

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4812802号
(P4812802)

(45) 発行日 平成23年11月9日(2011.11.9)

(24) 登録日 平成23年9月2日(2011.9.2)

(51) Int.Cl.

G O 1 M 7/02 (2006.01)

F 1

G O 1 M 7/00

G

請求項の数 17 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-127261 (P2008-127261)
 (22) 出願日 平成20年5月14日 (2008.5.14)
 (65) 公開番号 特開2009-276190 (P2009-276190A)
 (43) 公開日 平成21年11月26日 (2009.11.26)
 審査請求日 平成21年12月1日 (2009.12.1)

(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 松本 繁
 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
 (72) 発明者 宮下 博至
 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
 (72) 発明者 村内 一宏
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】振動試験装置、直動アクチュエータ及び直動変換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

サーボモータと、

少なくとも一部に角ねじが形成された外周面を有し、前記サーボモータの回転軸に連結された入力軸と、

前記角ねじのフランクに当接する円筒面を有し、該角ねじと係合するローラと、

レールと該レールに沿って移動可能に構成されたランナーブロックとを備えたリニアガイド機構と、

前記ローラの軸が固定され且つ前記ランナーブロックに固定された連結部材と、

前記ローラの円筒面を該ローラの軸に対して回転可能に支持する円筒ころ軸受であって該円筒ころ軸受の略全体が前記角ねじの谷に収納されているものと、

前記連結部材に固定された出力軸と、

前記出力軸に固定された可動テーブルと、

前記サーボモータの回転軸の回転方向を切り換えながら前記サーボモータを駆動することによって前記可動テーブルを振動させる制御手段と、

を有する振動試験装置。

【請求項 2】

前記ローラを複数有しており、

前記複数のローラに含まれる一対のローラが、前記角ねじの山を挟むように配置されていることを特徴とする、請求項1に記載の振動試験装置。

【請求項 3】

前記一対のローラを前記角ねじの山に向けて付勢する付勢手段を有することを特徴とする、請求項 2 に記載の振動試験装置。

【請求項 4】

前記連結部材が、前記一対のローラの軸が固定されるローラ支持プレートを有し、

前記ローラ支持プレートが、前記一対のローラの間に形成されたすり割溝を有し、

前記付勢手段が、前記すり割溝の間隔を調整することによって、前記一対のローラの間隔及び該一対のローラを前記角ねじの山に向けて付勢する荷重を調整することを特徴とする、請求項 3 に記載の振動試験装置。

【請求項 5】

前記付勢手段が、

前記ローラ支持プレートの一端から前記すり割溝に向って穿孔されている第 1 の貫通孔と、

前記ローラ支持プレートの一端から前記すり割溝に向って穿孔されており、内周に雌ねじが形成されている第 2 の貫通孔と、

前記すり割溝を介して前記第 1 の貫通孔と対向し、前記ローラ支持プレートの他端に向って延びる雌ねじ穴と、

前記第 1 の貫通孔を通過して前記雌ねじ穴にねじ込まれる第 1 のボルトと、

前記第 2 の貫通孔にねじ込まれる第 2 のボルトと、を有し、

前記第 1 のボルトの頭部が前記ローラ支持プレートの一端を圧迫して前記すり割溝の幅を狭める方向の荷重を該ローラ支持プレートに加えると共に、前記第 2 のボルトの先端部が前記ローラ支持プレートの他端を圧迫して前記すり割溝の幅を広げる方向の荷重を該ローラ支持プレートに加えることを特徴とする、請求項 4 に記載の振動試験装置。

【請求項 6】

前記入力軸の少なくとも角ねじの部分、前記ローラ及び前記出力軸が、潤滑油を満たしたケーシングの中に収納されていることを特徴とする、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の振動試験装置。

【請求項 7】

前記ケーシングにおいて前記入力軸や前記出力軸を通過させるための開口と、前記入力軸及び前記出力軸との間には、潤滑油の漏出を防止するためのオイルシールが設けられていることを特徴とする、請求項 6 に記載の振動試験装置。

【請求項 8】

回転運動を直進運動に変換する直動変換器であって

フレームと、

前記フレームに対して回転自在に軸支された入力軸と、

前記入力軸の外周面の少なくとも一部に形成された角ねじと、

略全体が前記角ねじの谷間に収納される円筒ころ軸受けを介して、前記角ねじのフランクに当接する円筒面を有するローラを、回転自在に軸支する回転軸が植設されたローラユニットと、

前記フレームに固定された、前記ローラユニットを前記角ねじの軸方向に沿って摺動自在に直進スライドさせるレールと、

前記ローラユニットに直接又は間接的に連結された出力軸とを備え、

前記入力軸の回転に伴い、前記角ねじと係合する前記ローラが、該角ねじのねじ溝に沿って移動し、前記ローラユニットが前記レールに沿って直進運動するのに連動して、前記出力軸も直進運動することを特徴とする直動変換器。

【請求項 9】

前記ローラを複数備え、該複数のローラに含まれる一対のローラが、前記角ねじの山を挟むように配置されていることを特徴とする、請求項 8 に記載の直動変換器。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記一对のローラを前記角ねじの山に向けて付勢する付勢手段を有することを特徴とする、請求項 9 に記載の直動変換器。

【請求項 11】

前記ローラユニットが、前記一对のローラの間に形成されたすり割溝を有し、前記付勢手段が、前記すり割溝の間隔を調整することによって、前記一对のローラの間隔及び該一对のローラを前記角ねじの山に向けて付勢する荷重を調整することを特徴とする、請求項 10 に記載の直動変換器。

【請求項 12】

前記付勢手段が、

前記ローラユニットの一端から前記すり割溝に向って穿孔されている第 1 の貫通孔と

10

前記ローラユニットの一端から前記すり割溝に向って穿孔されており、内周に雌ねじが形成されている第 2 の貫通孔と、

前記すり割溝を介して前記第 1 の貫通孔と対向し、前記ローラ支持プレートの他端に向って延びる雌ねじ穴と、

前記第 1 の貫通孔を通過して前記雌ねじ穴にねじ込まれる第 1 のボルトと、

前記第 2 の貫通孔にねじ込まれる第 2 のボルトと、

を有し、

前記第 1 のボルトの頭部が前記ローラユニットの一端を圧迫して前記すり割溝の幅を狭める方向の荷重を該ローラユニットに加えると共に、前記第 2 のボルトの先端部が前記ローラユニットの他端を圧迫して前記すり割溝の幅を広げる方向の荷重を該ローラユニットに加えることを特徴とする、請求項 11 に記載の直動変換器。

20

【請求項 13】

前記フレームは、前記角ねじ、前記ローラユニット及び前記レールを収納するケーシング本体を有し、

前記ケーシング本体内は、潤滑油に満たされていることを特徴とする、請求項 8 に記載の直動変換器。

【請求項 14】

請求項 8 から 13 のいずれか一項に記載の直動変換器と、前記直動変換器の入力軸を反転駆動可能な動力装置とを備えた直動アクチュエータ。

30

【請求項 15】

前記動力装置はモータであることを特徴とする請求項 14 に記載の直動アクチュエータ。

【請求項 16】

前記モータはサーボモータであることを特徴とする請求項 15 に記載の直動アクチュエータ。

【請求項 17】

直動アクチュエータの出力軸に固定されたテーブルを駆動して、該テーブルに保持された被検物を振動させる振動試験装置において、

前記直動アクチュエータは請求項 14 から 16 のいずれか一項に記載の直動アクチュエータであることを特徴とする振動試験装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、所定の方向に被検物を振動させる振動試験装置及び振動試験装置に適した直動アクチュエータ及び直動変換器に関する。

【背景技術】

【0002】

50

被検物（ワーク）に引張、圧縮、曲げ荷重などを加える試験装置として、特許文献1に記載されているような、サーボモータとボールねじ機構を用いたものが知られている。この試験装置は、サーボモータの回転軸にボールねじを連結し、ボールねじと係合するボールナットにクロスヘッド（可動テーブル）を取り付けたものであり、サーボモータの駆動によってボールねじを回転させて、クロスヘッドと固定端とに取り付けられたワークに荷重を加えるものである。

【特許文献1】特開平6-129969号

【0003】

このような試験装置において、サーボモータの回転方向を周期的に切り換ながら駆動させると、ボールねじに沿った方向にクロスヘッドを振動させることができる。従って、クロスヘッド上にワークを固定して、上記の如くクロスヘッドを振動させることによってワークを振動させる振動試験を行うことができる。10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記のようにボールねじ機構を直動変換器として使用する場合、特に数Hz程度の比較的長い周期で且つ大きな加速度振幅でワークを振動させようすると、ボールねじ機構のボール同士の衝突等によって、スパイク状の衝撃荷重がワークに加わってしまう。このような衝撃荷重がワークに加わると、ワークが意図しない挙動を示す（例えば、衝撃荷重によってワーク内部に欠陥が発生する）可能性がある。従って、ボールねじ機構を直動変換器として使用する振動試験装置は、長周期且つ大加速度振幅でワークを振動させるような振動試験を行なう際には使用できなかった。20

【0005】

本発明は上記の目的を解決するためになされたものである。すなわち、本発明は長周期且つ大加速度振幅でワークを振動させるような振動試験を行うことが可能な振動試験装置提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の目的を達成するため、本発明の振動試験装置は、サーボモータと、サーボモータの回転軸に連結された入力軸であってこの入力軸の外周面の少なくとも一部に角ねじが形成されているものと、角ねじと係合するローラであってこのローラの円筒面がこの角ねじのフランクに当接するよう配置されているものと、レールとこのレールに沿って移動可能に構成されたランナーブロックとを備えたリニアガイド機構と、ローラの軸が固定され且つランナーブロックに固定された連結部材と、ローラの円筒面をこのローラの軸に対して回転可能に支持する円筒ころ軸受であってこの円筒ころ軸受の略全体が角ねじの谷に収納されているものと、連結部材に固定された出力軸と、出力軸に固定された可動テーブルと、サーボモータの回転軸の回転方向を切り換ながらサーボモータを駆動することによって可動テーブルを振動させる制御手段と、を有する。30

【0007】

本発明の振動試験装置においては、上記のように角ねじである送りねじと、この角ねじの山のフランクに当接するローラとを有しており、角ねじを回転させるとローラが角ねじの谷に沿って転がり、ランナーブロックが上下動するようになっている。このように、軸支されたローラを介して出力軸を駆動するようになっているため、角ねじの回転方向を切り換えて振動試験を行う場合であっても、スパイク状のノイズがランナーブロック及び出力軸に入力されることはない。従って、長周期且つ大加速度振幅でワークを振動させるような振動試験が可能となる。また、ローラの円筒面をこのローラの軸に対して回転可能に支持する軸受の略全体が角ねじの谷に収納されているので、軸受にはラジアル方向の荷重が主として加わることになり、曲げ荷重はほとんど加わらない。このため、本発明の構成によれば、ラジアル方向の大荷重に十分耐えられる円筒ころ軸受によって、ローラをスムーズに回転させることができる。40

【0008】

また、振動試験装置がローラを複数有しており、複数のローラに含まれる2つのローラが、角ねじの山を挟むように配置されている構成とすることが好ましい。特に、振動試験装置が、角ねじの山を挟むように配置されている一対のローラをこの山に向けて付勢する付勢手段を有する構成とすると、角ねじの山が上下両方から付勢されることになり、山の弾性変形が防止される。従って、山の弾性変形によって意図しない荷重がローラ及び出力軸に加わることはない。

また、入力軸の少なくとも角ねじの部分、ローラ及び前記出力軸が、潤滑油を満たしたケーシングの中に収納されている構成とすることが好ましい。このような構成とすると、ローラと角ねじとの間の摩擦力を低下させることができるために、ローラをよりスムーズに回転させることができる。

10

【0009】

また、本発明により、回転運動を直進運動に変換する直動変換器が提供される。本発明に係る直動変換器は、フレームと、このフレームに対して回転自在に軸支された入力軸と、入力軸の外周面の少なくとも一部に形成された角ねじと、略全体が角ねじの谷間に収納される円筒ころ軸受けを介して角ねじのフランクに当接する円筒面を有するローラを回転自在に軸支する回転軸が植設されたローラユニットと、ローラユニットを前記角ねじの軸方向に沿って摺動自在に直進スライドさせる上記フレームに固定されたレールと、ローラユニットに直接又は間接的に連結された出力軸とを備えている。本発明に係る直動変換器においては、入力軸の回転に伴い、角ねじと係合するローラが角ねじのねじ溝に沿って移動し、ローラユニットがレールに沿って直進運動するのに連動して、出力軸も直進運動する。

20

また、本発明により、上記の直動変換器と、この直動変換器の入力軸を反転駆動可能な動力装置とを備えた直動アクチュエータが提供される。動力装置にはモータ、特にサーボモータが適している。更に、本発明により、上記の直動アクチュエータの出力軸に固定されたテーブルを駆動して、このテーブルに保持された被検物を振動させる振動試験装置が提供される。

20

【発明の効果】

30

【0010】

以上のように、本発明によれば、長周期且つ大加速度振幅でワークを振動させるような振動試験を行うことができる振動試験装置が実現される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて詳細に説明する。図1は、本実施形態の振動試験装置の正面図である。本実施形態の振動試験装置は、被検物（ワーク）に引張、圧縮、又は曲げ荷重を反復的に加える、或いはワークを振動させることができるようになっている。なお、以下の説明においては、特に図面指定のない限り「上」、「下」、「右」、「左」、「手前」、「奥」といった方向は、図1の正面図を基準に定められる。

40

【0012】

図1に示されるように、本実施形態の試験装置1は、ワークWに荷重を加える又はワークWを振動させる装置本体100と、装置本体100のサーボモータ120を駆動するためのサーボアンプ200と、サーボアンプ200を制御する制御部300とを有する。装置本体100は、フレーム110と、サーボモータ120と、直動変換器400と、ロードセル140と、変位センサ150と、アダプタ181及び182とを有する。

【0013】

直動変換器400は、サーボモータ120の回転軸の回転運動を直進方向の運動に変換するためのものである。直動変換器400はフレーム110のテーブル部111の上面に固定されており、またサーボモータ120の回転軸と連結されている。サーボモータ12

50

0を駆動すると、直動変換器400の上部に設けられている可動テーブル130がテーブル部111に対して上下動するようになっている。この可動テーブル130の上にはワークWを下から保持するための下部アダプタ181が取り付けられる。

【0014】

フレーム110の天井112の下面からは、上部ステージ160が吊り下げられている。また、テーブル部111の上面には、図中上方向に伸びる一対のガイドバー171が設けられている。上部ステージ160は左右方向端部で上下方向に穿孔されて貫通孔161が形成されており、この貫通孔161に夫々ガイドバー171が通されている。このため、上部ステージ160はガイドバー171に沿って上下方向に移動可能となっている。また、上部ステージ160に設けられた図示しないボルトを締めることによって、貫通孔161の内径を絞ることが出来るようになっており、これによって、ガイドバー171に対して上部ステージ160を固定できるようになっている。

10

【0015】

上部ステージ160の下面には、ワークWを上から保持するための上部アダプタ182が取り付けられる。本実施形態においては、上部アダプタ182と下部アダプタ181との間でワークWを保持した状態で可動テーブル130を上下動させることによって、ワークWに荷重を加えることが出来るようになっている。なお、上部及び下部アダプタ182、181はそれぞれ上部ステージ160、可動テーブル130に対して着脱可能に構成されており、ワークWに加えるべき荷重の種類に応じて適切なアダプタを選択可能となっている。図1は、ワークWに引張荷重を加える構成であるため、上部アダプタ182及び下部アダプタ181はワークWを把持するためのチャックである。ワークWに圧縮荷重を加える際は、ワークWを上下方向から押さえつけて圧縮できるよう、上部アダプタ182の下面及び下部アダプタ181の上面が平面状となっているようなアダプタが使用される。三点曲げ試験をおこなう際は、圧縮試験用のアダプタと三点曲げ用の治具とを組み合わせて使用する。

20

【0016】

ワークWを振動させる振動試験を行う場合は、ワークWを可動テーブル130の上に固定する機能を有する下部アダプタ181を使用し、上部アダプタ182は使用しない。これらのアダプタの使い分けは一例であり、別の種類のアダプタを使用してもよく、また、別の組み合わせ方で使用してもよい。

30

【0017】

また、上部ステージ160は、フレーム110の天井112から送りねじ175によって吊り下げられている。天井112には、送りねじ175と係合する回転可能なナット173が埋めこまれている。ナット173は無端ベルトによって天井112に配置されたモータ172と連結されており、モータ172によって送りねじ175の軸回りに回転駆動されるようになっている。また、送りねじ175の下端は上部ステージ160に固定されたりング174に連結されており、上部ステージ160に対して送りねじ175はその軸回りに回転しないようになっている。従って、上部ステージ160のボルトを緩めて上部ステージ160を移動可能とした状態で、モータ172によってナット173を回動させることで、送りねじ175及びこの送りねじ175と連結している上部ステージ160を上下方向に駆動することができる。この機能は、ワークWの寸法に合わせてアダプタ181とアダプタ182との間隔を調整する際に使用される。アダプタ181とアダプタ182との間隔を調整した後、試験を行う前にボルトを締めて上部ステージ160をガイドバー171に固定する。

40

【0018】

以上説明した構成において、アダプタ181、182でワークWを保持してサーボモータ120を駆動すると、ワークWに引張、圧縮又は曲げ荷重が加わり、その大きさはロードセル140によって計測される。また、変位センサ150は、下部アダプタ181の変位、すなわちワークWの変形量を検出するセンサ（例えば、ロータリーエンコーダが組み

50

込まれたダイヤルゲージ)である。

【0019】

本実施形態の振動試験装置1の直動変換器400の構造につき、以下詳細に説明する。直動変換器400は、全体として略直方体形状のケーシング410と、このケーシングの上面を貫通して上方に突出するリニアコネクティングロッド461とを備える。可動テーブル130は、このリニアコネクティングロッド461の上端に固定されている。また、サーボモータ120の回転軸は、カプラ123を介して直動変換器400の入力軸420に連結されている。この入力軸420の大部分はケーシング410内に収められており、入力軸420はその回転運動を上下方向の直進運動に変換する直動機構と連結されている。この直動機構の出力である上下方向の運動は、リニアコネクティングロッド461に伝達される。従って、サーボモータ120を駆動するとリニアコネクティングロッド461が上下動する。10

【0020】

次に、ケーシング410内に収められている直動機構の構造につき、図面を用いて詳細に説明する。図2は、直動変換器400の正面図であって、ケーシング410の手前側板414F(後述)を切断してケーシング410の内部を露出させたものである。図3は、直動変換器400を右から見た側面図であって、ケーシング410の右側板413R(後述)を切断してケーシング410の内部を露出させたものである。図4は直動変換器400の上面図であって、ケーシング410の天板412(後述)を切断してケーシング410の内部を露出させたものである。20

【0021】

なお、図2においては、入力軸420を回転可能に支持する上部及び下部軸受451、452の周囲が断面図として示されている。また、図3においては上部及び下部軸受451、452の周囲と、リニアコネクティングロッド461のオイルシール部分が断面図として示されている。図4においては、入力軸420を破線で示している。

【0022】

まず、ケーシング410の構造につき説明する。ケーシング410は、底板411、天板412、左側板413L(図2、図4)、右側板413R(図2、図4)、手前側板414F(図3、図4)及び奥側板414B(図3、図4)をボルト絞め、溶接などで連結して直方体形状としたものである。30

【0023】

底板411は、フレーム110のテーブル部111にボルトにて固定されている。また、底板411には、入力軸420を通過させるための開口411aが設けられている。また、天板412には、上部軸受451を取り付けるための開口部412aと、リニアコネクティングロッド461を通過させるための開口部412b(図3)とが設けられている。

【0024】

図2に示されるように、底板411の左右方向寸法は、右側板413Rと左側板413Lとの間隔よりも長く、底板411の左右方向両端は右側板413R及び左側板413Lからフランジ状に左右にはみ出したフランジ部411bとなっている。このフランジ部411bにて、図示しないボルトを介して底板411はフレーム110のテーブル部111に固定されている。40

【0025】

右側板413R及び左側板413Lの外面には、それぞれ奥行方向略中央から垂直に突出したリブ415が取り付けられている。リブ415は、すみ肉溶接にて右側板413R、左側板413L及び底板411に強固に固定されている。

【0026】

右側板413R及び左側板413の略中央部には夫々開口413aが形成されている。この開口部413aは、直動変換器400の組み立てや点検を行う際に、ケーシング410の中にアクセスするために使用される。振動試験装置1を使用する場合は、カバー4150

6を右側板413R及び左側板413にボルトで固定することにより、この開口413aを塞ぐ。

【 0 0 2 7 】

次いで、入力軸 420 の回転運動をリニアコネクティングロッド 461 の上下運動に変換するための機構を、図2～図5を参照して説明する。なお、図5は、図4のI-I断面図である。図2に示されているように、入力軸 420 の略中央部には、雄ねじ部 421 が形成されている。この雄ねじ部 421 の左右方向両側には、雄ねじ部 421 と係合する一对のローラユニット 430L、430R が設けられている。ローラユニット 430L、430R の夫々は、上部ローラ 431、下部ローラ 432、連結プレート 433 及びランナーブロック 434 を有する。上部ローラ 431 及び下部ローラ 432 は、ボルトによって連結プレート 433 に固定されている。更に連結プレート 433 はボルトによってランナーブロック 434 に固定されている。従って、ランナーブロック 434、連結プレート 433、上部ローラ 431 及び下部ローラ 432 は一体となっている。

[0 0 2 8]

一对のランナーブロック434は、夫々右側板413R及び左側板413Lの内壁にボルトで固定されたレール435に係合している(図4)。レール435は、上下方向に伸びておる(図2、図3)、ランナーブロック434を含むローラユニット430L、430Rの移動方向は上下方向のみに限定される。

【 0 0 2 9 】

次に、上部ローラ431及び下部ローラ432の支持構造につき説明する。図5に示されるように、上部ローラ431及び下部ローラ432は、夫々軸部431a、432aと、この軸部の回りを回転可能なローラ部431b、432bとを有する。なお、図3～5に示されているように、セットスクリュー436によって、軸部431a、432aが連結プレート433に固定されるようになっている。ローラ部431b、432bと軸部431a、432aとの間には円筒ころ軸受431c、432cが設けられており、これによつて、ローラ部431b、432bは軸部431a、432aの周りを回転できるようになっている。

〔 0 0 3 0 〕

次に、雄ねじ部 421 とローラユニット 430L、430Rとの係合状態について説明する。図2及び図5に示されているように、雄ねじ部 421 は、谷 421b の断面形状が略長方形形状となっている、所謂角ねじである。また、ローラ部 431b、432b は円筒形状であり、上部ローラ 431 のローラ部 431a は雄ねじ部 421 の上側（すなわち山 421a の上面側）のフランク 421c に、下部ローラ 432 のローラ部 432a は雄ねじ部 421 の下側（すなわち山 421a の下面側）のフランク 421d に、夫々密着するように付勢されている（後述）。すなわち、ローラユニット 430L、430R 夫々のローラ部 431b、432b は、雄ねじ部 421 の山 421a を挟み込むようになっている。

[0 0 3 1]

前述のように、ローラユニット430L、430Rの移動方向は上下方向のみに制限されており、且つ上部ローラ431及び下部ローラ432のローラ部431b、432bは夫々入力軸420の雄ねじ部421のフランク421c、421dに密着している。そのため、サーボモータ120(図1)を駆動して入力軸420を回転させると、ローラ部431b、432bは夫々雄ねじ部421のフランク421c、421dに沿って回動し、ローラユニット430L、430Rは入力軸420の回転方向に応じて上又は下に移動するようになっている。

[0 0 3 2]

ローラユニット 430L、430R のローラ部 431b、432b を雄ねじ部 421 の
フランク 421c、421d に押しつけるための付勢機構につき、以下説明する。図 3 に
示されるように、ローラユニット 430R の連結プレート 433 の略中央部には開口 43
3a が形成されており、この開口 433a から連結プレート 433 の手前側（手前側板 4 50

14Fに向う方向)に向ってすり割溝433bが形成されている。上部ローラ431の軸部431aはすり割溝433bの上側で、また下部ローラ432の軸部432aはすり割溝433bの下側で、夫々連結プレート433に固定されている。

【0033】

連結プレート433の上面からすり割溝433bの上面433b1に向って、貫通穴433c及び433dが設けられている。貫通穴433c及び433dは共に上部ローラ431の軸部431aよりも手前側に配置されており、且つ、貫通穴433cは貫通穴433dよりも手前側に配置される。すり割溝433bの下面433b2において貫通穴433cと対向する位置には、下方に向う穴433eが形成されている。

【0034】

穴433eには雌ねじが形成されており、第1のボルト437aが貫通穴433cを通過して穴433eにねじ込まれている。このため、第1のボルト437aを締めつけると、すり割溝433bの幅が狭まる方向に連結プレート433が付勢される。また、貫通穴433dにも雌ねじが形成されており、第2のボルト437bが貫通穴433dにねじ込まれている。第2のボルト437bの先端はすり割溝433bの上面433b1を通過して、下面433b2に当接している。このため、第2のボルト437bを締めつけると、すり割溝433bの幅が広がる方向に連結プレート433が付勢される。

10

【0035】

このような状態では、図3に示されるように、連結プレート433の上面と第1のボルト437aの頭部との当接によってすり割溝433bの幅が広がらないように規制されると共に、すり割溝433bの下面433b2と第2のボルト437bとの当接によってすり割溝433bの幅が広がらないように規制される。このように、第1及び第2のボルト437a、437bの締め付けを調整することによって、すり割溝433bの幅を調整して、上部ローラ431と下部ローラ432との間隔を調整することができる。ここで、上部ローラ431のローラ部431bと下部ローラ432のローラ部432bとの間隔を、入力軸420の雄ねじ部421の山421aの幅よりわずかに小さくすると、大きな付勢力をもってフランク421c、421dにローラ部431b、432bを密着させることができる。このように雄ねじ部421のフランク421c、421dにローラ部431b、432bを密着させているので、入力軸420を回転させた時にローラ部431b、432bががたつくことなく、スムーズに回転する。

20

【0036】

ローラユニット430Lのローラ部431b、432bもまた、ローラユニット430Rと同様の構成によって、入力軸420の雄ねじ部421のフランク421c、421dに密着するよう付勢される。

30

【0037】

本実施形態においては、雄ねじ部421の山421aが一対のローラ431、432に挟まれるため、一方のローラから荷重が加わったとしても他方のローラによって雄ねじ部421の山421aの変形が妨げられ、結果として山421aが撓みにくくなっている。このため、入力軸420を大きな角加速度で回転させても、山421aの撓みによってローラユニット430Rの位置ずれが発生することはない。

40

【0038】

前述のように、ローラ部431b、432bは円筒ころ軸受431c、432cによって軸部431a、432aに対して回転可能に支持されるようになっている。円筒ころ軸受のころは、ラジアル方向に加わる大きな圧縮荷重に十分耐えられるようになっている一方、ラジアル方向に加わるせん断荷重に対しては、比較的に小さい荷重で変形又は破損してしまうという特性を有する。このため、本実施形態においては、ころにせん断方向の荷重が加わらないようにしている。

【0039】

具体的には、図3に示されるように、円筒ころ軸受431c、432cのそのほとんど部分が雄ねじ部421の谷421bの中に入り込む構成として、円筒ころ軸受431c

50

、432cにせん断荷重がほとんど加わらないようにしている。円筒ころ軸受431c、432cの先端部のみが雄ねじ部421の谷421bの中に入った構成では、山421aの先端部と当接する部分において、円筒ころ軸受431c、432cにせん断荷重が加わることになり、ころにせん断方向の大荷重が加わることになる。一方、本実施形態においては、円筒ころ軸受431c、432cがその軸方向の略全域に亘って雄ねじ部421の山421aと係合しているため、円筒ころ軸受431c、432cが雄ねじ部421の山421aから受ける荷重は専らラジアル方向の圧縮荷重となり、ころにせん断方向の荷重はほとんど加わらない。このため、ローラ部431b、432bと雄ねじ部421の山421aとの間に大荷重が働いている状態であっても、円筒ころ軸受431c、432cはこの大荷重に十分耐えられるため、ローラ部431b、432bはスムーズに回転することができる。10

【0040】

連結プレート433には、ロッド連結ブロック438（図3、図4）が固定されており、このロッド連結ブロック438にリニアコネクティングロッド461の下端461aが把持されるようになっている。リニアコネクティングロッド461の把持構造につき以下説明する。

【0041】

図3及び4に示されるように、ロッド連結ブロック438には上下方向に貫通する円形断面の貫通孔438aが設けられている。この貫通孔438aの直径は、リニアコネクティングロッド461の下端461aの直径よりもわずかに大きい程度である。また、この貫通孔438aの内周面から、ロッド連結ブロック438の先端（ローラユニット430Lにおいては右端であり、ローラユニット430Rにおいては左端）に向うすり割溝438bが設けられている。さらに、ロッド連結ブロック438において、すり割溝438bと直交する貫通孔438c及び438dが形成されている。貫通孔438cと438dとは、すり割溝438bを挟んで対向する位置に形成されており、且つ入力軸420に対して近位となる貫通孔438dには、雌ねじが形成されている。このため、貫通孔438aにリニアコネクティングロッド461を通し、次いでボルトを貫通孔438cに通して貫通孔438dにねじ込むと、貫通孔438aの直径が小さくなるようにロッド連結ブロック438が変形して、コネクティングロッド461の下端461aがロッド連結ブロック438に締めつけられる。これによって、コネクティングロッド461がロッド連結ブロック438に固定される。このため、サーボモータ120（図1）によって入力軸420を回転させることによって、コネクティングロッド461を上下動させることができる。また、入力軸420の回転方向を周期的に切り換えるよう制御することによって、コネクティングロッド461及びコネクティングロッド461の上端に固定された可動テーブル130を上下方向に振動させることができる。2030

【0042】

図2に示されるように、ケーシング410の天板412の下面には上限検知センサ441が、底板411の上面には下限検知センサ442が設けられている。上限検知センサ441、下限検知センサ442は共に近接センサである。上限検知センサ441は右側のローラユニット430Rの上端が近接したことを、また下限検知センサ442は左側のローラユニット430Lの下端が近接したことを検知するものである。本実施形態においては、上限検知センサ441または下限検知センサ442が、ローラユニット430R、430Lの近接を検知すると、サーボモータを緊急停止させるようになっている。40

【0043】

本実施形態においては、ケーシング410の内部が潤滑油で満たされている。このため、上部及び下部ローラ431、432と入力軸420の雄ねじ部421との間の摩擦、及びランナーブロック434とレール435との間の摩擦が軽減される。

【0044】

入力軸420の支持機構につき、以下説明する。図2に示されるように、入力軸420はその上端で玉軸受である上部軸受451によって回転可能に支持されるとともに、底板50

411の開口411aの位置において組合せアンギュラ玉軸受である下部軸受452によって回転可能に支持される。

【0045】

図2に示されるように、入力軸420の上端には、その径が小さくなる段差部422が形成されており、上部軸受451はその内輪が段差部422の上に乗るように取り付けられている。また、入力軸420の上端には止め輪423が嵌め込まれるようになっており、玉軸受451の内輪は段差部422と止め輪423に挟まれることによって上下方向に動かないように固定される。一方、天板412の開口412aは上部軸受451の外輪に対しつまりばめとなっており、上部軸受451の外輪は天板412の開口412aに嵌め込まれる。

10

【0046】

本実施形態においては、前述のようにケーシング410の内部が潤滑油で満たされているため、潤滑油が洩れないよう、天板412の開口412aはカバー453によって覆われる。カバー453は、ボルトによって天板412に固定されるようになっている。また、カバー453において開口412aの内周面と当接する面には、円周溝453aが設けられており、ここに取り付けられた図示しないOリングによって、カバー453と開口412aの隙間からの潤滑油の漏出を防止している。

【0047】

次いで、下部軸受452の取り付け構造について説明する。入力軸420において、底板411の上面よりやや高い位置には、下に向って径が小さくなる段差部424が形成されている。下部軸受452の内輪の上面は、この段差部に当接するよう配置されている。また、入力軸420の段差部424よりも下の外周面には、雄ねじ部425が形成されている。この雄ねじ部425にカラー456をねじ込むことにより、下部軸受452の内輪は下方から支持される。このように、下部軸受452の内輪は、段差部424とカラー456に挟まれることによって上下方向に動かないように固定される。

20

【0048】

前述のように、下部軸受452は組合せアンギュラ玉軸受であり、スラスト方向にも荷重を受ける。このため、上部軸受451とは異なり、内輪、外輪の双方が上下方向に動かないように固定される必要がある。図2に示されるように、底板411の開口411aには下部軸受452の外輪を下から支持するための軸受支持部材455が取り付けられている。軸受支持部材455は、中央に入力軸420を通すための貫通孔455cが形成された筒状の部材であり、その下端にはフランジ部455aが設けられている。このフランジ部455aをボルトで底板411の下面に固定することによって、軸受支持部材455は底板411に固定される。また、軸受支持部材455の外周面において開口411aの内周と対向する位置には、円周溝455bが設けられており、ここに取り付けられた図示しないOリングによって、軸受支持部材455と開口411aの隙間からの潤滑油の漏出を防止している。

30

【0049】

また、軸受支持部材455の貫通孔455cには、その内径が上に向って大きくなるような段差部455dが形成されている。貫通孔455cの段差部455dより上方の部分は下部軸受452の外輪に対しつまりばめとなっており、ここに下部軸受452の外輪が嵌め込まれる。また、貫通孔455cの段差部455dよりの下方の部分の径は下部軸受452の外輪の内径と略等しく、段差部455dによって下部軸受452の外輪が下方から支持されるようになっている。

40

【0050】

軸受支持部材455の上端には、軸受止め454がねじ止めされている。軸受止め454は穴開き円盤状の部材であり、穴の内径は下部軸受452の外輪の内径と略等しい。また、段差部455dから軸受支持部材455の上端までの高さは、下部軸受452の高さと等しいか、わずかに小さくなっており軸受止め454を軸受支持部材455にねじ止め

50

することによって、下部軸受 452 の外輪は、軸受止め 454 と軸受支持部材 455 の段差部 455d とに挟まれることによって上下方向に動かないように固定される。

【0051】

前述のようにケーシング 410 の内部が潤滑油で満たされているため、入力軸 420 と軸受支持部材 455 の貫通孔 455c との間の隙間から潤滑油が洩れないよう、オイルシール 458 が設けられている。オイルシール 458 は、穴開き円盤状の部材であるオイルシール取り付け部材 457 の穴の部分に嵌め込まれている。そして、オイルシール取り付け部材 457 はボルトによって軸受支持部材 455 の下面に固定されている。なお、軸受支持部材 455 の下面と対向するオイルシール取り付け部材 457 部材の上面には円環状の溝 457a が形成されており、ここに図示しないOリングを取り付けることによって軸受支持部材 455 の下面とオイルシール取り付け部材 457 部材の上面との間の隙間からの潤滑油の漏れを防止する。オイルシール 458 は、その内周が入力軸 420 の外周と摺動するよう構成されており、低摩擦で入力軸 420 を回転させると共に、オイルシール 458 の内周と入力軸 420 の外周との間からの潤滑油の漏出を防止する。10

【0052】

前述のようにリニアコネクティングロッド 461 はケーシング 410 の天板 412 から上方に突出している（図3）。そのため、本実施形態においては、リニアコネクティングロッド 461 と天板 412 の隙間からの潤滑油の漏出を防止するため、オイルシール付きのカバー 464 が設けられている。カバー 464 の構成につき、以下説明する。20

【0053】

図3に示されるように、リニアコネクティングロッド 461 は、天板 412 のやや下の位置でブシュ 462 によって支持されている。ブシュ 462 の内周はリニアコネクティングロッド 461 の外周と摺動可能に構成されている。ブシュ 462 は、ブシュ取り付け部材 463 及びカバー 464 によって、天板 412 に固定される。ブシュ取り付け部材 463 は、カバー 464 ごと天板 412 に図示しないボルトにて固定されている。ブシュ取り付け部材 463 は、その中にブシュ 462 が嵌め込まれるようになっている円筒形状の部材であり、その下端には半径方向内側に向って広がる段差部 463a が設けられている。この段差部 463a の上面とブシュ 462 の下面とが接して、ブシュ 462 は下方から支持される。また、カバー 464 はその中にリニアコネクティングロッド 461 が通過するような円筒形状の部材であり、その内径はブシュ 462 の外形よりも小さい。このため、ボルトによってカバー 464 とブシュ取り付け部材 463 とが一体化すると、カバー 464 の下面とブシュ取り付け部材 463 の段差部 463a の上面との間でブシュ 462 が挟まれて固定される。30

【0054】

ブシュ 462 の外周には、円環状の溝 462a が設けられており、ここに図示しないOリングを取り付けることによってブシュ 462 の外周とブシュ取り付け部材 463 の内周との間の隙間からの潤滑油の漏れを防止する。同様に、ブシュ取り付け部材 463 の内周と対向するカバー 464 の外周には円環状の溝 464b が形成されており、ここに図示しないOリングを取り付けることによってブシュ取り付け部材 463 の内周とカバー 464 の外周との間の隙間からの潤滑油の漏れを防止する。40

【0055】

また、カバー 464 の内周にも円環状の溝 464a が形成されており、この溝 464a にオイルシールが取り付けられる。リニアコネクティングロッド 461 の外周は、このオイルシールと摺動しながら上下動し、オイルシールによって摺動面からの潤滑油の漏出が防止される。

【0056】

次に、本実施形態のランナーブロック 434 及びレール 435 の構成につき、図面を用いて詳細に説明する。図6は、ランナーブロック 434 及びレール 435 を、レール 435 の長軸方向に垂直な一面で切断した断面図であり、図7は図6のI—I - II-II 断面図である。図6及び図7に示されるように、ランナーブロック 434 にはレール 435 を囲むよ50

うに凹部が形成されており、この凹部にはレール435の軸方向に延びる4本の溝434a、434a'が形成されている。この溝434a、434a'には、多数のステンレス鋼製のボール434bが収納されている。レール435には、ランナーブロック434の溝434a、434a'と対向する位置にそれぞれ溝435a、435a'が設けられており、ボール434bが溝434aと溝435a、又は溝434a'と溝435a'との間に挟まれるようになっている。溝434a、434a'、435a、435a'の断面形状は円弧状であり、その曲率半径はボール434bの半径と略等しい。このため、ボール434bは、あそびのほとんど無い状態で溝434a、434a'、435a、435a'に密着する。

【0057】

10

ランナーブロック434の内部には、溝434aの夫々と略平行なボール退避路434cが4本設けられている。図7に示されるように、溝434aと退避路434cとは、夫々の両端でU字路434dを介して接続されており、溝434a、溝435a、退避路434c、U字路434dは、ボール434bを循環させるための循環路を形成する。退避路434c及び溝434a'及び435a'についても、同様の循環路が形成されている。

【0058】

20

このため、ランナーブロック434がレール435に対して移動すると、多数のボール434bが溝434a、434a'、435a、435a'を転がりながら循環路を循環する。このため、レール軸方向以外の方向に大荷重が加わっていたとしても、多数のボールでランナーブロックを支持可能であると共にボール434bが転がることによりレール軸方向の抵抗が小さく保たれるので、ランナーブロック434をレール435に対してスムーズに移動させることができる。なお、退避路434c及びU字路434dの内径は、ボール434bの径よりやや大きくなっている。退避路434c及びU字路434dとボール434bとの間に発生する摩擦力はごくわずかであり、それによってボール434bの循環が妨げられることはない。

【0059】

30

図示されているように、溝434aと435aに挟まれた二列のボール434bの列は、接触角が約45°となる、正面組合せ型のアンギュラ玉軸受を形成する。この場合の接触角は、溝434a及び435aがボール434bと接触する接触点同士を結んだ線と、リニアガイドのラジアル方向（ランナーブロックからレールに向かう方向）とがなす角度である。このように形成されたアンギュラ玉軸受は、逆ラジアル方向（レールからランナーブロックに向かう方向）及び横方向（ラジアル方向及びランナーブロックの進退方向の双方に直交する方向。図中左右方向）の荷重を支持することができる。

【0060】

40

同様に、溝434a'及び435a'に挟まれた二列のボール434bの列は、接触角（溝434a'及び435a'がボール434bと接触する接触点同士を結んだ線と、リニアガイドの逆ラジアル方向との角度）が45°となる、正面組合せ型のアンギュラ玉軸受を形成する。このアンギュラ玉軸受は、ラジアル方向及び横方向の荷重を支持することができる。

【0061】

また、溝434aと435aの一方（図中左側）と、溝434a'及び435a'の一方（図中左側）にそれぞれ挟まれた二列のボール434bの列もまた、正面組み合わせ型のアンギュラ玉軸受を形成する。同様に溝434aと435aの他方（図中左側）と、溝434a'及び435a'の他方（図中左側）にそれぞれ挟まれた二列のボール434bの列もまた、正面組合せ型のアンギュラ玉軸受を形成する。

【0062】

50

このように、本実施形態においては、ラジアル方向、逆ラジアル方向、横方向のそれに働く荷重に対して、正面組合せ型のアンギュラ玉軸受が支持することになり、レール軸方向以外の方向に加わる大荷重を十分支持できるようになっている。

【実施例】**【0063】**

以下、本実施形態の振動試験装置による試験結果を示す。図8は、本実施形態の振動試験装置1を加速度振幅0.7G、周波数5Hzで駆動した時に、可動テーブル130の上に取り付けられた振動ピックアップによって計測された振動波形である。図示されているように、本実施形態の振動試験装置においては、ノイズの少ない(正弦波に近い)加速度波形で可動テーブル130を加振できることが分る。

【0064】

比較例として、本実施形態の直動変換器400の代わりに送りねじ機構を直動変換機構として使用した振動試験装置による試験結果を示す。図9は、比較例の振動試験装置を加速度振幅0.7G、周波数5Hzで駆動した時に、可動テーブルの上に取り付けられた振動ピックアップによって計測された振動波形である。図示されているように、比較例の振動試験装置においては、ボールねじ機構のボール同士の衝突などによって発生したスパイクノイズが生じており、正弦波に近い加速度波形で可動テーブルを加振できないことが分る。

10

【図面の簡単な説明】**【0065】**

【図1】本発明の実施の形態の振動試験装置の正面図である。

【図2】本発明の実施の形態の振動試験装置の直動変換器の正面図である。

20

【図3】本発明の実施の形態の振動試験装置の直動変換器の右側面図である。

【図4】本発明の実施の形態の振動試験装置の直動変換器の上面図である。

【図5】図4のI-I断面図である。

【図6】本発明の実施の形態において、ランナーブロック及びレールをレールの長軸方向に垂直な一面で説明した断面図である。

【図7】図6のII-II-III-III断面図である。

【図8】本実施形態の振動試験装置による試験結果を示したグラフである。

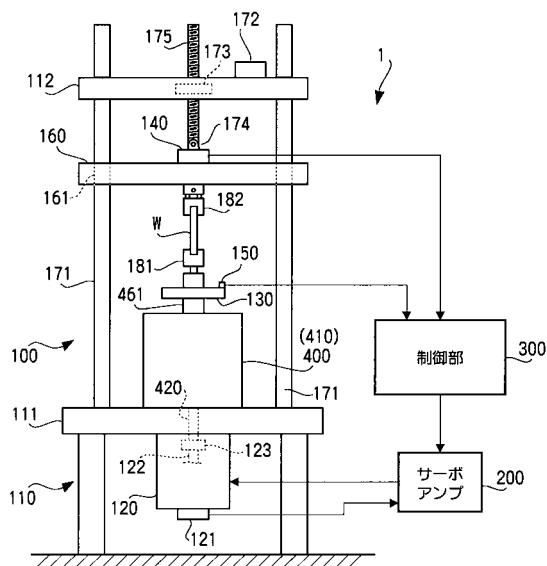
【図9】比較例の振動試験装置による試験結果を示したグラフである。

【符号の説明】**【0066】**

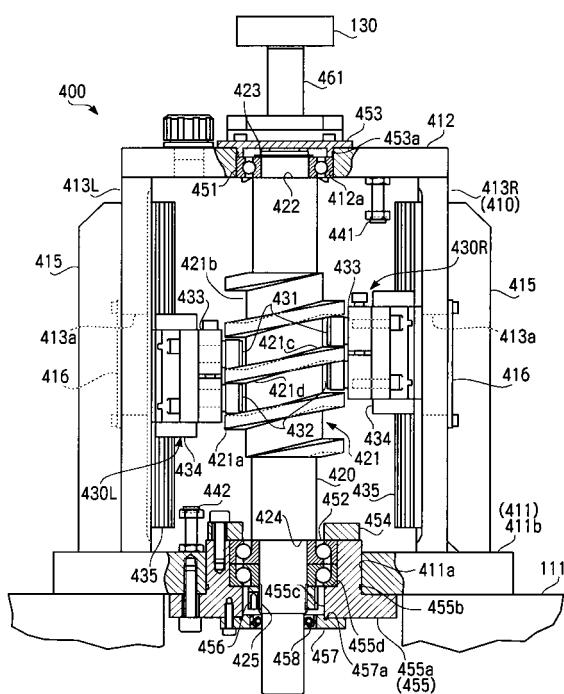
1	振動試験装置	30
100	装置本体	
120	サーボモータ	
130	可動テーブル	
200	サーボアンプ	
300	制御部	
400	直動変換器	
410	ケーシング	
420	入力軸	
421	雄ねじ部	
421a	山	40
421b	谷	
430L、430R	ローラユニット	
431	上部ローラ	
431a、432a	軸部	
431b、432b	ローラ部	
431c、432c	円筒ころ軸受	
432	下部ローラ	
433	連結プレート	
433b	すり割溝	
433c、433d	貫通孔	50

4 3 3 e	穴
4 3 4	ランナーブロック
4 3 5	レール
4 3 7 a	第 1 のボルト
4 3 7 b	第 2 のボルト
4 5 1	上部軸受
4 5 2	下部軸受
4 5 3	カバー
4 5 7	オイルシール取り付け部材
4 5 8	オイルシール
4 6 1	リニアコネクティングロッド
4 6 3	オイルシール
W	ワーク

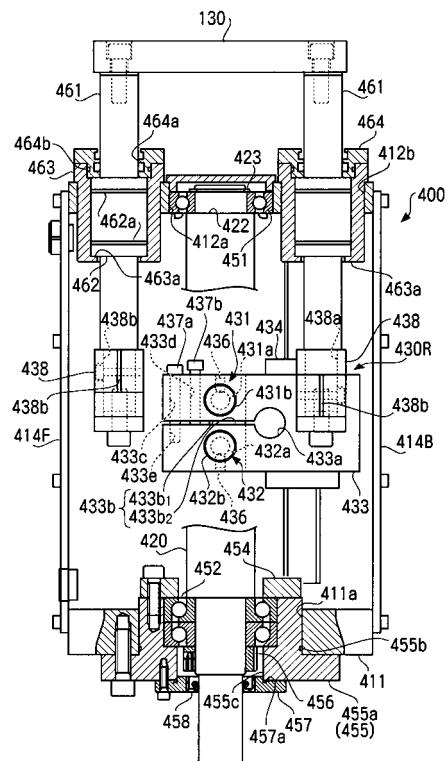
【 义 1 】



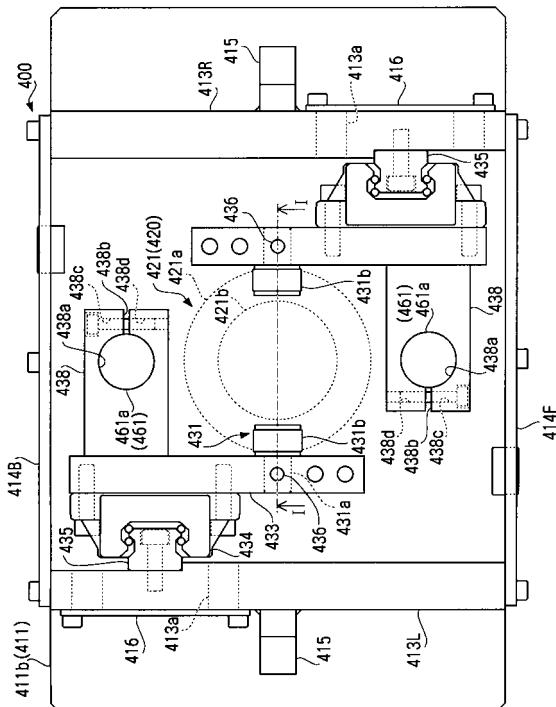
【 四 2 】



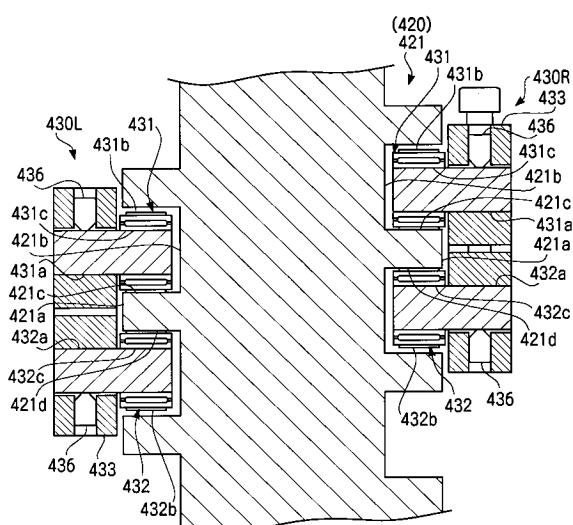
【図3】



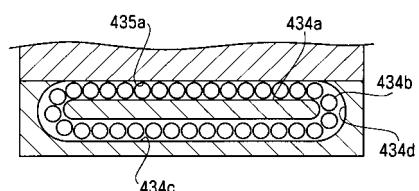
【 図 4 】



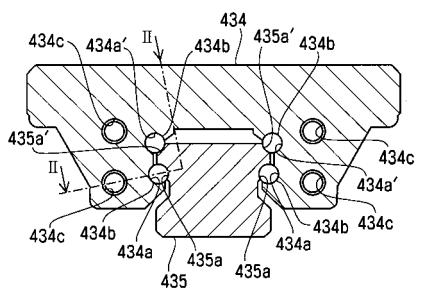
【図5】



【 四 7 】

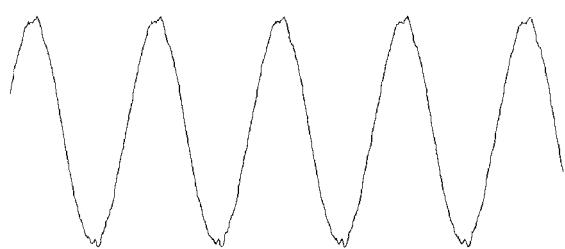


【図6】



【 义 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21番1号 国際計測器株式会社内

審査官 高橋 亨

(56)参考文献 特開2001-141599(JP,A)
特開平11-153205(JP,A)
特開平03-277810(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 M 7 / 02