

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6041474号
(P6041474)

(45) 発行日 平成28年12月7日(2016.12.7)

(24) 登録日 平成28年11月18日(2016.11.18)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 1 N 3/34 (2006.01)

G O 1 N 3/34

D

請求項の数 12 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-218788 (P2011-218788)
 (22) 出願日 平成23年9月30日(2011.9.30)
 (65) 公開番号 特開2013-79823 (P2013-79823A)
 (43) 公開日 平成25年5月2日(2013.5.2)
 審査請求日 平成26年9月26日(2014.9.26)

(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2番1号
 (74) 代理人 100078880
 弁理士 松岡 修平
 (74) 代理人 100169856
 弁理士 尾山 栄啓
 (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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ねじり試験機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

供試体に、所定の軸方向に軸荷重を加えながら、前記所定の軸周りにねじり荷重を加えることが可能なねじり試験機であって、

前記供試体の一端を前記所定の軸周りに回転駆動することにより、該供試体に前記ねじり荷重を加えることが可能なねじり駆動部と、

前記供試体の他端を前記所定の軸方向に直線駆動することにより、試験中に該供試体に変動する前記軸荷重を加えることが可能な直線駆動部と、
 を備え、

前記ねじり駆動部が、

前記ねじり荷重を伝達する軸部と、

前記軸部を回転可能に支持する軸受部と、

前記ねじり荷重を検出するトルクセンサと、を備え、

前記軸部の一端側に前記トルクセンサが連結され、他端側に前記供試体に取り付けられる、

ねじり試験機。

【請求項 2】

前記直線駆動部は、

前記所定の軸方向に移動可能な移動部と、

前記移動部の可動方向を前記所定の軸方向のみに規制するリニアガイドと、

10

20

前記移動部を前記所定の軸方向に駆動する第 1 アクチュエータと
前記軸荷重を検出する軸荷重センサと、
前記供試体の他端が固定される第 1 チャックと、
を備え、

前記移動部は、前記リニアガイドによって支持されたねじり荷重遮断プレートを備え、
前記第 1 チャックと前記軸荷重センサとが、前記ねじり荷重遮断プレートを介して連結
された、
請求項 1 に記載のねじり試験機。

【請求項 3】

前記ねじり駆動部からのねじり荷重の伝達が前記ねじり荷重遮断プレートにより遮断さ
れ、前記軸荷重センサには前記第 1 アクチュエータが発生する軸荷重のみが加わるように
構成された、
請求項 2 に記載のねじり試験機。

【請求項 4】

前記移動部は、
前記第 1 アクチュエータと接続された第 1 移動部と、
前記第 1 チャックが固定された第 2 移動部と、
前記軸荷重センサを挟んで前記所定の軸方向に並ぶ前記第 1 移動部と前記第 2 移動部
とを、前記荷重センサに所定のプリロードが加わるように締め付けて、一体に固定する締
付手段と、を備え、

前記第 2 移動部が、前記ねじり荷重遮断プレートを備えている、
請求項 2 又は請求項 3 に記載のねじり試験機。

【請求項 5】

前記リニアガイドが、
前記所定の軸方向に延びるレールと、
前記レールと係合し、前記第 1 移動部に取り付けられた第 1 ランナーブロックと、
前記レールと係合し、前記第 2 移動部に取り付けられた第 2 ランナーブロックと、
を備えた、
請求項 4 に記載のねじり試験機。

【請求項 6】

前記直線駆動部が一对の前記リニアガイドを備えた、
請求項 2 から請求項 5 のいずれか一項に記載のねじり試験機。

【請求項 7】

前記第 1 アクチュエータが、
第 1 サーボモータと、
前記第 1 サーボモータに回転駆動される送りねじと、
前記送りねじと係合するナットと、を備え、
前記ナットが前記移動部に固定されており、
前記第 1 アクチュエータが、前記送りねじの回転によって、前記ナットと共に前記移動
部を前記所定の軸方向へ直線駆動する、
請求項 2 から請求項 6 のいずれか一項に記載のねじり試験機。

【請求項 8】

前記直線駆動部は複数の前記第 1 アクチュエータを備え、
前記移動部には前記複数の第 1 アクチュエータのナットが固定されている、
請求項 7 に記載のねじり試験機。

【請求項 9】

前記ねじり駆動部は、
プレートと、
前記プレートに固定された第 2 サーボモータと、
を備え、

前記軸受部が前記プレートに固定され、
前記軸部が、前記トルクセンサを介して前記第２サーボモータと連結された、
請求項２から請求項８のいずれか一項に記載のねじり試験機。

【請求項１０】

前記第２サーボモータの出力トルクを増幅して前記ねじり荷重を出力する減速機を備え、

前記減速機は、

前記プレートに固定された、軸受を有するギアボックスと、

前記軸受を介して前記ギアボックスに回転自在に支持された荷重伝達部と、を備え、

前記トルクセンサは、それぞれ前記プレートに対して回転自在に支持された前記軸部と
前記減速機の荷重伝達部との間に設けられている、

請求項９に記載のねじり試験機。

【請求項１１】

前記ねじり駆動部は、前記供試体の一端が固定される第２チャックを備え、

前記軸部の出力端には、前記第２チャックの入力端が固定されている、

請求項９又は請求項１０のいずれか一項に記載のねじり試験機。

【請求項１２】

供試体に、所定の軸方向に軸荷重を加えながら、前記所定の軸周りにねじり荷重を加えるねじり試験機であって、

前記供試体の一端を前記所定の軸周りに回転駆動するねじり駆動部と、

前記供試体の他端を前記所定の軸方向に直線駆動する直線駆動部と、
を備え、

前記直線駆動部は、

前記所定の軸方向に移動可能な移動部と、

前記移動部の可動方向を前記所定の軸方向のみに規制するリニアガイドと、

前記移動部を前記所定の軸方向に駆動する第１アクチュエータと、

前記軸荷重を検出する軸荷重センサと、

前記供試体の他端が固定される第１チャックと、

を備え、

前記移動部は、

前記リニアガイドによって支持されたねじり荷重遮断プレートを備え、

前記第１チャックと前記軸荷重センサとが、前記ねじり荷重遮断プレートを介して連結され、

前記移動部は、

前記第１アクチュエータと接続された第１移動部と、

前記第１チャックが固定された第２移動部と、

前記軸荷重センサを挟んで前記所定の軸方向に並ぶ前記第１移動部と前記第２移動部とを、前記荷重センサに所定のプリロードが加わるように締め付けて、一体に固定する締付手段と、を備え、

前記第２移動部は、

前記ねじり荷重遮断プレートを備えた、

ねじり試験機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、各種部品や材料の供試体にねじり荷重を加えるねじり試験機に関する。

本発明は、供試体にねじり荷重を加えるねじり試験機に関連し、特にねじり荷重の軸方向において供試体に引張・圧縮荷重又は加振力を加えながらねじり試験を行うねじり試験機に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

例えば、自動車のプロペラシャフト等の動力伝達部品は、使用時に動的なねじり荷重が負荷されるため、所定のねじり荷重を繰り返し加えるねじり疲労試験によって耐久性能が評価される。特許文献 1 には、供試体の一端を固定して、他端を電動サーボモータにより軸周りに回転させることで、供試体に繰り返しねじり荷重を負荷するねじり試験機が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 6 - 6 4 6 6 8 号公報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、実際の使用環境においては、プロペラシャフト等の動力伝達部品には、ねじり荷重に加えて出力軸方向の変動荷重も負荷される。そのため、特許文献 1 に記載されているような、供試体にねじり荷重のみを負荷する従来のねじり試験機では、実際の使用環境における動力伝達部品の耐久性能を正確に評価することができなかった。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

本発明の実施形態によれば、供試体に所定の軸方向に軸荷重を加えながら、所定の軸周りにねじり荷重を加えるねじり試験機が提供される。本発明の実施形態に係るねじり試験機は、供試体の一端を所定の軸周りに回転駆動するねじり駆動部と、供試体の他端を所定の軸方向に直線駆動する直線駆動部とを備える。直線駆動部は、所定の軸方向に移動可能な移動部と、移動部の可動方向を所定の軸方向のみに規制するリニアガイドと、移動部を所定の軸方向に駆動する第 1 アクチュエータと軸荷重を検出する軸荷重センサと、供試体の他端が固定され、供試体に軸荷重を与える第 1 チャックと、を備える。移動部は、リニアガイドの第 1 ランナーブロックに固定されて、リニアガイドによって所定の軸周りに回転不能に支持されたねじり荷重遮断プレートを備える。第 1 チャックと軸荷重センサとは、ねじり荷重遮断プレートを介して連結されており、ねじり駆動部からのねじり荷重の伝達はねじり荷重遮断プレートにより遮断され、軸荷重センサには直線駆動部が発生する軸荷重のみが加わるように構成されている。

20

30

【 0 0 0 6 】

この構成によれば、例えば、供試体に所定の軸方向の軸荷重を加えながら、所定の軸周りにねじり荷重を加える疲労試験を行うことが可能になり、実際の使用環境下で動力伝達部品等が受けるものに近い荷重を供試体に与えることができ、供試体の耐久性能等をより正確に評価することが可能になる。また、ねじり荷重遮断プレートを設けることにより、供試体に大きなねじり荷重を加えても、軸荷重センサにより供試体に加えられる軸荷重を正確に検出することが可能になる。

【 0 0 0 7 】

移動部は、第 1 アクチュエータが固定された第 1 移動部と、第 1 チャックが固定された第 2 移動部と、軸荷重センサを挟んで所定の軸方向に並ぶ第 1 移動部と第 2 移動部とを、荷重センサに所定のプリロードが加わるように締め付けて、一体に固定する締付手段と、を備え、第 2 移動部が、ねじり荷重遮断プレートを備えた構成としてもよい。

40

【 0 0 0 8 】

この構成によれば、簡単な構造によって、圧縮及び引張り荷重を正確に検出可能に軸荷重センサを取り付けることができる。

【 0 0 0 9 】

第 1 移動部には、リニアガイドの第 1 ランナーブロックが固定され、第 2 移動部には、リニアガイドの第 2 ランナーブロックが固定され、第 1 及び第 2 移動部は、リニアガイドによって、所定の軸方向にのみ移動自在に下側から支持されている構成としてもよい。

50

【 0 0 1 0 】

この構成によれば、可動部の重量が分散して支持されるため、よりスムーズの可動部の移動が可能になる。

【 0 0 1 1 】

直線駆動部は、互いに平行に配置された一対のリニアガイドを備え、移動部には一対のリニアガイドの第 1 ランナーブロックが固定されている構成としてもよい。

【 0 0 1 2 】

この構成によれば、ねじり荷重遮断プレートが、一対のリニアガイドを介してより、ねじり荷重に対してより高い剛性で支持されるため、より大きなねじり荷重を与える試験や、より高い周波数で変動する軸荷重を与える試験が可能になる。

10

【 0 0 1 3 】

第 1 アクチュエータが、第 1 サーボモータと、第 1 サーボモータに回転駆動される送りねじと、送りねじと係合するナットと、を備え、ナットが移動部に固定されており、第 1 アクチュエータは、送りねじの回転によって、ナットと共に移動部を所定の軸方向へ直線駆動する構成としてもよい。

【 0 0 1 4 】

この構成によれば、サーボモータを使用して、大変位且つ高周波数で変動する軸荷重を加える試験が可能になる。

【 0 0 1 5 】

直線駆動部は一対の複数の第 1 のアクチュエータを備え、移動部には複数のナットが固定されている構成としてもよい。

20

【 0 0 1 6 】

この構成によれば、複数のアクチュエータにより移動部を並列に駆動させて、大きな駆動力を得ることが可能になる。小型のアクチュエータを複数使用する構成により、部品の共通化が可能になり、試験機のコスト低減が可能になる。

【 0 0 1 7 】

ねじり駆動部は、ベースプレートと、第 2 サーボモータと、第 2 サーボモータの出力トルクを増幅して、ねじり荷重を出力する減速機と、ねじり荷重を検出するトルクセンサと、ベースプレートに固定された軸受部と、軸受部に回転自在に支持されて、ねじり荷重を伝達する軸部と、を備え、減速機は、ベースプレートに固定されたギアボックスと、軸受を介してギアボックスに回転自在に支持された荷重伝達部と、を備え、トルクセンサは、それぞれ回転自在にベースに対して支持された減速機の荷重伝達部と軸部との間に設けられている構成としてもよい。

30

【 0 0 1 8 】

通常のねじり試験機では、トルクセンサは反力盤側に取り付けられるが、本発明の実施形態に係るねじり試験機では、ねじり荷重の反力盤（直線駆動部）が所定の軸方向に高い周波数で振動するため、トルクセンサの取り付けに適さない。この構成によれば、トルクセンサが回転自在に（すなわち低フリクションで）支持されるため、ねじり駆動部側に設けてもトルクの正確な検出が可能になる。また、トルクセンサが設けられる動力伝達軸が、片持ち支持ではなく、軸方向両側で軸受を介してベースプレートに支持されるため、トルクセンサに曲げ応力が加わらず、トルクの正確な検出が可能になる。

40

【 0 0 1 9 】

ねじり駆動部は、供試体の一端が固定され、供試体にねじり荷重を与える第 2 チャックを備え、軸部の出力端には、チャックの入力端が固定されている構成としてもよい。

【 0 0 2 0 】

この構成によれば、チャックが軸受部により直近で片持ち支持されるため、軸受部とチャックとの間の回転軸に大きな曲げ変形が生じることは無く、正確な試験が可能になる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 1 】

50

本発明の実施形態の構成によれば、実際の使用環境における部品等の耐久性能を正確に評価可能なねじり試験機が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係るねじり試験機の正面図である。

【図2】図2は、本発明の実施形態に係るねじり試験機の平面図である。

【図3】図3は、本発明の実施形態に係るねじり試験機の変速機付近の内部構造を示す図である。

【図4】図4は、動電型速度センサの縦断面図である。

【図5】図5は、制御部の概略構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態に係るねじり試験機1について、図面を参照しながら説明する。ねじり試験機1は、自動車用プロペラシャフト等の動力伝達部品である供試体に対して、入出力軸間に軸方向の荷重（若しくは加振力）を加えながらねじり荷重を加える複合ねじり試験（以下、単に「ねじり試験」という）を行う装置である。図1及び図2は、それぞれねじり試験機1の試験機本体1aの正面図及び平面図である。なお、以下の説明において、供試体の入出力軸方向（動力伝達軸方向）の荷重を軸荷重と呼ぶ。また、図1において、左右方向をX軸方向（右方向をX軸正方向）、紙面に垂直な方向をY軸方向（裏面から表面に向かう方向をY軸正方向）、上下方向をZ軸方向（上方向をZ軸正方向）、と定義する。

【0024】

ねじり試験機1は、ねじり荷重及び軸荷重として、静荷重及び動荷を供試体に加えられるように構成されている。また、ねじり試験機1は、ねじり荷重又は軸荷重をゼロ値に設定することができる。すなわち、ねじり試験機1は、引張・圧縮荷重（若しくは加振力）又はねじり荷重のみを供試体に加える従来の引張・圧縮試験（若しくは振動試験）又は通常のねじり試験を行うこともできよう構成されている。なお、供試体は動力伝達部品に限らず、ねじり試験機1を使用して他の各種の部品、組立品及び材料試験片について試験を行うことができる。

【0025】

ねじり試験機1は、試験機本体1aと、試験機本体1aの制御（試験条件の設定、駆動電流の生成及び各種計測値の取得）及び試験データの処理を行う制御部300を備えている。試験機本体1aは、試験機本体1aの全体を支持するベース10、供試体にねじり荷重を加えるねじり駆動部100及び供試体に軸荷重を加える直線駆動部200を備えている。ねじり駆動部100及び直線駆動部200は、それぞれベース10上に配置された可動プレート102及び固定プレート202上に設けられている。なお、試験機本体1aは、リニアガイド32及び送りねじ機構34により、可動プレート102をベース10に対してX軸方向に移動させる可動プレート移動機構30を備えており、ねじり駆動部100をX軸方向へ設定された距離だけ正確に移動させることができる。軸方向の寸法が異なる供試体に変更する際には、ねじり駆動部100と直線駆動部200との間隔（すなわち供試体のチャッキングの間隔）を変更する必要があるが、可動プレート移動機構30を使用することにより、チャッキング間隔の変更を短時間で正確に行うことが可能となる。

【0026】

ねじり駆動部100は、供試体に加えるねじり荷重を発生するねじり駆動用モータ110、減速機120、トルクセンサ150、軸受部160及びチャック170を備えている。図3は、減速機120付近の内部構造を示す図である。ねじり駆動用モータ110は、20kWの最大出力を発生し、100Hz以上の周波数での高速反転駆動が可能な低慣性型のサーボモータである。減速機120は、可動プレート102に固定されたL型ブラケット106に取り付けられている。また、減速機120のケース121の入力軸側（図3における左側面）にはモータ取付用のフランジ部121fが形成されており、このフラン

10

20

30

40

50

ジ部 1 2 1 f にフランジ部材 1 1 6 を介してねじり駆動用モータ 1 1 0 のフランジブラケット（負荷側ブラケット）1 1 0 a が固定されている。

【 0 0 2 7 】

また、可動プレート 1 0 2 に固定された L 型ブラケット 1 0 6 の水平部 1 0 6 h の上面には、モータ支持部 1 0 4 が固定されている。このモータ支持部 1 0 4 に、モータ固定ロッド 1 0 5 を介して、ねじり駆動用モータ 1 1 0 の下面後部（図 1 において左側）が固定されている。

【 0 0 2 8 】

なお、ねじり駆動用モータ 1 1 0 は、出力軸 1 1 4 を支持する軸受が設けられた剛性の高いフランジブラケット 1 1 0 a 及び反力側ブラケット 1 1 0 b を備えている。上述のように、フランジブラケット 1 1 0 a は、フランジ部材 1 1 6 及び減速機 1 2 0 のケース 1 2 1 を介して、L 型ブラケット 1 0 6 の直立部 1 0 6 v に固定されている。また、反力側ブラケット 1 1 0 b は、モータ固定ロッド 1 0 5 及びモータ支持部 1 0 4 を介して、L 型ブラケット 1 0 6 の水平部 1 0 6 h に高い剛性で固定されている。このように、出力軸 1 1 4 を支持するフランジブラケット 1 1 0 a 及び反力側ブラケット 1 1 0 b を、高い剛性でねじり試験機 1 の装置フレーム（L 型ブラケット 1 0 6）に固定する構成により、ねじり駆動用モータ 1 1 0 を高出力で高速反転駆動させた場合でも、出力軸 1 1 4 がねじり試験機 1 の装置フレームに対して振動することによって生じる計測ノイズが抑制され、測定精度が向上する。また、この構成により、騒音の発生が防止されると共に、ねじり駆動用モータ 1 1 0 の寿命が大幅に向上する。

【 0 0 2 9 】

ねじり駆動用モータ 1 1 0 の出力軸 1 1 4 と、減速機 1 2 0 の入力軸 1 2 2 とは、フランジ部材 1 1 6 の中空部内において、リジッドカップリング 1 4 0 により連結されている。また、減速機 1 2 0 の出力軸 1 2 4 には、トルクセンサ 1 5 0 の入力端（図 1 における左端）が連結されている。

【 0 0 3 0 】

軸受部 1 6 0 は、可動プレート 1 0 2 に固定された脚部 1 6 4 と、脚部 1 6 4 に回転自在に支持された軸 1 6 2 とを備えている。トルクセンサ 1 5 0 の出力端は、軸 1 6 2 の一端に連結されている。また、軸 1 6 2 の他端は、チャック 1 7 0 に連結されている。このように、トルクセンサ 1 5 0 が連結される各軸（減速機 1 2 0 の出力軸 1 2 4、軸受部 1 6 0 の軸 1 6 2）がそれぞれ低摩擦で回転自在に支持されているため、供試体がチャック 1 7 0 に取り付けられていない状態（空転時）においてトルクセンサ 1 5 0 に加わるトルクの大きさ（すなわち、ねじり試験機 1 の内部摩擦によるトルク測定の誤差）は、試験時に供試体に加えられる試験トルクに比べて十分に小さな値となる。従って、この構成により、トルクセンサ 1 5 0 による高い精度での試験トルクの計測が可能となっている。

【 0 0 3 1 】

また、チャック 1 7 0 の外周面には溝 1 7 2 が形成されている。また、軸受部 1 6 0 の脚部 1 6 4 には、チャック 1 7 0 の下方にロータリーエンコーダ 1 7 8 が取り付けられており、ロータリーエンコーダ 1 7 8 の軸にはプーリー 1 7 6 が取り付けられている。チャック 1 7 0 の溝 1 7 2 とプーリー 1 7 6 には、ベルト 1 7 4 が巻き掛けられており、ロータリーエンコーダ 1 7 8 によりチャック 1 7 0 の回転角が検出されるようになっている。

【 0 0 3 2 】

直線駆動部 2 0 0 は、固定プレート 2 0 2 に固定されたモータ支持部 2 1 0、供試体に加える軸荷重を発生する一対の直線駆動用モータ 2 2 0、各直線駆動用モータ 2 2 0 の出力軸 2 2 2 に連結された一対のボールねじ 2 4 0、第 1 可動部 2 5 0、ロードセル 2 6 0、第 2 可動部 2 7 0 及び動電型速度センサ 2 8 0 を備えている。モータ支持部 2 1 0 は、互いに平行に並べられたモータ支持板 2 1 2 及び軸受支持板 2 1 4 と、モータ支持板 2 1 2 及び軸受支持板 2 1 4 を連結する 3 枚の連結板 2 1 6 と、2 枚のリブ 2 1 7 を備えている。モータ支持板 2 1 2 及び軸受支持板 2 1 4 は、それぞれ X 軸と垂直に、X 軸方向に所定の間隔で配置されている。また、連結板 2 1 6 は、それぞれ Y 軸と垂直に、Y 軸方向に

等間隔で配置されている。２枚のリブ２１７は、モータ支持板２１２を挟んで、Ｙ軸方向両端の２枚の連結板２１６と対向する位置にそれぞれ配置されている。モータ支持板２１２及び軸受支持板２１４と、各連結板２１６及びリブ２１７とは、溶接により一体に接合されており、高い剛性を有している。また、モータ支持板２１２、軸受支持板２１４、連結板２１６及びリブ２１７は、それぞれ固定プレート２０２に溶接されており、各板が固定プレート２０２に対して実質的に振動しないように構成されている。また、固定プレート２０２の上面には、Ｘ軸方向に延びる一对のレール２０４と、各レール２０４の長手方向両端に配置された一对のストッパ２０６及び２０８が取り付けられている。

【００３３】

一对の直線駆動用モータ２２０は、それぞれモータ支持板２１２の一面（軸受支持板２１４と反対側の面）に、Ｙ軸方向に所定の間隔で並べて取り付けられている。直線駆動用モータ２２０は、７ｋＷの最大出力を発生し、１００Ｈｚ以上の周波数での高速反転駆動が可能な低慣性型のサーボモータである。なお、直線駆動用モータ２２０は、最大出力が１０ｋＷ未満であるため、フランジブラケット２２４のみで装置フレーム（モータ支持部２１０）に固定されている。各直線駆動用モータ２２０の出力軸２２２は、モータ支持板２１２に開けられた２つの貫通穴（不図示）を通り、モータ支持板２１２の反対側へ突出している。

【００３４】

また、軸受支持板２１４にも２つの貫通穴が開けられており、各貫通穴にはボールねじ２４０の軸部を回転自在に支持する軸受（不図示）が取り付けられている。直線駆動用モータ２２０の出力軸２２２とボールねじ２４０の軸部とは、リジッドカップリング２３０によって連結されている。

【００３５】

第１可動部２５０は、プレート２５１と、プレート２５１の上面に固定された略Ｔ字状の連結部２５２と、連結部２５２に固定された接続部２５３と、各ボールねじ２４０とそれぞれ係合する一对のナット２５４と、各レール２０４とそれぞれ係合する一对のランナーブロック２５５とを備えている。各ランナーブロック２５５は、プレート２５１の下面のＹ軸方向両端部にそれぞれ取り付けられている。また、各ナット２５４は、連結部２５２に開けられた一对の貫通穴（不図示）にそれぞれ差し込まれて固定されている。この構成により、第１可動部２５０は、一对のランナーブロック２５５及びレール２０４により固定プレート２０２上をＸ軸方向に低抵抗でスライド自在に支持されており、また各ナット２５４と係合するボールねじ２４０の回転駆動に応じてＸ軸方向に低抵抗で駆動されるようになっている。

【００３６】

また、連結部２５２は、Ｘ軸方向中央部（一对のナット２５４の中間）よりＸ軸負方向へ突出する突出部２５２ａを有し、突出部２５２ａの先端に接続部２５３の一端が固定されている。接続部２５３はＸ軸方向に中心軸を向けた略円錐台形の部材であり、Ｘ軸正方向に向かって外径が小さくなるような向きで接続部２５３に取り付けられている。接続部２５３のＸ軸正方向先端の外径は突出部２５２ａのＹ軸方向寸法と略同じ大きさとなっており、接続部２５３のＸ軸負方向先端の外径はロードセル２６０の外径と同じ大きさとなっている。ロードセル２６０の外径は一对のボールねじ２４０の最小間隔よりも大きく、このように接続部２５３を略円錐台状に形成してボールねじ２４０側の外径を小さくすることにより、ナット２５４から突出するボールねじ２４０が接続部２５３と干渉しないようになっている。また、接続部２５３の中心軸上には、後述するボルト２６２を捻じ込むための雌ねじが、Ｘ軸負方向側から開けられている。

【００３７】

ロードセル２６０は、直線駆動部２００によって供試体に加えられるＸ軸方向の軸荷重を検出する荷重センサである。ロードセル２６０は、その中心軸上にボルト２６２を通すための貫通穴が形成され、略円筒形の外形を有している。

【００３８】

10

20

30

40

50

第2可動部270は、一对のプレート271と、一对のプレート271を連結する連結板（ねじり荷重遮断プレート）272と、第1可動部250と接続するための接続部273と、供試体の一端を取り付けるためのチャック274とを備えている。接続部273は、第1可動部250の接続部253と同様にX軸方向に中心軸を向けた略円錐台形の部材であり、ボルト262を通すための貫通穴が形成されている。また、接続部273は、接続部253と同様に、X軸正方向に向かって外径が小さくなる向きで取り付けられる。

【0039】

ロードセル260を接続部253と接続部273とで挟み込み、ボルト262を接続部273及びロードセル260の貫通穴に通して接続部253に形成された雌ねじに捻じ込むことにより、ロードセル260及び接続部273が第1可動部250に固定されると共に、ロードセル260に所定のプリロードが加えられる。また、接続部273の底面（図1における左側面）及びチャック274の底面（図1における右側面）が、連結板272に固定される。

【0040】

このように構成された直線駆動部200は、制御部300により一对の直線駆動用モータ220を同期駆動させることで、供試体に取り付けられるチャック274をX軸方向に駆動して、供試体に所望の軸荷重を加えることができる。

【0041】

上記の構成により、連結板272は、プレート271、ランナーブロック275及びレール204を介してX軸方向のみに移動可能に固定プレート202に支持される。すなわち、連結板272は、一对の直線駆動用モータ220が発生する軸荷重を低抵抗で供試体に伝達可能でありながら、供試体を介してチャック274に伝達されるねじり駆動部100からのねじり荷重を完全に遮断して、ロードセル260にねじり荷重が一切伝わらないようになっている。この構成により、供試体に大きなねじり荷重を加えた状態でも、ねじり荷重の影響を受けず、ロードセル260によって直線駆動部200が供試体に加える軸荷重を正確に検出することが可能となる。

【0042】

また、ロードセル260の中心軸上を貫通する単一のボルト262によってロードセル260を締め付けて固定する構成により、簡単な構造でロードセル260に軸荷重を均一に加えることができ、ロードセル260による軸荷重の正確な検出を可能にする。

【0043】

また、直線駆動部200には、第1可動部250及び第2可動部270のX軸方向への移動速度を検出するための動電型速度センサ280が取り付けられている。図4は、動電型速度センサ280の縦断面図である。動電型速度センサ280は、円筒形のシリンダ部281と、シリンダ部281の内径と略同径の円柱形状を有し、シリンダ部281内に軸方向へ往復移動可能に収容された磁石283と、磁石283の軸方向両端から延びる一对のシャフト部282とを備え、シリンダ部281に対するシャフト部282（磁石283）の相対速度を検出するものである。シリンダ部281の内周面には、一对の固定コイル284が取り付けられている。磁石283は、長手方向の一端がN極に、他端がS極になっており、N極が一方の固定コイル284内で、S極が他方の固定コイル284内で、それぞれ軸方向に往復移動可能になっている。そのため、磁石283が固定コイル284の内部で移動すると、固定コイル284に誘導起電力が発生する。この誘導起電力の大きさ（電圧）は、磁石283の移動速度に比例するため、各固定コイル284の両端間の電位差から、磁石283の移動速度、すなわちシリンダ部281に対するシャフト部282の移動速度を検出することができる。シリンダ部281は、中心軸をX軸方向に向けて、モータ支持部210の上端に固定されている。また、シリンダ部281から外へ突出したシャフト部282の先端は、第1可動部250の連結部252に固定されている。そのため、動電型速度センサ280は、装置フレーム（モータ支持部210）に対する第1可動部250、延いてはチャック274のX軸方向速度を検出することができる。

【0044】

次に、制御部 300 の構成を説明する。図 5 は、制御部 300 の概略構成を示すブロック図である。制御部 300 は、設定値指示部 310、3 つのモータドライバ 320 及びセンサ信号処理部 330、340、350 を備えている。

【0045】

設定値指示部 310 は、ユーザが入力した試験条件に基づいて、ねじり駆動用モータ 110 及び直線駆動用モータ 220 を駆動するための設定値を生成して各モータドライバ 320 へ出力する。具体的には、設定値指示部 310 は、ユーザが入力した試験条件に基づいて、チャック 170、274 を介して供試体に加える変位（ねじり角）や変位速度、荷重等の試験波形データを生成し、試験波形データに従って各モータを駆動させるための設定値を生成して各モータドライバ 320 に提供する。設定値指示部 310 は、入力インターフェース 312 及び波形生成部 314 を備えている。

10

【0046】

入力インターフェース 312 は、ユーザ入力やファンクションジェネレータ等の外部装置からの波形信号の入力を受け付ける。また、入力インターフェース 312 は、メモリーカード等の記録メディアに記録された波形データや波形生成条件の読み取りや、サーバに格納された波形データや波形生成条件のネットワークを介した取得も行うことができる。

【0047】

波形生成部 314 は、入力インターフェース 312 を介して入力された波形信号や波形生成条件に基づいて、ねじり駆動用及び直線駆動用の試験波形データを生成して同期指令部 316 へ送る。また、波形生成部 314 は、トルクセンサ 150、ロータリーエンコーダ 178、ロードセル 260 及び動電型速度センサ 280 の検出結果に基づいて、試験波形データのフィードバック修正を行うこともできる。なお、本実施形態においては、ねじり駆動用の試験波形データは供試体に加えるトルクの波形データとして、また直線駆動用の試験波形データは供試体に加える変位速度（すなわちチャック 274 の速度）の波形データとして生成されるが、他の物理量の波形データとして試験波形データを生成することもできる。例えば、ねじり駆動用の試験波形データは、例えば、供試体に加えるねじり角、ねじり角速度又はねじり角加速度、若しくは、ねじり駆動用モータ 110 の出力軸の角度、角速度又は角加速度の波形データとして生成することもできる。また、直線駆動用の試験波形データは、例えば、チャック 274 の加速度や基準位置からの変位、又は供試体に加える軸荷重の波形データとして生成することもできる。

20

30

【0048】

同期指令部 316 は、波形生成部 314 から取得したねじり駆動用及び直線駆動用の試験波形データに基づいて、ねじり駆動用モータ 110 及び一対の直線駆動用モータ 220 のそれぞれに対する駆動指令である設定値を生成して、各モータを駆動するモータドライバ 320 に送信する。また、同期指令部 316 は、ねじり駆動用モータ 110 及び各直線駆動用モータ 220 に内蔵されたロータリーエンコーダ 110a、220a、220a の信号に基づいて、各モータに送信する設定値の同期をとる。

【0049】

なお、ここでは、設定値指示部 310 が、ねじり駆動用モータ 110 の出力軸 112（又は直線駆動用モータ 220 の出力軸 222）の角度の目標値を指定する設定値を出力する例について説明するが、他のパラメータ（例えば、出力軸 112 の回転数）の設定値によりモータドライバ 320 に指令を与えることもできる。また、本実施形態では、設定値指示部 310 は設定値のデジタル値をモータドライバ 320 へ出力するが、他の形態の信号（例えば、アナログ電流信号、アナログ電圧信号、パルス信号）によりモータドライバに指令を与える構成とすることもできる。

40

【0050】

モータドライバ 320 は、ねじり駆動用モータ 110 及び一対の直線駆動用モータ 220 のそれぞれに一つ接続されており、設定値指示部 310 から取得した設定値に基づいて各モータに駆動電流を供給する。モータドライバ 320 は、D/A コンバータ 322、現在位置演算部 324 及び駆動電流生成部 326 を備えている。設定値指示部 310 から取

50

得した設定値のデジタル信号は、D/Aコンバータ322に入力され、アナログ信号に変換される。また、ねじり駆動用モータ110及び直線駆動用モータ220に内蔵されたロータリーエンコーダの信号は、現在位置演算部324に入力される。現在位置演算部324は、各モータのロータリーエンコーダの検出結果に基づいて、各モータの出力軸の角度を演算して出力する。そして、設定値のアナログ信号と現在位置演算部324の出力との差分（すなわち、各モータの出力軸の目標角度と現在の角度との差分に相当する信号）が駆動電流生成部326に入力される

【0051】

駆動電流生成部326は、入力された信号に基づいて駆動電流を生成し、これを駆動制御するねじり駆動用モータ110又は直線駆動用モータ220に供給する。この結果、各モータの出力軸の角度が目標の角度に到達するようにACサーボモータ35が駆動される。

10

【0052】

センサ信号処理部330、340及び350には、それぞれトルクセンサ150、ロードセル260及び動電型速度センサ280が接続され、各センサの検出結果を示すデジタル信号を生成して、設定値指示部310へ出力する。センサ信号処理部330、340は、それぞれブリッジ回路332、342及びA/Dコンバータ334、344を備えている。ブリッジ回路332及び342には、それぞれトルクセンサ150及びロードセル260の検出素子であるひずみゲージ（不図示）が接続され、ひずみゲージの抵抗値に応じた電圧信号を出力する。A/Dコンバータ334、344は、ブリッジ回路332、342が出力した電圧信号をデジタル信号に変換して設定値指示部310へ出力する。また、センサ信号処理部350は、A/Dコンバータ354を備え、動電型速度センサ280から入力された電圧信号は、A/Dコンバータ354によりデジタル信号に変換されて、設定値指示部310へ出力される。

20

【0053】

以上が本発明の例示的な実施形態の説明である。本発明の実施の形態は、上記に説明したものに限定されず、特許請求の範囲の記載により表現された技術的思想の範囲内で任意に変更することができる。

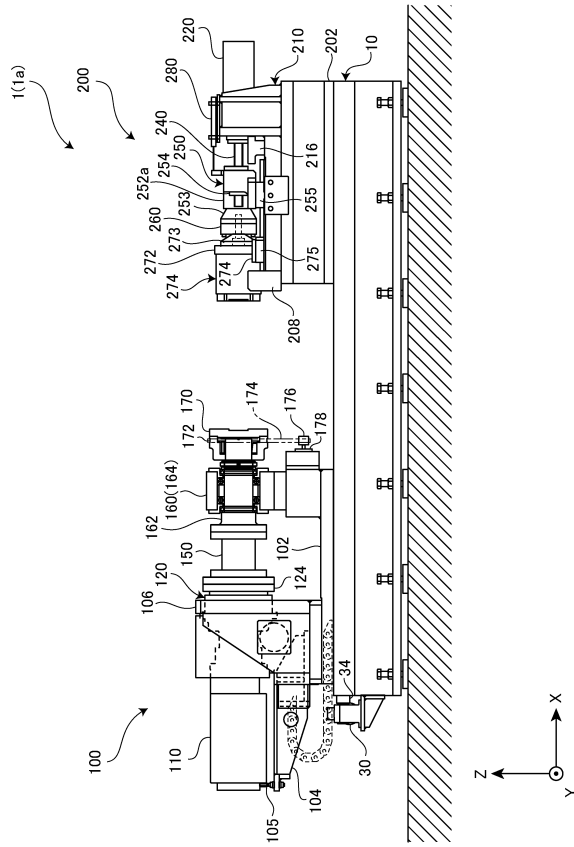
【符号の説明】

【0054】

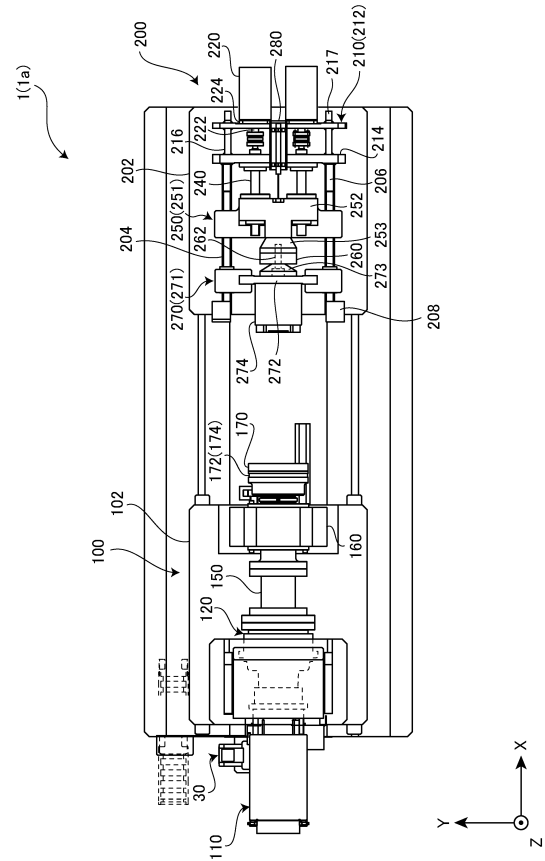
30

- 1 ねじり試験機 1
- 1 a 試験機本体 1 a
- 1 0 0 駆動部
- 2 0 0 直線駆動部
- 3 0 0 制御部

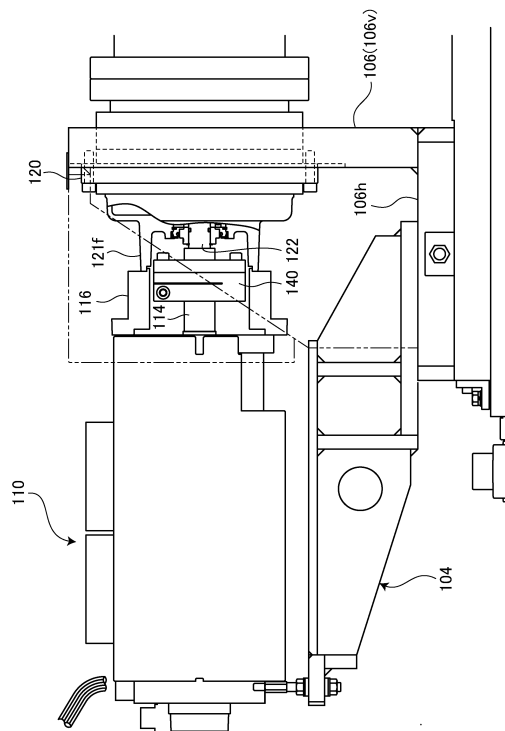
【図 1】



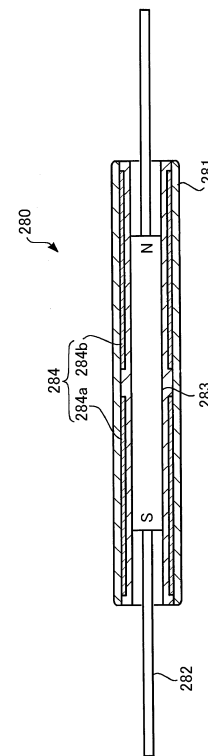
【図 2】



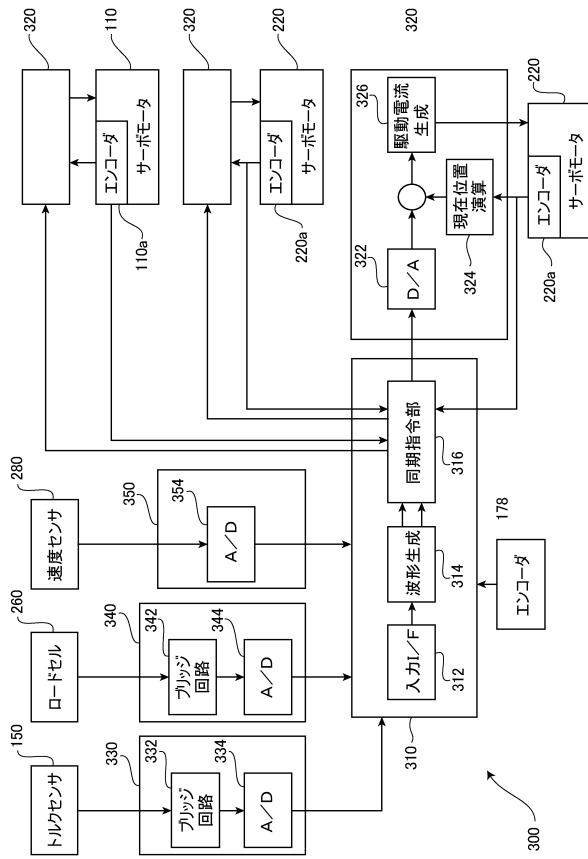
【図 3】



【図 4】



【図 5】



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 1 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 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 萩田 裕介

- (56)参考文献 実開平 0 4 - 0 4 3 2 5 1 (J P , U)
実開昭 6 4 - 0 1 9 1 5 1 (J P , U)
特許第 4 5 0 7 8 9 8 (J P , B 2)
実開昭 5 6 - 1 5 9 7 5 2 (J P , U)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 N 3 / 0 0 - 3 / 6 2