

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6071888号
(P6071888)

(45) 発行日 平成29年2月8日 (2017.2.8)

(24) 登録日 平成29年1月13日 (2017.1.13)

(51) Int.Cl.

GO 1 M 13/02 (2006.01)

F I

GO 1 M 13/02

請求項の数 17 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-536318 (P2013-536318)	(73) 特許権者	391046414
(86) (22) 出願日	平成24年9月26日 (2012.9.26)		国際計測器株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/074634		東京都多摩市永山6丁目2番1号
(87) 国際公開番号	W02013/047551	(74) 代理人	100078880
(87) 国際公開日	平成25年4月4日 (2013.4.4)		弁理士 松岡 修平
審査請求日	平成27年9月24日 (2015.9.24)	(74) 代理人	100169856
(31) 優先権主張番号	特願2011-218789 (P2011-218789)		弁理士 尾山 栄啓
(32) 優先日	平成23年9月30日 (2011.9.30)	(72) 発明者	松本 繁
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		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
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ねじり試験装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

供試体の合わせて3つ以上の複数の入出力軸にそれぞれ接続され、該入出力軸を回転駆動する、複数の駆動部と、

前記複数の駆動部を制御する制御部と、
を備え、

前記制御部が、前記複数の駆動部のそれぞれを、個別に設定された回転数又はトルクで駆動可能であり、

前記複数の駆動部のそれぞれが、

サーボモータと、
前記サーボモータの出力軸の回転を減速する減速機と、
前記供試体の入力軸又は出力軸が取り付けられ、前記減速機の出力を前記供試体の入力軸又は出力軸に伝達するチャックと、

前記供試体の入力軸又は出力軸に接続される駆動軸と、
前記駆動軸の回転数を検出する回転計と、
前記減速機の出力を前記チャックへ伝達し、前記駆動軸のトルクを検出するトルクセンサと、

前記トルクセンサと前記チャックとを連結するスピンドルと、
前記スピンドルを回転自在に支持する軸受部と、を備え、
前記減速機が、ギアケースと、前記ギアケースに支持された軸受と、該軸受に支持され

たギア機構と、を備え、

前記サーボモータの駆動力を前記供試体まで伝達する前記減速機のギア機構、前記トルクセンサ及び前記スピンドルを含む動力伝達軸の荷重が、前記軸受部及び前記減速機の軸受により支持される、
ねじり試験装置。

【請求項 2】

前記減速機の出力軸と前記チャックとの間に取り付けられ、前記トルクセンサから延びる信号線に接続されたスリップリングと、

回転する前記スリップリングと接触した状態で前記ねじり試験装置のベースプレートに固定され、前記スリップリングを介して入力された前記トルクセンサの信号を出力する端子を備えたブラシと、
を備えた、

請求項 1 に記載のねじり試験装置。

【請求項 3】

供試体の合わせて 3 つ以上の複数の入出力軸にそれぞれ接続され、該入出力軸を回転駆動する、複数の駆動部と、

前記複数の駆動部を制御する制御部と、
を備え、

前記制御部が、前記複数の駆動部のそれぞれを、個別に設定された回転数又はトルクで駆動可能であり、

前記複数の駆動部のそれぞれが、

サーボモータと、

前記サーボモータの出力軸の回転を減速する減速機と、

前記供試体の入力軸又は出力軸が取り付けられ、前記減速機の出力を前記供試体の入力軸又は出力軸に伝達するチャックと、

前記供試体の入力軸又は出力軸に接続される駆動軸と、

前記駆動軸の回転数を検出する回転計と、

前記減速機の出力を前記チャックへ伝達し、前記駆動軸のトルクを検出するトルクセンサと、

前記減速機の出力軸と前記チャックとの間に取り付けられ、前記トルクセンサから延びる信号線に接続されたスリップリングと、

回転する前記スリップリングと接触した状態で前記ねじり試験装置のベースプレートに固定され、前記スリップリングを介して入力された前記トルクセンサの信号を出力する端子を備えたブラシと、を備えた、
ねじり試験装置。

【請求項 4】

前記複数の駆動部が、

前記供試体の入力軸に接続される第 1 駆動部と、

前記供試体の出力軸に接続される第 2 駆動部と、を含む、

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のねじり試験装置。

【請求項 5】

複数の前記第 1 駆動部を備え、

前記制御部が、前記複数の第 1 駆動部のそれぞれを、個別に設定されたトルク又は回転数で駆動させる、

請求項 4 に記載のねじり試験装置。

【請求項 6】

前記制御部が、前記第 1 駆動部及び前記第 2 駆動部の一方を所定の回転数で駆動させながら、前記第 1 駆動部及び前記第 2 駆動部の他方を所定のトルクで駆動させることで、前記供試体の回転ねじり試験を行う、

請求項 4 に記載のねじり試験装置。

【請求項 7】

複数の前記第 2 駆動部を備え、

前記制御部が、前記第 1 駆動部を所定の回転数で駆動させながら、前記複数の第 2 駆動部をそれぞれ個別に設定されたトルクで駆動させる、
請求項 6 に記載のねじり試験装置。

【請求項 8】

前記制御部が、

前記複数の第 2 駆動部の回転数差の設定値と、前記複数の第 2 駆動部のトルクの和の設定値とを記録する設定値記録手段と、

前記回転数差の設定値と前記トルクの和の設定値に基づいて、前記供試体の複数の出力軸に与えるトルクをそれぞれ個別に設定するトルク設定手段と、を備えた、
請求項 7 に記載のねじり試験装置。

【請求項 9】

前記複数の第 2 駆動部の回転計の検出結果に基づいて、前記複数の第 2 駆動部の回転数差の計測値を取得する回転数差計測手段を備え、

前記トルク設定手段が、前記設定値記録手段に記録された前記回転数差の設定値と、前記回転数差計測手段により取得された前記回転数差の計測値とに基づいて、前記供試体の複数の出力軸に与えるトルクの設定値を補正する、
請求項 8 に記載のねじり試験装置。

【請求項 10】

供試体の合わせて 3 つ以上の複数の入出力軸にそれぞれ接続され、該入出力軸を回転駆動する、複数の駆動部と、

前記複数の駆動部のそれぞれを、個別に設定された回転数又はトルクで駆動するように制御する制御部と、

を備え、

前記制御部が、前記複数の駆動部のそれぞれを、試験中に変動する個別に設定された回転数で駆動するように制御可能であり、

前記複数の駆動部が、

前記供試体の入力軸に接続される第 1 駆動部と、

前記供試体の 2 つの出力軸にそれぞれ接続される 2 つの第 2 駆動部と、を含み、

前記制御部が、

前記 2 つの第 2 駆動部の回転数差の設定値と、前記 2 つの第 2 駆動部のトルクの和の設定値とを記録する設定値記録手段と、

前記回転数差の設定値と前記トルクの和の設定値に基づいて、前記供試体の 2 つの出力軸に与えるトルクをそれぞれ個別に設定するトルク設定手段と、を備えた、
ねじり試験装置。

【請求項 11】

前記複数の入出力軸が、

前記 1 つの入力軸と、

前記 2 つの出力軸と、

追加の出力軸と、を含み、

前記複数の駆動部が、前記追加の出力軸に接続される追加の駆動部を含む、
請求項 10 に記載のねじり試験装置。

【請求項 12】

前記制御部が、

前記第 1 駆動部を所定の回転数で駆動させ、

前記 2 つの第 2 駆動部を互いに異なる回転数で駆動させ、

前記追加の駆動部を所定のトルクで駆動させる、

請求項 11 に記載のねじり試験装置。

【請求項 13】

供試体の合わせて３つ以上の複数の入出力軸にそれぞれ接続され、該入出力軸を回転駆動する、複数の駆動部と、

前記複数の駆動部を制御する制御部と、
を備え、

前記複数の駆動部が、

前記供試体の入力軸に接続される第１駆動部と、

前記供試体の複数の出力軸にそれぞれ接続される複数の第２駆動部と、を含み、

前記制御部が、

前記第１駆動部を所定の回転数で駆動させながら、前記複数の第２駆動部をそれぞれ個別に設定されたトルクで駆動させるように構成され、

前記複数の第２駆動部の回転数差の設定値と、前記複数の第２駆動部のトルクの和の設定値とを記録する設定値記録手段と、

前記回転数差の設定値と前記トルクの和の設定値に基づいて、前記供試体の複数の出力軸に与えるトルクをそれぞれ個別に設定するトルク設定手段と、を備えた、
ねじり試験装置。

【請求項１４】

前記複数の第２駆動部の回転計の検出結果に基づいて、前記複数の第２駆動部の回転数差の計測値を取得する回転数差計測手段を備え、

前記トルク設定手段が、前記設定値記録手段に記録された前記回転数差の設定値と、前記回転数差計測手段により取得された前記回転数差の計測値とに基づいて、前記供試体の複数の出力軸に与えるトルクの設定値を補正する、

請求項１３に記載のねじり試験装置。

【請求項１５】

前記複数の駆動部のそれぞれが、

前記供試体の入力軸又は出力軸に接続される駆動軸と、

前記駆動軸の回転数を検出する回転計と、

前記駆動軸のトルクを検出するトルクセンサと、を備える、

請求項１０から請求項１４のいずれか一項に記載のねじり試験装置。

【請求項１６】

前記複数の駆動部のそれぞれが、

サーボモータと、

前記サーボモータの出力軸の回転を減速する減速機と、

前記供試体の入力軸又は出力軸が取り付けられ、前記減速機の出力を前記供試体の入力軸又は出力軸に伝達するチャックと、を備え、

前記トルクセンサが、前記減速機の出力を前記チャックへ伝達する、

請求項１５に記載のねじり試験装置。

【請求項１７】

前記複数の駆動部が同一の構造を有している、

請求項１から請求項１６のいずれか一項に記載のねじり試験装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、動力伝達装置の性能を評価するためのねじり試験装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、プロペラシャフト等の動力伝達装置の疲労試験は、供試体の出力軸を反力盤に固定し、入力軸にサーボモータ等のトルク負荷手段により動的又は静的なトルク（ねじり荷重）を負荷する方法により行われていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 1 0 7 9 5 5 号公報

【発明の概要】

【 0 0 0 4 】

動力伝達装置は、自動車等に搭載されて実際に使用される際には、動力伝達軸が回転した状態で、入出力軸にそれぞれ荷重が加えられる。しかしながら、上記の従来の試験方法では、動力伝達軸は試験中に静止した状態におかれるため、実際の使用環境下での性能を正確に評価することができなかった。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記の事情に鑑みて為されたものである。

10

【 0 0 0 6 】

本発明の実施形態に係るねじり試験装置は、動力伝達装置である供試体の入出力軸にトルクを与えるねじり試験装置であって、供試体の入力軸に接続される第 1 駆動部と、供試体の出力軸に接続される第 2 の駆動部とを備え、第 1 及び第 2 駆動部は、サーボモータと、サーボモータの出力軸の回転を減速して出力する減速機と、供試体の入力軸又は出力軸が取り付けられ、減速機の出力を供試体の入力軸又は出力軸に伝達するチャックと、減速機の出力をチャックへ伝達すると共に、減速機が出力するトルクを検出するトルクセンサと、チャックの回転数を検出する回転計と、を備える。

【 0 0 0 7 】

この構成によれば、入出力軸が回転した状態で各入出力軸にねじり荷重が加えられるという動力伝達装置の実際の使用条件に近い負荷を供試体に与えることができるため、供試体の性能のより正確な評価が可能になる。また、各入出力軸のトルクと回転数が検出されるため、試験時の供試体の状態を詳細に把握することができる。

20

【 0 0 0 8 】

また、トルクセンサとチャックとを連結するスピンドルと、スピンドルを回転自在に支持する軸受部とを備え、減速機は、ギアケースと、軸受と、軸受を介してギアケースに支持されたギア機構とを備え、サーボモータの駆動力を供試体まで伝達する減速機のギア機構、トルクセンサ、及びスピンドルを含む動力伝達軸の荷重が、スピンドル及び減速機のギア機構において支持される構成としてもよい。

【 0 0 0 9 】

この構成によれば、サーボモータの駆動力を供試体まで伝達する動力伝達軸において特に重量が大きく、かつ動力伝達軸の両端部に配置されるギア機構及びチャックの直近において動力伝達軸が支持されるため、動力伝達軸に大きな歪み加わらず、正確な試験が可能になると共に、耐久性に優れたねじり試験装置が提供される。

30

【 0 0 1 0 】

また、減速機の出力軸とチャックとの間に取り付けられ、トルクセンサから延びる信号線に接続されたスリップリングと、回転するスリップリングと接触した状態でねじり試験装置のベースプレートに対して固定され、スリップリングを介して入力されたトルクセンサの信号を出力する端子を備えたブラシと、を備えた構成としてもよい。

【 0 0 1 1 】

この構成によれば、供試体の入出力軸と共に高速で回転するトルクセンサの信号を有線で外部に取り出すことが可能になる。

40

【 0 0 1 2 】

また、第 1 駆動部及び第 2 駆動部の駆動を制御する制御部を備え、制御部は、第 1 駆動部及び第 2 駆動部の一方を所定の回転数で駆動させながら、第 1 駆動部及び第 2 駆動部の他方を所定のトルクで駆動させることで、供試体の回転ねじり試験を行う構成としてもよい。

【 0 0 1 3 】

また、複数の第 2 の駆動部を備え、制御部は、供試体の入力軸が所定の回転数で回転するように第 1 駆動部を駆動させながら、供試体の複数の出力軸にそれぞれ個別に設定され

50

たトルクを与えるように複数の第2駆動部を駆動させる構成としてもよい。

【0014】

この構成によれば、複数の出力軸を有する供試体に対しても、実際の使用条件に近い負荷を与える試験が可能になる。

【0015】

また、制御部は、複数の第2駆動部の回転数差の設定値と、複数の第2駆動部のトルクの和の設定値を記録する設定値記録手段と、回転数差の設定値とトルクの和の設定値に基づいて、供試体の複数の出力軸に与えるトルクをそれぞれ個別に設定するトルク設定手段と、を備える構成としてもよい。

【0016】

また、複数の第2駆動部の回転計の検出結果に基づいて、複数の第2駆動部の回転数差の計測値を取得する回転数差計測手段を備え、トルク設定手段は、設定値記録手段に記録された回転数差の設定値と、回転数差計測手段により取得された回転数差の計測値に基づいて、供試体の複数の出力軸に与えるトルクの設定値を補正する構成としてもよい。

【0017】

これらの構成によれば、例えばディファレンシャルギアを含む供試体について、ディファレンシャルギアを差動させた状態での回転ねじり試験を適切に行うことが可能になる。

【0018】

また、複数の第1駆動部を備え、複数の第1駆動部により、供試体の複数の入力軸に対して、それぞれ個別に設定されたトルクを与えるか、又はそれぞれ個別に設定された回転数で回転させる構成としてもよい。

【0019】

この構成によれば、複数の入力軸を有する供試体（例えば、ハイブリッド自動車の動力分配機構等）に対しても、実際の使用条件に近い負荷を与える試験が可能になる。

【発明の効果】

【0020】

入出力軸が回転した状態で各入出力軸にねじり荷重が加わる実際の使用条件下での動力伝達装置の性能を正確に評価可能なねじり試験装置を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は、本発明の第1の実施の形態のねじり試験装置の側面図である。

【図2】図2は、本発明の第1の実施の形態のねじり試験装置の、第1駆動部の側面図である。

【図3】図3は、本発明の第2の実施の形態のねじり試験装置の平面図である。

【図4】図4は、本発明の第3の実施の形態のねじり試験装置の平面図である。

【図5】図5は、本発明の第4の実施の形態のねじり試験装置の平面図である。

【図6】図6は、本発明の第4の実施の形態のねじり試験装置による回転ねじり試験の手順を表すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

（第1実施形態）

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係るねじり試験装置100の側面図である。本実施形態のねじり試験装置100は、2つの回転軸を有する供試体T1（例えばFR車用トランスミッションユニット）の回転ねじり試験を行う装置である。すなわち、ねじり試験装置100は、供試体T1の2つの回転軸を同期回転させながら2つの回転軸の回転に位相差を与えることで、トルクを負荷しながら供試体T1の2つの回転軸を回転させる。本実施形態のねじり試験装置100は、第1駆動部110、第2駆動部120、及びねじり試験装置100の動作を統合的に制御するコントローラCを備えている。

【0023】

まず、第1駆動部110の構造について説明する。図2は、第1駆動部110の一部を切り欠いた側面図である。第1駆動部110は、本体110aと、この本体110aを所定の高さと支持するベース110bを備えている。本体110aは、サーボモータ112、減速機113、ケース114、スピンドル115、チャック装置116、トルクセンサ117、スリップリング119a及びブラシ119bを備えており、本体110aはベース110bの最上部に水平に配置された可動プレート111上に組み立てられている。サーボモータ112は、出力軸（不図示）を水平方向に向けて、可動プレート111上に固定されている。また、ベース110bの可動プレート111は、サーボモータ112の出力軸方向（図1における左右方向）にスライド移動可能に設けられている。

【0024】

サーボモータ112の出力軸（不図示）は、カップリング（不図示）により減速機113の入力軸（不図示）に連結されている。減速機113の出力軸113aは、トルクセンサ117の一端に連結されている。トルクセンサ117の他端は、スピンドル115の一端に連結されている。スピンドル115は、ケース114のフレーム114bに固定された軸受114aにより回転自在に支持されている。スピンドル115の他端には、供試体T1の一端（回転軸の一つ）を第1駆動部110に取り付けるためのチャック装置116が固定されている。サーボモータ112を駆動すると、サーボモータ112の出力軸の回転運動が、減速機113によって減速された後、トルクセンサ117、スピンドル115及びチャック装置116を介して、供試体T1の一端に伝達されるようになっている。また、スピンドル115には、スピンドル115の回転角を検出するロータリーエンコーダ（不図示）が取り付けられている。

【0025】

図2に示されるように、減速機113は、ケース114のフレーム114bに固定されている。また、減速機113は、ギアケースと、軸受を介してギアケースにより回転自在に支持されたギア機構とを備えている（不図示）。すなわち、ケース114は、減速機113からチャック装置116に至る動力伝達軸を覆うと共に、この動力伝達軸を減速機113及びスピンドル115の位置で回転自在に支持する装置フレームとしての機能も有する。すなわち、トルクセンサ117の一端が接続される減速機113のギア機構と、トルクセンサ117の他端が接続されるスピンドル115は、いずれも軸受を介してケース114のフレーム114bに回転自在に支持されている。そのため、トルクセンサ117には、減速機113のギア機構やスピンドル115（及びチャック装置116）の重量による曲げモーメントが加わらず、試験荷重（ねじり荷重）のみが加わるため、高い精度で試験荷重を検出することができる。

【0026】

トルクセンサ117の一端側の円筒面には、複数のスリップリング119aが形成されている。一方、可動プレート111には、スリップリング119aを外周側から囲むようにブラシ保持フレーム119cが固定されている。ブラシ保持フレーム119cの内周には、それぞれ対応するスリップリング119aと接触する複数のブラシ119bが取り付けられている。サーボモータ112が駆動して、トルクセンサ117が回転している状態では、ブラシ119bは、スリップリング119aとの接触を保ちつつ、スリップリング119a上でスリップする。トルクセンサ117の出力信号はスリップリング119aに出力されるよう構成されており、スリップリング119aと接触するブラシ119bを介して、トルクセンサ117の出力信号を第1駆動部110の外部に取り出せるようになっている。

【0027】

第2駆動部120（図1）は、第1駆動部110と同一の構造となっており、サーボモータ122を駆動するとチャック装置126が回転する。チャック装置126には、供試体T1の他端（回転軸の一つ）が固定される。なお、供試体T1のハウジングは、支持フレームSに固定されている。

【0028】

10

20

30

40

50

本実施形態のねじり試験装置１００は、ＦＲ車用のトランスミッションユニットである供試体Ｔ１の出力軸Ｏと入力軸Ｉ（エンジン側）を、夫々第１駆動部１１０と第２駆動部１２０のチャック装置１１６、１２６に固定した状態で、サーボモータ１１２、１２２によって同期させて回転駆動すると共に、両チャック装置１１６、１２６の回転数（あるいは回転の位相）に差を持たせることにより供試体Ｔ１にねじり荷重を加えるものである。例えば、第２駆動部１２０のチャック装置１２６を等速回転駆動させると共に、第１駆動部１１０のトルクセンサ１１７が検出するトルクが所定の波形に従って変動するようにチャック装置１１６を回転駆動して、トランスミッションユニットである供試体Ｔ１に周期的に変動するトルクが加わるようにする。

【００２９】

10

このように、本実施形態のねじり試験装置１００は、トランスミッションユニットの入力軸Ｉと出力軸Ｏの双方をサーボモータ１２２、１１２によって精密に駆動することが可能であるため、トランスミッションユニットを回転駆動させながら、トランスミッションユニットの各軸に変動トルクを加えることにより、自動車の実際の走行状態に近い条件で試験を行うことができる。

【００３０】

トランスミッションユニットのように、入力軸Ｉと出力軸Ｏがギアなどを介して連結されている装置のねじり試験を行う場合、入力軸Ｉと出力軸Ｏに加わるトルクの大きさは必ずしも一致しない。そのため、ねじり試験時の供試体Ｔ１の挙動をより正確に把握する為には、入力軸Ｉ側と出力軸Ｏ側とで個別にトルクを計測できるようにすることが好ましい。本実施形態においては、上記のように第１駆動部１１０と第２駆動部１２０の双方にトルクセンサが設けられているため、トランスミッションユニット（供試体Ｔ１）の入力軸Ｉ側と出力軸Ｏ側とでトルクを個別に計測することができる。

20

【００３１】

なお、上記の例ではトランスミッションユニットの入力軸Ｉ側を等速回転駆動し、出力軸Ｏ側でトルクを付与する構成としているが、本発明は上記の例に限定されるものではない。すなわち、トランスミッションユニットの出力軸Ｏ側を等速回転駆動すると共に、入力軸Ｉ側に変動トルクを加える構成としてもよい。或いは、トランスミッションユニットの入力軸Ｉ側と出力軸Ｏ側の双方を、それぞれ変動する回転数で回転駆動させる構成としてもよい。また、回転数では制御せず、各軸のトルクのみを制御する構成としてもよい。また、トルクや回転数を所定の波形に従って変動させる構成としてもよい。トルクや回転数は、例えばファンクションジェネレータで発生させた任意の波形に従って変動させることができる。また、実際の走行試験で計測したトルクや回転数の波形データに基づいて、供試体Ｔ１の各軸のトルクや回転数を制御することもできる。

30

【００３２】

本実施形態のねじり試験装置１００は、様々な寸法のトランスミッションユニットに対応できるように、チャック装置１１６と１２６との間隔を調整可能となっている。具体的には、可動プレート駆動機構（不図示）により、第１駆動部１１０の可動プレート１１１が、ベース１１０ｂに対してチャック装置１１６の回転軸方向（図１中左右方向）に移動可能となっている。なお、ねじり試験を行っている間は、図示しないロック機構によって可動プレート１１１はベース１１０ｂに強固に固定されている。また、第２駆動部１２０も、第１駆動部１１０と同様の可動プレート駆動機構を備えている。

40

【００３３】

以上説明した本発明の第１の実施形態に係るねじり試験装置１００は、ＦＲ車用のトランスミッションユニットに対して回転ねじり試験を行うものであるが、本発明は第１の実施形態の構成に限定されるものではなく、他の動力伝達機構の回転ねじり試験を行う為の装置も又、本発明に含まれる。以下に説明する本発明の第２、第３及び第４実施形態は、夫々ＦＦ車用のトランスミッションユニット、ディファレンシャルギアユニット、及び４ＷＤ車用のトランスミッションユニットの試験に適したねじり試験装置の構成例である。

【００３４】

50

(第2実施形態)

図3は、本発明の第2実施形態に係るねじり試験装置200の平面図である。上述のように、本実施形態は、FF車用のトランスミッションユニットを供試体T2とする回転ねじり試験に適したねじり試験装置の構成例である。供試体T2は、ディファレンシャルギアを内蔵するトランスミッションユニットであり、入力軸Iと、左側出力軸OL及び右側出力軸ORを有している。

【0035】

本実施形態のねじり試験装置200は、供試体T2の入力軸Iを駆動する第1駆動部210、左側出力軸OLを駆動する第2駆動部220及び右側出力軸ORを駆動する第3駆動部230を備えている。また、ねじり試験装置200は、その動作を統合的に制御するコントローラCを備えている。第1駆動部210、第2駆動部220及び第3駆動部230の構造は、共に第1実施形態の第1駆動部110や第2駆動部120のものと同一であるため、重複する具体的構成の説明は省略する。

【0036】

本実施形態のねじり試験装置200を用いて供試体T2のねじり試験を行う場合は、例えば第1駆動部210によって入力軸Iを所定の回転数で駆動し、同時に、第2駆動部220及び第3駆動部230によって、所定のトルクが加わるように左側出力軸OL及び右側出力軸ORを回転駆動する。

【0037】

上記のように第1駆動部210、第2駆動部220及び第3駆動部230を制御することによって、トランスミッションユニットを回転駆動させながら、トランスミッションユニットの各軸に変動トルクを加えることにより、自動車の実際の走行状態に近い条件で試験を行うことができる。

【0038】

また、本実施形態のねじり試験装置200を使用して試験を行うトランスミッションユニットは、入力軸Iと左側出力軸OL及び右側出力軸ORがギアなどを介して連結された装置であり、そのねじり試験を行う場合は、入力軸Iと左側出力軸OL及び右側出力軸ORとに加わるトルクの大きさは一致しない。また、左側出力軸OLと右側出力軸ORに加わるトルクも、必ずしも一致するとは限らない。そのため、ねじり試験時の供試体T2の挙動をより正確に把握する為には、入力軸I、左側出力軸OL及び右側出力軸ORに加わるトルクを個別に計測できるようにすることが好ましい。本実施形態においては、第1駆動部210、第2駆動部220、第3駆動部230の全てにトルクセンサが設けられているため、トランスミッションユニット(供試体T2)の入力軸I、左側出力軸OL及び右側出力軸ORのそれぞれに加わるトルクを個別に計測することができる。

【0039】

なお、左側出力軸OLのトルクと右側出力軸ORのトルクとが同一の波形を描くように第2駆動部220及び第3駆動部230が制御される構成としてもよく、又、両者が異なる(例えば逆位相の)波形を描くように第1駆動部210、第2駆動部220及び第3駆動部230が制御される構成としてもよい。

【0040】

また、左側出力軸OLと右側出力軸ORを等速回転駆動し、速度が一定周期で変動するように入力軸Iを駆動する構成としてもよい。或いは、入力軸I、左側出力軸OL及び右側出力軸ORの全てを、回転数が個別に変動するよう駆動する構成としてもよい。

【0041】

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態について説明する。図4は、本発明の第3実施形態に係るねじり試験装置300の平面図である。本実施形態は、FR車用のディファレンシャルギアユニットを供試体T3とする回転ねじり試験に適したねじり試験装置の構成例である。第2の実施形態と同様に、供試体T3は、入力軸I、左側出力軸OL及び右側出力軸ORを有している。

【 0 0 4 2 】

本実施形態のねじり試験装置 3 0 0 は、供試体 T 3 の入力軸 I を駆動する第 1 駆動部 3 1 0、左側出力軸 O L を駆動する第 2 駆動部 3 2 0 及び右側出力軸 O R を駆動する第 3 駆動部 3 3 0 を備えている。また、ねじり試験装置 3 0 0 は、その動作を統合的に制御するコントローラ C を備えている。第 1 駆動部 3 1 0、第 2 駆動部 3 2 0 及び第 3 駆動部 3 3 0 の構造は、共に第 1 実施形態の第 1 駆動部 1 1 0 や第 2 駆動部 1 2 0 と同一であるため、重複する具体的構成の説明は省略する。

【 0 0 4 3 】

本実施形態のねじり試験装置 3 0 0 により供試体 T 3 のねじり試験を行う場合は、例えば第 1 駆動部 3 1 0 によって入力軸 I を所定の回転数で駆動し、同時に、第 2 駆動部 3 2 0 及び第 3 駆動部 3 3 0 によって、左側出力軸 O L 及び右側出力軸 O R にそれぞれトルクが加わるように駆動する。

【 0 0 4 4 】

上記のように第 1 駆動部 3 1 0、第 2 駆動部 3 2 0 及び第 3 駆動部 3 3 0 を制御することによって、供試体 T 3 の各軸を回転駆動しながら供試体 T 3 の各軸に変動トルクを加えることにより、実際の使用状態に近い条件で試験を行うことができる。

【 0 0 4 5 】

ディファレンシャルギアユニットも又、トランスミッションユニットと同様に、入力軸 I と左側出力軸 O L 及び右側出力軸 O R とがギアを介して連結された装置であり、そのねじり試験を行う場合は、入力軸 I に加わるトルクの大きさと左側出力軸 O L 及び右側出力軸 O R に加わるトルクの大きさととは一致しない。また、左側出力軸 O L と右側出力軸 O R に加わるトルクの大きさも、必ずしも一致するとは限らない。そのため、試験時の供試体 T 3 の挙動をより正確に把握する為には、入力軸 I、左側出力軸 O L 及び右側出力軸 O R のトルクを個別に計測できるようにすることが望ましい。本実施形態においては、第 1 駆動部 3 1 0、第 2 駆動部 3 2 0、第 3 駆動部 3 3 0 の全てにトルクセンサが設けられているため、ディファレンシャルギアユニット（供試体 T 3）の入力軸 I、左側出力軸 O L 及び右側出力軸 O R のそれぞれに加わるトルクを個別に計測することができる。

【 0 0 4 6 】

なお、入力軸 I の回転数と左側出力軸 O L 及び右側出力軸 O R の回転数とが同一の波形を描くように第 2 駆動部 3 2 0 及び第 3 駆動部 3 3 0 が制御される構成としてもよく、又、両者が異なる（例えば入力軸 I との速度差が逆位相となるような）波形を描くように第 2 駆動部 3 2 0 及び第 3 駆動部 3 3 0 が制御される構成としてもよい。

【 0 0 4 7 】

また、左側出力軸 O L 及び右側出力軸 O R を等速回転駆動し、入力軸 I を速度が一定周期で変動するように駆動する構成としてもよい。或いは、入力軸 I、左側出力軸 O L 及び右側出力軸 O R の全てを、回転数が変動するよう駆動する構成としてもよい。

【 0 0 4 8 】

（第 4 実施形態）

図 5 は、本発明の第 4 実施形態に係るねじり試験装置 4 0 0 の平面図である。本実施形態のねじり試験装置 4 0 0 は、4 つの回転軸を有する供試体 T 4 の回転ねじり試験に適したねじり試験装置の構成例である。以下、一例として、4 W D システムを供試体 T 4 として試験を行う場合について説明する。供試体 T 4 は、図示しないトランスミッション、フロントディファレンシャルギア、トランスファー及び電子制御多板クラッチを備えた F F ベースの電子制御式 4 W D システムである。供試体 T 4 は、エンジンに接続される入力軸 I と、左右の前輪用のドライブシャフトに接続される左側出力軸 O L 及び右側出力軸 O R と、後輪に動力を伝達するプロペラシャフトに接続される後部出力軸 O P を有している。入力軸 I から供試体 T 4 に入力された駆動力は、供試体 T 4 に備わるトランスミッションにより減速された後、フロントディファレンシャルギアを介して、左側出力軸 O L と右側出力軸 O R に分配される。また、フロントディファレンシャルギアに伝達された駆動力の一部は、トランスファーにより分岐されて、後部出力軸 O P から出力されるように構成さ

10

20

30

40

50

れている。

【 0 0 4 9 】

本実施形態のねじり試験装置 4 0 0 は、供試体 T 4 の入力軸 I を駆動する第 1 駆動部 4 1 0、左側出力軸 O L を駆動する第 2 駆動部 4 2 0、右側出力軸 O R を駆動する第 3 駆動部 4 3 0 及び後部出力軸 O P を駆動する第 4 駆動部 4 4 0 を備えている。また、ねじり試験装置 4 0 0 は、その動作を統合的に制御するコントローラ C を備えている。第 1 駆動部 4 1 0、第 2 駆動部 4 2 0、第 3 駆動部 4 3 0 及び第 4 駆動部 4 4 0 の構造は、共に第 1 実施形態の第 1 駆動部 1 1 0 や第 2 駆動部 1 2 0 と同一であるため、重複する具体的構成の説明は省略する。

【 0 0 5 0 】

次に、ねじり試験装置 4 0 0 を用いた供試体 T 4 の回転ねじり試験において実行される制御の一例を説明する。上述のように、供試体 T 4 はフロントディファレンシャルギア（不図示）を備えており、左側出力軸 O L と右側出力軸 O R に加わるトルクの差により、左側出力軸 O L と右側出力軸 O R との回転数差が生じるように構成されている。以下に説明する回転ねじり試験は、供試体 T 4 に内蔵されたフロントディファレンシャルギアを差動させた状態（すなわち、左側出力軸 O L と右側出力軸 O R に回転数差を与えた状態）で、供試体 T 4 の回転ねじり試験を行うものである。具体的には、入力軸 I を一定の回転数で回転させながら、左側出力軸 O L と右側出力軸 O R を回転数差を与えた状態で駆動し、供試体 T 4 の性能を評価するものである。また、以下に説明する本実施形態の回転ねじり試験では、左側出力軸 O L と右側出力軸 O R に加えられるトルクの和が一定となるような制御が行われる。

【 0 0 5 1 】

図 6 は、ねじり試験装置 4 0 0 による回転ねじり試験の手順を表すフローチャートである。本実施形態では、入力軸 I を一定の回転数で駆動しながら、左側出力軸 O L と右側出力軸 O R が所定の回転数差で回転し、且つ、左側出力軸 O L と右側出力軸 O R に加わるトルクの合計が一定となるように、左側出力軸 O L 及び右側出力軸 O R にトルク負荷を加えて回転ねじり試験が行われる。なお、図 6 に示される処理は、コントローラ C によって実行される。

【 0 0 5 2 】

図 6 に示されるねじり試験装置 4 0 0 の制御では、まず、予め設定された各種設定値（試験条件）が、コントローラ C が備える記憶装置（不図示）から読み取られる（S 1）。設定値には、例えば、第 1 駆動部 4 1 0（入力軸 I）の回転数 N_1 、第 2 駆動部 4 2 0（左側出力軸 O L）と第 3 駆動部 4 3 0（右側出力軸 O R）の回転数差（ $N = N_2 - N_3$ ）及びトルク負荷の和（ $T_{m2} + T_{m3}$ ）、第 4 駆動部 4 4 0（後部出力軸 O P）のトルク T_{m4} が含まれる。表 1 は、S 1 において読み込まれる各種設定値の例を示す。

【 0 0 5 3 】

【表 1】

設定パラメータ	設定値
N_1	5 0 [r p m]
$\Delta N (= N_2 - N_3)$	2 [r p m]
$T_{m2} + T_{m3}$	1 0 0 0 0 [N · m]
T_{m4}	1 0 0 0 0 [N · m]

【 0 0 5 4 】

なお、本実施形態では、第 1 駆動部 4 1 0 に対しては回転数を制御量とする回転数制御を行い、第 2 駆動部 4 2 0、第 3 駆動部 4 3 0 及び第 4 駆動部 4 4 0 に対してはトルクを制御量とするトルク制御が行われる。なお、第 2 駆動部 4 2 0 と第 3 駆動部 4 3 0 については、回転数差を制御する必要があるため、回転数制御が適用されるのが通常である。しかしながら、供試体 T 4 に内蔵されるフロントディファレンシャルギア（不図示）は、左

側出力軸 O L と右側出力軸 O R に加わる僅かなトルク差により動作が急激に変化するため、制御（直接的には制御値の検出）の遅れが大きい回転数制御では、実際に自動車に搭載されたときに供試体 T 4 に加えられる負荷を高い精度で再現することができないことが本発明者の研究によって判明した。そこで、本実施形態では、左側出力軸 O L と右側出力軸 O R に与える回転数差の設定値に基づいて、左側出力軸 O L と右側出力軸 O R に加えるべきトルクの目標値を計算して、第 2 駆動部 4 2 0 と第 3 駆動部 4 3 0 に対してトルク制御を行う構成が採用されている。

【 0 0 5 5 】

上記の設定値の読み込み（ S 1 ）に続いて、第 2 駆動部 4 2 0 及び第 3 駆動部 4 3 0 に対するトルク制御の目標値が計算される（ S 2 ）。処理 S 2 においては、まず第 2 駆動部 4 2 0 の回転数 N 2 及び第 3 駆動部 4 3 0 の回転数 N 3 の予測値が計算される。

10

【 0 0 5 6 】

供試体 T 4 の前輪の変速比 r は、入力軸 I の回転数 N 1 、左側出力軸 O L の回転数 N 2 及び右側出力軸 O R の回転数 N 3 を用いて、次の数式 1 により表される。

【 0 0 5 7 】

【数 1】

$$r = \frac{\left(\frac{N2 + N3}{2} \right)}{N1}$$

20

【 0 0 5 8 】

数式 1 を変形すると、次の数式 2 が得られる。

【 0 0 5 9 】

【数 2】

$$N2 + N3 = 2 \cdot r \cdot N1$$

【 0 0 6 0 】

また、回転数差 N の定義より、次の数式 3 が得られる。

30

【 0 0 6 1 】

【数 3】

$$N2 - N3 = \Delta N$$

【 0 0 6 2 】

回転数 N 2 及び N 3 は、上記の数式 2 と数式 3 からなる連立方程式の解である次の数式 4 及び数式 5 により、それぞれ表される。

【 0 0 6 3 】

【数 4】

$$N2 = r \cdot N1 + \frac{\Delta N}{2}$$

40

【 0 0 6 4 】

【数 5】

$$N3 = r \cdot N1 - \frac{\Delta N}{2}$$

【 0 0 6 5 】

第 2 駆動部 4 2 0 、第 3 駆動部 4 3 0 の回転数の設定値 N 2 、 N 3 は、上記の数式 4 、数式 5 に、処理 S 1 において取得された設定値 N 1 、 N （表 1 ）及び既知の変速比 r =

50

0.1を代入して算出される。本実施形態では、 $N2 = 6 \text{ rpm}$ 、 $N3 = 4 \text{ rpm}$ となる。

【0066】

次に、第2駆動部420のトルク $Tm2$ 及び第3駆動部430のトルク $Tm3$ の目標値の初期値が計算される。本実施形態では、回転数差 N を一定にするために、トルク $Tm2$ と $Tm3$ は同一の目標値に設定する必要がある。従って、トルク $Tm2$ 及び $Tm3$ の目標値は、次の数式6により計算される。

【0067】

【数6】

$$Tm2 = Tm3 = \frac{Tm2 + Tm3}{2}$$

10

【0068】

次に、コントローラCは、第1駆動部410に対して回転数 $N1$ の目標値を含む駆動指令を出力する(S3)。

【0069】

次に、コントローラCは、第4駆動部440に対して、トルク $Tm4$ の目標値を含む駆動指令を出力する(S4)。

【0070】

次に、コントローラCは、第2駆動部420、第3駆動部430に対して、それぞれのトルク $Tm3$ 、 $Tm4$ の目標値を含む駆動指令を出力する(S5)。

【0071】

次に、コントローラCは、第1駆動部410、第2駆動部420、第3駆動部430及び第4駆動部440にそれぞれ設けられたエンコーダ(不図示)からの信号に基づいて、各駆動部の回転数 $N1$ 、 $N2$ 、 $N3$ 及び $N4$ (単位: rpm)を計測する(S6)。

【0072】

次に、コントローラCは、第1駆動部410、第2駆動部420、第3駆動部430及び第4駆動部440にそれぞれ設けられたトルクセンサ117からの信号に基づいて、各駆動部のトルク $Tm1$ 、 $Tm2$ 、 $Tm3$ 及び $Tm4$ (単位: N・m)を計測する(S7)

30

【0073】

次に、コントローラCは、上記の処理S6、S7における計測結果である回転数 $N1$ 、 $N2$ 、 $N3$ 、 $N4$ 及びトルク $Tm1$ 、 $Tm2$ 、 $Tm3$ 、 $Tm4$ を、コントローラCに内蔵されたメモリに記録する(S8)。

【0074】

次に、コントローラCは、上記の処理S6において取得された回転数 $N2$ 、 $N3$ の計測結果から、回転数差 $N = N2 - N3$ を計算する(S9)。そして、処理S9において得られた回転数差 N の計測結果が適正か否かが判断される(S10)。具体的には、処理S9において得られた回転数差 N の計測結果をその設定値(表1)と比較して、計測結果と設定値との差が所定の範囲を超えていれば、回転数差 N が適正に制御されていないと判断し(S10:NO)、第2駆動部420のトルク $Tm2$ 及び第3駆動部430のトルク $Tm3$ の目標値を補正(S12)した後、処理S3に戻って再び各駆動部に駆動指令を与える。

40

【0075】

処理S12において、トルク $Tm2$ 及び $Tm3$ の目標値の補正は、次の数式7及び数式8にそれぞれ示されるように、トルク $Tm2$ 及び $Tm3$ に対して補正值を加減することによって行われる。

【0076】

【数 7】

$$Tm2 \leftarrow Tm2 + \alpha$$

【 0 0 7 7 】

【数 8】

$$Tm3 \leftarrow Tm3 - \alpha$$

【 0 0 7 8 】

また、補正值 α は、次の数式 9 により計算される。但し、 N_{set} 及び N_{meas} は、それぞれ第 2 駆動部 4 2 0 と第 3 駆動部 4 3 0 の回転数差 ($N = N_2 - N_3$) の設定値及び計測結果である。 10

【 0 0 7 9 】

【数 9】

$$\alpha = \frac{Tm2 + Tm3}{2} \cdot \frac{\frac{\Delta N_{set} - \Delta N_{meas}}{2}}{\frac{N_2 + N_3}{2}}$$

【 0 0 8 0 】

20

回転数差 N の計測結果と設定値との差が所定の範囲内であれば、回転数差 N が適正に制御されていると判断する (S 1 0 : YES)。ねじり試験装置 4 0 0 の制御を終了せずに継続する場合には (S 1 1 : NO)、各種設定値 (表 1) に更新があったか否かが確認される (S 1 3)。設定値が更新されていれば (S 1 3 : YES)、処理 S 1 に戻って設定値を再び読み取る。また、設定値が更新されていない場合は (S 1 3 : NO)、処理 S 3 に戻って各駆動部に駆動指令を与える。

【 0 0 8 1 】

上記のように第 1 駆動部 4 1 0、第 2 駆動部 4 2 0、第 3 駆動部 4 3 0 及び第 4 駆動部 4 4 0 を制御することによって、左側出力軸 OL と右側出力軸 OR に回転数差が与えられた状態での供試体 T 4 の回転ねじり試験が可能になる。 30

【 0 0 8 2 】

なお、上記の第 4 実施形態では、第 2 駆動部 4 2 0 (左側出力軸 OL) と第 3 駆動部 4 3 0 (右側出力軸 OR) の回転数差 N 及びトルク負荷の和 ($Tm2 + Tm3$) を一定とする条件下で第 2 駆動部 4 2 0 及び第 3 駆動部 4 3 0 をトルク制御する構成が採用されているが、本発明の制御方法はこの構成に限定されない。例えば、回転数差 N の条件を設定せず、予め設定した静的又は動的トルク $Tm2$ 及び $Tm3$ を第 2 駆動部 4 2 0 及び第 3 駆動部 4 3 0 にそれぞれ加える構成としてもよい。また、トルク負荷の和 ($Tm2 + Tm3$) を一定とする条件を設定せず、回転数差 N が維持されるように、第 2 駆動部 4 2 0 及び第 3 駆動部 4 3 0 を回転数制御する構成としてもよい。

【 0 0 8 3 】

40

また、上記の第 4 実施形態では、第 1 駆動部 4 1 0 が一定の回転数で駆動されるが、第 1 駆動部 4 1 0 の回転数を例えば所定の波形に従って変動させて回転ねじり試験を行う構成としてもよい。例えば、左側出力軸 OL の回転数と右側出力軸 OR の回転数とが同一の波形に従って変化するように第 2 駆動部 4 2 0 及び第 3 駆動部 4 3 0 が制御される構成としてもよく、又、両者が異なる (例えば入力軸 I との速度差が逆位相となるような) 波形に従って変化するように第 2 駆動部 4 2 0 及び第 3 駆動部 4 3 0 が制御される構成としてもよい。

【 0 0 8 4 】

また、上記の第 4 実施形態では、第 4 駆動部 4 4 0 が一定のトルクで駆動されるが、第 1 駆動部 4 1 0 のトルクを例えば所定の波形に従って変動させて回転ねじり試験を行う構 50

成としてもよい。また、上記の第4実施形態では、左側出力軸O_Lと右側出力軸O_Rの回転数差が一定になるように制御されるが、左側出力軸O_Lと右側出力軸O_Rの回転数差を例えば所定の波形に従って変動させて回転ねじり試験を行う構成としてもよい。

【0085】

また、上記の第4実施形態の供試体T₄は、入力軸I、左側出力軸O_L、右側出力軸O_R及び後部出力軸O_Pがギアなどを介して連結されている装置であるため、回転ねじり試験において各軸に加わるトルクの大きさは一致しない。そのため、ねじり試験時の供試体T₄の挙動をより正確に把握する為には、入力軸I、左側出力軸O_L、右側出力軸O_R及び後部出力軸O_Pのトルクを個別に計測することが好ましい。本実施形態においては、第1駆動部410、第2駆動部420、第3駆動部430、第4駆動部440の全てにトルクセンサが設けられているため、供試体T₄の入力軸I、左側出力軸O_L、右側出力軸O_R及び後部出力軸O_Pに加わるトルクを個別に計測することができる。

10

【0086】

また、左側出力軸O_L、右側出力軸O_R及び後部出力軸O_Pを等速回転駆動し、入力軸Iを回転数が一定周期で変動するように駆動する構成としてもよい。或いは、入力軸I、左側出力軸O_L、右側出力軸O_R及び後部出力軸O_Pの全てを、回転数が変動するよう駆動する構成としてもよい。

【0087】

また、上記の各実施形態は、いずれも回転ねじり試験を行う例であるが、いずれかの駆動部の回転を止めて反力部とすることにより、ねじり試験装置100、200、300、400を使用して通常のねじり試験を行うこともできる。

20

【0088】

以上が本発明の実施形態の説明であるが、本発明は、上記の実施形態の構成に限定されるものではなく、その技術的思想の範囲内で様々な変形が可能である。

【符号の説明】

【0089】

100、200、300、400 ねじり試験装置

110、210、310、410 第1駆動部

110a 本体

110b ベース

30

111 可動プレート

112、122 サーボモータ

113 減速機

114 ケース

115 スピンドル

116、126 チャック装置

117 トルクセンサ

119a スリップリング

119b ブラシ

120、320、420 第2駆動部

40

230、330、430 第3駆動部

440 第4駆動部

T 供試体

I 入力軸

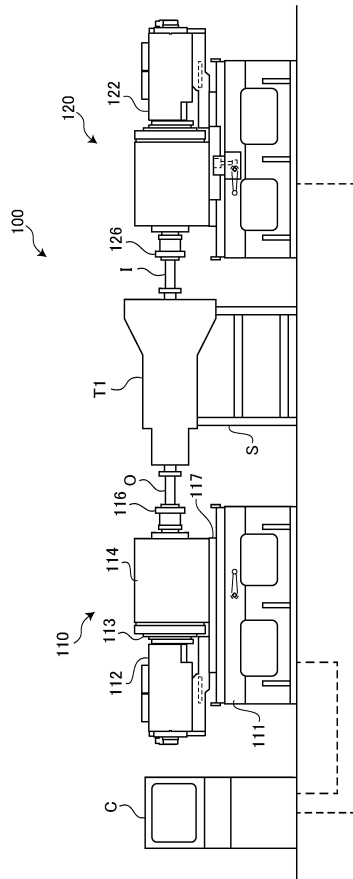
O 出力軸

O_L 左側出力軸

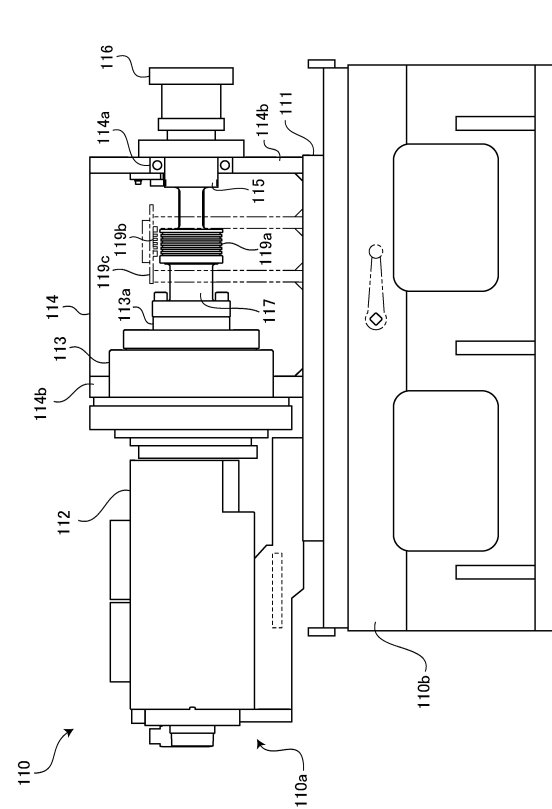
O_R 右側出力軸

O_P 後部出力軸

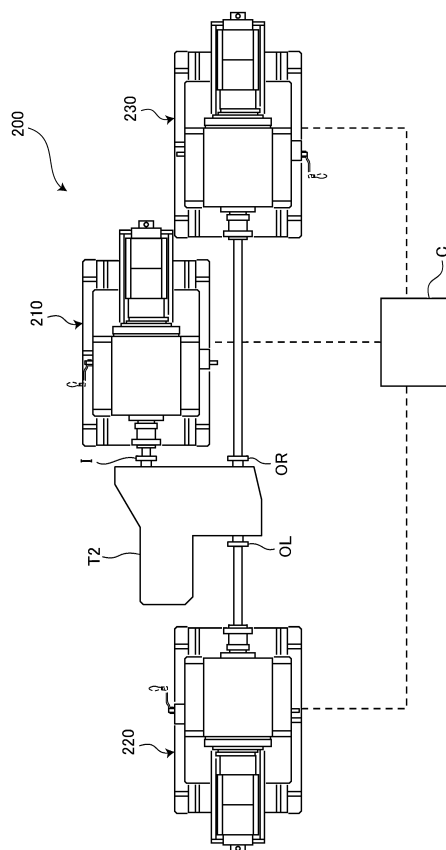
【図 1】



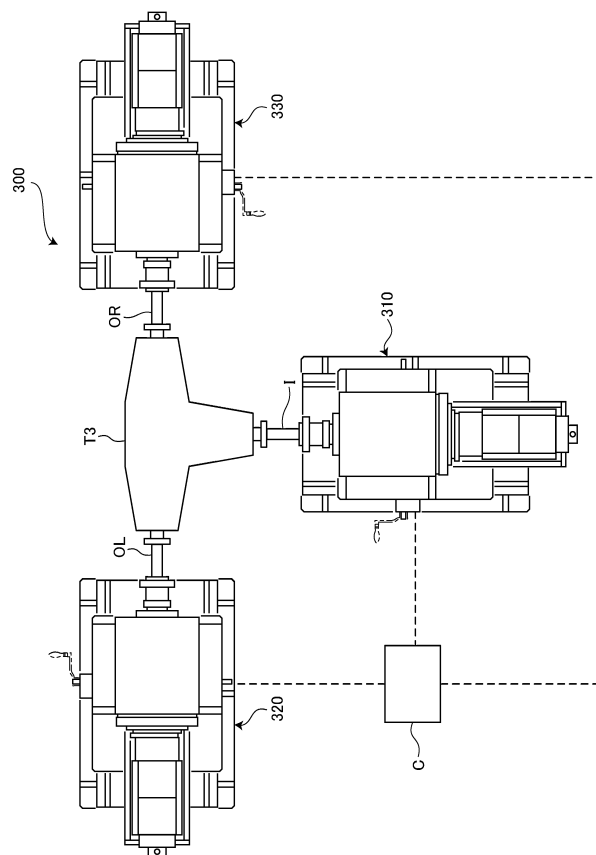
【図 2】



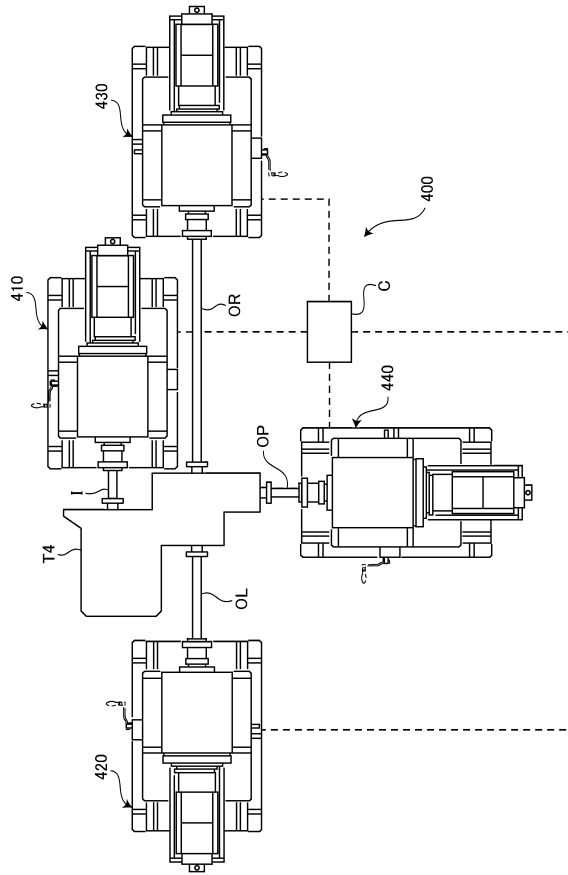
【図 3】



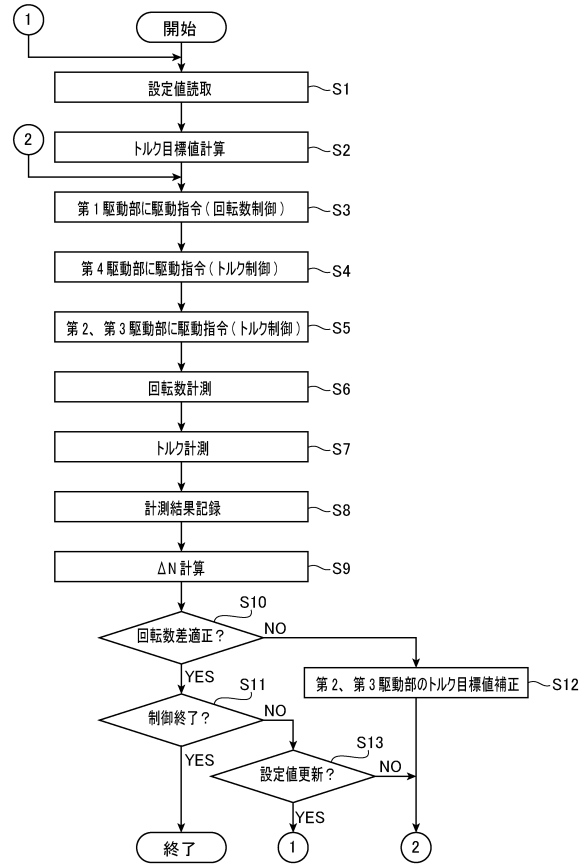
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 村内 一宏
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 長谷川 正伸
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 坂上 友隆
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

審査官 福田 裕司

- (56)参考文献 国際公開第2008/066069(WO, A1)
実開平07-006743(JP, U)
特開平10-281937(JP, A)
特開平05-052704(JP, A)
特開平06-308016(JP, A)
特開2007-163156(JP, A)
特開平10-323086(JP, A)
特開平09-196822(JP, A)
特開平07-181110(JP, A)
特開平07-012683(JP, A)
特開平10-142103(JP, A)
米国特許出願公開第2007/0240517(US, A1)
米国特許第04159642(US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01M 13/02