(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6830272号
(P6830272)
(45)発行日　令和3年2月17日(2021.2.17)　(24)登録日　令和3年1月28日(2021.1.28)

(51)Int.Cl.　F I
G01M 1/04 (2006.01)　G01M 1/04
G01M 1/16 (2006.01)　G01M 1/16

請求項の数 10　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願2019-158959(P2019-158959)
(22)出願日　令和1年8月30日(2019.8.30)
(62)分割の表示　特願2018-533349(P2018-533349)の分割
原出願日　平成28年8月10日(2016.8.10)
(65)公開番号　特開2019-200218(P2019-200218A)
(43)公開日　令和1年11月21日(2019.11.21)
審査請求日　令和1年9月27日(2019.9.27)

(73)特許権者　391046414
国際計測器株式会社
東京都多摩市永山６丁目２１番１号
(74)代理人　100078880
弁理士　松岡　修平
(72)発明者　石戸谷　聡
東京都多摩市永山６丁目２１番１号　国際計測器株式会社内

審査官　森口　正治

(56)参考文献　特開２０１４－０４８０９１（ＪＰ，Ａ）
実開平０２－０２０１３５（ＪＰ，Ｕ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】動釣合い試験機

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
被試験体である回転体を回転可能に保持する空気軸受を形成する軸受ユニットを備え、
前記軸受ユニットは、
軸受ハウジングと、
前記軸受ハウジングに着脱可能に固定され、前記回転体との間にスラスト空気軸受を形成するスラスト軸受部材と、
を有し、
前記スラスト軸受部材は、
前記回転体の軸が通される開口を有する板状の着脱可能な部材であり、
前記開口が前記スラスト軸受部材の唯一の中空部である、
動釣合い試験機。
【請求項２】
前記スラスト軸受部材は、平板状に形成されている、
請求項１に記載の動釣合い試験機。
【請求項３】
前記軸受ユニットは、前記スラスト軸受部材を位置決めして前記軸受ハウジングに着脱可能に固定する位置決め固定部材を有する、
請求項１又は請求項２に記載の動釣合い試験機。
【請求項４】

前記位置決め固定部材は、
前記スラスト軸受部材を位置決めする位置決め部材と、
前記位置決め部材を前記軸受ハウジングに対して着脱可能に固定する固定部材と、
を含む、
請求項３に記載の動釣合い試験機。
【請求項５】
前記軸受ユニットは、前記軸受ハウジングに着脱可能に保持され、前記回転体との間にラジアル空気軸受を形成するラジアル軸受部材を有する、
請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の動釣合い試験機。
【請求項６】
前記位置決め固定部材は、前記ラジアル軸受部材を前記スラスト軸受部材と共に前記軸受ハウジングに対して固定する、
請求項３を直接又は間接的に引用する請求項５に記載の動釣合い試験機。
【請求項７】
前記スラスト軸受部材は、前記開口が円形である、
請求項１から請求項６のいずれか一項に記載の動釣合い試験機。
【請求項８】
前記位置決め固定部材は、前記スラスト軸受部材の前記円形状の開口の中心が前記ラジアル軸受部材の軸上に位置するよう位置決めする、
請求項３及び請求項５を直接又は間接的に引用する、請求項７に記載の動釣合い試験機。
【請求項９】
前記スラスト軸受部材は、略円板状の部材である、
請求項１から請求項８のいずれか一項に記載の動釣合い試験機。
【請求項１０】
前記ラジアル軸受部材は、前記スラスト軸受部材が配置される端面に、該スラスト軸受部材の外径と略同径の、該ラジアル軸受部材の軸と同軸の円筒状の突出部を有し、
前記位置決め固定部材は、前記スラスト軸受部材及び前記突出部の外径と略同径であり且つ該スラスト軸受部材の厚みと該突出部の高さを足し合わせた寸法と略同寸法の深さに形成された、円柱状の中空部を有する、
請求項８を引用する請求項９に記載の動釣合い試験機。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、動釣合い試験機に関する。
【背景技術】
【０００２】
架台に振動可能に支持された振動台に被試験体である回転体を回転可能に保持し、回転体を回転させ、その際に回転体の動的不釣合いによって振動台に発生する振動を計測することにより、被試験体の動的釣合い状態を測定する動釣合い試験機が知られている。
【０００３】
特許第５４２６９９１号公報（以下、「特許文献１」と記す。）に記載された動釣合い試験機は、振動台の略矩形の平板状のベースを、その上端の幅方向略中央において縦ばねに取り付けて吊下げ、略矩形の四つの角の近傍を横ばねに取り付けて支持することにより、架台に対して振動可能に連結した構成となっている。
【０００４】
特許第５６２２１７１号公報（以下、「特許文献２」と記す。）に記載された動釣合い試験機は、被試験体を空気軸受により保持する構成となっている。
【０００５】
実公平５－１７６３６号公報（以下、「特許文献３」と記す。）に記載された動釣合い試験機は、回転体を回転駆動するための圧縮空気を吹き付けるノズルを備え、当該ノズル

の回転体に対する吹付け高さや向きを調整可能にした構成となっている。

【発明の概要】

【０００６】

動釣合い試験機は、回転体の上面側（下面側）の所定の不釣合い量によるベースの上面側（下面側）の変位から回転体の下面側（上面側）の所定の不釣合い量によるベースの上面側（下面側）の変位を引いた差分値が大きいほど測定感度が高くなる。しかし、特許文献１に記載の構成では、縦ばねがベースに取り付けられる位置が、回転体の重心をベースに投影した点から大きくずれているため、ベースの上面側（下面側）の変位は、回転体の上面側（下面側）の不釣合いに対してだけでなく、回転体の下面側（上面側）の不釣合いに対しても大きくなってしまう。その結果、回転体の上面側（下面側）の所定の不釣合い量によるベースの上面側（下面側）の変位から回転体の下面側（上面側）の所定の不釣合い量によるベースの上面側（下面側）の変位を引いた差分値が小さくなってしまうため、動釣合い試験機の測定感度を低下させる一因となっていた。

【０００７】

以下に説明するように、本発明の一実施形態によれば、測定感度が高い動釣合い試験機が提供される。

【０００８】

本発明の一実施形態に係る動釣合い試験機は、被試験体である回転体を回転可能に保持する振動ユニットと、振動ユニットを弾性的に支持し、且つ回転体の回転軸と平行な方向における振動ユニットの変位を規制する、第一ばねと、振動ユニットを弾性的に支持し、且つ回転軸と直交する所定の方向における振動ユニットの変位を規制する、少なくとも三本の第二ばねと、を備え、少なくとも三本の第二ばねは、同一の所定平面上で振動ユニットに取り付けられており、振動ユニットは、回転体の重心の所定平面への投影が、第一ばねが振動ユニットに取り付けられる位置と略同じ位置になるよう、回転体を保持する。

【０００９】

この構成によれば、回転体の重心の、少なくとも三本の第二ばねが振動ユニットに取り付けられる所定平面への投影が、第一ばねが振動ユニットに取り付けられる位置と略同じ位置になるよう回転体を保持することにより、回転体の上面側（下面側）の不釣合いによる振動ユニットの下側（上側）の変位を小さくすることができ、それによって回転体の上面側（下面側）の所定の不釣合い量による振動ユニットの上面側（下面側）の変位から回転体の下面側の所定の不釣合い量による振動ユニットの上面側（下面側）の変位を引いた差分値を大きくすることができるため、測定感度が上がり、測定精度の向上が可能になる。

【００１０】

また、本発明の一実施形態に係る動釣合い試験機は、少なくとも三本の第二ばねが振動ユニットに取り付けられる各位置からほぼ等距離となる位置において、第一ばねが振動ユニットに取り付けられる構成としても良い。

【００１１】

また、本発明の一実施形態において、少なくとも三本の第二ばねが振動ユニットに取り付けられる位置は、回転軸及び第一ばねが振動ユニットに取り付けられる位置を通る平面に関して対称に配置されている構成としても良い。

【００１２】

また、本発明の一実施形態に係る動釣合い試験機は、第二ばねを四本備え、第二ばねが振動ユニットに取り付けられる位置を頂点とした略矩形が所定平面上に形成されるよう四本の第二ばねが配置されている構成としても良い。

【００１３】

また、本発明の一実施形態において、振動ユニットに、第一ばねを通すための逃げ構造が形成されている構成としても良い。

【００１４】

また、本発明の一実施形態において、逃げ構造は、穴、溝、又は切り欠きである構成と

しても良い。
【００１５】
また、本発明の一実施形態において、振動ユニットは、第一ばね及び少なくとも三本の第二ばねを取り付ける取付部が形成されるベースと、ベースに固定され、回転体を回転可能に保持する軸受ユニットと、を有する構成としても良い。
【００１６】
また、本発明の一実施形態において、振動ユニットは、第一ばねが取り付けられる位置及び回転軸を含む平面に関して略対称な形状を有する構成としても良い。
【００１７】
また、本発明の一実施形態において、ベースは、回転軸に平行な辺を有する略矩形の板であり、ベースの四つの頂点のそれぞれの近傍に第二ばねが取り付けられている構成としても良い。
【００１８】
また、本発明の一実施形態において、軸受ユニットは、回転軸方向におけるベースの一方の端部の近傍に固定される構成としても良い。
【００１９】
また、本発明の一実施形態において、振動ユニットは、所定平面に垂直な方向に貫通する開口を有する構成としても良い。
【００２０】
被試験体を空気軸受により保持する特許文献２に記載の構成の動釣合い試験機では、被試験体との間で擦れが生じる軸受部が容易に交換可能な構造となっていないため、軸受部の交換が必要になった場合に多大な工数やコストがかかるだけでなく、交換に時間を要する場合は測定作業自体が停止してしまうため、ランニングコストの増加や生産性の低下の一因となっていた。
【００２１】
以下に説明するように、本発明の一実施形態によれば、ランニングコストの削減及び生産性の向上が可能な動釣合い試験機が提供される。
【００２２】
本発明の一実施形態に係る動釣合い試験機は、被試験体である回転体を回転可能に保持する空気軸受を形成する軸受ユニットを備え、軸受ユニットは、軸受ハウジングと、軸受ハウジングに着脱可能に固定されるスラスト軸受部材と、を有し、スラスト軸受部材は、軸体が通される開口を有する板状部材であり、回転体との間にスラスト空気軸受を形成する。
【００２３】
この構成によれば、摩耗しやすいスラスト軸受部材を交換可能な部品とし、且つ部品の両面をスラスト軸受として利用可能とすることにより、部品交換の工数、部品代、及び部品交換による測定作業の停止時間を削減することができ、ランニングコストの削減及び生産性の向上が可能になる。
【００２４】
また、本発明の一実施形態において、スラスト軸受部材は、平板状に形成されている構成としても良い。
【００２５】
また、本発明の一実施形態において、軸受ユニットは、スラスト軸受部材を位置決めして軸受ハウジングに着脱可能に固定する位置決め固定部材を有する構成としても良い。
【００２６】
また、本発明の一実施形態において、位置決め固定部材は、スラスト軸受部材を位置決めする位置決め部材と、位置決め部材を軸受ハウジングに対して着脱可能に固定する固定部材と、を含む構成としても良い。
【００２７】
また、本発明の一実施形態において、軸受ユニットは、軸受ハウジングに着脱可能に保

持され、回転体との間にラジアル空気軸受を形成するラジアル軸受部材を有する構成としても良い。

【００２８】

また、本発明の一実施形態において、位置決め固定部材は、ラジアル軸受部材をスラスト軸受部材と共に軸受ハウジングに対して固定する構成としても良い。

【００２９】

また、本発明の一実施形態において、スラスト軸受部材は、開口が円形である構成としても良い。

【００３０】

また、本発明の一実施形態において、スラスト軸受部材は、略円板状の部材である構成としても良い。

【００３１】

また、本発明の一実施形態において、位置決め固定部材は、スラスト軸受部材の円形状の開口の中心がラジアル軸受部材の軸上に位置するよう位置決めする構成としても良い。

【００３２】

また、本発明の一実施形態において、ラジアル軸受部材は、スラスト軸受部材が配置される端面に、スラスト軸受部材の外径と略同径の、ラジアル軸受部材の軸と同軸の円柱状の突出部を有し、位置決め固定部材は、スラスト軸受部材の外径及び突出部と略同径であり且つスラスト軸受部材の厚みと突出部の高さを足し合わせた寸法と略同寸法の深さに形成された、円柱状の中空部を有する構成としても良い。

【００３３】

回転体を回転駆動するための圧縮空気を吹き付けるノズルを備える特許文献３に記載の構成の動釣合い試験機では、様々な寸法や形状の被試験体を回転駆動させることができ、ノズルが被試験体の着脱の邪魔になる場合にはノズルを邪魔にならない位置に移動させることができるが、被試験体の着脱の度にノズルを移動させるのは手間であり、毎回同じ位置にノズルを戻すのも困難であることから、作業効率や測定精度を低下させる一因となっていた。

【００３４】

以下に説明するように、本発明の一実施形態によれば、作業性及び測定精度の向上が可能な動釣合い試験機が提供される。

【００３５】

本発明の一実施形態に係る動釣合い試験機は、回転自在に支持された回転体に風を吹き付けて回転体を回転駆動させる駆動ユニットと、回転体を駆動可能な駆動位置と、回転体の着脱が容易な待機位置との間で、駆動ユニットを回転体の回転軸方向に移動させる移動ユニットと、駆動位置を回転軸方向に変更する変更ユニットと、を備える。

【００３６】

この構成によれば、被試験体の着脱の邪魔にならない位置に駆動ユニットを移動させる機構と、被試験体の形状や寸法に合わせて駆動ユニットの位置を変更する機構とを別々の機構として設けることにより、被試験体の着脱を容易にし、且つ被試験体の着脱の度に駆動ユニットの位置を調整する手間を省いて駆動ユニットの位置のずれを防止することができ、作業性及び測定精度の向上が可能になる。

【００３７】

また、本発明の一実施形態において、移動ユニットは駆動ユニットを支持し、変更ユニットは、移動ユニットを回転軸方向に移動させることにより、回転軸方向における駆動ユニットの位置を変更する構成としても良い。

【００３８】

また、本発明の一実施形態において、変更ユニットは駆動ユニットを支持し、移動ユニットは、変更ユニットを回転軸方向に移動させることにより、回転軸方向における駆動ユニットの位置を変更する構成としても良い。

【００３９】

また、本発明の一実施形態に係る動釣合い試験機は、駆動ユニットの移動を回転軸方向に規制するガイドを備える構成としても良い。

【００４０】

また、本発明の一実施形態に係る動釣合い試験機は、駆動ユニットを支持する支持部材を備え、ガイドは、支持部材の回転軸方向の移動をガイドする構成としても良い。

【００４１】

また、本発明の一実施形態において、変更ユニットは支持部材を支持し、移動ユニットは、変更ユニットを回転軸方向に移動させることにより、支持部材を介して駆動ユニットの位置を変更する構成としても良い。

【００４２】

また、本発明の一実施形態において、移動ユニットは支持部材を支持し、変更ユニットは、移動ユニットを回転軸方向に移動させることにより、支持部材を介して駆動ユニットの位置を変更する構成としても良い。

【００４３】

また、本発明の一実施形態において、移動ユニットは流体圧により駆動される構成としても良い。

【００４４】

また、本発明の一実施形態において、駆動ユニットは、回転体に向けて空気を吹き付けるノズルを有する構成としても良い。

【００４５】

また、本発明の一実施形態において、ノズルは、回転体を順方向に回転駆動する少なくとも一つの順方向噴射ノズルと、回転体を順方向と逆方向に回転駆動する少なくとも一つの逆方向噴射ノズルと、を含む構成としても良い。

【００４６】

また、本発明の一実施形態において、駆動ユニットは、回転体の外周を囲う、回転軸方向に貫通する中空部を有し、中空部の内周にノズルが形成されている構成としても良い。

【図面の簡単な説明】

【００４７】

【図１】本発明の実施形態に係る動釣合い試験機の主要部の正面図である。

【図２】本発明の実施形態に係る動釣合い試験機の主要部の右側面図である。

【図３】本発明の実施形態に係る動釣合い試験機の主要部の平面図である。

【図４】本発明の実施形態に係る動釣合い試験機の振動ユニットの分解図である。

【図５】比較例の振動ユニットにおいて動釣合い試験時に発生する振動変位を説明する図である。

【図６】本発明の実施形態の振動ユニットにおいて動釣合い試験時に発生する振動変位を説明する図である。

【図７】本発明の実施形態に係る動釣合い試験機の軸受ハウジングの平面図である。

【図８】本発明の実施形態に係る動釣合い試験機の軸受ユニットの横断面図である。

【図９】本発明の実施形態に係る動釣合い試験機の駆動ユニット、ガイドユニット、変更ユニット及び移動ユニットの正面図である。

【図１０】本発明の実施形態に係る動釣合い試験機の駆動ユニット、ガイドユニット、変更ユニット及び移動ユニットの右側面図である。

【図１１】本発明の実施形態に係る動釣合い試験機の駆動ユニット、ガイドユニット、変更ユニット及び移動ユニットの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【００４８】

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。

【００４９】

図１、図２及び図３は、それぞれ動釣合い試験機１の主要部の正面図、右側面図及び平面図である。以下の説明において、図１における左右方向をＸ軸方向、紙面に垂直な方向

をＹ軸方向、上下方向をＺ軸方向とする。なお、Ｚ軸方向は鉛直方向であり、Ｘ，Ｙ軸方向は水平方向である。また、図１における手前側（紙面表側）を前、奥側（紙面裏側）を後ろとする。

【００５０】

本実施形態の動釣合い試験機１は、過給機のタービンロータ等の羽根を有する回転体（被試験体Ｗ）の動釣合い試験に適したものである。動釣合い試験機１は、被試験体Ｗの羽根に風を吹き付けることにより被試験体Ｗを回転駆動し、そのときに発生する振動を測定して、この振動の測定結果に基づいて被試験体Ｗの動的釣合いを計測することができるように構成されている。

【００５１】

動釣合い試験機１は、被試験体Ｗをその回転軸をＺ軸方向に向けた姿勢で回転可能に保持する振動ユニット２００と、振動ユニット２００に保持された被試験体Ｗの羽根に風を吹き付けることによって被試験体Ｗを回転駆動する駆動ユニット３００と、振動ユニット２００及び駆動ユニット３００を支持する架台１００を備えている。また、動釣合い試験機１は、更に、後述するガイドユニット４００、変更ユニット５００及び移動ユニット６００を備えている。なお、図１－３においては、駆動ユニット３００、ガイドユニット４００、変更ユニット５００及び移動ユニット６００が図示省略されている。

【００５２】

図１－３に示されるように、振動ユニット２００は、Ｚ軸方向に伸びる一本の縦ばね（第一ばね）１１０とＹ軸方向に延びる四本の横ばね（第二ばね）１２０によって架台１００に支持されている。縦ばね１１０及び横ばね１２０は、長手方向において実質剛体であり、実質曲げ変形のみを許容する、丸棒状の部材である。縦ばね１１０は、振動ユニット２００を上方から吊下げて支持し、横ばね１２０は、振動ユニット２００を後側から支持している。振動ユニット２００は、縦ばね１１０によってＺ軸方向の変位が規制され、横ばね１２０によってＹ軸方向の変位が規制されるため、実質的にＸ方向の並進運動（振動）及びＹ軸周りの回転運動（振動）のみが許容されている。

【００５３】

架台１００は、振動ユニット２００のＸ軸方向の振動を測定する二つの振動センサユニット１３０と、被試験体Ｗの回転位相を検出する位相センサユニット１４０を備えている。一方の振動センサユニット１３０は、測定子１３２の先端が振動ユニット２００の背面の上端付近に接続され、振動ユニット２００の上面側の振動変位を測定する。また、他方の振動センサユニット１３０は、測定子１３２の先端が振動ユニット２００の背面の下端付近に接続され、振動ユニット２００の下面側の振動変位を測定する。また、位相センサユニット１４０は、被試験体Ｗの回転位相を光学的に非接触で検出する装置である。位相センサユニット１４０は、架台１００の上部に取り付けられ、被試験体Ｗの回転位相を真上から検出する。

【００５４】

図４は、振動ユニット２００の分解図である。振動ユニット２００は、ベース２１０と、ボルトによってベース２１０の前面に着脱可能に固定された軸受ユニット２２０を備えている。軸受ユニット２２０は、空気軸受を形成して、被試験体Ｗを回転可能に保持する。

【００５５】

ベース２１０は、Ｘ軸及びＺ軸のそれぞれと平行な辺を有する略矩形の金属板である。ベース２１０の上部には、Ｙ方向に貫通する円形の開口２１４が形成されている。開口２１４を設けることにより、振動ユニット２００が軽量化するため、測定感度が向上する。

【００５６】

ベース２１０の略中央には、Ｙ方向に貫通する略矩形の縦ばね取付用開口２１１が形成されている。また、ベース２１０は、縦ばね１１０をベース２１０に取り付けるための縦ばね取付部材２１９を備えている。縦ばね取付部材２１９は、縦ばね取付用開口２１１に差し込まれて、ボルトによってベース２１０の本体に着脱可能に固定される。

【００５７】
また、ベース２１０には、Ｚ軸方向に延びる二つの逃がし穴２１２ａ、２１２ｂが、開口２１４の中心を通る直線上に形成されている。上側の逃がし穴２１２ａは、ベース２１０の上面から開口２１４まで貫通し、下側の逃がし穴２１２ｂは開口２１４の下端から縦ばね取付用開口２１１まで貫通している。縦ばね１１０は、逃がし穴２１２ａ、開口２１４及び逃がし穴２１２ｂに通される。縦ばね１１０の先端部は、縦ばね取付用開口２１１に差し込まれた縦ばね取付部材２１９の縦ばね取付部２１９ａに差し込まれて取り付けられる。逃がし穴２１２ａ、２１２ｂは、縦ばね１１０と接触しないように、縦ばね１１０の外径よりも十分に大きな内径で形成されている。

【００５８】
また、略矩形のベース２１０の四隅には、横ばね１２０の先端部を取り付ける横ばね取付部２１３が設けられている。縦ばね取付用開口２１１は、四つの横ばね取付部２１３の配列の中心位置Ｃ（すなわち、各横ばね取付部２１３との距離が等しくなる位置）が縦ばね取付用開口２１１の略中心に位置するように形成されている。そのため、本実施形態では、縦ばね取付部材２１９によって縦ばね１１０がベース２１０に取り付けられる位置（縦ばね取付位置Ｐ）は、中心位置Ｃと一致する。

【００５９】
軸受ユニット２２０が取り付けられるベース２１０の下部の前面には、軸受ユニット２２０を位置決めするためのＺ軸方向に延びるキー２１７が設けられている。また、ベース２１０の下部には、軸受ユニット２２０に供給される圧縮空気が流れる空気供給穴２１５、２１６が、Ｙ軸方向に貫通している。

【００６０】
本実施形態の振動ユニット２００は、軸受ユニット２２０に保持された被試験体Ｗの重心のベース２１０上への投影が縦ばね取付位置Ｐと重なるように構成されている。言い換えれば、縦ばね取付位置ＰからＹ軸方向に延びる直線上又はその近傍に被試験体Ｗの重心が配置されるように構成されている。

【００６１】
動釣合い試験機は、被試験体の上面側（下面側）の所定の不釣合い量による振動ユニットの上面側（下面側）の変位から被試験体の下面側（上面側）の所定の不釣合い量による振動ユニットの上面側（下面側）の変位を引いた差分値が大きいほど測定感度が高くなる。図５及び図６を参照して以下に説明するように、本実施形態の振動ユニット２００は、特許文献１に記載されているような従来構成と比較して上記の差分値が大きくなり、従って従来構成よりも測定感度が高くなっている。

【００６２】
図５は、比較例である振動ユニット２００´において動釣合い試験時に発生する振動変位を説明する図である。また、図６は、本実施形態の振動ユニット２００において動釣合い試験時に発生する振動変位を説明する図である。図５においては、本実施形態の振動ユニット２００と対応する構成には、本実施形態と同じ符号を付してある。比較例の振動ユニット２００´は、本実施形態の振動ユニット２００と異なり、縦ばね取付位置Ｐ´がベースの上端部中央に位置する。

【００６３】
図５及び図６において、Ｏは縦ばね１１０が架台１００に固定される縦ばね固定位置、Ｇは被試験体Ｗの重心位置、Ｍｏは不釣合いを与えるために被試験体Ｗに取り付けられる錘、Ｆは被試験体Ｗに取り付けられた錘Ｍｏの回転によって生じる遠心力、Ｕｕ（Ｕ´ｕ）は錘Ｍｏを被試験体Ｗの上面側に取り付けた状態で測定される振動ユニット２００（２００´）の上面側のＸ方向変位、Ｕｌ（Ｕ´ｌ）は錘Ｍｏを被試験体Ｗの下面側に取り付けた状態で測定される振動ユニット２００（２００´）の上面側のＸ方向変位、Ｌｕ（Ｌ´ｕ）は錘Ｍｏを被試験体Ｗの上面側（下面側）に取り付けた状態で測定される振動ユニット２００（２００´）の下面側のＸ方向変位、Ｌｌ（Ｌ´ｌ）は錘Ｍｏを被試験体Ｗの下面側に取り付けた状態で測定される振動ユニット２００（２００´）の下面側のＸ方向

変位を示している。変位Ｕｕ（Ｕ′ｕ）及びＵｌ（Ｕ′ｌ）は上側の振動センサユニット１３０によって測定され、変位Ｌｕ（Ｌ′ｕ）及びＬｌ（Ｌ′ｌ）は下側の振動センサユニット１３０によって測定される。

【００６４】

なお、振動ユニット２００（２００′）の変位は、縦ばね固定位置Ｏを支点とした縦ばね１１０のＹ軸周りの曲げ振動による変位と、縦ばね取付位置Ｐ（Ｐ′）を支点とした縦ばね１１０のＹ軸周りの曲げ振動による変位の和となるが、縦ばね取付位置Ｐ（Ｐ′）の違いに起因する振動ユニット２００（２００′）のＸ方向変位の違いを説明するため、以下では、変位Ｕｕ、Ｕｌ、Ｌｕ、Ｌｌ（Ｕ′ｕ、Ｕ′ｌ、Ｌ′ｕ、Ｌ′ｌ）を、縦ばね取付位置Ｐ（Ｐ′）を支点とした縦ばね１１０のＹ軸周りの曲げ振動による変位として説明する。また、遠心力Ｆは被試験体Ｗの回転位相によって方向が変化するが、以下の説明においては、Ｘ軸正方向（図中右方向）に遠心力が働いている状態について説明する。

【００６５】

図５（ａ）及び図６（ａ）は、被試験体Ｗの上面側に錘Ｍｏを付加した場合を説明する図であり、図５（ｂ）及び図６（ｂ）は、被試験体Ｗの下面側に錘Ｍｏを付加した場合を説明する図である。図５（ａ）に示されるように、比較例の振動ユニット２００′において上面側に錘Ｍｏを付加した場合、遠心力Ｆによって、縦ばね取付位置Ｐ′を軸に図中反時計回りに振動ユニット２００′を回転させるモーメントが発生する。このため、変位Ｕ′ｕ及び変位Ｌ′ｕは、双方ともＸ軸正方向（図中右方向）の変位となる（但し、変位Ｕ′ｕの大きさは非常に小さい）。また、図５（ｂ）に示されるように、比較例の振動ユニット２００′において被試験体Ｗの下面側に錘Ｍｏを付加した場合も、遠心力Ｆによって、縦ばね取付位置Ｐ′を軸に図中反時計回りに振動ユニット２００′を回転させるモーメントが発生する。このため、変位Ｕ′ｌ及び変位Ｌ′ｌは、双方ともＸ軸正方向の変位となる。すなわち、錘Ｍｏを被試験体Ｗの上面側に付加するか下面側に付加するかに拘わらず、振動ユニット２００′の上面側と下面側は同じ方向に変位する。

【００６６】

従って、比較例の振動ユニット２００′においては、錘Ｍｏを被試験体Ｗの上面側に付加するか下面側に付加するかに拘わらず、縦ばね固定位置Ｏを支点とした遠心力ＦによるＸ軸正方向（図中右方向）の変位に、同じくＸ軸正方向の変位Ｕ′ｕ、Ｕ′ｌ、Ｌ′ｕ、Ｌ′ｌが加算されて、振動ユニット２００′のＸ軸正方向（図中右方向）の変位が大きくなる。

【００６７】

これに対し、図６（ａ）に示されるように、本実施形態の振動ユニット２００において被試験体Ｗの上面側に錘Ｍｏを付加した場合、遠心力Ｆによって、縦ばね取付位置Ｐを軸に図中時計回りに振動ユニット２００を回転させるモーメントが発生する。このため、変位Ｕｕは比較例と同様にＸ軸正方向（図中右方向）の変位となるが、変位Ｌｕは比較例と異なりＸ軸負方向（図中左方向）の変位となる。また、図６（ｂ）に示されるように、被試験体Ｗの下面側に錘Ｍｏを付加した場合は、縦ばね取付位置Ｐを軸に図中反時計回りに振動ユニット２００を回転させるモーメントが発生する。このため、変位Ｌｌは比較例と同様にＸ軸正方向（図中右方向）の変位となるが、変位Ｕｌは比較例と異なりＸ軸負方向（図中左方向）の変位となる。

【００６８】

従って、本実施形態の振動ユニット２００においては、錘Ｍｏを被試験体Ｗの上面側に付加した場合は、振動ユニット２００の上面側の変位は、縦ばね固定位置Ｏを支点とした遠心力ＦによるＸ軸正方向（図中右方向）の変位に同じくＸ軸正方向の変位Ｕｕが加算されて変位が大きくなり、振動ユニット２００の下面側の変位は、縦ばね固定位置Ｏを支点とした遠心力ＦによるＸ軸正方向（図中右方向）の変位からＸ軸負方向（図中左方向）の変位Ｌｕが減算されて変位が小さくなる。同様に、錘Ｍｏを被試験体Ｗの下面側に付加した場合は、振動ユニット２００の下面側の変位は、縦ばね固定位置Ｏを支点とした遠心力ＦによるＸ軸正方向（図中右方向）の変位に同じくＸ軸正方向の変位Ｌｌが加算されて変

位が大きくなり、振動ユニット２００の上面側の変位は縦ばね固定位置Ｏを支点とした遠心力ＦによるＸ軸正方向（図中右方向）の変位からＸ軸負方向（図中左方向）の変位Ｕｌが減算されて変位が小さくなる。

【００６９】

以上から、本実施形態の振動ユニット２００は、比較例の振動ユニット２００´と比較して、被試験体Ｗの上面側（下面側）の所定の不釣合い量に対する振動ユニット２００の上面側（下面側）の変位から被試験体Ｗの下面側（上面側）の所定の不釣合い量に対する振動ユニット２００の上面側（下面側）の変位を引いた差分値が大きくなる。上述したように、上記の差分値が大きいほど動釣合い試験機の感度が高くなるため、本実施形態の振動ユニット２００は、比較例の振動ユニット２００´と比較して感度が高いということができる。

【００７０】

また、本実施形態の振動ユニット２００は、四つの横ばね取付部２１３の中心位置Ｃと縦ばね取付位置Ｐが一致しているため、錘Ｍｏを被試験体Ｗの上面側に付加した場合の振動ユニット２００の図５－６における時計回りの回転角と、錘Ｍｏを被試験体Ｗの下面側に付加した場合の振動ユニット２００の図中反時計回りの回転角とが実質等しくなる。そのため、被試験体Ｗの上面側の不釣合いに対する測定感度と、被試験体Ｗの下面側の不釣合いに対する測定感度を等しくすることができ、不釣り合いが上面側にあるか下面側にあるかに拘わらず高精度で不釣り合いを測定することができる。

【００７１】

なお、ベース２１０の形状や縦ばね１１０と横ばね１２０の配置は、本実施形態のものに限定されない。四つの横ばね取付部２１３が配列される平面が被試験体Ｗの回転軸に平行であり、また、四つの横ばね取付部２１３の配列の中心位置Ｃ、縦ばね取付位置Ｐ及び被試験体Ｗの重心の位置関係が上述のような関係（すなわち、中心位置Ｃ、縦ばね取付位置Ｐ及び被試験体Ｗの重心がＹ軸方向に並び、且つ、中心位置Ｃと縦ばね取付位置Ｐとが一致するという位置関係）となっていればよい。また、ベース２１０と軸受ユニット２２０は、一つの部材として一体に形成されていても良い。また、横ばね１２０の本数も、ベース２１０を安定して支持できる三本以上であれば良い。

【００７２】

図７及び図８は、それぞれ軸受ハウジング２２１の平面図及び軸受ユニット２２０の横断面図である。図４及び図８に示されるように、軸受ユニット２２０は、軸受ハウジング２２１、ラジアル軸受部材２２２、スラスト軸受部材２２３、位置決め部材２２４、固定部材２２５及び封止部材２２６を備えている。ラジアル軸受部材２２２、スラスト軸受部材２２３及び封止部材２２６は、それぞれ交換可能であり、被試験体Ｗのジャーナルの外径に適合したものが使用される。

【００７３】

ラジアル軸受部材２２２は軸受ハウジング２２１内に収容され、スラスト軸受部材２２３はラジアル軸受部材２２２の上面に載置される。位置決め部材２２４は、スラスト軸受部材２２３をラジアル軸受部材２２２に対して位置決めする部材である。固定部材２２５は、ラジアル軸受部材２２２、スラスト軸受部材２２３及び位置決め部材２２４を軸受ハウジング２２１に対して位置決め固定する部材である。封止部材２２６は、後述する空間Ｓｒの下端を封止するＯリング２２７Ａを下側から押圧して固定する部材である。

【００７４】

軸受ハウジング２２１には、Ｚ軸方向に貫通する略円柱状の中空部２２１Ａが形成されている。中空部２２１Ａは、主要部分である大径部２２１Ａａと、下端部に形成された、大径部２２１Ａａより小さい径の小径部２２１Ａｂを有する段付き形状となっている。また、図７に示されるように、軸受ハウジング２２１には、ベース２１０に設けられたキー２１７と嵌合し、ベース２１０に対して軸受ハウジング２２１を位置決めする溝２２１Ｆが形成されている。

【００７５】

軸受ハウジング２２１には、空気軸受を形成するための圧縮空気が流れる流路２２１Ｂ、２２１Ｃが形成されている。流路２２１Ｂを流れる圧縮空気はラジアル軸受部材２２２に供給され、流路２２１Ｃを流れる圧縮空気はスラスト軸受部材２２３に供給される。流路２２１Ｂ、２２１Ｃの一端（入口）は、それぞれ、Ｏリング２１８Ａ、２１８Ｂを介して、ベース２１０の空気供給穴２１５、２１６に接続されている。

【００７６】

中空部２２１Ａの大径部２２１Ａａには、流路２２１Ｂの他端（出口２２１Ｂｅ）が開口している。また、図７に示されるように、軸受ハウジング２２１の上面には、中空部２２１Ａと同心に、二つの環状の溝２２１Ｄ及び２２１Ｅが形成されている。流路２２１Ｃの出口２２１Ｃｅは、外側の溝２２１Ｄの底面に開口している。また、内側の溝２２１Ｅには、Ｏリング２２７Ｂが収容される。

【００７７】

ラジアル軸受部材２２２は、略筒状の部材であり、Ｚ軸方向に貫通する略円柱状の中空部２２２Ｅが形成されている。中空部２２２Ｅには、被試験体Ｗのジャーナルが差し込まれる。ラジアル軸受部材２２２は、その外径により、下側から順に、筒状部２２２Ａ、フランジ部２２２Ｂ及び突出部２２２Ｃに区分される。

【００７８】

筒状部２２２Ａは、軸受ハウジング２２１の中空部２２１Ａ内に収容される最も外径が細い略円筒状の部分であり、中空部２２１Ａの小径部２２１Ａｂの内径と略同じ外径を有する。

【００７９】

フランジ部２２２Ｂは、軸受ハウジング２２１の外側の溝２２１Ｄよりも大きい外径を有する、円板状の部分である。フランジ部２２２Ｂは、ラジアル軸受部材２２２が軸受ハウジング２２１に装着された状態において、軸受ハウジング２２１の上面に載置される。

【００８０】

突出部２２２Ｃは、フランジ部２２２Ｂの上面の中央部から上方に突出する、フランジ部２２２Ｂより小さい外径を有する略円筒状の部分である。

【００８１】

ラジアル軸受部材２２２のフランジ部２２２Ｂの下面には、Ｏリング２２７Ｃが収容される環状の溝２２２Ｄが同心に形成されている。溝２２２Ｄの内周は軸受ハウジング２２１の溝２２１Ｄの内周と略同径であり、溝２２２Ｄの幅は溝２２１Ｄより大きく形成されている。

【００８２】

ラジアル軸受部材２２２の中空部２２２Ｅは、Ｚ軸方向中央部に位置する大径部２２２Ｅａと、上部に位置する小径部２２２Ｅｂと、下部に位置する小径部２２２Ｅｃを有する。小径部２２２Ｅｂは突出部２２２Ｃに形成され、大径部２２２Ｅａは筒状部２２２Ａの上部に形成され、小径部２２２Ｅｃは筒状部２２２Ａの下部に形成される。また、小径部２２２Ｅｂ、２２２Ｅｃの周面と被試験体Ｗのジャーナルとの間には、ラジアル空気軸受が形成される。

【００８３】

筒状部２２２Ａの下部には、筒状部２２２Ａを径方向に貫通して小径部２２２Ｅｃに開口する複数のラジアル軸受空気供給孔２２２Ｆが、周方向において等間隔に形成されている。また、ラジアル軸受部材２２２の上部（軸受ハウジング２２１の外部に配置されたフランジ部２２２Ｂ及び突出部２２２Ｃからなる部分）にも、ラジアル軸受部材２２２の外周と内周とを連絡する複数のラジアル軸受空気供給孔２２２Ｇが、周方向において等間隔に形成されている。ラジアル軸受空気供給孔２２２Ｇの一端（入口）はフランジ部２２２Ｂの付け根の下面（中空部２２１Ａの周縁部に面する位置）に開口し、他端（出口）は小径部２２２Ｅｂの内周面に開口する。また、ラジアル軸受部材２２２の上部には、溝２２２Ｄの内周の下端部と小径部２２２Ｅｂの内周の上端部とを連絡する複数のスラスト軸受空気供給孔２２２Ｈが、周方向において等間隔に形成されている。

【００８４】
ラジアル軸受部材２２２が軸受ハウジング２２１に装着された状態において、ラジアル軸受部材２２２の筒状部２２２Ａと軸受ハウジング２２１の中空部２２１Ａ（大径部２２１Ａａ）の周面との間には、円筒状の空間Ｓｒが形成される。この空間Ｓｒは、流路２２１Ｂの出口２２１Ｂｅから供給される圧縮空気によって満たされる。
【００８５】
また、軸受ハウジング２２１の溝２２１Ｄと、ラジアル軸受部材２２２の溝２２２Ｄ内周の下端部と、Ｏリング２２７Ｃとで囲まれた空間Ｓｓが形成される。この空間Ｓｓは、流路２２１Ｃの出口２２１Ｃｅから供給される圧縮空気によって満たされる。空間ＳｒはＯリング２２７Ａ及び２２７Ｂによって封止され、空間ＳｓはＯリング２２７Ｂ及び２２７Ｃによって封止される。ラジアル軸受空気供給孔２２２Ｆ、２２２Ｇは、その一端（入口）において空間Ｓｒに連絡しており、空間Ｓｒ内の圧縮空気を小径部２２２Ｅｂ、２２２Ｅｃに供給する。また、スラスト軸受空気供給孔２２２Ｈは、空間Ｓｓに連絡しており、空間Ｓｓ内の圧縮空気をスラスト軸受部材２２３の内周に供給する。
【００８６】
スラスト軸受部材２２３は、ラジアル軸受部材２２２の突出部２２２Ｃと略同じ内径及び外径を有する穴空き円板状（平座金状）の精密部材である。スラスト軸受部材２２３の唯一の中空部である開口２２３Ａには、被試験体Ｗのジャーナルが通される。スラスト軸受空気供給孔２２２Ｈから圧縮空気が供給されていない状態において、被試験体Ｗのフランジ部Ｗａが、スラスト軸受部材２２３の上面の内周部に載置される。
【００８７】
スラスト軸受空気供給孔２２２Ｈから圧縮空気が供給されると、スラスト軸受部材２２３の上面の内周部と被試験体Ｗのフランジ部Ｗａとの間にスラスト空気軸受が形成され、被試験体Ｗがスラスト軸受部材２２３から浮上する。また、圧縮空気の供給を停止すると、被試験体Ｗが降下して、フランジ部Ｗａがスラスト軸受部材２２３の上に載置される。被試験体Ｗの回転が完全に止まる前に圧縮空気の供給が停止されると、フランジ部Ｗａとスラスト軸受部材２２３とが擦れるため、スラスト軸受部材２２３の上面が徐々に摩耗する。スラスト軸受部材２２３の摩耗量が大きくなると、良好なスラスト空気軸受が得られなくなり、被試験体Ｗの浮上が不安定になる。そのため、スラスト軸受部材２２３は定期的に交換する必要がある。本実施形態のスラスト軸受部材２２３は、平板状に形成されているため、スラスト軸受部材２２３を裏返して、その両面をスラスト空気軸受の形成に使用することができる。これにより、スラスト軸受部材２２３の寿命が実質的に２倍に延びるため、スラスト軸受部材２２３の交換に要するコストの削減が可能になる。
【００８８】
位置決め部材２２４は、Ｚ軸方向に貫通する略円柱状の中空部２２４Ｃが形成された環状の部材であり、フランジ部２２４Ａと円筒部２２４Ｂを有する。円筒部２２４Ｂは、鉛直に延びる略円筒状の部分である。円筒部２２４Ｂの内径は、ラジアル軸受部材２２２の突出部２２２Ｃ及びスラスト軸受部材２２３の外径と略同径であり、円筒部２２４Ｂの中空部２２４Ｃにはラジアル軸受部材２２２の突出部２２２Ｃ及びスラスト軸受部材２２３が隙間なく収容される。
【００８９】
フランジ部２２４Ａは、円筒部２２４Ｂの下端部から外周に突出した略円板状の部分であり、ラジアル軸受部材２２２のフランジ部２２２Ｂと略同じ外径を有する。
【００９０】
また、円筒部２２４Ｂの上端部には、内周に突出する爪２２４ｈが全周に亘って形成されている。爪２２４ｈの内径は、突出部２２２Ｃやスラスト軸受部材２２３の外径より小さく、スラスト軸受部材２２３の開口２２３Ａより大きい。
【００９１】
また、位置決め部材２２４の中空部２２４Ｃの深さ（フランジ部２２４Ａの下面から爪２２４ｈの下面までの距離）は、ラジアル軸受部材２２２の突出部２２２Ｃの高さとスラ

スト軸受部材２２３の高さを足し合わせた大きさになっている。そのため、位置決め部材２２４の中空部２２４Ｃには、ラジアル軸受部材２２２の突出部２２２Ｃ及びスラスト軸受部材２２３が上下方向においても隙間なく収容されるようになっている。すなわち、位置決め部材２２４によって、スラスト軸受部材２２３がラジアル軸受部材２２２に対して位置決めされる構造となっている。

【００９２】

固定部材２２５は、環状の部材である。固定部材２２５は、底面から上面の手前まで形成された円柱状の中空部２２５Ａと、中空部２２５Ａの上端から固定部材２２５の上面まで貫通する円形の開口２２５Ｂを有する。中空部２２５Ａは、ラジアル軸受部材２２２のフランジ部２２２Ｂや位置決め部材２２４の円筒部２２４Ｂと略同径である。開口２２５Ｂは、中空部２２５Ａと同心に形成され、中空部２２５Ａより小さく、位置決め部材２２４の円筒部２２４Ｂより大きい径を有する。また、固定部材２２５には、中空部２２５Ａより外側に、固定用の螺子を通す穴が四か所形成されている。

【００９３】

中空部２２５Ａは、ラジアル軸受部材２２２のフランジ部２２２Ｂの高さと位置決め部材２２４のフランジ部２２４Ａの高さを足し合わせた深さに形成されている。従って、固定部材２２５の下面が軸受ハウジング２２１の上面に接している状態において、フランジ部２２４Ａの上面が中空部２２５Ａの上端面に接し、フランジ部２２４Ａの下面がフランジ部２２２Ｂの上面に接し、フランジ部２２２Ｂの下面が軸受ハウジング２２１の上面に接した状態となる。すなわち、固定部材２２５を軸受ハウジング２２１に対して固定することによって、位置決め部材２２４、スラスト軸受部材２２３及びラジアル軸受部材２２２が軸受ハウジング２２１に固定される構造となっている。

【００９４】

固定部材２２５の軸受ハウジング２２１に対する固定によって位置決め部材２２４、スラスト軸受部材２２３及びラジアル軸受部材２２２を軸受ハウジング２２１に固定する構成とすることにより、固定部材２２５を固定する螺子の脱着のみによるラジアル軸受部材２２２、スラスト軸受部材２２３及び位置決め部材２２４の交換が可能になる。そのため、被試験体Ｗの寸法に合わせた軸受用の部品の交換が容易になるだけでなく、摩耗し易いスラスト軸受部材２２３等の部品の保守交換も容易になる。また、スラスト軸受部材２２３は、その両面を、スラスト空気軸受を形成する面に使用することができるよう形成されているため、片面が摩耗した場合でも、もう一方の面を軸受面にして再利用でき、部品の交換頻度を少なくすることができる。更に、本実施形態のようにスラスト軸受部材２２３を成形し易い形状とすることにより、部品の単価も抑えることが可能になる。

【００９５】

なお、スラスト軸受部材２２３の交換が容易且つその両面がスラスト軸受面として利用できるよう構成されていれば部品の交換頻度を少なくすることができるため、位置決め部材２２４と固定部材２２５は、一つの部品として形成されていても良い。また、スラスト軸受部材２２３の形状も、円板状ではなく、裏返しても使用可能な異なる形状を有していても良い。更に、軸受ハウジング２２１とラジアル軸受部材２２２が一つの部品として形成されていても良い。

【００９６】

図９、図１０及び図１１は、それぞれ動釣合い試験機１の付加機構部（駆動ユニット３００、ガイドユニット４００、変更ユニット５００及び移動ユニット６００）の正面図、右側面図及び平面図である。

【００９７】

図９－１１に示されるように、駆動ユニット３００は、噴射ノズル部材３１０と、中継部材３２０を備えている。噴射ノズル部材３１０は略矩形の金属部材であり、Ｚ軸方向に貫通する円柱状の中空部３１１が形成されている。中空部３１１は、試験時に被試験体Ｗの羽根の周囲を囲う部分である。従って、中空部３１１の内周面が被試験体Ｗと接触しないように、被試験体Ｗの外径よりも十分に大きな径で形成されている。

【００９８】
中空部３１１の内周面には、被試験体Ｗに向けて空気を噴射する三つのノズル３１２が形成されている。三つのノズル３１２のうち二つは、被試験体Ｗを順方向（上方から見て反時計回り）に回転駆動するよう配向された順方向噴射ノズル３１２Ａであり、一つは被試験体Ｗを順方向と逆方向（上方から見て時計回り）に回転駆動するよう配向された逆方向噴射ノズル３１２Ｂである。
【００９９】
噴射ノズル部材３１０には、流路３１３Ａ、３１３Ｂが形成されている。流路３１３Ａは、一端が噴射ノズル部材３１０の下面右側に開口し、他端が分岐して二つの順方向噴射ノズル３１２Ａと連絡している。流路３１３Ｂは、一端が噴射ノズル部材３１０の下面左側に開口し、他端が逆方向噴射ノズル３１２Ｂと連絡している。
【０１００】
噴射ノズル部材３１０は、動釣合い試験時には、順方向噴射ノズル３１２Ａによって被試験体Ｗを反時計回りに回転駆動し、測定終了後は逆方向噴射ノズル３１２Ｂによって時計回りの駆動力を発生させることにより被試験体Ｗの回転にブレーキをかける。逆方向噴射ノズル３１２Ｂによって回転にブレーキをかけるよう構成することによって、測定終了から被試験体Ｗの取り外しまでにかかる試験時間を短縮することができる。
【０１０１】
中継部材３２０は、噴射ノズル部材３１０の下面右端に固定される中継部材３２０Ａと、噴射ノズル部材３１０の下面左端に固定される中継部材３２０Ｂに分かれている。中継部材３２０Ａ、３２０Ｂには、それぞれ流路３２２Ａ、３２２Ｂが形成されている。流路３２２Ａ、３２２Ｂの一端は、それぞれ噴射ノズル部材３１０の流路３１３Ａ、３１３Ｂに接続される。また、流路３２２Ａ、３２２Ｂの他端は、連結部３２１Ａ、３２１Ｂを介して、対応する圧縮空気供給源（不図示）にそれぞれ連結されている。
【０１０２】
なお、駆動ユニット３００は、被試験体Ｗに空気を吹付けて回転駆動するためのノズルを備えていれば、本実施形態の構成に限定されない。例えば、順方向噴射ノズル３１２Ａが一つ以上あれば被試験体Ｗを回転駆動することが可能であるため、噴射ノズル部材３１０には一つ以上の順方向噴射ノズル３１２Ａが設けられていれば良い。なお、逆方向噴射ノズル３１２Ｂの代わりに、被試験体Ｗのジャーナル等に接触して摩擦力によりブレーキをかける機構等の異なるブレーキ手段を設けても良い。
【０１０３】
駆動ユニット３００は、ガイドユニット４００、変更ユニット５００及び移動ユニット６００を介して架台１００に支持されている。ガイドユニット４００は、四本の支持ロッド４１０と、四つのガイド４２０と、二つのガイド支持台４３０Ａ、４３０Ｂを備えている。
【０１０４】
支持ロッド４１０は円柱状の部材であり、二本はその上端が中継部材３２０Ａに、残りの二本はその上端が中継部材３２０Ｂに固定されている。
【０１０５】
ガイド４２０は、支持ロッド４１０をその軸方向に摺動可能に支持する中空部４２１が形成された円筒部材である。ガイド４２０の上端部には、ガイド４２０の下部より大きい径を有する大径部４２２が形成されている。
【０１０６】
ガイド支持台４３０Ａ、４３０Ｂは、Ｙ軸方向から見てクランク状に形成された、Ｙ軸方向に延びる金属部材であり、Ｘ軸方向において対向して配置されている。ガイド支持台４３０Ａ、４３０Ｂは、それぞれ、固定部４３１Ａ、４３１Ｂ、鉛直部４３２Ａ、４３２Ｂ及びガイド支持部４３３Ａ、４３３Ｂを有している。鉛直部４３２Ａ、４３２Ｂは、Ｘ軸と垂直に配置された矩形平板状の部分である。鉛直部４３２Ａ、４３２Ｂの下端からは、それぞれ、ガイド支持台４３０Ａ、４３０Ｂを架台１００にボルト固定するための固定

部４３１Ａ、４３１Ｂが、Ｘ軸方向外側に突出している。また、鉛直部４３２Ａ、４３２Ｂの上端からは、それぞれ、ガイド４２０を支持するガイド支持部４３３Ａ、４３３Ｂが、Ｘ軸方向内側に突出している。

【０１０７】

固定部４３１Ａ、４３１Ｂには、ガイド支持台４３０Ａ、４３０Ｂを架台１００に固定する固定用ボルトを通す複数の穴が形成されている。

【０１０８】

ガイド支持台４３０Ａの鉛直部４３２Ａの上部中央には、Ｘ軸方向に貫通する略矩形の開口４３２Ａａが形成されている。

【０１０９】

ガイド支持部４３３Ａ、４３３Ｂには、二つの円柱状の貫通穴４３０Ａａ、４３０Ｂａがそれぞれ Ｚ軸方向に貫通している。貫通穴４３０Ａａ、４３０Ｂａはガイド４２０の下部の外径と略同径であり、ガイド４２０の下部が収容される。ガイド４２０は、大径部４２２がガイド支持部４３３Ａ、４３３Ｂの上面に載置された状態で、ガイド支持部４３３Ａ、４３３Ｂに支持される。

【０１１０】

ガイド支持台４３０Ａの貫通穴４３０Ａａに収容されるガイド４２０の中空部４２１には、駆動ユニット３００の中継部材３２０Ａに固定された支持ロッド４１０が摺動可能に挿入される。また、ガイド支持台４３０Ｂの貫通穴４３０Ｂａに収容されるガイド４２０には、中継部材３２０Ｂに固定された支持ロッド４１０が挿入される。ガイド支持台４３０Ａ、４３０Ｂは、ガイド支持部４３３Ａを左側、ガイド支持部４３３Ｂを右側に向けて、Ｘ軸方向に間隔を空けて架台１００上に固定される。駆動ユニット３００は、ガイドユニット４００によって、架台１００に対してＺ軸方向にのみ移動可能にガイドされる。

【０１１１】

駆動ユニット３００は、上下方向に自由に移動しないよう、ガイドユニット４００の支持ロッド４１０、変更ユニット５００及び移動ユニット６００を介して架台１００上に支持されている。

【０１１２】

変更ユニット５００は、支持部材５１０と、螺子５２０と、連結部５３０と、ロック部材５４０を備えている。

【０１１３】

支持部材５１０は、小径部５１１及び大径部５１２を有する、Ｚ軸方向に延びる段付きの円柱状部材である。支持部材５１０は、小径部５１１を下側にした状態で移動ユニット６００に支持されている。また、支持部材５１０の上面には、螺子５２０を回転可能に支持する、Ｚ軸方向に延びる円柱状の穴５１３が形成されている。

【０１１４】

螺子５２０は、雄螺子である螺子部５２１と、操作部５２２を備えている。また、螺子部５２１は、支持部材５１０に形成された穴５１３と略同径であり、その先端部を穴５１３に挿入することにより、支持部材５１０上に回転可能に支持される。操作部５２２は、螺子部５２１を軸周りで回転させる際に操作するためのノブである。

【０１１５】

連結部５３０は、昇降部材５３１と、支持ロッド連結部材５３２を備えている。昇降部材５３１は、Ｙ軸方向から見てクランク状に形成された金属部材である。昇降部材５３１は、Ｘ軸方向に延びる螺子嵌合部５３１Ａと、螺子嵌合部５３１ＡのＸ軸負方向端から下方に延びる鉛直部５３１Ｂと、鉛直部５３１Ｂの下端からＸ軸負方向に延びる固定部５３１Ｃを備えている。固定部５３１Ｃは、その横断面がガイド支持台４３０Ａの鉛直部４３２Ａに形成された開口４３２Ａａより小さく形成されていて、開口４３２Ａａを貫通している。

【０１１６】

螺子嵌合部５３１Ａには、そのＸ軸方向およびＹ軸方向における中央付近に、Ｚ軸方向

に貫通する雌螺子５３１Ａａが形成されている。雌螺子５３１Ａａには、螺子部５２１が嵌合する。また、螺子嵌合部５３１Ａには、そのＸ軸正方向端付近に、Ｚ軸方向に貫通する雌螺子５３１Ａｂが形成されている。固定部５３１Ｃは、そのＸ軸負方向における端部が、固定部材（不図示）によって、支持ロッド連結部材５３２のＸ軸正方向における端部に固定されている。

【０１１７】

支持ロッド連結部材５３２は、水平に配置された、略矩形の金属板である。支持ロッド連結部材５３２は、そのＸ軸方向寸法及びＹ軸方向寸法が、それぞれ噴射ノズル部材３１０のＸ方向寸法及びＹ軸方向寸法と略同寸法に形成されている。

【０１１８】

支持ロッド連結部材５３２の略矩形の四隅の近傍には、ガイドユニット４００の支持ロッド４１０の下端部を通す開口５３２Ａが形成されている。開口５３２Ａに通された支持ロッド４１０は、固定部材５３２Ｂによって支持ロッド連結部材５３２に固定される。また、支持ロッド連結部材５３２には、振動ユニット２００に支持されている被試験体Ｗのジャーナルと接触しないよう、被試験体Ｗの回転軸と略同軸にジャーナル逃げ開口（不図示）が形成されている。

【０１１９】

連結部５３０は、ガイドユニット４００によって、移動可能な方向がＺ軸方向に限定される。そのため、操作部５２２を操作して螺子５２０を回転させると、螺子部５２１と嵌合する雌螺子５３１Ａａが形成された連結部５３０がＺ軸方向に上下動する。連結部５３０の上下動に伴って、四本の支持ロッド４１０が同期して上下動し、支持ロッド４１０の上端に固定されている駆動ユニット３００も上下動する。すなわち、変更ユニット５００の操作部５２２を操作することにより、駆動ユニット３００の高さ方向の位置が調整可能となっている。

【０１２０】

また、螺子嵌合部５３１Ａには、雌螺子５３１ＡａからＹ軸方向に外部まで延びる雌螺子５３１Ａｃが形成されている。雌螺子５３１Ａｃには、ロック部材５４０の螺子部５４１（雄螺子）が嵌合する。螺子部５４１は、その先端を雌螺子５３１Ａａに到達させることが可能な長さを有している。螺子部５４１の先端が雌螺子５３１Ａａに到達するまで、ロック部材５４０の操作部５４２を回転させて螺子部５４１を捩じ込むことにより、螺子５２０の回転を防止することができる。

【０１２１】

すなわち、変更ユニット５００を設けることにより、螺子５２０の操作部５２２やロック部材５４０の操作部５４２を回転させるという簡単な操作により、形状や寸法が異なる被試験体Ｗに合わせて駆動ユニット３００のＺ軸方向の位置を変更し固定することを可能にしている。

【０１２２】

移動ユニット６００は、アクチュエータ６１０とストッパ部６２０を備えている。アクチュエータ６１０は、変更ユニット５００を昇降可能に支持する直動アクチュエータである。本実施形態では、アクチュエータ６１０としてエアシリンダが使用されている。アクチュエータ６１０の上面には、変更ユニット５００の支持部材５１０の小径部５１１と略同径の、Ｚ方向に延びる円柱状の中空部６１１が形成されている。中空部６１１は、アクチュエータ６１０に流体圧を供給する流体圧装置に接続されている。中空部６１１に挿入された小径部５１１を流体圧によって上下させることにより、変更ユニット５００を介して駆動ユニット３００を昇降させることが可能となっている。

【０１２３】

ストッパ部６２０は、ストッパ６２１及び螺子部６２２（雄螺子）を備えている。螺子部６２２は、変更ユニット５００の螺子嵌合部５３１Ａに形成された雌螺子５３１Ａｂと嵌合している。ストッパ部６２０は、アクチュエータ６１０の作動によって駆動ユニット３００が降下した位置にあるときに、螺子部６２２の下端がストッパ６２１に突き当たる

ように構成されている。

【０１２４】

移動ユニット６００は、駆動ユニット３００のＺ軸方向位置を、被試験体Ｗに空気を吹き付けて被試験体Ｗを回転駆動する駆動位置と、駆動位置より低い待機位置との間で昇降させるよう構成されている。駆動ユニット３００を駆動位置より低い待機位置に下げられるように構成することにより、被試験体Ｗの交換作業を容易にすることが可能となる。また、変更ユニット５００も駆動ユニット３００と共に昇降される構成となっているため、被試験体Ｗの交換の度に駆動ユニット３００のＺ方向位置を調整する手間を省くことができ、作業性も駆動ユニット３００の位置精度も向上させることが可能となる。

【０１２５】

待機位置の高さは、変更ユニット５００の螺子嵌合部５３１Ａの下面から突出している螺子部６２２の長さによって変更することができる。従って、雌螺子５３１Ａｂに対する螺子部６２２の捩じ込み深さを調整することにより、例えば駆動位置を高い位置に変更しても、待機位置の高さを低い位置に維持することが可能である。このように構成することにより、駆動位置の変更による作業性の悪化を防止することが可能となる。また、図１及び図２に示されるように、動釣合い試験機１は、被試験体Ｗの着脱をより容易にするために、被試験体Ｗのジャーナルを下部から突上げて被試験体ＷのＺ軸方向位置を上昇させる突上ユニット１５０も備えている。

【０１２６】

なお、ガイドユニット４００、変更ユニット５００及び移動ユニット６００の位置関係は、上述の実施形態のような位置関係でなくとも、移動ユニット６００による駆動ユニット３００の昇降動作が、駆動位置と待機位置との間で行われる構成であれば、本実施形態のものに限定されない。例えば、変更ユニット５００と移動ユニット６００の位置を入れ替えた構成としても良い。また、変更ユニット５００（移動ユニット６００）が駆動ユニット３００のＺ軸方向位置を変更（移動）可能に直接支持し、移動ユニット６００（変更ユニット５００）がガイドユニット４００を介して変更ユニット５００（移動ユニット６００）及び駆動ユニット３００のＺ軸方向位置を移動（変更）する構成としても良い。更に、ガイドユニット４００を設けずに、駆動ユニット３００を最上段にして駆動ユニット３００、変更ユニット５００及び移動ユニット６００を重ねた構成としても良い。

【０１２７】

以上が本発明の実施形態の一例の説明である。本発明の実施形態は、上記に説明したものに限定されず、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において様々な変形が可能である。例えば明細書中に例示的に明示された実施形態等又は自明な実施形態等を適宜組み合わせた内容も本願の実施形態に含まれる。

【０１２８】

上記の実施形態では、軸受ユニット２２０がベース２１０の下端に固定され、被試験体Ｗが軸受ユニット２２０の上面側で支持されているが、被試験体Ｗの重心の、横ばね１２０を振動ユニット２００に取り付ける位置により規定される平面への投影が、縦ばね１１０を振動ユニット２００に取り付ける位置の近傍に位置するよう構成されていれば、軸受ユニット２２０をベース２１０の上側に固定し、被試験体Ｗを軸受ユニット２２０の下面側に吊下げる構成としても良い。

【０１２９】

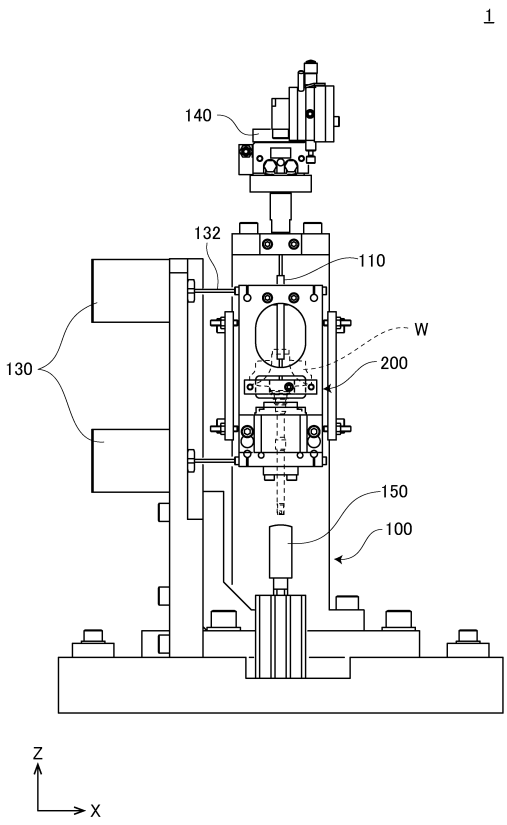
上記の実施形態では、被試験体である被試験体Ｗの回転軸が鉛直になるよう振動ユニット２００に支持されているが、上記の実施形態における座標軸を、Ｘ軸を中心に回転させた、被試験体Ｗの回転軸を傾けた構成としても良い。

【０１３０】

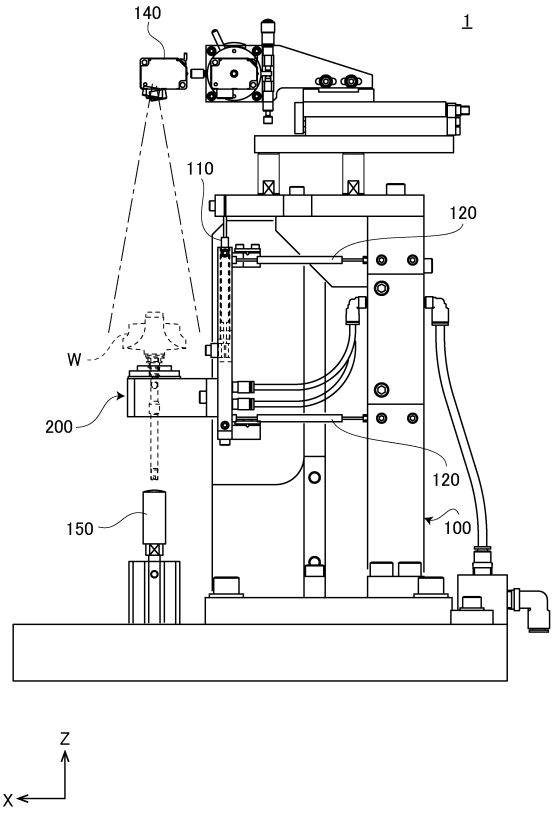
上記の実施形態では、被試験体としてジャーナルを有する回転体を想定しているが、ラジアル軸受部材２２２を、中空部２２２Ｅではなく、スラスト軸受部材２２３の開口２２３Ａを通って上方に突出する略円柱状の突出部を有する形状とし、当該突出部の外周面をラジアル空気軸受を形成する面とすることにより、回転軸が略円柱状の空洞となっている

回転体に対応した動釣合い試験機とすることも可能である。

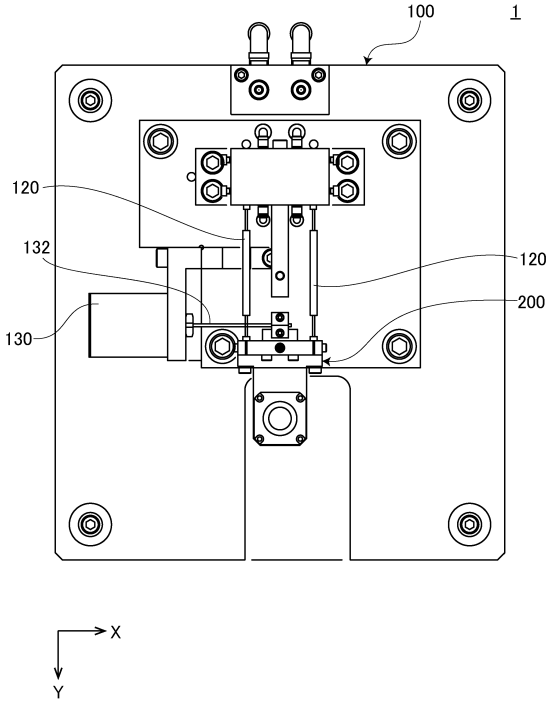
【図１】



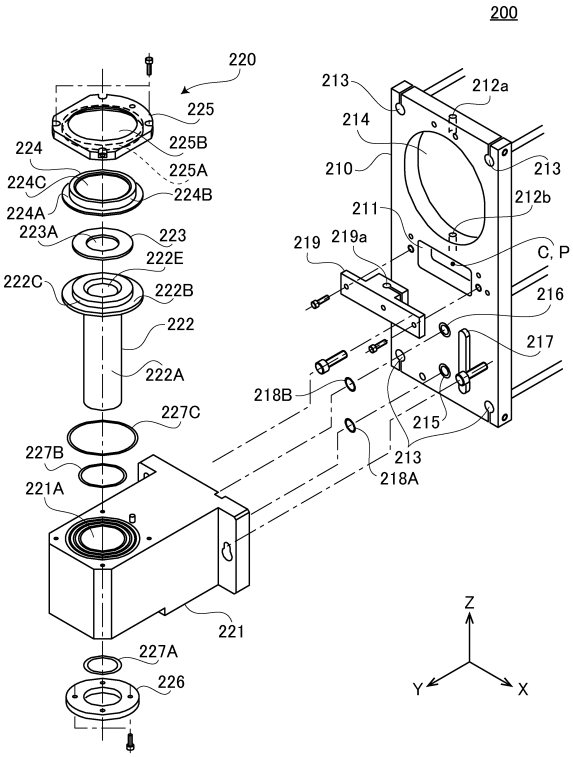
【図２】



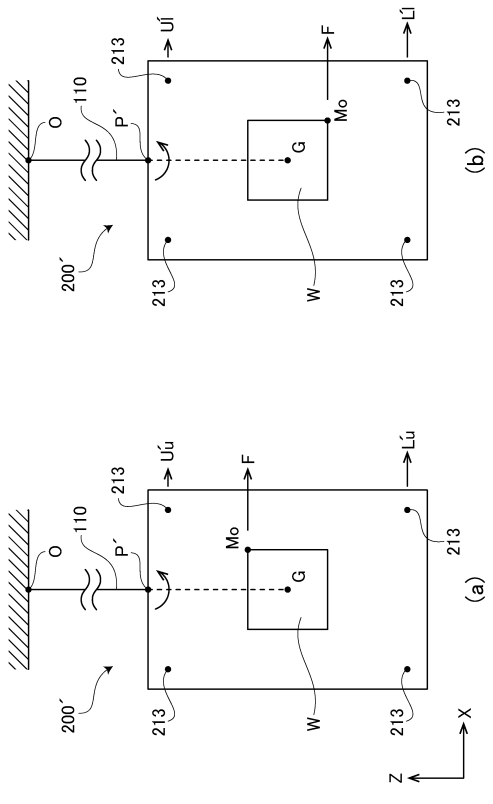
【図３】


100
1
120
132
130
120
200
X
Y

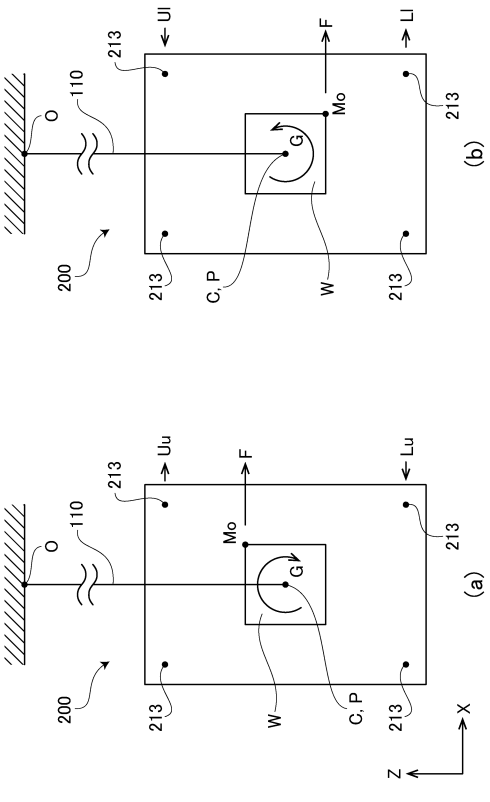
【図４】


200
220
225
224
225B
225A
224C
224B
224A
223A
223
222E
222C
222B
222
222A
227C
227B
221A
221
227A
226
213
212a
214
210
211
219
219a
C, P
216
217
218B
215
218A
Z
Y
X

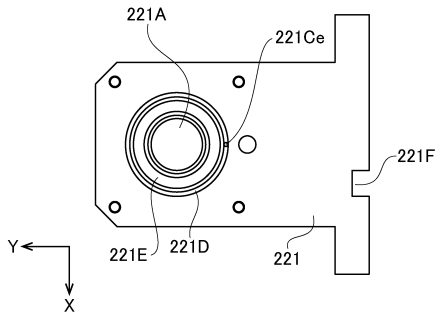
【図５】


Uí
F
Lí
213
110
O
P´
Mo
G
(b)
200´
213
W
213
Uú
F
Lú
213
110
O
P´
Mo
G
(a)
200´
213
W
213
X
Z

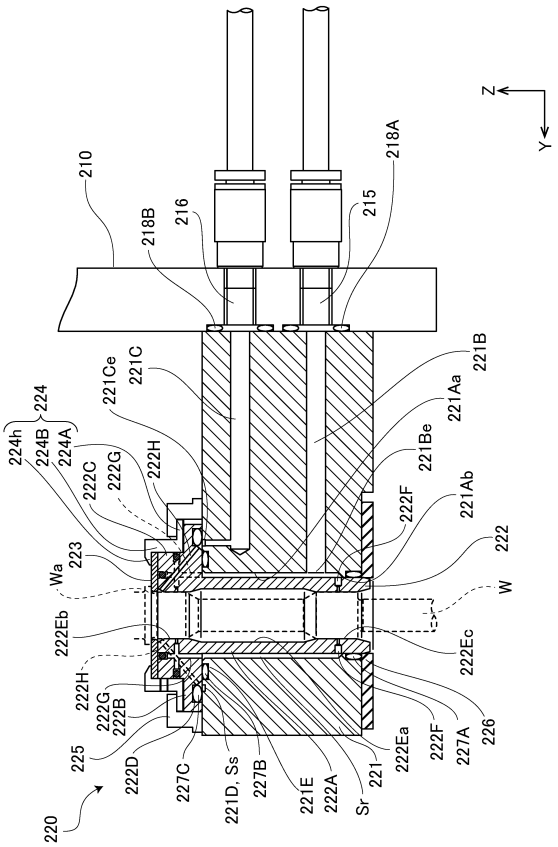
【図６】


UI
F
LI
213
110
O
Mo
G
(b)
200
213
C, P
W
213
Uu
F
Lu
213
110
O
Mo
G
(a)
200
213
W
C, P
213
X
Z

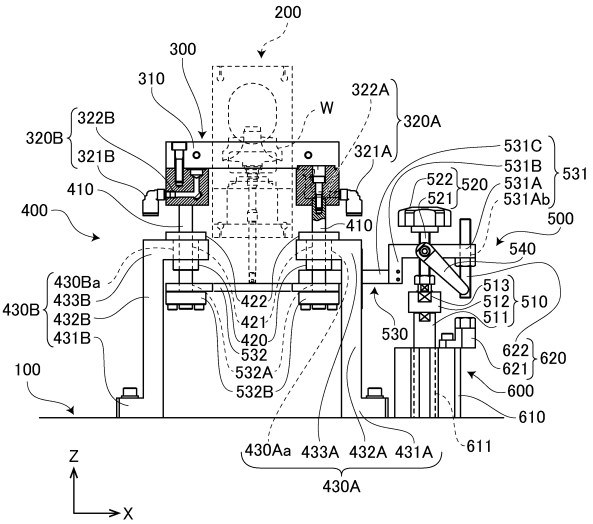
【図７】


221A
221Ce
221F
221E
221D
221
Y
X

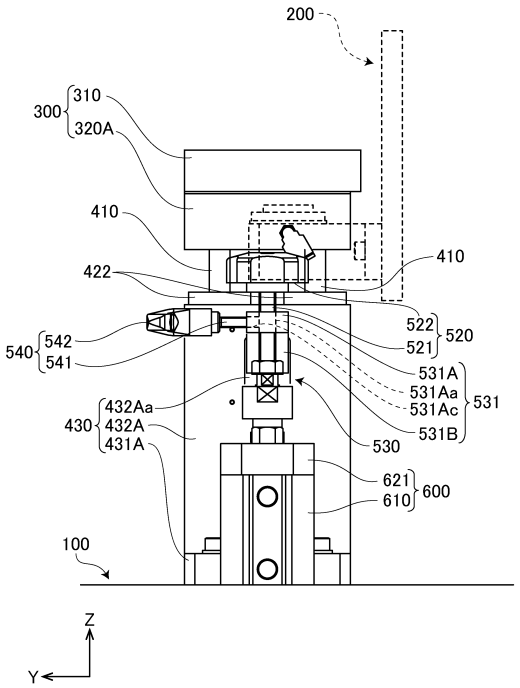
【図８】


Z
Y
210
218B
216
215
218A
221C
221Ce
221B
221Aa
224
224h
224B
224A
222C
222G
222H
221Be
222F
221Ab
222
223
Wa
W
222Eb
222Ec
222H
222G
222B
225
222D
227C
221D, Ss
227B
221E
222A
Sr
221
222Ea
222F
227A
226
220

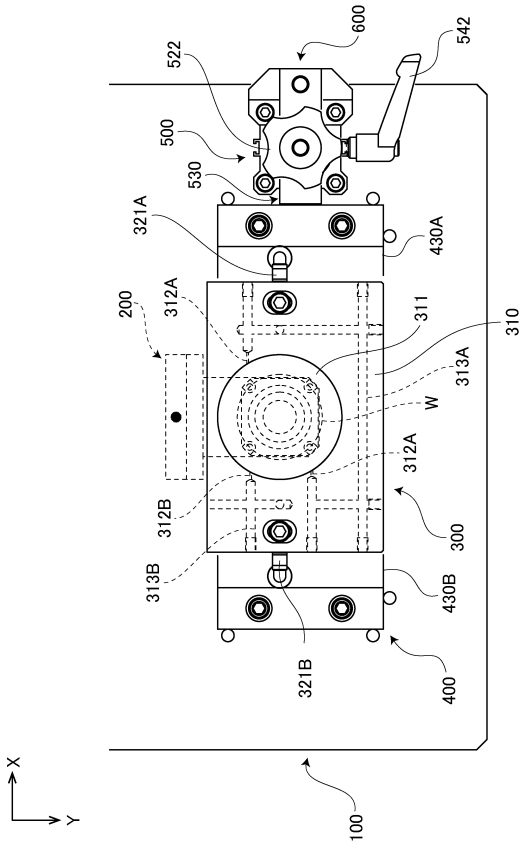
【図９】


200
300
310
W
322A
320A
322B
320B
321B
321A
531C
531B
531
522
520
521
531A
531Ab
410
400
500
540
430Ba
433B
432B
431B
430B
422
421
420
532
532A
532B
513
512
511
510
530
622
621
620
600
610
611
100
430Aa
433A
432A
431A
430A
Z
X

【図１０】


200
300
310
320A
410
422
410
522
521
520
540
542
541
531A
531Aa
531Ac
531
531B
432Aa
430
432A
431A
530
621
610
600
100
Z
Y

【図１１】


600
542
522
500
530
321A
430A
312A
200
311
310
313A
W
312A
312B
300
313B
430B
321B
400
X
Y
100

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｇ０１Ｍ　　１／００－１／３８