

(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.

F I

G O 1 M 7/02 (2006.01)

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)	(73) 特許権者	391046414
(22) 出願日	平成20年5月14日(2008.5.14)		国際計測器株式会社
(65) 公開番号	特開2009-276190 (P2009-276190A)		東京都多摩市永山6丁目2番1号
(43) 公開日	平成21年11月26日(2009.11.26)	(74) 代理人	100078880
審査請求日	平成21年12月1日(2009.12.1)		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】 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りニアガイド機構と、

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。

10

20

【請求項 3】

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 2 に記載の振動試験装置。

【請求項 4】

前記連結部材が、前記一对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、前記一对のローラの上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 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对のローラが、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】

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 1 1】

前記ローラユニットが、前記一对のローラの間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 1 0 に記載の直動変換器。

【請求項 1 2】

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 1 1 に記載の直動変換器。

20

【請求項 1 3】

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 1 4】

請求項 8 から 1 3 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 1 5】

前記動力装置はモータであることを特徴とする請求項 1 4 に記載の直動アクチュエータ。

【請求項 1 6】

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 1 5 に記載の直動アクチュエータ。

【請求項 1 7】

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 1 4 から 1 6 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え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。

【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とする、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う際には使用できなかった。

【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りニアガイド機構と、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え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。

【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。

【 0 0 0 8 】

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、ローラをよりスムーズに回転させることができる。

10

【 0 0 0 9 】

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。

【 発明の効果 】

30

【 0 0 1 0 】

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 】

【 0 0 1 1 】

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

【 0 0 1 2 】

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。

【 0 0 1 3 】

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对のガイドバー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で使用する。

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に固定されたリンク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410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)をボルト締め、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41

50

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。

【0027】

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と係合する一対のローラユニット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。

10

【0028】

一対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り(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。

【0029】

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、これによって、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。

20

【0030】

次に、雄ねじ部421とローラユニット430L、430Rとの係合状態につき説明する。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。

30

【0031】

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。

40

【0032】

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433a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

1 4 F に向う方向) に向ってすり割溝 4 3 3 b が形成されている。上部ローラ 4 3 1 の軸部 4 3 1 a はすり割溝 4 3 3 b の上側で、また下部ローラ 4 3 2 の軸部 4 3 2 a はすり割溝 4 3 3 b の下側で、夫々連結プレート 4 3 3 に固定されている。

【 0 0 3 3 】

連結プレート 4 3 3 の上面からすり割溝 4 3 3 b の上面 4 3 3 b 1 に向って、貫通穴 4 3 3 c 及び 4 3 3 d が設けられている。貫通穴 4 3 3 c 及び 4 3 3 d は共に上部ローラ 4 3 1 の軸部 4 3 1 a よりも手前側に配置されており、且つ、貫通穴 4 3 3 c は貫通穴 4 3 3 d よりも手前側に配置される。すり割溝 4 3 3 b の下面 4 3 3 b 2 において貫通穴 4 3 3 c と対向する位置には、下方に向う穴 4 3 3 e が形成されている。

【 0 0 3 4 】

穴 4 3 3 e には雌ねじが形成されており、第 1 のボルト 4 3 7 a が貫通穴 4 3 3 c を通過して穴 4 3 3 e にねじ込まれている。このため、第 1 のボルト 4 3 7 a を締めつけると、すり割溝 4 3 3 b の幅が狭まる方向に連結プレート 4 3 3 が付勢される。また、貫通穴 4 3 3 d にも雌ねじが形成されており、第 2 のボルト 4 3 7 b が貫通穴 4 3 3 d にねじ込まれている。第 2 のボルト 4 3 7 b の先端はすり割溝 4 3 3 b の上面 4 3 3 b 1 を通過して、下面 4 3 3 b 2 に当接している。このため、第 2 のボルト 4 3 7 b を締めつけると、すり割溝 4 3 3 b の幅が広がる方向に連結プレート 4 3 3 が付勢される。

【 0 0 3 5 】

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 4 3 3 の上面と第 1 のボルト 4 3 7 a の頭部との当接によってすり割溝 4 3 3 b の幅が広がらないように規制されると共に、すり割溝 4 3 3 b の下面 4 3 3 b 2 と第 2 のボルト 4 3 7 b との当接によってすり割溝 4 3 3 b 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 4 3 7 a、4 3 7 b の締め付けを調整することによって、すり割溝 4 3 3 b の幅を調整して、上部ローラ 4 3 1 と下部ローラ 4 3 2 との間隔を調整することができる。ここで、上部ローラ 4 3 1 のローラ部 4 3 1 b と下部ローラ 4 3 2 のローラ部 4 3 2 b との間隔を、入力軸 4 2 0 の雄ねじ部 4 2 1 の山 4 2 1 a 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 4 2 1 c、4 2 1 d にローラ部 4 3 1 b、4 3 2 b を密着させることができる。このように雄ねじ部 4 2 1 のフランク 4 2 1 c、4 2 1 d にローラ部 4 3 1 b、4 3 2 b を密着させているので、入力軸 4 2 0 を回転させた時にローラ部 4 3 1 b、4 3 2 b ががたつくことなく、スムーズに回転する。

【 0 0 3 6 】

ローラユニット 4 3 0 L のローラ部 4 3 1 b、4 3 2 b もまた、ローラユニット 4 3 0 R と同様の構成によって、入力軸 4 2 0 の雄ねじ部 4 2 1 のフランク 4 2 1 c、4 2 1 d に密着するよう付勢される。

【 0 0 3 7 】

本実施形態においては、雄ねじ部 4 2 1 の山 4 2 1 a が一对のローラ 4 3 1、4 3 2 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 4 2 1 の山 4 2 1 a の変形が妨げられ、結果として山 4 2 1 a が撓みにくくなっている。このため、入力軸 4 2 0 を大きな角加速度で回転させても、山 4 2 1 a の撓みによってローラユニット 4 3 0 R の位置ずれが発生することはない。

【 0 0 3 8 】

前述のように、ローラ部 4 3 1 b、4 3 2 b は円筒ころ軸受 4 3 1 c、4 3 2 c によって軸部 4 3 1 a、4 3 2 a 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、比較的にか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。

【 0 0 3 9 】

具体的には、図 3 に示されるように、円筒ころ軸受 4 3 1 c、4 3 2 c のそのほとんどの部分が雄ねじ部 4 2 1 の谷 4 2 1 b の中に入り込む構成として、円筒ころ軸受 4 3 1 c

10

20

30

40

50

、4 3 2 c 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 4 3 1 c、4 3 2 c の先端部のみが雄ねじ部 4 2 1 の谷 4 2 1 b の中に入った構成では、山 4 2 1 a の先端部と当接する部分において、円筒ころ軸受 4 3 1 c、4 3 2 c 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 4 3 1 c、4 3 2 c がその軸方向の略全域に互って雄ねじ部 4 2 1 の山 4 2 1 a と係合しているため、円筒ころ軸受 4 3 1 c、4 3 2 c が雄ねじ部 4 2 1 の山 4 2 1 a 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 4 3 1 b、4 3 2 b と雄ねじ部 4 2 1 の山 4 2 1 a 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 4 3 1 c、4 3 2 c はこの大荷重に十分耐えられるため、ローラ部 4 3 1 b、4 3 2 b はスムーズに回転することができる。

10

【0040】

連結プレート 4 3 3 には、ロッド連結ブロック 4 3 8 (図 3、図 4) が固定されており、このロッド連結ブロック 4 3 8 にリニアコネクティングロッド 4 6 1 の下端 4 6 1 a 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 4 6 1 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 4 3 8 には上下方向に貫通する円形断面の貫通孔 4 3 8 a が設けられている。この貫通孔 4 3 8 a の直径は、リニアコネクティングロッド 4 6 1 の下端 4 6 1 a 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 4 3 8 a の内周面から、ロッド連結ブロック 4 3 8 の先端 (ローラユニット 4 3 0 L においては右端であり、ローラユニット 4 3 0 R においては左端) に向うすり割溝 4 3 8 b が設けられている。さらに、ロッド連結ブロック 4 3 8 において、すり割溝 4 3 8 b と直交する貫通孔 4 3 8 c 及び 4 3 8 d が形成されている。貫通孔 4 3 8 c と 4 3 8 d とは、すり割溝 4 3 8 b を挟んで対向する位置に形成されており、且つ入力軸 4 2 0 に対して近位となる貫通孔 4 3 8 d には、雌ねじが形成されている。このため、貫通孔 4 3 8 a にリニアコネクティングロッド 4 6 1 を通し、次いでボルトを貫通孔 4 3 8 c に通して貫通孔 4 3 8 d にねじ込むと、貫通孔 4 3 8 a の直径が小さくなるようにロッド連結ブロック 4 3 8 が変形して、コネクティングロッド 4 6 1 の下端 4 6 1 a がロッド連結ブロック 4 3 8 に締めつけられる。これによって、コネクティングロッド 4 6 1 がロッド連結ブロック 4 3 8 に固定される。このため、サーボモータ 1 2 0 (図 1) によって入力軸 4 2 0 を回転させることによって、コネクティングロッド 4 6 1 を上下動させることができる。また、入力軸 4 2 0 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 4 6 1 及びコネクティングロッド 4 6 1 の上端に固定された可動テーブル 1 3 0 を上下方向に振動させることができる。

20

30

【0042】

図 2 に示されるように、ケーシング 4 1 0 の天板 4 1 2 の下面には上限検知センサ 4 4 1 が、底板 4 1 1 の上面には下限検知センサ 4 4 2 が設けられている。上限検知センサ 4 4 1、下限検知センサ 4 4 2 は共に近接センサである。上限検知センサ 4 4 1 は右側のローラユニット 4 3 0 R の上端が近接したことを、また下限検知センサ 4 4 2 は左側のローラユニット 4 3 0 L 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 4 4 1 または下限検知センサ 4 4 2 が、ローラユニット 4 3 0 R、4 3 0 L 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 4 1 0 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 4 3 1、4 3 2 と入力軸 4 2 0 の雄ねじ部 4 2 1 との間の摩擦、及びランナーブロック 4 3 4 とレール 4 3 5 との間の摩擦が軽減される。

【0044】

入力軸 4 2 0 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 4 2 0 はその上端で玉軸受である上部軸受 4 5 1 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の外輪に対してし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き説明する。入力軸４２０において、底板４１１の上面よりやや高い位置には、下に向か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、その内径が上に向か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の外輪に対してし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。

【００５３】

20

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の下面とが当接して、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 4 3 5 の軸方向に延びる 4 本の溝 4 3 4 a、4 3 4 a' が形成されている。この溝 4 3 4 a、4 3 4 a' には、多数のステンレス鋼製のボール 4 3 4 b が収納されている。レール 4 3 5 には、ランナーブロック 4 3 4 の溝 4 3 4 a、4 3 4 a' と対向する位置にそれぞれ溝 4 3 5 a、4 3 5 a' が設けられており、ボール 4 3 4 b が溝 4 3 4 a と溝 4 3 5 a、又は溝 4 3 4 a' と溝 4 3 5 a' との間に挟まれるようになっている。溝 4 3 4 a、4 3 4 a'、4 3 5 a、4 3 5 a' の断面形状は円弧状であり、その曲率半径はボール 4 3 4 b の半径と略等しい。このため、ボール 4 3 4 b は、あそびのほとんど無い状態で溝 4 3 4 a、4 3 4 a'、4 3 5 a、4 3 5 a' に密着する。

【0057】

10

ランナーブロック 4 3 4 の内部には、溝 4 3 4 a の夫々と略平行なボール退避路 4 3 4 c が 4 本設けられている。図 7 に示されるように、溝 4 3 4 a と退避路 4 3 4 c とは、夫々の両端で U 字路 4 3 4 d を介して接続されており、溝 4 3 4 a、溝 4 3 5 a、退避路 4 3 4 c、U 字路 4 3 4 d は、ボール 4 3 4 b を循環させるための循環路を形成する。退避路 4 3 4 c 及び溝 4 3 4 a' 及び 4 3 5 a' についても、同様の循環路が形成されている。

【0058】

このため、ランナーブロック 4 3 4 がレール 4 3 5 に対して移動すると、多数のボール 4 3 4 b が溝 4 3 4 a、4 3 4 a'、4 3 5 a、4 3 5 a' 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 4 3 4 b 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 4 3 4 をレール 4 3 5 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 4 3 4 c 及び U 字路 4 3 4 d の内径は、ボール 4 3 4 b の径よりやや大きくなっており、退避路 4 3 4 c 及び U 字路 4 3 4 d とボール 4 3 4 b 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 4 3 4 b の循環が妨げられることはない。

20

【0059】

図示されているように、溝 4 3 4 a と 4 3 5 a に挟まれた二列のボール 4 3 4 b の列は、接触角が略 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 4 3 4 a 及び 4 3 5 a がボール 4 3 4 b 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。

30

【0060】

同様に、溝 4 3 4 a' と 4 3 5 a' に挟まれた二列のボール 4 3 4 b の列は、接触角（溝 4 3 4 a' 及び 4 3 5 a' がボール 4 3 4 b 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。

40

【0061】

また、溝 4 3 4 a と 4 3 5 a の一方（図中左側）と、溝 4 3 4 a' と 4 3 5 a' の一方（図中右側）にそれぞれ挟まれた二列のボール 4 3 4 b 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 4 3 4 a と 4 3 5 a の他方（図中右側）と、溝 4 3 4 a' と 4 3 5 a' の他方（図中左側）にそれぞれ挟まれた二列のボール 4 3 4 b 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】

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、横方向のそれぞ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。

50

【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

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。

【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。

20

【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。

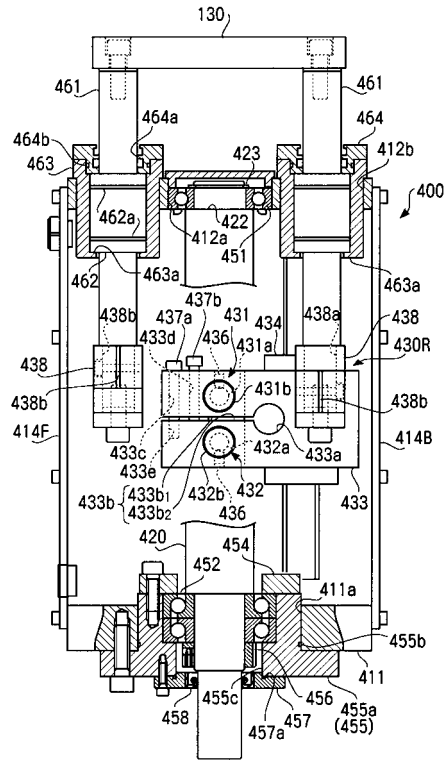
【図9】比較例の振動試験装置による試験結果を示したグラフである。

【符号の説明】

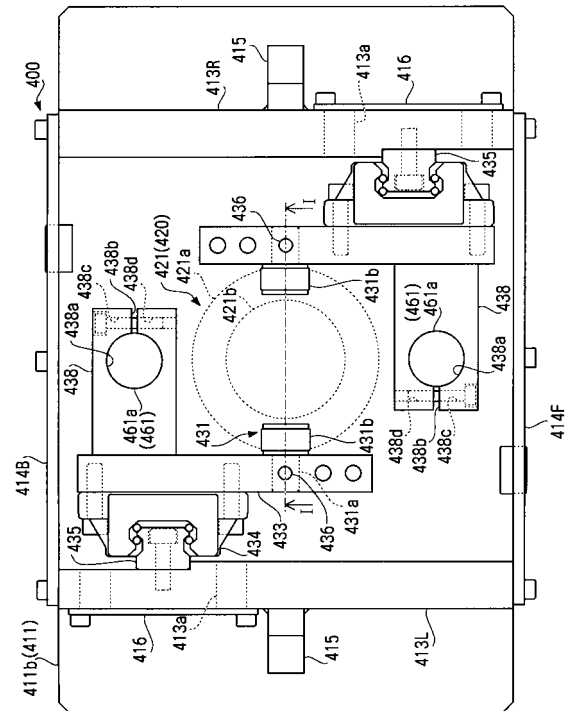
【0066】

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

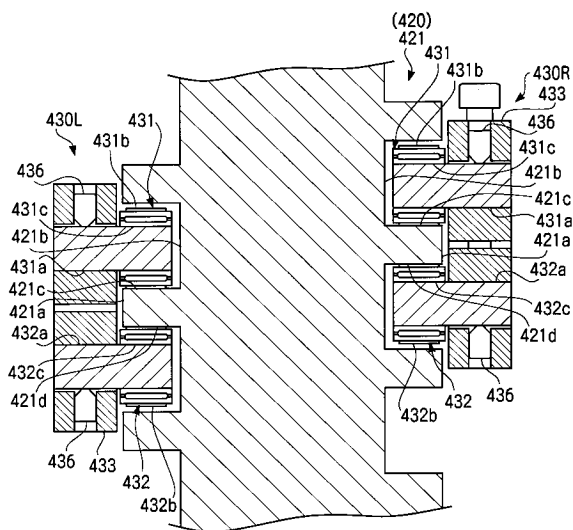
【図 3】



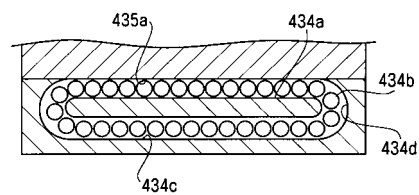
【図 4】



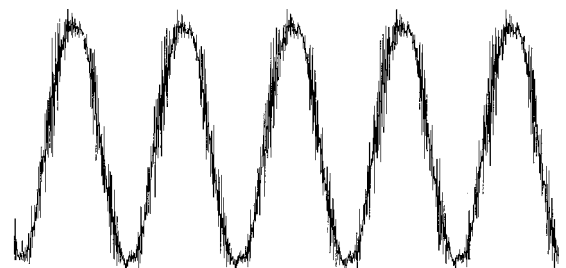
【図 5】



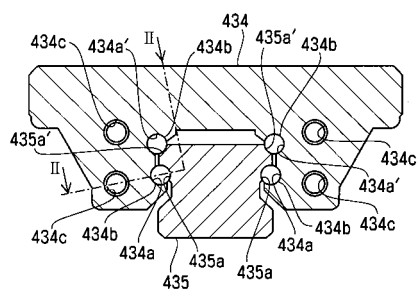
【図 7】



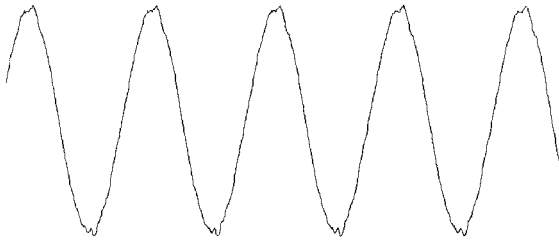
【図 8】



【図 6】



【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

審査官 高橋 亨

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 1 4 1 5 9 9 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 5 3 2 0 5 (J P , A)
特開平 0 3 - 2 7 7 8 1 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 M 7 / 0 2