 】

軸受部 2 7 5 には、リング支持管 2 7 1 の回転数 (すなわち、トルク発生装置 2 0 の入力軸であるケーシング 2 1 の回転数) を検出するロータリーエンコーダー 2 8 が取り付けられている。

30

【 0 0 6 4 】

図 3 に示されるように、第 2 伝動部 4 0 は、第 2 ベルト機構部 4 1、スライド式等速ジョイント 4 2 及び車輪支持部 5 0 を備えている。

【 0 0 6 5 】

第 2 ベルト機構部 4 1 は、駆動プーリー 4 1 1、従動プーリー 4 1 2 及びベルト 4 1 3 から構成される 2 組のベルト伝動ユニットと、軸受ユニット 4 1 4 と、軸 4 1 5 と、1 対の軸受ユニット 4 1 6 を備えている。

40

【 0 0 6 6 】

上述したように、2 つの駆動プーリー 4 1 1 は、ギアボックス 3 4 を突き抜けたトルク発生装置 2 0 の出力軸 2 4 の先端側の部分にそれぞれ取り付けられている。また、軸受ユニット 4 1 4 は、出力軸 2 4 の先端部を回転可能に支持している。

【 0 0 6 7 】

なお、ギアボックス 3 4 と駆動プーリー 4 1 1 との間に追加の軸受ユニット 4 1 4 を設けて、出力軸 2 4 の先端部を 1 対の軸受ユニット 4 1 4 によって支持する構成としても良い。また、本実施形態では、トルク発生装置 2 0 の出力軸 2 4 に駆動プーリー 4 1 1 が直接取り付けられているが、出力軸 2 4 とは別に駆動プーリー 4 1 1 を支持する軸を設けて、出力軸 2 4 に連結されたこの軸を軸受ユニット 4 1 4 が支持する構成としてもよい。

50

【 0 0 6 8 】

2つの従動プーリー 4 1 2 は、1対の軸受ユニット 4 1 6 によって回転可能に支持された軸 4 1 5 に取り付けられている。

【 0 0 6 9 】

ベルト 4 1 3 は、対応する駆動プーリー 4 1 1 と従動プーリー 4 1 2 に巻き掛けられている。

【 0 0 7 0 】

本実施形態のベルト 4 1 3 は、鋼線の心線を有する歯付ベルトである。なお、ベルト 4 1 3 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。炭素繊維から形成された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して高い加速度で駆動する（或いは、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、車輪試験装置 1 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（すなわち、低慣性）のベルト 4 1 3 を使用することにより、車輪試験装置 1 の高性能化が可能になる。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ベルト 4 1 3 として使用してもよい。また、歯付ベルトに替えて平ベルトや V ベルトをベルト 4 1 3 として使用してもよい。また、第 1 ベルト機構部 3 1 のベルト 3 1 3 にも、ベルト 4 1 3 に使用可能なこれらのベルトを使用することができる。

【 0 0 7 1 】

本実施形態の第 2 ベルト機構部 4 1 は、並列に接続された 1 対のベルト伝動ユニットを備えているが、単一の又は並列に接続された 3 つ以上のベルト伝動ユニットを備えた構成としてもよい。

【 0 0 7 2 】

また、トルク発生装置 2 0 からスライド式等速ジョイント 4 2 への伝動には、ベルト伝動に限らず、チェーン伝動やワイヤ伝動等の別の種類の巻掛け伝動、或いは、歯車伝動等の別の伝動方式を使用してもよい。また、トルク発生装置 2 0 とスライド式等速ジョイント 4 2 とを略直線状（又は、くの字状）に並べて配置し、トルク発生装置 2 0 の出力軸 2 4 とスライド式等速ジョイント 4 2 の入力軸とを直結する構成としてもよい。

【 0 0 7 3 】

車輪支持部 5 0 は、スライド式等速ジョイント 4 2 を介してトルク発生装置 2 0 に連結されている。具体的には、スライド式等速ジョイント 4 2 の一端部（すなわち、入力軸）が第 2 ベルト機構部 4 1 の軸 4 1 5 に接続され、スライド式等速ジョイント 4 2 の他端部（出力軸）が車輪支持部 5 0 の後述するスピンドル 5 2 7 に連結されている。

【 0 0 7 4 】

スライド式等速ジョイント 4 2 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 4 2 は、軸方向の長さ（伝達距離）も可変である。

【 0 0 7 5 】

後述するように、スピンドル 5 2 7 は、その位置が可変に支持されている。スライド式等速ジョイント 4 2 を介してスピンドル 5 2 7 を第 2 ベルト機構部 4 1 の軸 4 1 5 に（或いは、トルク発生装置 2 0 の出力軸 2 4 に）接続することにより、スピンドル 5 2 7 の位置が変化しても、この変化にスライド式等速ジョイント 4 2 が柔軟に追従するため、スピンドル 5 2 7 や軸 4 1 5（或いは、トルク発生装置 2 0 の出力軸 2 4）に大きなひずみが加わることが防止され、スピンドル 5 2 7 に回転をスムーズに伝達することが可能になる。また、スライド式等速ジョイント 4 2 を使用することにより、スピンドル 5 2 7 の位置（或いは、スライド式等速ジョイント 4 2 の作動角）によってスピンドル 5 2 7 に伝達される回転数が変化することが防止される。

【 0 0 7 6 】

図 1 に示されるように、車輪支持部 5 0 は、固定ベース 5 1 と、固定ベース 5 1 上に設

10

20

30

40

50

置された本体部 5 2 及び輪重付与部 5 3 を備えている。

【 0 0 7 7 】

図 3 に示されるように、本体部 5 2 は、可動ベース 5 2 2 と、可動ベース 5 2 2 を固定ベース 5 1 に対して X 軸方向に移動可能に支持する 1 対のリニアガイド 5 2 1 と、可動ベース 5 2 2 上に設置された支持フレーム 5 2 3 と、支持フレーム 5 2 3 に取り付けられた軸受ユニット 5 2 8 と、軸受ユニット 5 2 8 によって回転可能に支持されたスピンドル 5 2 7 と、スピンドル 5 2 7 に同軸に取り付けられたトルクセンサー 5 2 4 及び検出歯車 5 2 5 と、検出歯車 5 2 5 の回転を検出する回転検出器 5 2 6 を備えている。リニアガイド 5 2 1 は、直線状のレール（ガイドウェイ）と転動体を介してレール上を走行可能なキャリッジを備えたガイドウェイ形循環式転がり軸受であるが、別の方式の直線案内機構をリニアガイド 5 2 1 として使用してもよい。リニアガイド 5 2 1 は、輪重付与部 5 3 の一部を構成する。また、検出歯車 5 2 5 と回転検出器 5 2 6 により、スピンドル 5 2 7 の回転数を検出する回転数検出手段が構成される。

10

【 0 0 7 8 】

支持フレーム 5 2 3 は、可動ベース 5 2 2 に固定された支柱 5 2 3 a と、支柱 5 2 3 a に固定されたアーム 5 2 3 b を有している。本実施形態の支柱 5 2 3 a は、L 型ブラケットであるが、別の形態の支柱 5 2 3 a を使用してもよい。また、支柱 5 2 3 a とアーム 5 2 3 b とを一体に形成してもよい。アーム 5 2 3 b は、支柱 5 2 3 a の上部から後方へ延びる基部 5 2 3 b 1 と、基部 5 2 3 b 1 の後端部から左方へ延びる幹部 5 2 3 b 2 とを有する、上から見て略 L 字状の構造体である。幹部 5 2 3 b 2 の先端部には、Y 軸方向に貫通する中空部が形成されている。この中空部には、駆動軸（具体的には、スライド式等速ジョイント 4 2、トルクセンサー 5 2 4、検出歯車 5 2 5 及びスピンドル 5 2 7 を連結したもの）が通される。

20

【 0 0 7 9 】

軸受ユニット 5 2 8 は、アーム 5 2 3 b に取り付けられている。具体的には、軸受ユニット 5 2 8 は、回転軸を Y 軸方向に向けて、幹部 5 2 3 b 2 の先端部の正面に取り付けられている。軸受ユニット 5 2 8 には、スピンドル 5 2 7 から受ける力を検出する複数の 3 分力センサー 5 2 9（接線力検出手段、第 1 の横圧検出手段）が設けられている。3 分力センサー 5 2 9 は、圧電式力センサーであるが、他の方式の力センサーを 3 分力センサー 5 2 9 として使用してもよい。

30

【 0 0 8 0 】

スピンドル 5 2 7 は、検出歯車 5 2 5 及びトルクセンサー 5 2 4 を介してスライド式等速ジョイント 4 2 の出力軸に接続されている。検出歯車 5 2 5 及びトルクセンサー 5 2 4 は、幹部 5 2 3 b 2 の先端部に形成された中空部に収容されている。試験輪 W は、スピンドル 5 2 7 の先端部に設けられた取付部に取り付けられる。トルクセンサー 5 2 4 は、スピンドル 5 2 7 に加わる（すなわち、試験輪 W に加わる）トルクを検出する。

【 0 0 8 1 】

回転検出器 5 2 6 は、検出歯車 5 2 5 の外周面と対向して配置され、支持フレーム 5 2 3 の幹部 5 2 3 b 2 に固定されている。回転検出器 5 2 6 は、例えば、光学式、電磁式又は磁電式等の非接触型の回転検出器であり、検出歯車 5 2 5 の角度位置の変化を検出する。

40

【 0 0 8 2 】

輪重付与部 5 3 は、車輪支持部 5 0 の本体部 5 2 を X 軸方向に移動させて、スピンドル 5 2 7 に取り付けられた試験輪 W を軌条輪 R に押し付けることにより、所定の大きさの輪重を試験輪 W に与える機構部である。

【 0 0 8 3 】

輪重付与部 5 3 は、モーター 5 3 1 と、モーター 5 3 1 の回転運動を X 軸方向の直線運動に変換する運動変換器 5 3 2 と、試験輪 W に加わる輪重を検出する輪重検出器 5 3 3（図 1 0）を備えている。

【 0 0 8 4 】

モーター 5 3 1 は、A C サーボモーターであるが、D C サーボモーターやステッピング

50

モーター等、駆動量（回転角）の制御が可能な別の種類の電動機をモーター５３１として使用してもよい。

【００８５】

本実施形態の運動変換器５３２は、例えば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５３２の直線運動部５３２ａは、輪重検出器５３３を介して支持フレーム５２３に固定されている。

【００８６】

モーター５３１により運動変換器５３２を駆動すると、直線運動部５３２ａと共に、支持フレーム５２３及び支持フレーム５２３に支持されたスピンドル５２７がＸ軸方向に移動する。これにより、スピンドル５２７に取り付けられた試験輪Ｗが、軌条輪Ｒに対して進退する。試験輪Ｗと軌条輪Ｒとが接触した状態で、試験輪Ｗが軌条輪Ｒに向かう方向（すなわち、Ｘ軸正方向）へ更にモーター５３１によって運動変換器５３２を駆動すると、試験輪Ｗが軌条輪Ｒに押し付けられて、試験輪Ｗに輪重が与えられる。

【００８７】

輪重検出器５３３は、輪重付与部５３によって、支持フレーム５２３及びスピンドル５２７を介して試験輪Ｗに与えられるＸ軸方向の力（すなわち、輪重）を検出する力センサーである。本実施形態の輪重検出器５３３は、ひずみゲージ式のロードセルであるが、例えば圧電式力センサー等の他の方式の力センサーを輪重検出器５３３として使用してもよい。後述する制御部７０は、輪重検出器５３３の検出結果に基づいて、所定の大きさの輪重が試験輪Ｗに与えられるようにモーター５３１の駆動を制御する。

【００８８】

図８は、車輪試験装置１の制御システムＣＳの概略構成を示すブロック図である。制御システムＣＳは、車輪試験装置１全体の動作を制御する制御部７０と、車輪試験装置１に設けられた各種の検出器からの信号に基づいて各種の計測を行う計測部８０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。

【００８９】

制御部７０には、第２電動機２２及びモーター５３１がそれぞれサーボアンプ２２ａ及び５３１ａを介して、また、第１電動機１２がドライバー１２ａ（インバーター回路）を介して接続されている。

【００９０】

計測部８０には、ロータリーエンコーダー２８、３２３、トルクセンサー５２４、３分力センサー５２９及び輪重検出器５３３が、アンプ２８ａ、３２３ａ、５２４ａ、５２９ａ及び５３３ａをそれぞれ介して接続されている。なお、図８においては、車輪試験装置１に設けられた複数組の３分力センサー５２９及びアンプ５２９ａのうち代表の一組のみが表示されている。また、増幅回路及びアナログ－デジタル変換回路が内蔵された回転検出器５２６は、計測部８０に直接接続されている。

【００９１】

計測部８０は、ロータリーエンコーダー３２３の信号に基づいて軌条輪Ｒの回転数を計測し、ロータリーエンコーダー２８の信号に基づいてトルク発生装置２０の入力軸（ケーシング２１）の回転数を計測し、回転検出器５２６の信号に基づいてスピンドル５２７の回転数（すなわち、試験輪Ｗの回転数）を計測する。また、計測部８０は、トルクセンサー５２４の信号に基づいて試験輪Ｗに加わるトルクを計測し、複数の３分力センサー５２９の信号に基づいて試験輪Ｗに加わる接線力（縦クリープ力）及び横圧（スラスト荷重）を計測し、輪重検出器５３３の信号に基づいて輪重を計測する。すなわち、計測部８０は、軌条輪Ｒの回転数を計測する第１の回転数計測手段、トルク発生装置２０の回転数を計測する第２の回転数計測手段、試験輪Ｗの回転数を計測する第３の回転数計測手段、試験輪Ｗに加わるトルクを計測するトルク計測手段、試験輪Ｗに加わる接線力を計測する接線力計測手段、試験輪Ｗに加わる横圧を計測する横圧計測手段、及び、試験輪Ｗに付与される輪重を計測する輪重計測手段として機能する。計測部８０は、これらの計測値を制御部

10

20

30

40

50

70に送信する。

【0092】

本実施形態の車輪試験装置1は比較的に汎用性の高い装置であるために多くの計測手段及び対応する検出手段を備えているが、車輪試験装置1は、これらの計測手段や検出手段のすべてを備える必要はなく、試験により調べるべき事項に応じて適宜選択される一組以上の計測手段及び検出手段を備えていればよい。

【0093】

各サーボモーター（第2電動機22、モーター531）に内蔵されたロータリーエンコーダーREが検出した軸の位相情報は、対応する各サーボアンプ22a、531aを介して、制御部70に入力される。

10

【0094】

インターフェース部90は、例えば、ユーザ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、及び、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、プザー、スピーカ、マイクロフォン、メモリーカードリーダーライタ等の各種入出力装置の一つ以上を含む。

20

【0095】

制御部70は、インターフェース部90を介して入力された軌条輪Rの回転数（或いは周速）の設定データ及び計測部80による軌条輪Rの回転数の計測結果に基づいて、軌条輪Rが設定された回転数で回転するよう、第1電動機12の駆動を制御する。

【0096】

制御部70は、インターフェース部90を介して入力された輪重の設定データ及び計測部80による輪重の計測結果に基づいて、設定された輪重が試験輪Wに与えられるように、輪重付与部53のモーター531の駆動を制御する。

【0097】

制御部70は、インターフェース部90を介して入力された試験輪Wのトルクの設定データ及び計測部80による試験輪Wのトルクの計測結果に基づいて、設定されトルクが試験輪Wに与えられるように、トルク発生装置20の第2電動機22の駆動を制御する。

30

【0098】

次に、車輪試験装置1を用いて試験を行う方法の一例を説明する。まず、制御部70は、軌条輪R及び試験輪Wが車輪試験装置1に取り付けられた状態で、輪重付与部53のモーター531を駆動して、試験輪Wを軌条輪Rに近づけて、接触させ、設定された輪重を試験輪Wに与える。なお、輪重の設定値として、一定値又は時間によって変動する変動値を設定することができる。

【0099】

次に、制御部70は、軌条輪Rが設定された回転数で回転するよう、回転駆動装置10の第1電動機12を駆動する。なお、軌条輪Rの回転数の設定値として、一定値又は時間によって変動する変動値を設定することができる。また、制御部70は、軌条輪Rの回転数が設定値に到達するまで、試験輪Wのトルクがゼロ（無負荷）となるように第2電動機22を制御する。

40

【0100】

軌条輪Rの回転数が設定値に到達すると、制御部70は、試験輪Wに設定されたトルクが与えられるように、トルク発生装置20の第2電動機22の駆動を制御する。なお、試験輪Wのトルクの設定値として、一定値又は時間によって変動する変動値を設定することができる。なお、軌条輪Rの回転駆動の開始時から試験輪Wに設定されたトルクが与えられるように第2電動機22の駆動を制御してもよい。

50

【 0 1 0 1 】

制御部 7 0 は、この状態で、所定の時間（試験時間）に亘って、軌条輪 R の回転数、試験輪 W のトルク、接線力、横圧及び輪重を連続的に計測しながら、軌条輪 R 及び試験輪 W を回転させる。このとき、制御部 7 0 は、各計測値を、計測時刻と対応付けて制御部 7 0 の記憶装置 7 1（又は、例えば LAN を介して制御部 7 0 に接続されたサーバー等の制御部 7 0 によってアクセス可能な記憶手段）に保存する。

【 0 1 0 2 】

制御部 7 0 は、所定の時間が経過すると、試験輪 W のトルクがゼロとなるようにトルク発生装置 2 0 の第 2 電動機 2 2 の駆動を制御する。次に、制御部 7 0 は、回転駆動装置 1 0 の第 1 電動機 1 2 を制御して、軌条輪 R の回転数を徐々に減速して回転を停止させた後、輪重付与部 5 3 のモーター 5 3 1 を駆動して、試験輪 W を軌条輪 R から所定距離だけ離して、試験を終了する。

【 0 1 0 3 】

なお、上記の試験手順は、車輪試験装置 1 を用いて行うことが可能な試験手順の一例に過ぎず、別の様々な試験手順で試験を行うことが可能である。

【 0 1 0 4 】

（第 2 実施形態）

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。なお、以下の第 2 実施形態の説明においては、上述した第 1 実施形態と相違する事項に重点を置き、第 1 実施形態と共通又は対応する構成については、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。

【 0 1 0 5 】

図 9 は、本発明の第 2 実施形態に係る車輪試験装置 1 0 0 0 の概略構成を示す平面図である。また、図 1 0 は、車輪試験装置 1 0 0 0 の概略構成を示す正面図である。

【 0 1 0 6 】

車輪試験装置 1 0 0 0 は、第 1 実施形態の車輪支持部 5 0 に横圧付与機能、アタック角付与機能及びカント角付与機能が追加された車輪支持部 1 5 0 0 を備えている。

【 0 1 0 7 】

図 9 に示されるように、車輪試験装置 1 0 0 0 の車輪支持部 1 5 0 0 は、輪重付与部 5 3 に加えて、横圧付与部 5 4、カント角付与部 5 5 及びアタック角付与部 5 6 を備えている。また、図 1 0 に示されるように、車輪支持部 1 5 0 0 は、3 つの可動ベース（第 1 可動ベース 5 2 2 A、第 2 可動ベース 5 2 2 B 及び第 3 可動ベース 5 2 2 C）を備えている。

【 0 1 0 8 】

横圧付与部 5 4 は、試験輪 W に横圧（スラスト荷重）を付与する機構部である。なお、横圧には横クリープ力（粘着力の試験輪 W の軸方向の成分）とフランジ反力（試験輪 W のフランジと軌条輪 R のゲージコーナーとの接触によって生じる作用）が含まれるが、後者のフランジ反力が横圧付与部 5 4 によって付与される（或いは、所定値に調整される）。

【 0 1 0 9 】

横圧付与部 5 4 は、固定ベース 5 1 に対して第 1 可動ベース 5 2 2 A を Y 軸方向に移動可能に支持する複数（例えば 3 つ）のリニアガイド 5 4 1 と、固定ベース 5 1 と共にベース B に取り付けられたモーター 5 4 2（図 9）と、モーター 5 4 2 の回転運動を Y 軸方向の直線運動に変換する運動変換器 5 4 3（図 9）と、試験輪 W に加わる横圧を検出する横圧検出器 5 4 4（図 9）を備えている。リニアガイド 5 4 1 は、リニアガイド 5 2 1 と同じ構成のガイドウェイ形循環式転がり軸受であるが、別の方式の直線案内機構をリニアガイド 5 4 1 として使用してもよい。

【 0 1 1 0 】

なお、本実施形態では、横圧検出器 5 4 4（第 2 の横圧検出手段）はフランジ反力を付与する場合の横圧の検出に使用され、フランジ反力を付与しない場合には 3 分力センサー 5 2 9（第 1 の横圧検出手段）が横圧の検出に使用される。車輪試験装置 1 0 0 0 に横圧検出器 5 4 4 を設けずに、フランジ反力を付与する場合にも 3 分力センサー 5 2 9 を用いて横圧を検出する構成としてもよい。また、フランジ反力を付与しない場合にも横圧検出

10

20

30

40

50

器 5 4 4 を用いて横圧を検出する構成としてもよい。また、横圧検出器 5 4 4 を用いて静的な横圧（主にフランジ反力）を検出しながら、3 分力センサー 5 2 9 を用いて動的な横圧（主に横クリープ力）を検出する構成としてもよい。

【 0 1 1 1 】

本実施形態のモーター 5 4 2 は、A C サーボモーターであるが、D C サーボモーターやステッピングモーター等、駆動量（回転角）の制御が可能な別の種類の電動機をモーター 5 4 2 として使用してもよい。

【 0 1 1 2 】

本実施形態の運動変換器 5 4 3 は、ボールねじ等の送りねじ機構であるが、別の方式の運動変換器を使用してもよい。運動変換器 5 4 3 のねじ軸は、固定ベース 5 1 に取り付けられた一対の軸受によって回転可能に支持され、その一端部がモーター 5 4 2 の軸に接続されている。運動変換器 5 4 3 のナット（直線運動部）は、横圧検出器 5 4 4 を介して第 1 可動ベース 5 2 2 A に固定されている。モーター 5 4 2 によって運動変換器 5 4 3 のねじ軸を回転させると、運動変換器 5 4 3 のナットと共に第 1 可動ベース 5 2 2 A が Y 軸方向に移動する。これにより、第 1 可動ベース 5 2 2 A に支持された試験輪 W も Y 軸方向に移動し、軌条輪 R に対する試験輪 W の軸方向における位置が変化する。試験輪 W を Y 軸方向に変位させて、試験輪 W のフランジを軌条輪 R に接触させると、試験輪 W にフランジ反力が付与される。フランジ反力の大きさは、試験輪 W の Y 軸方向における位置によって変化する。

【 0 1 1 3 】

図 8 に示されるように、モーター 5 4 2 は、サーボアンプ 5 4 2 a を介して、制御部 7 0 に接続されている。横圧検出器 5 4 4 は、アンプ 5 4 4 a を介して、計測部 8 0 に接続されている。なお、モーター 5 4 2 に内蔵されたロータリーエンコーダー R E が検出した軸の位相情報は、サーボアンプ 5 4 2 a を介して、制御部 7 0 に入力される。

【 0 1 1 4 】

計測部 8 0 は、横圧検出器 5 4 4 の信号に基づいて試験輪 W に与えられる横圧を計測する。制御部 7 0 は、インターフェース部 9 0 を介して入力された横圧の設定データ及び計測部 8 0 による横圧の計測結果に基づいて、設定された横圧が試験輪 W に与えられるよう、モーター 5 4 2 の駆動を制御する。

【 0 1 1 5 】

カント角付与部 5 5 は、試験輪 W にカント角を付与する機能を有する機構部である。図 1 0 に示されるように、カント角付与部 5 5 は、第 1 可動ベース 5 2 2 A 及び第 2 可動ベース 5 2 2 B の一方に取り付けられた鉛直に延びる旋回支軸 5 5 1 と、旋回支軸 5 5 1 を回転可能に支持する、第 1 可動ベース 5 2 2 A 及び第 2 可動ベース 5 2 2 B の他方に取り付けられた軸受 5 5 2 を備えている。第 2 可動ベース 5 2 2 B は、旋回支軸 5 5 1 及び軸受 5 5 2 により、鉛直線である軸受 5 5 2 の回転軸 A 1 を中心に回転可能に支持されている。

【 0 1 1 6 】

軸受 5 5 2 は、軌条輪 R に試験輪 W が接触する接触位置 P（本実施形態では軌条輪 R の右端）を回転軸 A 1 が通るように、接触位置 P の略直下に配置されている。回転軸 A 1 は、接触位置 P における軌条輪 R 及び試験輪 W の接線となる。そのため、回転軸 A 1 を中心に第 2 可動ベース 5 2 2 B が回転すると、試験輪 W は接触位置 P を支点到 Z 軸回りに旋回し（言い換えれば、試験輪 W と軌条輪 R の共通の接線の回りに回転移動し）、軌条輪 R に対する接線回りの傾き（すなわち、カント角）が変化する。

【 0 1 1 7 】

カント角付与部 5 5 は、第 2 可動ベース 5 2 2 B を、回転軸 A 1 から離れた外周部分において、第 1 可動ベース 5 2 2 A に対して回転軸 A 1 を中心に旋回可能に支持する曲線ガイド 5 5 3 を備えている。曲線ガイド 5 5 3 は、曲線状のレール（ガイドウェイ）と転動体を介してレール上を走行可能なキャリッジを備えたガイドウェイ形循環式転がり軸受であるが、別の方式の曲線案内機構を曲線ガイド 5 5 3 として使用してもよい。

【 0 1 1 8 】

また、カント角付与部 5 5 は、モーター 5 5 4 (図 9) と、モーター 5 5 4 の回転運動を Y 軸方向の直線運動に変換する運動変換器 5 5 5 を備えている。本実施形態のモーター 5 5 4 は、A C サーボモーターであるが、D C サーボモーターやステッピングモーター等、駆動量 (回転角) の制御が可能な別の種類の電動機をモーター 5 5 4 として使用してもよい。また、本実施形態の運動変換器 5 5 5 は、ボールねじ等の送りねじ機構であるが、別の方式の運動変換器を使用してもよい。

【 0 1 1 9 】

運動変換器 5 5 5 のねじ軸 5 5 5 a は、一対の軸受によって回転可能に支持され、一端部がモーター 5 5 4 の軸に接続されている。なお、図 1 0 において、ねじ軸 5 5 5 a を支持する軸受は図示省略されている。モーター 5 5 4 及び運動変換器 5 5 5 の一対の軸受は、第 1 可動ベース 5 2 2 A 上に設置された鉛直軸回りに回転可能な不図示の回転テーブルに取り付けられている。モーター 5 5 4 は、軸が回転テーブルの回転軸と垂直に交差するように配置されている。

10

【 0 1 2 0 】

図 1 0 に示されるように、運動変換器 5 5 5 のナット 5 5 5 b (直線運動部) は、ヒンジ 5 5 6 を介して、第 2 可動ベース 5 2 2 B に鉛直軸回りに回転可能に連結されている。モーター 5 5 4 によってねじ軸 5 5 5 a を回転させると、第 2 可動ベース 5 2 2 B に取り付けられたヒンジ 5 5 6 がナット 5 5 5 b と共に略 Y 軸方向に移動する。これに伴い、第 2 可動ベース 5 2 2 B が回転軸 A 1 を中心に回転し、第 2 可動ベース 5 2 2 B に支持された試験輪 W は接触位置 P を支点に旋回して、カント角が変化する。

20

【 0 1 2 1 】

図 8 に示されるように、モーター 5 5 4 は、サーボアンプ 5 5 4 a を介して、制御部 7 0 に接続されている。モーター 5 5 4 に内蔵されたロータリーエンコーダー R E が検出した軸の位相情報は、サーボアンプ 5 5 4 a を介して、制御部 7 0 に入力される。

【 0 1 2 2 】

制御部 7 0 は、モーター 5 5 4 に内蔵されたロータリーエンコーダー R E の信号に基づいてカント角の現在値を計算する。制御部 7 0 は、インターフェース部 9 0 を介して入力されたカント角の設定データ及び現在値に基づいて、設定されたカント角が試験輪 W に与えられるよう、モーター 5 5 4 の駆動を制御する。

30

【 0 1 2 3 】

アタック角付与部 5 6 は、試験輪 W にアタック角を付与する機能を有する機構部である。アタック角は、レールと車輪のなす角度であり、より具体的には、レールの幅方向 (枕木方向) と車輪の軸方向のなす上下軸回りの角度 (すなわち、ヨーイング方向の角度) である。車輪試験装置 1 0 0 0 においては、アタック角は、軌条輪 R の回転軸と試験輪 W の回転軸が X 軸回りになす角として定義される。

【 0 1 2 4 】

図 1 0 に示されるように、本実施形態の車輪支持部 1 5 0 0 の支持フレーム 1 5 2 3 は、第 3 可動ベース 5 2 2 C に固定された箱形の支柱 1 5 2 3 a と、X 軸方向に延びる回転軸 A 2 を中心に回転可能に支柱 1 5 2 3 a に連結されたアーム 1 5 2 3 b を備えている。アーム 1 5 2 3 b は、第 1 実施形態のアーム 5 2 3 b と同様に上から見て略 L 字状の部材であり、支柱 1 5 2 3 a の上部に連結された Y 軸方向に延びる基部 1 5 2 3 b 1 と、基部 1 5 2 3 b 1 の後端部から左方へ延びる幹部 1 5 2 3 b 2 とを有している。

40

【 0 1 2 5 】

基部 1 5 2 3 b 1 の右端からは、X 軸方向に旋回支軸 5 6 1 が突出している。また、支柱 1 5 2 3 a の上部には、旋回支軸 5 6 1 を回転可能に支持する軸受 5 6 2 が取り付けられている。アーム 1 5 2 3 b は、旋回支軸 5 6 1 を介して、軸受 5 6 2 により、Y 軸方向に延びる回転軸 A 2 を中心に回転可能に支持されている。軸受 5 6 2 は、回転軸 A 2 が接触位置 P を通るように配置されている。すなわち、回転軸 A 2 は試験輪 W の踏面を垂直に通る直線となっている。旋回支軸 5 6 1 及び軸受 5 6 2 は、アタック角付与部 5 6 の一部

50

を構成する。

【 0 1 2 6 】

図 9 に示されるように、アタック角付与部 5 6 は、モーター 5 6 4 と、モーター 5 6 4 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 5 6 3 を備えている。本実施形態のモーター 5 6 4 は、A C サーボモーターであるが、D C サーボモーターやステッピングモーター等、駆動量（回転角）の制御が可能な別の種類の電動機をモーター 5 6 4 として使用してもよい。また、本実施形態の運動変換器 5 6 3 は、ボールねじ等の送りねじ機構であるが、別の方式の運動変換器を使用してもよい。

【 0 1 2 7 】

運動変換器 5 6 3 のねじ軸は、一对の軸受によって回転可能に支持され、一端部がモーター 5 6 4 の軸にベベルギアを介して接続されている。なお、運動変換器 5 6 3 のねじ軸をモーター 5 6 4 の軸に直結してもよい。モーター 5 6 4 及び運動変換器 5 6 3 は、X 軸方向に延びる回転軸を有するヒンジを介して、ヒンジの回転軸を中心に一定の角度範囲で回転（すなわち揺動）可能に第 3 可動ベース 5 2 2 C に連結された揺動フレームに取り付けられている。

10

【 0 1 2 8 】

運動変換器 5 6 3 のナット（直線運動部）は、X 軸方向に延びる回転軸を有するヒンジを介して、支持フレーム 1 5 2 3 のアーム 1 5 2 3 b に、ヒンジの回転軸を中心に揺動可能に連結されている。モーター 5 6 4 によって運動変換器 5 6 3 のねじ軸を回転させると、ナットと共にアーム 1 5 2 3 b に取り付けられたヒンジが略 Z 軸方向に移動する。これに伴い、アーム 1 5 2 3 b と共にアーム 1 5 2 3 b に支持された試験輪 W が接触位置 P を通る回転軸 A 2（言い換えれば、試験輪の踏面に垂直な直線）を中心に回転移動し、アタック角が付与される。

20

【 0 1 2 9 】

図 8 に示されるように、モーター 5 6 4 は、サーボアンプ 5 6 4 a を介して、制御部 7 0 に接続されている。モーター 5 6 4 に内蔵されたロータリーエンコーダー R E が検出した軸の位相情報は、サーボアンプ 5 6 4 a を介して、制御部 7 0 に入力される。

【 0 1 3 0 】

制御部 7 0 は、モーター 5 6 4 に内蔵されたロータリーエンコーダー R E の信号に基づいてアタック角の現在値を計算する。制御部 7 0 は、インターフェース部 9 0 を介して入力されたアタック角の設定データ及び現在値に基づいて、設定されたアタック角が試験輪 W に与えられるよう、モーター 5 6 4 の駆動を制御する。

30

【 0 1 3 1 】

図 10 に示されるように、輪重付与部 5 3 の運動変換器 5 3 2 の直線運動部 5 3 2 a は、輪重検出器 5 3 3 を介して支持フレーム 1 5 2 3 の支柱 1 5 2 3 a に固定されている。また、運動変換器 5 3 2 の直線運動部 5 3 2 a は、中心線が回転軸 A 2 と一致するように配置されている。これにより、輪重を付与する際に、支持フレーム 1 5 2 3 に大きな力のモーメントが加わることが防止される。

【 0 1 3 2 】

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、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及び / 又は周知技術を適宜組み合わせた構成も本願の実施形態に含まれる。

40

【 0 1 3 3 】

上記の実施形態では、輪重付与部 5 3 が車輪支持部 5 0 に設けられ、試験輪 W を軌条輪 R に対して進退させることによって輪重を調整するように構成されているが、本発明はこの構成に限定されない。例えば、輪重付与部を軌条輪支持部に設けて、軌条輪 R を試験輪 W に対して進退させることによって輪重を調整する構成としてもよい。

【 0 1 3 4 】

上記の実施形態では、軌条輪 R がトルク発生装置 2 0 を介さずに回転駆動装置 1 0 に接

50

続され、試験輪Wがトルク発生装置20を介して回転駆動装置10に接続されているが、本発明はこの構成に限定されない。例えば、軌条輪Rがトルク発生装置20を介して回転駆動装置10に接続され、試験輪Wがトルク発生装置20を介さずに回転駆動装置10に接続される構成としてもよい。また、トルク発生装置20を2つ設けて、一方のトルク発生装置20を介して軌条輪Rが回転駆動装置10に接続され、他方のトルク発生装置20を介して試験輪Wが回転駆動装置10に接続される構成としてもよい。

【0135】

上記の実施形態では、車輪支持部50に複数の3分力センサーが設けられ、複数の3分力センサーの検出結果に基づいて計測部80が試験輪Wに加わるトルクや輪重を計測する構成が採用されているが、本発明はこの構成に限定されない。例えば、複数の2分力センサー又は1分力センサーの検出結果に基づいてトルクや輪重を計測する構成としてもよい。

10

【0136】

上記の実施形態では、軌条輪支持部32に動力分配手段の機能が組み込まれているが、軌条輪支持部32から動力分配手段を分離した構成としてもよい。例えば、第1伝動部30を軌条輪支持部32に接続させず、回転駆動装置10と第1伝動部30とを追加の動力伝達手段（例えば、巻掛け伝動や歯車伝動）を介して連結することができる。この場合、第1ベルト機構部31の駆動プーリー311と追加の動力伝達手段のプーリーや歯車を取り付けられる回転駆動装置10の軸が動力分配手段として機能する。

【0137】

上記の第2実施形態では、固定ベース51とスピンドル527とが、横圧付与部54、カント角付与部55、輪重付与部53及びアタック角付与部56をこの順で介して連結されているが、本発明はこの構成に限定されず、横圧付与部54、カント角付与部55、輪重付与部53及びアタック角付与部56は、どのような順序で連結してもよい。

20

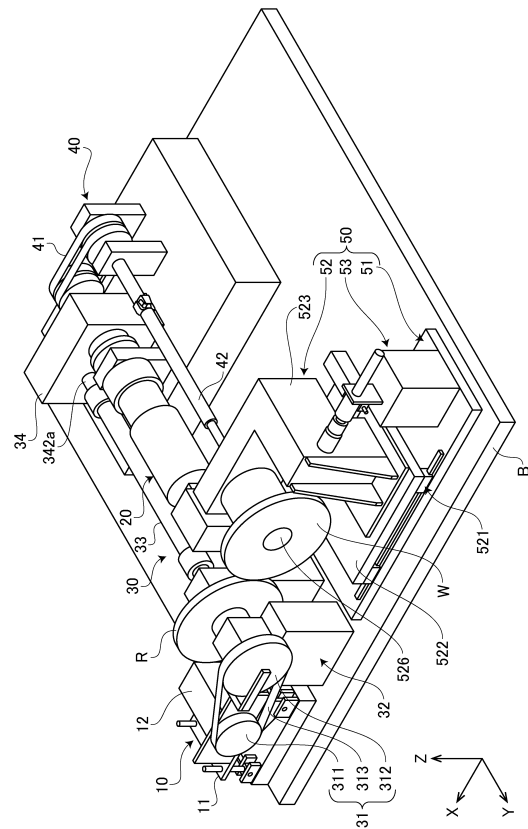
30

40

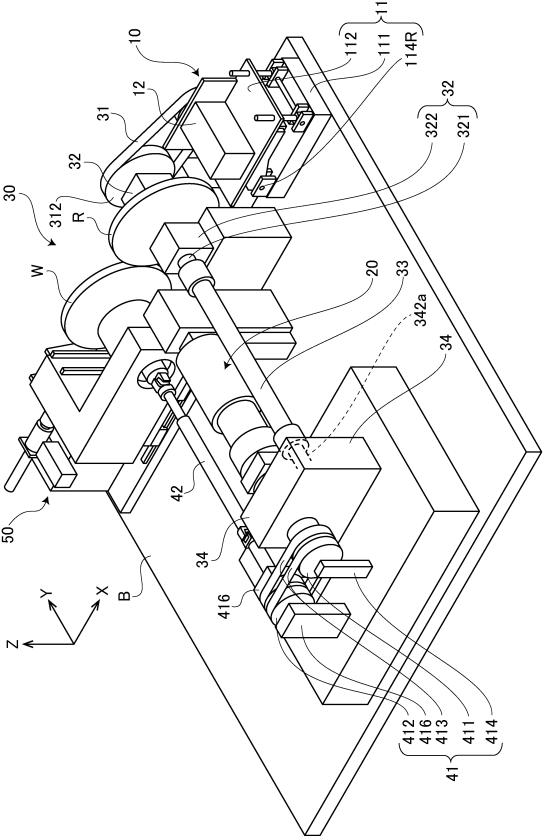
50

【図面】

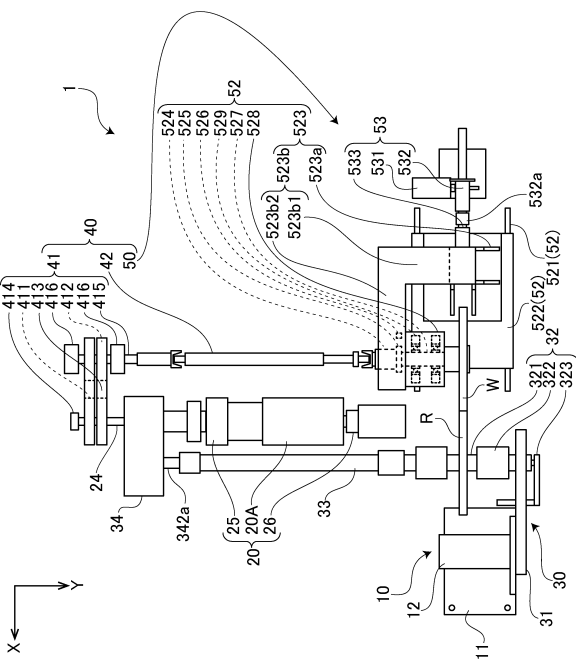
【図 1】



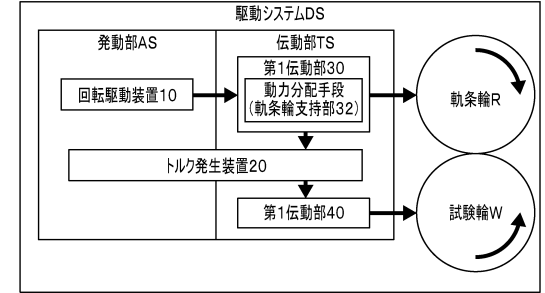
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

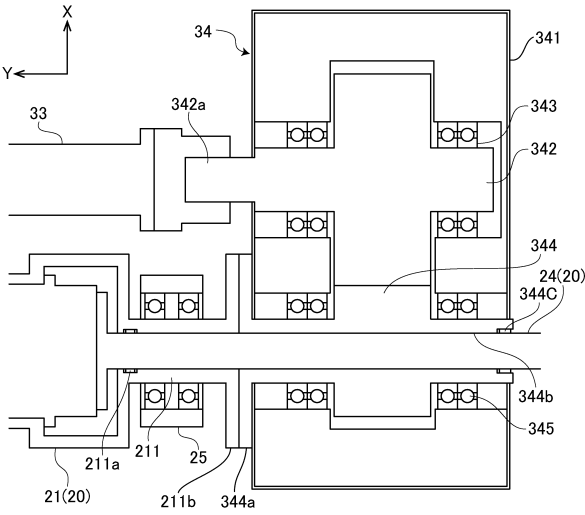
20

30

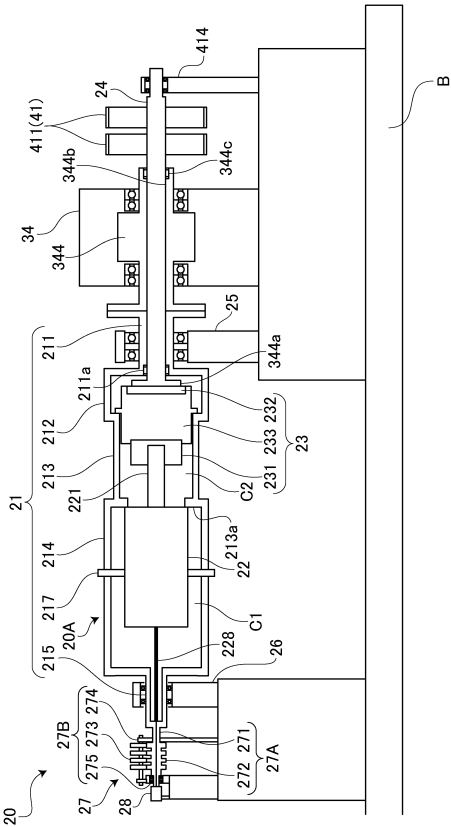
40

50

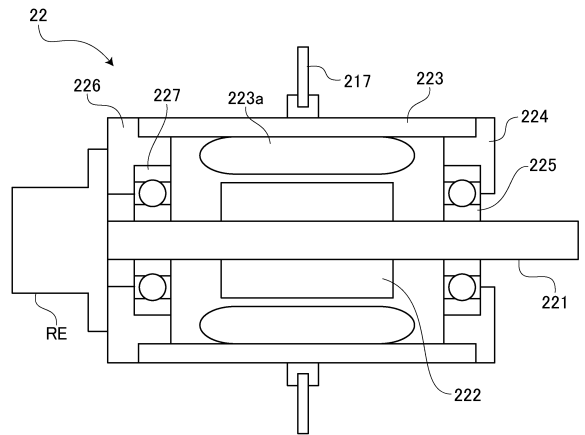
【図 5】



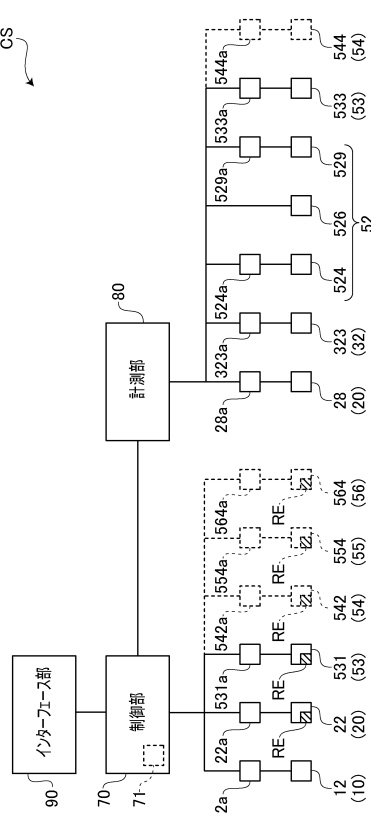
【図 6】



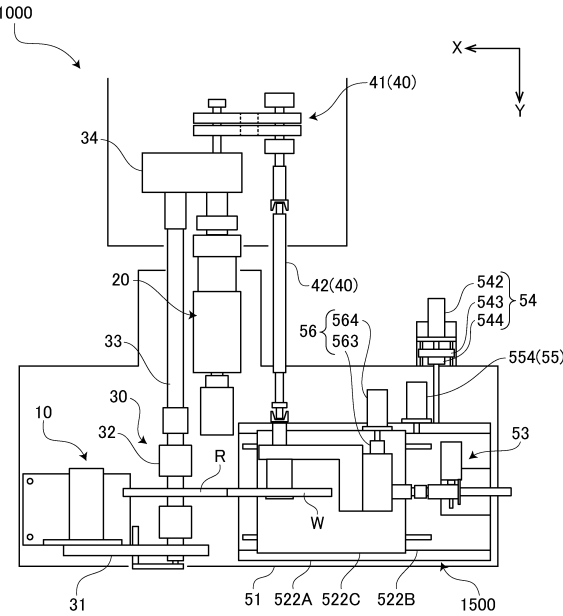
【図 7】



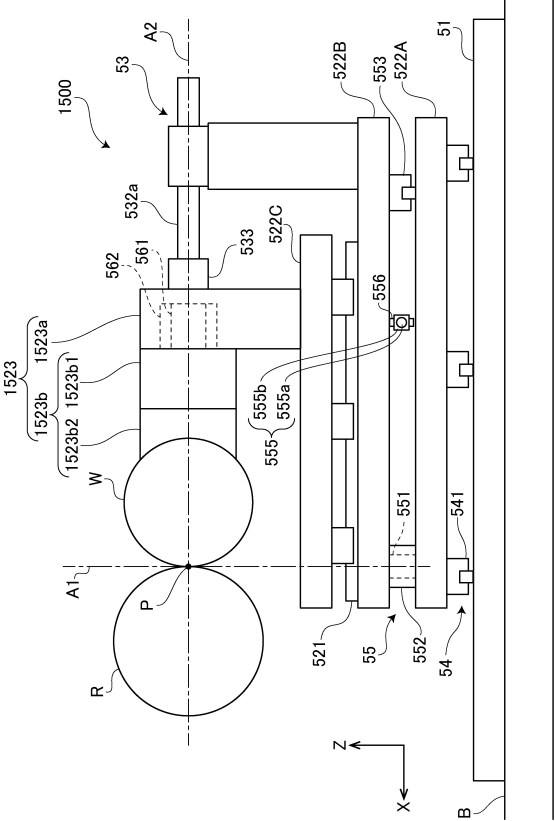
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都多摩市永山 6 丁目 2 1 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 2 1 番 1 号 国際計測器株式会社内
(72)発明者 鴫田 修一
東京都多摩市永山 6 丁目 2 1 番 1 号 国際計測器株式会社内
審査官 山口 剛
(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 4 / 0 5 8 0 5 1 (W O , A 1)
特開 2 0 0 6 - 1 8 4 0 6 8 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 7 1 4 4 7 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 4 1 6 1 6 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 1 6 2 0 1 (J P , A)
中国実用新案第 2 0 5 0 7 9 9 4 9 (C N , U)
中国特許出願公開第 1 0 6 1 2 4 2 0 8 (C N , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 M 1 7 / 0 0 - 1 7 / 1 0