

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6250960号
(P6250960)

(45) 発行日 平成29年12月20日(2017.12.20)

(24) 登録日 平成29年12月1日(2017.12.1)

(51) Int.Cl.

G O 1 N 3/22 (2006.01)

F I

G O 1 N 3/22

請求項の数 11 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2013-134201 (P2013-134201)	(73) 特許権者	391046414
(22) 出願日	平成25年6月26日(2013.6.26)		国際計測器株式会社
(65) 公開番号	特開2015-10843 (P2015-10843A)		東京都多摩市永山6丁目2番1号
(43) 公開日	平成27年1月19日(2015.1.19)	(74) 代理人	100078880
審査請求日	平成28年6月20日(2016.6.20)		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
		(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

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】

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、
 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、
 前記第1駆動部及び前記第2駆動部を制御するコントローラと、
 を備え、
 前記第1及び第2駆動部は、
 モータと、
 前記供試体の入力軸又は出力軸と接続され、前記モータの回転を前記供試体の入力軸
 又は出力軸に伝達するスピンドルと、
 前記スピンドルを介して前記供試体の入力軸又は出力軸に与えられるトルクを検出する
 トルクセンサと、
 前記スピンドルの回転数を検出する回転計と、備え、
 前記コントローラが、
 前記第1駆動部及び前記第2駆動部のいずれか一方の駆動部について、前記スピンドルが
 所定の回転数で回転するように制御し、
 前記第1駆動部及び前記第2駆動部の他方の駆動部について、前記供試体の入力軸又は
 出力軸に所定のトルクを与えるように制御し、
前記所定のトルクが前記供試体の入力軸又は出力軸の設計トルク以下に設定された場合

10

20

たり試験と、前記所定のトルクが前記供試体の入力軸又は出力軸の設計トルクを超える値に設定された加速劣化試験と、を行うことが可能であり、

前記歯当たり試験を行い、該歯当たり試験において前記供試体が不良と判定されなかった場合に、続けて、前記加速劣化試験を行う、
ねじり試験装置。

【請求項 2】

前記コントローラが、

前記一方の駆動部について、前記スピンドルが一定の回転数で回転するように制御し、

前記他方の駆動部について、前記供試体の入力軸又は出力軸に一定のトルクを与えるように制御し、

前記第 1 駆動部と前記第 2 駆動部とのスピンドルの回転の位相差が第 1 の基準値を超えたときに、前記供試体を不良と判定する、
請求項 1 に記載のねじり試験装置。

【請求項 3】

前記第 1 駆動部と前記第 2 駆動部とのスピンドルの回転の位相差が、前記供試体の減速比で補正した値である、
請求項 2 に記載のねじり試験装置。

【請求項 4】

前記コントローラが、

前記一方の駆動部について、前記スピンドルが一定の回転数で回転するように制御し、

前記他方の駆動部について、前記供試体の入力軸又は出力軸に一定のトルクを与えるように制御し、

前記他方の駆動部の前記スピンドルの回転数が所定の範囲を超えて変動したときに、前記供試体を不良と判定する、
請求項 1 に記載のねじり試験装置。

【請求項 5】

前記コントローラが、前記第 1 駆動部及び前記第 2 駆動部のいずれか一方の駆動部のトルクセンサが検出したトルクの減少量が第 2 の基準値を超えたときに、前記供試体が破壊したと判定する、
請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のねじり試験装置。

【請求項 6】

前記コントローラが、前記第 1 駆動部及び前記第 2 駆動部のいずれか一方の駆動部のトルクセンサが検出したトルクが第 3 の基準値を超えたときに、前記供試体を不良と判定する、
請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載のねじり試験装置。

【請求項 7】

前記コントローラは、前記供試体が不良又は破壊したと判定したときに、前記第 1 駆動部及び前記第 2 駆動部の駆動を停止させる、
請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載のねじり試験装置。

【請求項 8】

静的ねじり試験を行うときに、前記所定の回転数がゼロ値に設定される、
請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載のねじり試験装置。

【請求項 9】

前記スピンドルに固定された、前記供試体の入力軸又は出力軸を取り付けるチャックを備えた、
請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載のねじり試験装置。

【請求項 10】

前記コントローラが、

10

20

30

40

50

前記トルクセンサの検出結果と前記所定のトルクとの偏差を、複数の制御周期に亘って徐々に補正する、

請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載のねじり試験装置。

【請求項 11】

前記複数の制御周期において、前記他方の駆動部が前記一方の駆動部と同期回転するための平衡回転数 N_0 に、前記偏差を補正するために前記他方の駆動部に与えるべき回転角を前記複数の制御周期の和で割った加算値 N を加えた値を、前記他方の駆動部の回転数 N の目標値とする、

請求項 10 に記載のねじり試験装置。

【発明の詳細な説明】

10

【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】

20

【0003】

【特許文献1】特開 2007 - 107955 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

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。

【0005】

30

本発明は、上記の事情に鑑みて為されたものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一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駆動部と、

第1駆動部及び第2駆動部を制御するコントローラと、

を備え、

第1及び第2駆動部は、

40

モータと、

供試体の入力軸又は出力軸が取り付けられ、モータの回転を供試体の入力軸又は出力軸に伝達するチャックと、

チャックを介して供試体の入力軸又は出力軸に与えられ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、備え、

コントローラが、

第1駆動部及び第2駆動部の一方について、チャックが所定の速度で回転するように制御し、

第1駆動部及び第2駆動部の他方について、供試体の入力軸又は出力軸に所定のトル

50

クを与えるように制御するものである。

【 0 0 0 7 】

この構成によれば、動力伝達装置である供試体の入出力軸を回転させながらトルクを与える試験を行うことで、実際の使用環境下での動力伝達装置の性能を正確に評価することが可能になる。

【 0 0 0 8 】

また、上記のねじり試験装置において、所定のトルクが供試体の入力軸又は出力軸の設計トルク以下に設定された歯当たり試験を行う構成としてもよい。

【 0 0 0 9 】

この構成によれば、非破壊的に供試体の初期特性の評価を行うことができる。

10

【 0 0 1 0 】

また、上記のねじり試験装置において、コントローラが、

一方について、チャックが一定速度で回転するように制御し、

他方について、供試体の入力軸又は出力軸に一定のトルクを与えるように制御し、

第1駆動部及び第2駆動部の一方と他方のチャック間の回転の位相差が第1の基準値を超えたときに、供試体を不良と判定する構成としてもよい。

【 0 0 1 1 】

この構成において、第1駆動部と第2駆動部とのチャックの回転の位相差が、供試体の減速比で補正した値である構成としてもよい。

【 0 0 1 2 】

20

また、上記のねじり試験装置において、コントローラが、

一方について、チャックが一定の回転数で回転するように制御し、

他方について、供試体の入力軸又は出力軸に一定のトルクを与えるように制御し、

他方のチャックの回転数が所定の範囲を超えて変動したときに、供試体を不良と判定する構成としてもよい。

【 0 0 1 3 】

これらの構成によれば、供試体の歯当たりの良否の検査が可能になる。

【 0 0 1 4 】

また、上記のねじり試験装置において、コントローラが、第1駆動部及び第2駆動部のいずれか一方のトルクセンサが検出したトルクが第2の基準値を超えて減少したときに、供試体が破壊したと判定する構成としてもよい。

30

【 0 0 1 5 】

また、上記のねじり試験装置において、コントローラが、第1駆動部及び第2駆動部のいずれか一方のトルクセンサが検出したトルクが第3の基準値を超えたときに、供試体を不良と判定する構成としてもよい。

【 0 0 1 6 】

この構成によれば、試験中に供試体の不良が推定されたときに速やかに駆動が停止するため、無駄な駆動時間が削減され、効率的に試験を行うことが可能になる。

【 0 0 1 7 】

また、上記のねじり試験装置において、所定のトルクが供試体の入力軸又は出力軸の設計トルクを超える値に設定された加速劣化試験を行う構成としてもよい。

40

【 0 0 1 8 】

この構成によれば、供試体の信頼性評価を短時間で行うことができる。

【 0 0 1 9 】

また、上記のねじり試験装置において、歯当たり試験を行い、歯当たり試験において供試体が不良と判定されなかった場合に、続けて、加速劣化試験を行う構成としてもよい。

【 0 0 2 0 】

この構成によれば、供試体の初期特性の評価と信頼性の評価を連続して効率的に行うことが可能になる。

【 0 0 2 1 】

50

また、上記のねじり試験装置において、コントローラが、供試体が不良又は破壊したと判定したときに、第１駆動部及び第２駆動部の駆動を停止させる構成としてもよい。

【００２２】

この構成によれば、試験中に供試体が破壊したときに速やかに駆動が停止するため、無駄な駆動時間が削減され、効率的に試験を行うことが可能になる。

【００２３】

また、上記のねじり試験装置において、静的ねじり試験を行うときに、所定の速度がゼロ値に設定される構成としてもよい。

【００２４】

この構成によれば、速度の設定変更のみで静的ねじり試験と回転ねじり試験とを速やかに切り替えることができるため、複数の試験を連続して効率的に行うことが可能になる。

【発明の効果】

【００２５】

本発明の実施形態に係るねじり試験装置は、入出力軸を回転させながら入出力軸にトルクを与える試験を行うことにより、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すること可能になる。

【図面の簡単な説明】

【００２６】

【図１】図１は、本発明の第１実施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実施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実施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実施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実施形態のねじり試験装置の平面図である。

【図６】図６は、本発明の実施例１の回転ねじり疲労試験の手順を表すフローチャートである。

【図７】図７は、本発明の実施例２の静的ねじり試験の手順を表すフローチャートである。

。

【図８】図８は、本発明の実施例３の歯当たり試験の手順を表すフローチャートである。

【図９】図９は、本発明の実施例４の加速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】

【００２７】

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。

【００２８】

（第１実施形態）

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。

【００２９】

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を所定の高さで支持するベース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

10

20

30

40

50

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。

【００３０】

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に取り付ける為のチャック装置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。

10

【００３１】

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。

20

【００３２】

トルクセンサ１１７の他端側の外周面には、複数のスリップリング１１９ａが取り付けられている。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。

30

【００３３】

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。

40

【００３４】

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の入力軸Ｉ（エンジン側）を第１駆動部１１０のチャック装置１１６に、出力軸Ｏを第２駆動部１２０のチャック装置１２６に、夫々固定した状態で、例えばサーボモータ１１２、１２２を同期して回転駆動させると共に、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

50

動するように第1駆動部110のチャック装置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。

【0035】

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（供試体T1）の入力軸Iと出力軸Oの両方をサーボモータ112、122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の一軸を定速度又は変動速度で回転駆動させながら、トランスミッションユニットの他の各軸に固定又は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。

【0036】

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。

【0037】

同様に、第1駆動部110及び第2駆動部120に夫々ロータリーエンコーダが設けられているため、供試体T1の入力軸I、出力軸Oの回転数を個別に計測することができる。これにより、本実施形態のねじり試験装置100は、試験時の供試体T1の挙動を極めて正確に把握できるようになっている。

【0038】

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。

【0039】

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。

【0040】

以上説明した本発明の第1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、他の動力伝達装置の回転ねじり試験を行う試験装置も又、本発明の範囲に含まれる。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。

【0041】

（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 FF 車用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。

【0042】

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。

10

【0043】

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。

【0044】

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、FF 車用トランスミッションユニット（供試体 T2）の一軸を定速度又は変動速度で回転駆動させながら、他の各軸に固定又は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。

20

【0045】

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 FF 車用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 に加わるトルクの大きさと左側出力軸 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、の全てにトルクセンサが設けられているため、FF 車用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。

30

【0046】

同様に、第 1 駆動部 210、第 2 駆動部 220 及び第 3 駆動部 230 の全てにロータリーエンコーダが設けられているため、供試体 T2 の入力軸 I、左側出力軸 OL 及び右側出力軸 OR の回転数を個別に計測することができる。これにより、本実施形態のねじり試験装置 200 は、試験時の供試体 T2 の挙動を極めて正確に把握できるようになっている。

【0047】

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 の駆動を制御す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 の駆動を制御する構成としてもよい。

40

【0048】

また、左側出力軸 OL と右側出力軸 OR を定速（又は定トルク）で回転駆動し、速度（又はトルク）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（又はトルク）が個別に変動するよう駆動する構成としてもよい。

【0049】

（第 3 実施形態）

50

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、F R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。

【0050】

本実施形態のねじり試験装置300は、供試体T3の入力軸Iを駆動する第1駆動部310、左側出力軸OLを駆動する第2駆動部320及び右側出力軸ORを駆動する第3駆動部330を備えている。また、ねじり試験装置300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310、第2駆動部320及び第3駆動部330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。

10

【0051】

本実施形態のねじり試験装置300により供試体T3のねじり試験を行う場合は、例えば第1駆動部310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320及び第3駆動部330によって、左側出力軸OL及び右側出力軸ORにそれぞれトルクが加わるように駆動する。

【0052】

上記のように第1駆動部310、第2駆動部320及び第3駆動部330を制御することによって、ディファレンシャルギアユニット（供試体T3）の一軸を定速度又は変動速度で回転駆動しながら、他の各軸に固定又は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。

20

【0053】

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OL及び右側出力軸OR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OL及び右側出力軸OR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T3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310、第2駆動部320、第3駆動部330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T3）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。

30

【0054】

同様に、第1駆動部310、第2駆動部320及び第3駆動部330の全てにロータリーエンコーダが設けられているため、供試体T3の入力軸I、左側出力軸OL及び右側出力軸ORの回転数を個別に計測することができる。これにより、本実施形態のねじり試験装置300は、試験時の供試体T3の挙動を極めて正確に把握できるようになっている。

【0055】

なお、入力軸Iの回転数と左側出力軸OL及び右側出力軸ORの回転数とが同一の波形を描くように第2駆動部320及び第3駆動部330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320及び第3駆動部330が制御される構成としてもよい。

40

【0056】

また、左側出力軸OL及び右側出力軸OR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OL及び右側出力軸OR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。

【0057】

（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400の平面図である。本実施形

50

態のねじり試験装置 400 は、4つの回転軸を有する供試体 T4 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、4WDシステムを供試体 T4 として試験を行う場合について説明する。供試体 T4 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 FF ベースの電子制御式 4WDシステムである。供試体 T4 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 OL 及び右側出力軸 OR 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 OP を有している。入力軸 I から供試体 T4 に入力された駆動力は、供試体 T4 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 OL と右側出力軸 OR 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 OP から出力されるように構成されている。

10

【0058】

本実施形態のねじり試験装置 400 は、供試体 T4 の入力軸 I を駆動する第 1 駆動部 410、左側出力軸 OL を駆動する第 2 駆動部 420、右側出力軸 OR を駆動する第 3 駆動部 430 及び後部出力軸 OP を駆動する第 4 駆動部 440 を備えている。また、ねじり試験装置 400 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 410、第 2 駆動部 420、第 3 駆動部 430 及び第 4 駆動部 440 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 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。

20

【0059】

本実施形態のねじり試験装置 400 により供試体 T4 のねじり試験を行う場合は、例えば第 1 駆動部 410 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 420、第 3 駆動部 430 及び第 4 駆動部 440 によって、左側出力軸 OL、右側出力軸 OR 及び後部出力軸 OP にそれぞれトルクが加わるように駆動する。

【0060】

上記のように第 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 を制御することによって、4WDシステム（供試体 T4）の一軸を定速度又は変動速度で回転駆動しながら、他の各軸に固定又は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。

30

【0061】

4WDシステムも又、トランスミッションユニット等と同様に、入力軸 I と左側出力軸 OL、右側出力軸 OR 及び後部出力軸 OP 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 OL、右側出力軸 OR 及び後部出力軸 OP 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 OL と右側出力軸 OR 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 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 OL、右側出力軸 OR 及び後部出力軸 OP 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 410、第 2 駆動部 420、第 3 駆動部 430 及び第 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、4WDシステム（供試体 T4）の入力軸 I、左側出力軸 OL、右側出力軸 OR 及び後部出力軸 OP 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。

40

【0062】

同様に、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 の全てにロータリーエンコーダが設けられているため、供試体 T4 の入力軸 I、左側出力軸 OL、右側出力軸 OR 及び後部出力軸 OP の回転数を個別に計測することができる。これにより、本実施形態のねじり試験装置 400 は、試験時の供試体 T4 の挙動を極めて正確に把握できるようになっている。

【0063】

なお、左側出力軸 OL 及び右側出力軸 OR の回転数が同一の波形を描くように第 2 駆動

50

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）波形を描くように第 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 6 4 】

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、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。

【 0 0 6 5 】

以下、上記に説明した各実施形態のねじり試験装置を用いて行う試験方法の例を幾つか説明する。

【実施例 1】

【 0 0 6 6 】

（回転ねじり疲労試験）

まず、上述した本発明の第 2 実施形態に係るねじり試験装置 2 0 0 を使用して行われる F F 車用トランスミッションユニット（供試体 T 2）の回転ねじり試験の一例を説明する。

【 0 0 6 7 】

表 1 に、ねじり試験装置 2 0 0 を構成する各駆動部の定格値を示す。供試体 T 2 の入力軸 I に接続される第 1 駆動部 2 1 0 には、各出力軸に接続される第 2 駆動部 2 2 0、第 3 駆動部 2 3 0 の 2 倍以上（本実施形態においては約 3 倍）の定格出力のサーボモータが搭載されている。また、第 1 駆動部 2 1 0 には、高い最大回転数を確保するために、比較的

【 0 0 6 8 】

【表 1】

駆動部	モータ 定格出力	減速比	最大トルク	最大回転数
第 1 駆動部 2 1 0	2 2 k W	1 / 3 1 . 4	2 k N ・ m	9 5 r p m
第 2 駆動部 2 2 0	7 k W	1 / 1 8 5	5 k N ・ m	2 4 r p m
第 3 駆動部 2 3 0	7 k W	1 / 1 8 5	5 k N ・ m	2 4 r p m

【 0 0 6 9 】

図 6 は、本実施例の回転ねじり疲労試験の手順を表すフローチャートである。本実施例の回転ねじり疲労試験は、供試体 T 2 の各出力軸（左側出力軸 O L、右側出力軸 O R）を予め設定された一定の回転数で駆動しながら、入力軸 I に繰り返し正逆反転トルク（サイン波形）の負荷を与えるものである。本実施例では、入力軸 I が回転数 5 0 r p m で回転するように各出力軸 O L、O R の回転数が設定される。また、入力軸 I に与える繰り返しトルクの周波数は、例えば 0 . 1 ~ 5 H z の範囲に設定される。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 7 0 】

図 6 に示されるねじり試験装置 2 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）や各種パラメータが、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）。S 1 において読み取られる設定値には、例えば、第 2 駆動部 2 2 0（左側出力軸 O L）及び第 3 駆動部 2 3 0（右側出力軸 O R）のスピンドルの回転数 N や第 1 駆動部 2 1 0 のスピンドルのトルク T m の設定値が含まれる。なお、回転数 N やトルク T

mを変動させる場合には、回転数Nやトルク T_m 等の設定値は、数値テーブル又は時間の関数として記憶装置に保持される。また、S1において読み取られるパラメータには、各駆動部（第1駆動部210、第2駆動部220及び第3駆動部230）に搭載された減速機の減速比、及び、供試体T2の各軸間の減速比が含まれている。

【0071】

なお、本実施形態では、第2駆動部220及び第3駆動部230に対してはスピンドルの回転数Nを制御量とする回転数制御（速度制御）が行われ、第1駆動部210に対してはスピンドルのトルク T_m を制御量とするトルク制御が行われる。なお、各駆動部210、220、230のサーボモータの駆動制御には、各サーボモータの回転軸の角速度を指令値とする速度制御が採用される。各サーボモータに対する角速度の指令値は、制御量であるスピンドルの回転数N又はトルク T_m の目標値から計算される。

10

【0072】

上記の設定値の読み込み（S1）に続いて、コントローラCは、第1駆動部210のスピンドルのトルク T_m の目標値と、第2駆動部220及び第3駆動部230のスピンドルの回転数Nの目標値を計算する（S2）。スピンドルのトルク T_m 又は回転数Nの設定値が定数の場合には、単にS1において読み取られた各駆動部210、220、230のスピンドルの回転数Nやトルク T_m の設定値を、そのまま目標値として設定する。

【0073】

なお、本実施例では、一定の時間間隔（例えば1msec間隔）でコントローラCから各駆動部210、220、230のサーボモータに周期的に指令が送信される。すなわち、1周期（「タイムスロット」という。）単位で目標値が設定され、各サーボモータの駆動制御が行われる。スピンドルのトルク T_m 又は回転数Nの設定値が変動値である場合には、コントローラCは、S1において読み取った数値テーブル又は関数に基づき、第1駆動部210のスピンドルのトルク T_m の目標値と、第2駆動部220及び第3駆動部230のスピンドルの回転数Nの目標値とを、1周期分タイムスロット毎に計算する。

20

【0074】

また、上述のように、トルク制御が行われる第1駆動部210についても、最終的にはサーボモータの速度制御が行われるため、スピンドルのトルク T_m の目標値に基づいて回転数Nの目標値が計算される。第1駆動部210のスピンドルの回転数Nの目標値は、第2駆動部220及び第3駆動部230と同期回転するための平衡回転数 N_0 に、第1駆動部210のスピンドルのトルク T_m を増減して目標値に近付けるための加算値 N を加えた値となる。

30

【0075】

平衡回転数 N_0 は、第2駆動部220（又は、第3駆動部230）のスピンドルの回転数Nの目標値を、供試体T2の入力軸Iに対する右側出力軸OL（又は、右側出力軸OR）の減速比で割った値として計算される。

【0076】

また、加算値 N を計算するには、まず、第1駆動部210のトルクセンサからの信号に基づいて、第1駆動部210のスピンドルに加えられているトルクを計測する。そして、S2で計算した第1駆動部210のスピンドルのトルク T_m の目標値Rと計測値Yとの偏差 $E = R - Y$ を計算する。

40

【0077】

また、S1においてコントローラCの記憶装置から読み取られるパラメータには、供試体T2の左側出力軸OL及び右側出力軸ORを固定した状態で入力軸Iを回転させたときに、入力軸Iのトルクを単位量（例えば1N・m）増加させるのに必要な回転角（「等価回転角」という。）が含まれている。トルク T_m の偏差Eを等価回転角で割った値が、トルク T_m を目標値Rに一致させるために供試体T2の入力軸Iに与えるべき位相差（回転角）となる。

【0078】

トルクの偏差を急激に補正すると衝撃が発生するため、トルクの偏差は例えば10タイ

50

ムスロット (1 0 m s e c) 程度の時間幅で徐々に補正する。具体的には、例えば位相差の 1 0 % をタイムスロット長 (例えば 1 m s e c) で割った値を、第 1 番目から第 1 0 番目のタイムスロットに対する加算値 N とする。

【 0 0 7 9 】

第 1 駆動部 2 1 0 のスピンドルの回転数 N の目標値も、タイムスロット毎に 1 周期分計算される。

【 0 0 8 0 】

次に、コントローラ C は、S 2 で計算された各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のスピンドルの回転数 N の目標値から、各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のサーボモータの出力軸の角速度の目標値を計算する (S 3)。各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のサーボモータの出力軸の角速度の目標値は、S 2 で計算された各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のスピンドルの回転数 N の目標値を、S 1 で取得された各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 の減速機の減速比で夫々割った値として計算される。

【 0 0 8 1 】

次に、カウンタ k をリセットする (S 4)。このカウンタ k は、実行するタイムスロットの番号を示す数である。

【 0 0 8 2 】

次に、各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のサーボモータ (具体的にはサーボアンプ) に、第 k 番目のタイムスロットに対応する駆動指令を送信する (S 5)。この駆動指令には、S 3 で計算した各サーボモータの角速度の目標値が含まれている。

【 0 0 8 3 】

次に、各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のロータリーエンコーダからの信号に基づいて、各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のスピンドルの回転数 N (すなわち、供試体 T 2 の各回転軸の回転数) が計測される (S 6)。

【 0 0 8 4 】

次に、各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のトルクセンサからの信号に基づいて、各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のスピンドルに加えられているトルク (すなわち、供試体 T 2 の各回転軸のトルク) が計測される (S 7)。そして、各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のスピンドルの回転数 N とトルク T_m の計測値がコントローラ C の記憶装置に記録される (S 8)。

【 0 0 8 5 】

次に、停止を指示するユーザ操作が行われたか否かが判定される (S 9)。停止を指示するユーザ操作が行われていれば (S 9 : Y E S)、各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のサーボモータに停止指令を送信し (S 1 0)、制御が終了する。停止を指示するユーザ操作が行われていなければ (S 9 : N O)、次に、カウンタ k が上限値 K に達した (すなわち 1 周期分の駆動制御が完了した) か否かが判定される (S 1 1)。カウンタ k が上限値 K に達していなければ (S 1 1 : N O)、カウンタ k をインクリメントしてから (S 1 2)、処理は S 5 へ戻り、次のタイムスロットの制御が行われる。

【 0 0 8 6 】

カウンタ k が上限値 K に達していれば (S 1 1 : Y E S)、次に、設定値が変更されているか否かが判定される (S 1 3)。設定値が変更されていれば (S 1 3 : Y E S)、処理は S 1 に戻り、変更後の設定値に基づいて各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 の駆動制御が行われる。設定値が変更されていなければ (S 1 3 : N O)、各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のトルク T_m 及び回転数 N の目標値の修正が行われる (S 1 4)。

【 0 0 8 7 】

処理 S 1 4 では、直前に実行した 1 周期分の駆動制御における制御誤差 (具体的には、第 1 駆動部 2 1 0 のスピンドルのトルク T_m の目標値と計測値との偏差、並びに、第 2 駆動部 2 2 0 及び第 3 駆動部 2 3 0 のスピンドルの回転数 N の目標値と計測値との偏差) に基づいて、各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のトルク T_m 及び回転数 N の 1 周期分の目標値がタイムスロット毎に修正される。目標値の修正は、例えば、当初計算された目標値に

10

20

30

40

50

補正値を加算することにより行われる。補正値の加算は、処理 S 2 における加算値 N と同様に、例えば 10 タイムスロット (10 m s e c) 程度の時間幅で徐々に行われる。具体的には、補正値の加算は、例えば必要な補正量の 10 % ずつを第 1 番目から第 10 番目のタイムスロットの目標値に加算することで行われる。処理 S 1 4 が終わると、処理は S 4 へ戻り、修正後の目標値に基づいて各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 の駆動制御が行われる。

【 0 0 8 8 】

上記の実施例 1 の回転ねじり疲労試験では、第 1 駆動部 2 1 0 (供試体 T 2 の入力軸 I) に対してトルク制御を行い、第 2 駆動部 2 2 0 (供試体 T 2 の左側出力軸 O L) 及び第 3 駆動部 2 3 0 (供試体 T 2 の右側出力軸 O R) に対して速度制御を行う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。第 1 駆動部 2 1 0、第 2 駆動部 2 2 0 及び第 3 駆動部 2 3 0 のうちのいずれか 1 つ又は 2 つに対して速度制御を行い、残りに対してトルク制御を行うことができる。また、第 1 駆動部 2 1 0、第 2 駆動部 2 2 0 及び第 3 駆動部 2 3 0 の全てに対してトルク制御を行うこともできる。

【 0 0 8 9 】

また、実施例 1 の回転ねじり疲労試験では、本発明の第 2 実施形態に係るねじり試験装置 2 0 0 が使用されているが、同様の回転ねじり試験は、上述した本発明の各実施形態に係るねじり試験装置 1 0 0、2 0 0、3 0 0 及び 4 0 0 のいずれを用いても行うことができる。

【 0 0 9 0 】

また、実施例 1 の回転ねじり疲労試験では、繰り返しトルクの周波数が 0 . 1 ~ 5 H z の範囲に設定されるように構成されているが、供試体の仕様に応じて様々な周波数範囲 (例えば 0 . 1 ~ 数 k H z) の繰り返しトルクや繰り返し速度が与えられるようにしてもよい。

【 0 0 9 1 】

また、実施例 1 の回転ねじり疲労試験は、各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 により供試体 T 2 の各軸を順方向に回転駆動させて行われるが、供試体 T 2 の各軸を逆方向に回転させる構成としてもよい。

【 0 0 9 2 】

また、後述する実施例 2 の制御手順 (図 7) における破壊検知処理 S 1 1 a を制御手順に含めて、実施例 3 と同様の制御手順 (図 8) を行う構成としてもよい。

【 0 0 9 3 】

また、いずれかの駆動部に対して速度制御を行う場合、次に説明する実施例 2 のように、目標速度を一定値 0 に設定して (すなわち供試体の少なくとも 1 軸を静止させて) 試験を行うこともできる。

【 実施例 2 】

【 0 0 9 4 】

(静的ねじり試験)

以下に説明する実施例 2 は、上述した本発明の第 2 実施形態に係るねじり試験装置 2 0 0 を使用して行われる F F 車用トランスミッションユニット (供試体 T 2) の静的ねじり試験の一例である。実施例 2 で使用されるねじり試験装置 2 0 0 の各駆動部 (第 1 駆動部 2 1 0、第 2 駆動部 2 2 0 及び第 3 駆動部 2 3 0) の定格値も表 2 に示される通りである。本実施例でも、速度制御によって各駆動部 2 1 0、2 2 0、2 3 0 のサーボモータの駆動が制御される。

【 0 0 9 5 】

実施例 2 では、供試体 T 2 の各出力軸 (左側出力軸 O L 及び右側出力軸 O R) に接続された第 2 駆動部 2 2 0 及び第 3 駆動部 2 3 0 のスピンドルを静止させた状態で、入力軸 I に接続された第 1 駆動部 2 1 0 のスピンドルを順方向に回転させることで、供試体 T 2 の各軸 I、O L、O R にトルク (ねじり荷重) を負荷させる。具体的には、第 2 駆動部 2 2 0 及び第 3 駆動部 2 3 0 のスピンドルの回転数 N の目標値が 0 r p m に設定され、第 1 駆

動部 210 のスピンドルの回転数 N の目標値が一定値 $N_1 \text{ rpm}$ に設定される。

【0096】

図7は、実施例2の静的ねじり試験の手順を表すフローチャートである。本実施例の手順は、図6に示す実施例1の手順とほとんど同じものであるが、処理S11aにおいて破壊検知が行われる（すなわち、強度を超える負荷を供試体T2に与えて、供試体T2が破壊するまで試験を行う破壊試験である）点で実施例1の手順と異なる。供試体T2に強度を超えるトルクが与えられて、供試体T2が破壊すると、供試体T2の各軸のトルクが急激に低下する。本実施例では、各駆動部210、220、230のいずれかにおいて、トルク T_m の計測値が、直前のタイムスロットにおける計測値から基準値（例えば、直前の計測値の10%）を超えて低下した場合に、破壊が検知されたと判断して（S11a：YES）、各駆動部210、220、230のサーボモータの駆動を停止させて（S10）、試験が終了する。

10

【0097】

なお、本実施例では、第2駆動部220及び第3駆動部230について、電源を停止したり、機械的にスピンドルを固定させたりするのではなく、スピンドルの回転数（あるいは角度位置）の目標値の設定によりスピンドルを固定させている。この構成により、他の試験（例えば後述する歯当たり試験等の回転ねじり試験）に続けて速やかに静的ねじり試験を行うことが可能になり、複数の試験を効率的に実施することができる。

【0098】

また、本実施例では、各駆動部210、220、230の速度制御が行われるが、位置制御を行う構成としてもよい。

20

【0099】

また、本実施例は供試体T2に強度を超える負荷を与える破壊試験であるが、供試体T2の強度以下の負荷を繰り返し与える静的ねじり疲労試験を行うこともできる。この場合は、図6に示す実施例1の制御手順と同様の手順で制御が行われる。

【0100】

また、上記の実施例2では、供試体T2へのトルクの負荷が自動制御で行われるが、ユーザの手動操作でトルクに与える負荷を調整できるような構成としてもよい。例えば、ユーザが操作ボタンを1回押すと、第1駆動部210のスピンドルが所定の回転角だけ順方向に回転するようにし、操作ボタンを押した回数に応じた負荷を供試体T2に与える構成とすることができる。イン칭ング動作やJOG動作と呼ばれる動作モードである。

30

【0101】

また、操作ボタンを押している間だけ、第1駆動部210のスピンドルが一定速度で順方向に回転するようにして、操作ボタンを押し続けた時間に応じた負荷を供試体T2に与える構成とすることもできる。

【0102】

また、上記の手動操作は、押しボタン操作に限らず、ダイヤル操作、レバー操作、タッチパネル操作、フットペダル操作等によっても行うことができる。

【0103】

また、実施例2では、第1駆動部210が順方向に回転駆動するが、逆方向に回転駆動するように構成してもよい。

40

【0104】

また、上記の実施例2とは逆に、供試体T2の入力軸Iに接続された第1駆動部210のスピンドルを静止させた状態で、各出力軸に接続された第2駆動部220及び/又は第3駆動部230のスピンドルを回転駆動する構成としてもよい。

【0105】

また、実施例2の静的ねじり試験では、本発明の第2実施形態に係るねじり試験装置200が使用されているが、同様の回転ねじり試験は、上述した本発明の各実施形態のねじり試験装置100、200、300及び400のいずれを用いても行うことができる。

【実施例3】

50

【 0 1 0 6 】

(歯当たり試験)

上述した本発明の各実施形態のねじり試験装置を用いて、ギア機構を備える動力伝達装置の歯当たり試験を行うことができる。歯当たり試験とは、供試体の入力軸を一定の回転数 (5 0 r p m) で回転させながら、供試体の出力軸に許容値内の一定のトルクを負荷するものである。以下に説明する実施例 3 は、上述した本発明の第 2 実施形態に係るねじり試験装置 2 0 0 を使用して行われる F F 車用トランスミッションユニット (供試体 T 2) の歯当たり試験の一例である。実施例 3 で使用されるねじり試験装置 2 0 0 の各駆動部 (第 1 駆動部 2 1 0 、第 2 駆動部 2 2 0 及び第 3 駆動部 2 3 0) の定格値も表 2 に示される通りである。本実施例でも、速度制御によって各駆動部 2 1 0 、2 2 0 、2 3 0 のサーボモータの駆動が制御される。

10

【 0 1 0 7 】

図 8 は、実施例 3 の歯当たり試験の手順を表すフローチャートである。本実施例の手順は、図 6 に示す実施例 1 の手順と略同じものであるが、処理 1 1 の直前に不良判定処理 S 1 1 b が付加されている点で実施例 1 と異なる。不良判定処理 S 1 1 b は、試験中の供試体 T 2 の各軸の回転数 (又は位相) の変動から供試体 T 2 の歯車の良否を判定する処理である。

【 0 1 0 8 】

本実施例では、供試体 T 2 の入力軸 I が 5 0 r p m で回転駆動される。また、供試体 T 2 は 1 / 5 の減速比を有しており、供試体 T 2 の各出力軸 O L 、O R は 1 0 r p m で回転する。不良判定処理 S 1 1 b では、試験中に供試体 T 2 の左側出力軸 O L 又は右側出力軸 O R の回転数 (すなわち、第 2 駆動部 2 2 0 又は第 3 駆動部 2 3 0 のスピンドルの回転数) が例えば 1 0 r p m \pm 1 % の範囲を超えて変動した場合に、供試体 T 2 が不良と判定される。また、試験中に供試体 T 2 の左側出力軸 O L 又は右側出力軸 O R に加わるトルクが所定の基準値を超えた場合にも不良と判定する構成としてもよい。

20

【 0 1 0 9 】

また、本実施例では、供試体 T 2 の各軸の回転数の変動により歯車の良否が判定されるが、処理 S 6 において供試体 T 2 の各軸の角度位置 (位相) を計測して、供試体 T 2 の各軸の相対的な角度位置の変動量から歯車の良否を判定する構成としてもよい。具体的には、供試体 T 2 の各軸の位相差の変動量が所定の基準値を超えた場合に供試体 T 2 を不良と判定する。なお、供試体 T 2 の各軸の相対的な角度位置は、供試体 T 2 の減速比を補正した値であり、例えば、供試体 T 2 の各出力軸 O L 、O R の位相を減速比で割って、供試体 T 2 の入力軸 I の位相に換算した値を用いて計算される。

30

【 0 1 1 0 】

また、図 8 のフローチャートでは、各駆動部 2 1 0 、2 2 0 、2 3 0 の駆動を同時に開始する構成となっているが、先に入力軸 I (第 1 駆動部 2 1 0) の定速駆動を開始し、入力軸 I の速度が安定してから左側出力軸 O L (第 2 駆動部 2 2 0) 及び右側出力軸 O R (第 3 駆動部 2 3 0) の駆動を開始する構成としてもよい。この構成によれば、より振動の少ないスムーズな駆動が可能になる。

【 0 1 1 1 】

また、実施例 3 では、第 1 駆動部 2 1 0 が順方向に回転駆動するが、逆方向に回転駆動するように構成してもよい。また、第 1 駆動部 2 1 0 を例えばサイン波形等の周期波形に従って正逆反転駆動させる構成としてもよい。

40

【 0 1 1 2 】

また、上記の実施例 3 とは逆に、供試体 T 2 の各出力軸 O L 、O R を定速回転させて、入力軸 I に一定のトルクを負荷する構成としてもよい。

【 0 1 1 3 】

また、実施例 3 の歯当たり試験では、本発明の第 2 実施形態に係るねじり試験装置 2 0 0 が使用されているが、同様の歯当たり試験は、上述した本発明の各実施形態のねじり試験装置 1 0 0 、2 0 0 、3 0 0 及び 4 0 0 のいずれを用いても行うことができる。

50

【実施例 4】

【0114】

(加速試験)

例えば、上述した実施例 3 の歯当たり試験の実施後、続けて加速試験（耐久試験）を行うこともできる。この加速試験は、供試体の入力軸に設計トルクを超える負荷（例えば、設計トルクの 2 倍）を与えて短時間で供試体を劣化させる加速劣化試験である。

【0115】

以下に説明する実施例 4 は、上述した本発明の第 2 実施形態に係るねじり試験装置 200 を使用して行われる FF 車用トランスミッションユニット（供試体 T2）の加速試験（加速劣化試験）の一例である。実施例 4 で使用されるねじり試験装置 200 の各駆動部（第 1 駆動部 210、第 2 駆動部 220 及び第 3 駆動部 230）の定格値も表 2 に示される通りである。本実施例でも、速度制御によって各駆動部 210、220、230 のサーボモータの駆動が制御される。

10

【0116】

本実施例では、供試体 T2 の入力軸 I には、設計トルク（例えば、トランスミッションユニットが搭載される自動車の最大エンジントルク）の 2 倍のトルク T_m が与えられる。供試体 T2 の各出力軸 OR、OL は、一定の回転数 N（例えば 10 rpm）で回転駆動される。回転数 N を 0 rpm に設定して（すなわち、供試体 T2 の各出力軸 OR、OL を静止させて）静的加速試験を行うこともできる。

【0117】

20

図 9 は、実施例 4 の加速試験の手順を表すフローチャートである。本実施例の手順は、図 6 に示す実施例 1 の手順と略同じものであるが、処理 11 の直前に破壊検知処理 S11a が付加されている点で実施例 1 と異なる。本実施例の破壊検知処理 S11a は、実施例 2 における同処理と同じものである。

【0118】

実施例 4 では、供試体 T2 の各出力軸 OR、OL が順方向に回転駆動されるが、逆方向に回転駆動するように構成してもよい。

【0119】

また、上記の実施例 4 とは逆に、供試体 T2 の入力軸 I を定速回転させて、各出力軸 OL、OR に一定のトルクを負荷する構成としてもよい。

30

【0120】

また、上記の実施例 4 では、供試体 T2 の入力軸 I に一定値のトルクが与えられるが、周期的に変動するトルクを与える構成としてもよい。

【0121】

また、実施例 4 の加速試験では、本発明の第 2 実施形態に係るねじり試験装置 200 が使用されているが、同様の回転ねじり試験は、上述した本発明の各実施形態のねじり試験装置 100、200、300 及び 400 のいずれを用いても行うことができる。

【0122】

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。

40

【符号の説明】

【0123】

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

111 可動プレート

112、122 サーボモータ

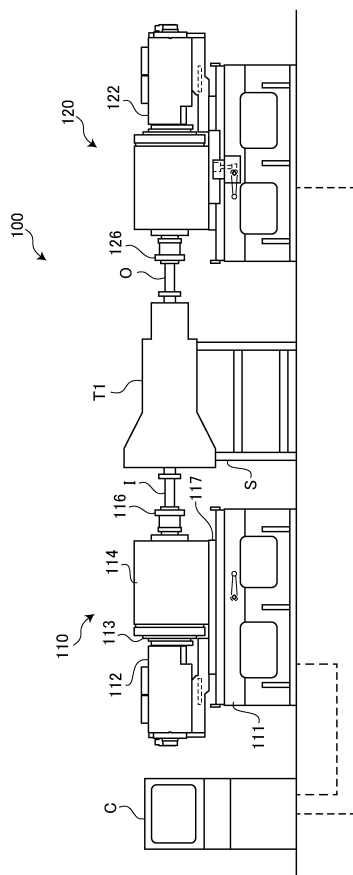
113 減速機

114 ケース

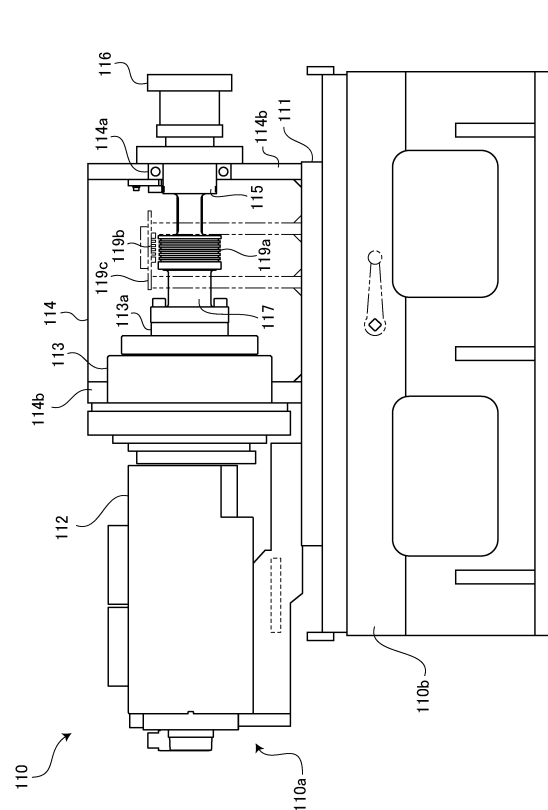
50

- 1 1 5 スピンドル
- 1 1 6、1 2 6 チャック装置
- 1 1 7 トルクセンサ
- 1 1 9 a スリップリング
- 1 1 9 b ブラシ
- 1 2 0、3 2 0、4 2 0 第 2 駆動部
- 2 3 0、3 3 0、4 3 0 第 3 駆動部
- 4 4 0 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

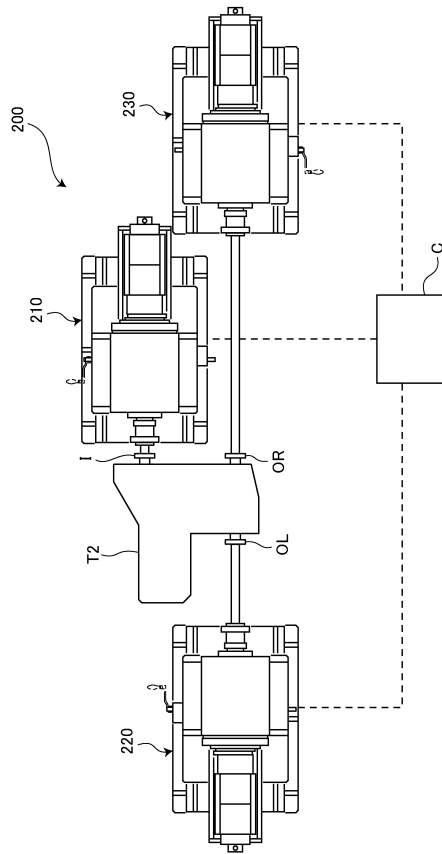
【図 1】



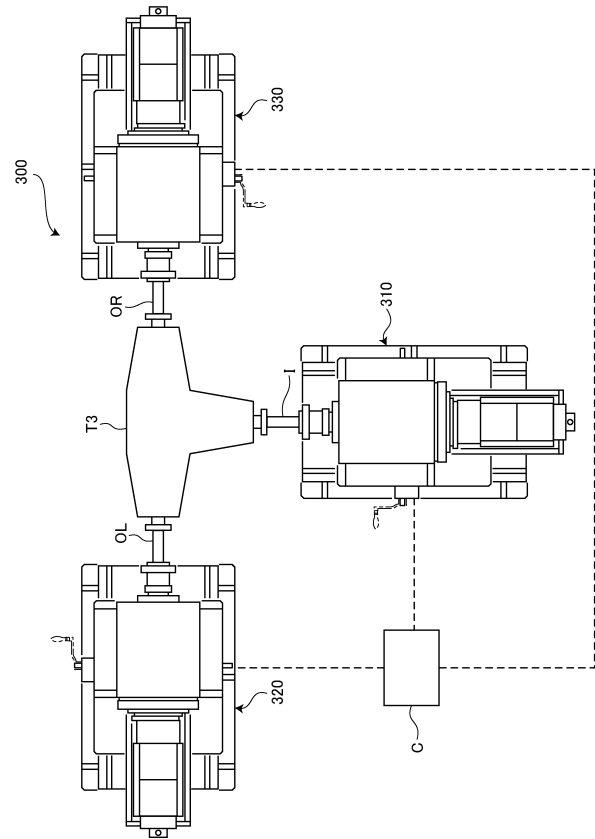
【図 2】



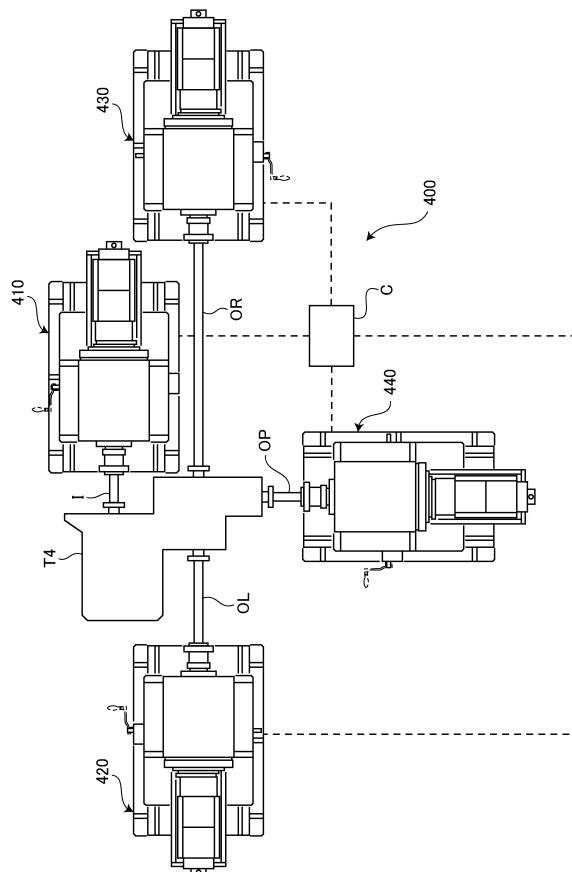
【図 3】



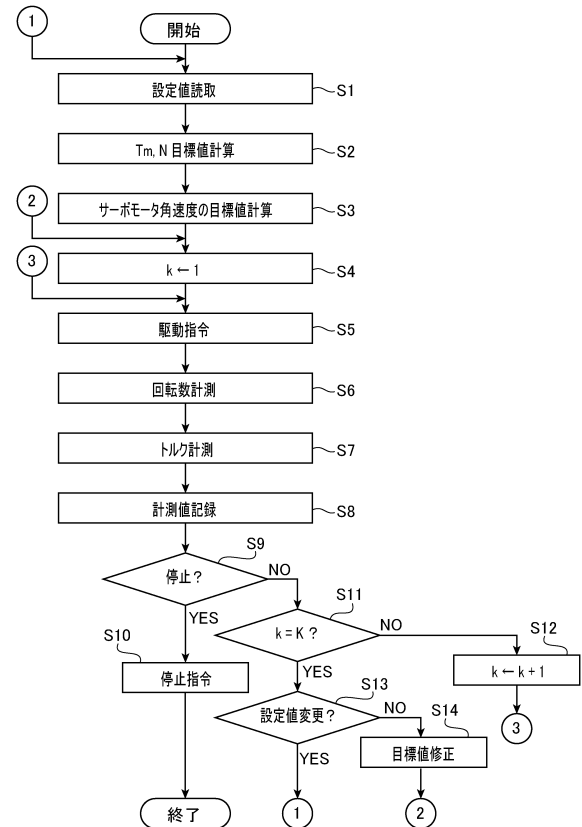
【図 4】



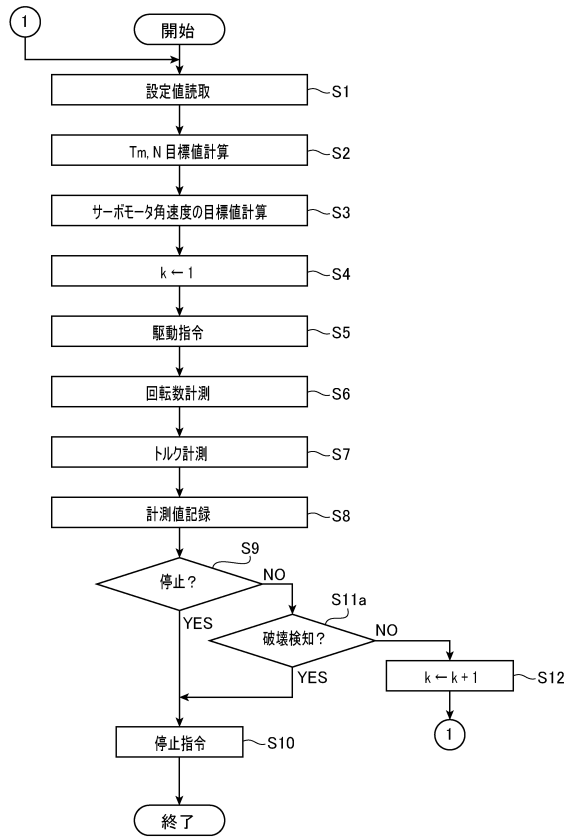
【図 5】



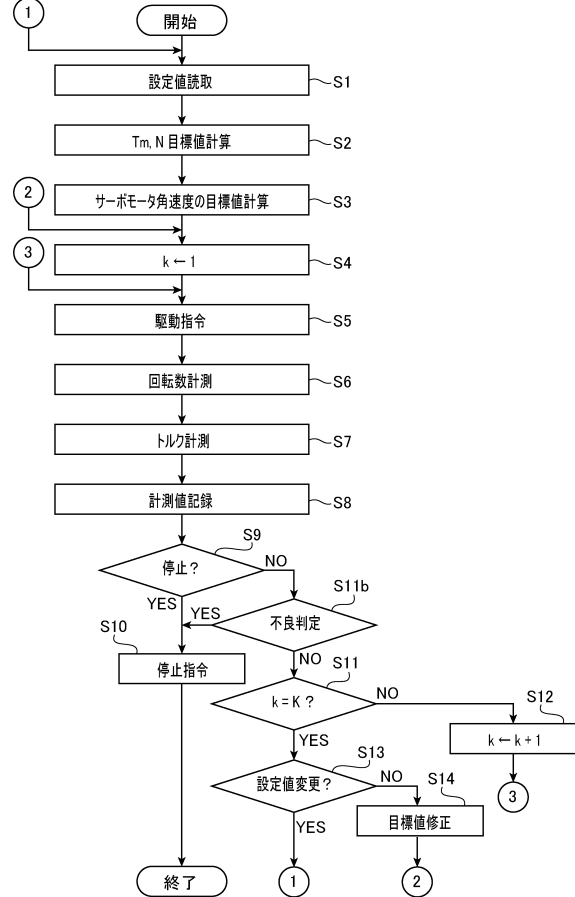
【図 6】



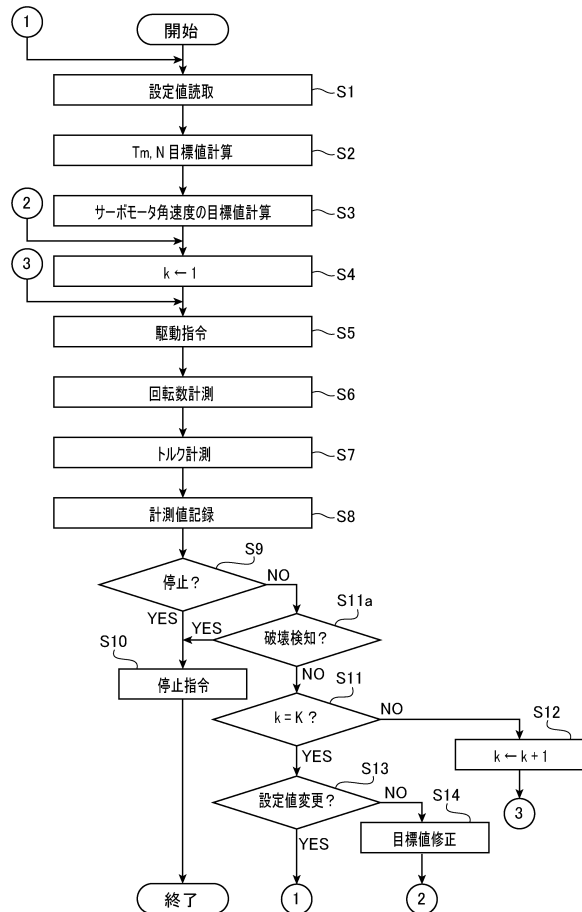
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 長谷川 正伸
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 坂上 友隆
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 素川 慎司

- (56)参考文献 特開平 0 6 - 0 7 4 8 6 8 (J P , A)
特開平 0 8 - 1 5 9 9 2 1 (J P , A)
特開平 0 6 - 2 4 9 7 5 2 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 4 5 1 9 7 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 8 6 6 0 9 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 6 7 9 3 9 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 3 / 0 4 7 5 5 1 (W O , A 1)
米国特許第 7 0 8 0 5 6 5 (U S , B 2)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 N 3 / 0 0