

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-147666

(P2012-147666A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012. 8. 2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02N 2/00 (2006.01)	H02N 2/00 C	3J012
F16H 25/20 (2006.01)	F16H 25/20 B	3J062
F16C 19/16 (2006.01)	F16H 25/20 G	3J701
F16C 25/06 (2006.01)	F16C 19/16	5H680
	F16C 25/06	

審査請求 有 請求項の数 16 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2012-47400 (P2012-47400)
 (22) 出願日 平成24年3月2日(2012.3.2)
 (62) 分割の表示 特願2005-2609 (P2005-2609)
 の分割
 原出願日 平成17年1月7日(2005.1.7)

(71) 出願人 000004204
 日本精工株式会社
 東京都品川区大崎1丁目6番3号
 (74) 代理人 100069615
 弁理士 金倉 喬二
 (72) 発明者 山口 利明
 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
 日本精工株式会社内
 (72) 発明者 田中 伸明
 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
 日本精工株式会社内
 Fターム(参考) 3J012 AB04 CB06 EB14 FB10 HB02
 3J062 AA22 AB21 AC07 CD02 CD22
 3J701 AA02 AA42 AA54 BA71

最終頁に続く

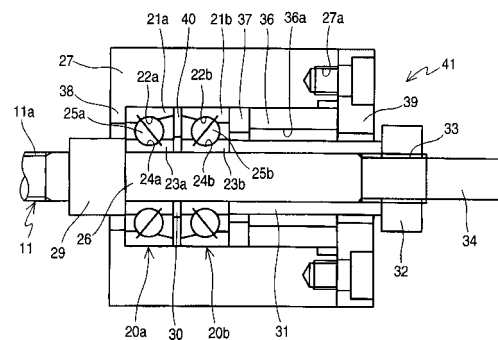
(54) 【発明の名称】 回転機構付軸方向微動機構およびそれを用いた位置決め装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高応答の微動動作が可能であると共に圧電アクチュエータの破損を防止することができる微動機構を提供する。

【解決手段】 転がり軸受装置20a、20bの外輪21a、21bの外周面が嵌合するハウジング27と、転がり軸受装置20a、20bの内輪23a、23bの内周面が嵌合する外周面を有する軸11と、外部から印加された電圧に応じて軸方向に伸縮する圧電アクチュエータ36とを備え、軸11の一端に配置された回転機構付軸方向微動機構41において、2つの内輪23a、23bを軸11に軸方向に固定し、外輪の一方21aをハウジング27に軸方向に拘束し、外輪の他方21bの側に圧電アクチュエータ36を配置し、圧電アクチュエータ36の伸縮により2つの外輪21a、21b間の軸方向間距離を変化させて所定の予圧を変化させ、軸方向間距離の変位量の半分が、軸11とハウジング27の相対移動量となる微動動作を行う。

【選択図】 図1



実施例1の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対向配置して所定の予圧を付与した 2 つの転がり軸受装置と、該転がり軸受装置のそれぞれの外輪の外周面が嵌合する内周面を有するハウジングと、前記転がり軸受装置のそれぞれの内輪の内周面が嵌合する外周面を有する軸と、外部から印加された電圧に応じて軸方向に伸縮する圧電アクチュエータとを備え、前記軸の一端に配置された回転機構付軸方向微動機構において、

前記 2 つの内輪を前記軸に軸方向に固定し、前記外輪の一方を前記ハウジングに軸方向に拘束し、前記外輪の他方の側に前記圧電アクチュエータを配置し、

前記圧電アクチュエータの伸縮により前記 2 つの外輪間の軸方向間距離を変化させて前記所定の予圧を変化させ、前記軸方向間距離の変位量の半分が、前記軸と前記ハウジングの相対移動量となる微動動作を行うことを特徴とする回転機構付軸方向微動機構。

10

【請求項 2】

対向配置して所定の予圧を付与した 2 つの転がり軸受装置と、前記転がり軸受装置のそれぞれの外輪の外周面が嵌合する内周面を有するハウジングと、前記転がり軸受装置のそれぞれの内輪の内周面が嵌合する外周面を有する軸と、外部から印加された電圧に応じて軸方向に伸縮する圧電アクチュエータとを備え、前記軸の一端に配置された回転機構付軸方向微動機構において、

前記 2 つの外輪を前記ハウジングに軸方向に固定し、前記内輪の一方を前記軸に軸方向に拘束し、前記内輪の他方の側に前記圧電アクチュエータを配置し、

20

前記圧電アクチュエータの伸縮により前記 2 つの内輪間の軸方向間距離を変化させて前記所定の予圧を変化させ、前記軸方向間距離の変位量の半分が、前記軸と前記ハウジングの相対移動量となる微動動作を行うことを特徴とする回転機構付軸方向微動機構。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、

前記所定の予圧を、前記圧電アクチュエータを非通電とした状態で、予め付与しておくことを特徴とする回転機構付軸方向微動機構。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 において、

前記所定の予圧を、前記圧電アクチュエータに所定の電圧を印加して発生させることを特徴とする回転機構付軸方向微動機構。

30

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項において、

前記圧電アクチュエータを、前記転がり軸受装置の非回転側に配置したことを特徴とする回転機構付軸方向微動機構。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項において、

前記圧電アクチュエータが、積層型であることを特徴とする回転機構付軸方向微動機構

。

【請求項 7】

40

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか一項において、

前記圧電アクチュエータが、中空であることを特徴とする回転機構付軸方向微動機構。

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか一項において、

前記圧電アクチュエータが、中実であり、前記転がり軸受装置の略軸芯に配置されていることを特徴とする回転機構付軸方向微動機構。

【請求項 9】

請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか一項において、

前記対向配置した転がり軸受装置が、正面組合せとして配置されていることを特徴とする回転機構付軸方向微動機構。

50

【請求項 10】

請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか一項において、
前記対向配置した転がり軸受装置が、背面組合せとして配置されていることを特徴とする回転機構付軸方向微動機構。

【請求項 11】

請求項 1 ないし請求項 10 のいずれか一項において、
前記転がり軸受装置の回転が停止しているときに、前記圧電アクチュエータへ通電して前記微動動作を行うことを特徴とする回転機構付軸方向微動機構。

【請求項 12】

軸方向に相対移動可能に構成された基台および移動台と、
前記基台に回転可能に支持されたねじ軸と、前記ねじ軸に螺合し、前記移動台に固定されたナットとを有し、前記ねじ軸の回転により前記移動台を前記基台に対して軸方向に移動させる粗動機構と、
前記軸をねじ軸とした、請求項 1 ないし請求項 11 のいずれか一項に記載の回転機構付軸方向微動機構と、を備えたことを特徴とする位置決め装置。

10

【請求項 13】

請求項 12 において、
前記基台と前記移動台との相対移動量を示す出力信号を出力する位置センサを有することを特徴とする位置決め装置。

【請求項 14】

請求項 13 において、
前記粗動機構の粗動動作を停止した後に、前記位置センサにより認識した現在位置と目標位置との偏差をフィードバックして前記圧電アクチュエータによる前記微動動作を行うことを特徴とする位置決め装置。

20

【請求項 15】

請求項 14 において、
前記制御装置が、前記位置センサにより認識した現在位置と目標位置との偏差をフィードバックして粗動動作を行い、前記偏差が所定の範囲となったときに前記粗動動作を停止させることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 16】

請求項 12 ないし請求項 15 のいずれか一項において、
前記粗動機構のねじ軸を、ステッピングモータにより駆動することを特徴とする位置決め装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、長ストロークの範囲で高精度な微細位置決めを行う回転機構付軸方向微動機構およびそれを用いた位置決め装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

40

従来の位置決め装置は、ねじ軸とナットを螺合させたボールねじ装置を用いて長ストロークの範囲を駆動する粗動機構と圧電アクチュエータによる微動機構を組合せて粗動動作および微動動作を行っており、粗動テーブルと微動テーブルの間やボールねじ装置のナットと移動台の間に圧電アクチュエータを配置し、基台と微動テーブルや移動台との位置を圧電アクチュエータの伸縮により変化させて長ストロークの範囲でナノメートルレベルの高精度な微細位置決めを行っている（例えば、非特許文献 1 参照。）。
【0003】

また、ボールねじ装置のねじ軸とナットの間のパックラッシュをコイルスプリングにより無くすようにし、ねじ軸の一端と基台との間に配置した圧電アクチュエータを伸縮させてナットに固定された移動台のねじ軸の軸方向位置の微細位置決めを行っているものもあ

50

る（例えば、非特許文献 2 参照。）。

このような場合に用いられる圧電アクチュエータは、一般に積層型の圧電アクチュエータが用いられるが、積層型の圧電アクチュエータは圧縮方向の荷重に対しては十分な強度や剛性を有するが、引張方向の荷重に対しては圧電アクチュエータの材料の機械的特性や積層間の接着強度による強度が極めて弱く、小さな引張荷重であっても破損してしまう場合がある。

【 0 0 0 4 】

この問題を解決するために、圧電アクチュエータの製造メーカー（例えば、独国 P h y s i k I n s t r u m e n t 社）では、図 1 1 に示すように圧電アクチュエータ 1 0 0 の出力軸 1 0 1 をバネ 1 0 2 で押圧し、引張荷重が出力軸に作用した場合においても圧電アクチュエータ 1 0 0 には圧縮荷重が作用する構造とすることを推奨している。

10

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 非特許文献 1 】大塚二郎他 1 名著、「精密位置決め機構」、第 2 版、株式会社工業調査会、2 0 0 1 年 8 月 1 5 日、p . 1 1 8 - 2 0 1

【 非特許文献 2 】大塚二郎他 2 名、「1 n m 分解能の小型変位センサと小型超精密位置決め装置の開発」、精密工学会誌、財団法人精密工学会、平成 1 5 年 1 0 月 5 日、第 6 9 巻、第 1 0 号、p . 1 4 3 1

【 発明の概要 】

20

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、上述した非特許文献 1 および非特許文献 2 においては、ボールねじ装置のナットと移動台の間等やねじ軸の一端と基台との間に圧電アクチュエータを配置してその両端部をナットや移動台に直接取付けているため、位置決め装置を左右に移動させると左右方向に荷重が作用し、圧電アクチュエータに引張荷重が作用して圧電アクチュエータを破損する場合があるという問題がある。

【 0 0 0 7 】

また、非特許文献 1 および非特許文献 2 の位置決め装置に上記図 1 1 に示した構造を適用した場合は、位置決め装置の圧電アクチュエータに作用する引張荷重が、出力軸に配置されたバネによる圧縮荷重より小さい範囲における低速での移動に対しては所定の位置決めを行うことができるものの、高速応答に対しては引張方向を支持しているバネが比較的柔らかいバネであるので、位置決め装置の微動機構の剛性が低下してその固有振動数が低下し、高速での微動動作を行おうとすると発振が生じて高速応答を行うことができなくなることがあるという問題がある。

30

【 0 0 0 8 】

このことは、位置決め装置が 2 次元方向（X - Y 方向）の移動を行う 2 軸の重ね合わせ構造の場合や、1 軸であっても移動台に取付治具等の部品が取付られた結果、移動台の質量が大きくなる場合に特に重要である。

更に、圧電アクチュエータは上記の引張荷重ばかりでなく半径方向荷重に対してもその強度が弱いために圧電アクチュエータの出力軸の先端を球面にして圧電アクチュエータに半径方向荷重やモーメント力が作用しない構造が推奨されているが、微動機構に用いる圧電アクチュエータは他の部材に直接取付ける必要があり、その取付精度等によっては半径方向荷重やモーメント力が作用して早期に破損する場合があるという問題がある。

40

【 0 0 0 9 】

更に、圧電アクチュエータをボールねじ装置のねじ軸やナットの同軸上に精度よく配置しようとする、上記非特許文献 1 および非特許文献 2 に示される構造においては、その芯出し作業が煩雑になり、位置決め装置の組立が難しいという問題がある。

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、高応答の微動動作が可能であると共に圧電アクチュエータの破損を防止することができる微動機構を提供することを

50

目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、上記課題を解決するために、対向配置して所定の予圧を付与した2つの転がり軸受装置と、該転がり軸受装置のそれぞれの外輪の外周面が嵌合する内周面を有するハウジングと、前記転がり軸受装置のそれぞれの内輪の内周面が嵌合する外周面を有する軸と、外部から印加された電圧に応じて軸方向に伸縮する圧電アクチュエータとを備え、前記軸の一端に配置された回転機構付軸方向微動機構において、前記2つの内輪を前記軸に軸方向に固定し、前記外輪の一方を前記ハウジングに軸方向に拘束し、前記外輪の他方の側に前記圧電アクチュエータを配置し、前記圧電アクチュエータの伸縮により前記2つの外輪間の軸方向間距離を変化させて前記所定の予圧を変化させ、前記軸方向間距離の変位量の半分が、前記軸と前記ハウジングの相対移動量となる微動動作を行うことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0011】

これにより、本発明は、対向配置した転がり軸受装置を剛性の非常に高いバネ部材として機能させ、圧電アクチュエータに常に圧縮荷重を掛けながら粗動動作と微動動作を行わせることができ、圧電アクチュエータの圧縮方向の高い剛性と高剛性のバネ部材との組合せにより、位置決め装置全体の剛性を高く維持することができ、高速、高応答の安定した微動動作を行うことができると共に、圧電アクチュエータの引張荷重による破損の発生を防止することができるという効果が得られる。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施例1の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図

【図2】実施例1の位置決め装置を示す平面図

【図3】実施例1の位置決め装置を示す側方から見た説明図

【図4】実施例1の制御装置を示す側方から見た説明図

【図5】実施例2の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図

【図6】実施例2の位置決め装置を示す側方から見た説明図

【図7】実施例3の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図

30

【図8】実施例4の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図

【図9】実施例4の位置決め装置を示す側方から見た説明図

【図10】実施例5の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図

【図11】圧電アクチュエータ取付けのメーカ推奨例を示す説明図

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に、図面を参照して本発明による回転機構付軸方向微動機構およびそれを用いた位置決め装置の実施例について説明する。

【実施例1】

【0014】

40

図1は実施例1の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図、図2は実施例1の位置決め装置を示す平面図、図3は実施例1の位置決め装置を示す側方から見た説明図、図4は実施例1の制御装置を示す側方から見た説明図である。

図2、図3、図4において、1は位置決め装置である。

2は直線案内機構であり、レール3に転動体を介して組付けられた鞍状のスライダ4からなるリニアガイド装置であって、そのレール3は位置決め装置1の基台5に設置され、スライダ4の移動台取付面4aには位置決め装置1の移動台6がボルト等により取付けられる。本実施例の直線案内機構2は基台5に粗動機構10のねじ軸11の長手方向（軸方向という）と平行にねじ軸11の両側に設置された2本のレール3と各レール3に組付けられた2個、計4個のスライダ4とにより構成されている。

50

【 0 0 1 5 】

粗動機構 1 0 は、ねじ軸 1 1 の外周面に形成した螺旋状の軸軌道溝 1 1 a と、ナット 1 2 の内周面に形成した軸軌道溝 1 1 a に対向する図示しないナット軌道溝とを複数の図示しないボールを介して螺合させた送りねじ装置としてのボールねじ装置 1 3 と、ねじ軸 1 1 の一端に配置され、基台 5 に設置されたステッピングモータ等の正逆回転可能な駆動モータ 1 4 と、駆動モータ 1 4 とねじ軸 1 1 とを連結するカップリング 1 5 およびねじ軸 1 1 の他端に配置され、基台 5 に設置された深溝玉軸受等の支持軸受 1 6 とにより構成される。

【 0 0 1 6 】

本実施例の粗動機構 1 0 のナット 1 2 は移動台 6 に固定され、ねじ軸 1 1 とはオーバーサイズボール等による予圧により軸方向に遊びがない状態で螺合している。また支持軸受 1 6 はねじ軸 1 1 を回転可能に支持すると共にねじ軸 1 1 の他端をその軸方向の遊びにより移動可能に支持している。

10

1 7 は位置センサであり、移動台 6 に固定され、基台 5 にねじ軸 1 1 と平行に設置されたスケール 1 8 に等間隔に形成された細かな凹凸を検出してその出力信号を後述する制御装置 4 5 へ出力する機能を有している。この出力信号を用いて制御装置 4 5 が移動台 6 と基台 5 との相対移動量を測定する。

【 0 0 1 7 】

図 1 において、2 0 a、2 0 b はそれぞれ転がり軸受装置としてのアンギュラ玉軸受であり、外輪 2 1 a、2 1 b の内周面に形成された外輪軌道 2 2 a、2 2 b と、内輪 2 3 a、2 3 b の外周面に形成された内輪軌道 2 4 a、2 4 b との間に配設された複数の転動体としてのボール 2 5 a、2 5 b とにより構成される。

20

アンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b は、正面組合せとして対向配置され、その内輪 2 3 a、2 3 b の内周面がねじ軸 1 1 の駆動モータ 1 4 側に形成された嵌合軸 2 6 の外周面に嵌合し、外輪 2 1 a、2 1 b の外周面は基台 5 にボルト等により固定されたハウジング 2 7 の内周面に嵌合して支持軸受 1 6 と共にねじ軸 1 1 を回転可能に支持する。

【 0 0 1 8 】

2 9 は内輪係止部であり、ねじ軸 1 1 の軸軌道溝 1 1 a と嵌合軸 2 6 との間に形成された内輪 2 3 a、2 3 b の外径と略同等の直径を有する大径部であって、内輪 2 3 a の一方の側面を係止する。

30

3 0 は内輪間座であり、内輪 2 3 a、2 3 b と略同等の外径および内径を有する円筒状部材であって、その内周面が嵌合軸 2 6 の外周面に嵌合して対向配置されたアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b の内輪 2 3 a、2 3 b の間に配置される。

【 0 0 1 9 】

3 1 は内輪スペーサであり、内輪 2 3 a、2 3 b と略同等の外径および内径を有する円筒状部材であって、その内周面が嵌合軸 2 6 の外周面に嵌合して内輪 2 3 b の内輪間座 3 0 の反対側に配置される。

3 2 はロックナットであり、ねじ軸 1 1 の嵌合軸 2 6 の駆動モータ 1 4 側に設けられたねじ部 3 3 に螺合して内輪係止部 2 9 との間で内輪 2 3 a、内輪間座 3 0、内輪 2 3 b、内輪スペーサ 3 1 を締め付け、ねじ軸 1 1 上での内輪 2 3 a、2 3 b の軸方向の移動を固定する。

40

【 0 0 2 0 】

3 4 はカップリング取付部であり、ねじ軸 1 1 の駆動モータ 1 4 側の端部に設けられたねじ部 3 3 の谷径以下の直径を有する小径部であって、カップリング 1 5 が嵌合して取付けられ、駆動モータ 1 4 からの動力が伝達される。

3 6 は圧電アクチュエータであり、内輪スペーサ 3 1 が挿入可能な中空部 3 6 a を有する単独または複数の圧電素子を積層した中空のアクチュエータであって、その外周面をハウジング 2 7 の内径面に嵌合して外輪 2 1 b の駆動モータ 1 4 側に配置され、外部から印加される電圧に応じて軸方向に伸縮する。

【 0 0 2 1 】

50

本実施例の圧電アクチュエータ 3 6 は複数の円環状の圧電素子を積層した積層型の円筒状のアクチュエータである。

3 7 は外輪スペーサであり、外輪 2 1 a、2 1 b と略同等の外径および内径を有する円筒状部材であって、その外周面がハウジング 2 7 の内径面に嵌合して外輪 2 1 b と圧電アクチュエータ 3 6 の間に配置される。

【 0 0 2 2 】

3 8 は外輪係止部であり、ハウジング 2 7 の内周面の内輪係止部 2 9 と対向する位置に形成された外輪 2 1 a、2 1 b の内径と略同等の直径を有する段部であって、外輪 2 1 a の一方の側面を係止する。

3 9 はカバーであり、内輪スペーサ 3 1 が挿入可能な内径を有し、ハウジング 2 7 と略同等の外径を有する中空の円盤部材であって、ハウジング 2 7 の駆動モータ 1 4 側の端面に形成されたねじ穴 2 7 a を用いてボルト等によりハウジング 2 7 に締結され、外輪係止部 3 8 との間で外輪 2 1 a、外輪 2 1 b、外輪スペーサ 3 7 および圧電アクチュエータ 3 6 を押圧する。

【 0 0 2 3 】

これにより、外輪 2 1 a が外輪係止部 3 8 により軸方向の移動が拘束されると共に拘束されない側の外輪 2 1 b が外輪スペーサ 3 7 および非通電とした圧電アクチュエータ 3 6 を介して押圧され、対向配置されたアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b に所定の予圧が付与されると共に外輪 2 1 a、2 1 b の間の軸方向間距離としての隙間 4 0 が形成される。

上記のアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b、嵌合軸 2 6、内輪係止部 2 9、内輪間座 3 0、内輪スペーサ 3 1、ロックナット 3 2 およびハウジング 2 7、外輪係止部 3 8、外輪スペーサ 3 7、圧電アクチュエータ 3 6、カバー 3 9 等を図 1 に示すようにねじ軸 1 1 の同軸上に配置することにより本実施例の回転機構付軸方向微動機構 4 1 が構成される。

【 0 0 2 4 】

この回転機構付軸方向微動機構 4 1 および粗動機構 1 0 により本実施例の位置決め装置が構成される。

図 4 において、4 5 は位置決め装置 1 の制御装置であり、位置センサ 1 7 の出力信号等により位置決め装置 1 の位置決め処理を実行する制御部 4 6、制御部 4 6 が実行するプログラムやそれに用いる各種のデータおよび制御部 4 6 による処理結果等が格納される記憶部 4 7、並びに駆動モータ 1 4 を駆動するモータ駆動部 4 8、圧電アクチュエータ 3 6 を駆動するアクチュエータ駆動部 4 9 を備えている。

【 0 0 2 5 】

本実施例の記憶部 4 7 には、位置センサ 1 7 の出力信号を基に移動台 6 の現在位置を認識し、認識した現在位置と目標位置との偏差により粗動動作を行うモータ駆動プログラム、位置センサ 1 7 により認識した現在位置の情報を取込ながら P I D 制御によるフィードバック制御により微動動作を行う微動動作プログラム等により移動台 6 を目標位置に停止させる位置決め処理プログラムが格納されており、制御部 4 6 と位置決め処理プログラムの各ステップにより本実施例の位置決め装置 1 のハードウェアとして各種の機能手段が形成される。

【 0 0 2 6 】

また、記憶部 4 7 には移動台 6 を停止させる目標位置とその停止時間等を記した移動先指示テーブルが格納されている。

上記の構成の作用について説明する。

位置決め装置 1 が作動を開始すると、制御装置 4 5 の制御部 4 6 は位置決め処理プログラムを起動する。

【 0 0 2 7 】

位置決め処理プログラムが起動すると、制御部 4 6 は初期設定指令をアクチュエータ駆動部 4 9 に送って電圧（初期設定電圧 V_0 という。）に変換し、これを圧電アクチュエータ 3 6 へ供給して保持する。

この初期設定電圧 V_0 は圧電アクチュエータ 3 6 の有効ストロークの約半分の伸びを与

10

20

30

40

50

える電圧であり、圧電アクチュエータ 3 6 に初期設定電圧 V_0 を印加した状態での移動台 6 の位置が原位置となる。

【0028】

次に、制御部 4 6 は移動台 6 が原位置に停止していることを確認し、記憶部 4 7 の移動先指示テーブルに記された最初の目標位置とその停止時間を読み出す。

目標位置等を読み出した制御部 4 6 は、目標位置と現在位置（本ステップでは原位置）との長さの差（偏差という。）を算出し、算出した偏差に相当する長さをボールねじ装置 1 3 のナット 1 2 が移動するときに必要なねじ軸 1 1 の回転数を演算し、これを粗動指令としてモータ駆動部 4 8 に送って駆動モータ 1 4 の駆動信号に変換し、これを駆動モータ 1 4 へ供給する。

【0029】

本実施例の駆動モータ 1 4 はステッピングモータであるので、駆動信号は演算したねじ軸 1 1 の回転数を回転させるために必要なステッピングモータの角度ステップ数に相当するパルス信号である。

駆動信号が供給されると、駆動モータ 1 4 はその駆動信号に対応した回転数分回転し、カップリング 1 5 を介して連結しているねじ軸 1 1 が回転して移動台 6 に固定されているナット 1 2 を軸方向に移動させる。

【0030】

このとき、制御部 4 6 は移動台 6 の移動に伴って位置センサ 1 7 が出力するスケール 1 8 の凹凸を示すパルス状の出力信号を受取り、その数を計数して移動台 6 の位置を認識しながら移動台 6 の停止（駆動モータ 1 4 の回転の停止）を待って待機し、移動台 6 が停止した時に認識していた位置を現在位置として認識する。

このようにして、ねじ軸 1 1 を回転させてナット 1 2 に固定されている移動台 6 を基台 5 に対して軸方向に移動させる本実施例の粗動機構 1 0 による移動台 6 の粗動動作が行われる。

【0031】

この場合に、圧電アクチュエータ 3 6 は初期設定電圧 V_0 が印加されているだけで位置センサ 1 7 によるフィードバック制御はかけられていない。

また、圧電アクチュエータ 3 6 は、アンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b の予圧の反力による圧縮荷重が作用した状態となっている。

粗動動作を終えた制御部 4 6 は、粗動動作を行うモータ駆動プログラムを停止し、位置センサ 1 7 の位置情報を取込みながら P I D 制御を行う微動動作プログラムに処理を切替える。この微動動作プログラムは、位置センサ 1 7 により認識した現在位置と上記で読み出した最初の目標位置との偏差を算出し、この偏差を無くすように微動指令をアクチュエータ駆動部 4 9 に送って電圧に変換し、この制御電圧を圧電アクチュエータ 3 6 に印加して微動させるプログラムである。

【0032】

本実施例の回転機構付軸方向微動機構 4 1 では圧電アクチュエータ 3 6 の変位の半分の変位となる拘束されている側の外輪 2 1 a と内輪 2 3 a の変位量が移動台 6 の微動変位量となるから、そのときの圧電アクチュエータ 3 6 には偏差分の 2 倍の変位を与えるような制御電圧と前述した初期設定電圧 V_0 を加算した電圧が印加されることとなる。

このとき、例えば圧電アクチュエータ 3 6 に $2X$ の伸びが生ずると、この伸びにより生じた押圧力は微動制御を行う前の予圧荷重に加えて外輪 2 1 b を押圧し、外輪 2 1 b を軸方向（図 1 において左）に移動させ、外輪 2 1 a、2 1 b 間の隙間 4 0 が $2X$ 分更に狭くなって圧電アクチュエータ 3 6 の軸方向の伸びを吸収する。

【0033】

この隙間 4 0 の変位は、ボール 2 5 b と外輪軌道 2 2 b および内輪軌道 2 4 b との当接面、並びにボール 2 5 a と外輪軌道 2 2 a および内輪軌道 2 4 a との当接面を微動制御を行う前の予圧荷重に加えて押圧し、これらの間に更なる弾性変形が生じてアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b がそれぞれ X ずつ変位し、外輪 2 1 b が軸方向に合わせて $2X$ 変位する

10

20

30

40

50

ことにより作られる。

【0034】

逆に圧電アクチュエータ36が2X縮むと押圧力が減少し、アンギュラ玉軸受20a、20bの弾性変位がそれぞれXずつ減少し、隙間40が広がる向きに外輪21bが軸方向に合わせて2X変位することになり、圧電アクチュエータ36の縮み分を吸収する。

このように、隙間40の変位2Xを対向配置されているアンギュラ玉軸受20a、20bがXずつに分けて吸収するので、アンギュラ玉軸受20a、20bの互いを押圧する力がバランスしたときに、ねじ軸11の嵌合軸26に軸方向の移動を固定されている内輪23a、23bがねじ軸11と共に軸方向(図1において左)にX変位する。この場合のねじ軸11の移動は駆動モータ14側はカップリング15の伸長により、反対側の軸端の移動は支持軸受16の遊びにより吸収される。

10

【0035】

これにより、ねじ軸11に遊びがない状態で螺合しているナット12が軸方向にX移動し、ナット12が固定されている移動台6が、ハウジング27が固定されている基台5に対して図1において左方向にX移動する。つまり圧電アクチュエータ36の2Xの変位(伸縮量)の半分のXの変位となる拘束されている側の外輪21aと内輪23aの変位量が移動台6の微動変位量になる。

【0036】

このようにして微動動作が行われ、制御部46は位置センサ17により認識した現在位置と目標位置との偏差を無くすようにフィードバック制御を行いながら移動台6を目標位置に停止させることとなる。

20

そして、移動台6を上記で読出した停止時間の間目標位置に停止させると、制御部46は再度移動先指示テーブルに記された目標位置と停止時間を読出し、次の目標位置等が記されている場合は、微動動作のためにアクチュエータ駆動部49が保持していた制御電圧を解除し、その結果により生じた移動台6の移動量を上記と同様にして位置センサ17の出力信号により計数して新たな現在位置を認識し、その現在位置と次の目標位置との偏差に応じた粗動動作、フィードバック制御による微動動作を上記と同様にして実行する。

【0037】

このようにして、位置決め処理プログラムに従って順次に位置決め処理を行うことができる。

30

なお、本実施例ではアンギュラ玉軸受20a、20bの外輪21a、21b間の隙間40を圧電アクチュエータ36の伸縮により変化させて微動動作を行わせるので、結果として予圧荷重を変化させることになるが、圧電アクチュエータ36の微動動作に伴う伸びは最大で10 μ m程度、通常は数 μ m程度であり、それにより生じる予圧荷重の変化は小さいものであるので、外輪軌道22a、22bや内輪軌道24a、24b、ボール25a、25bに圧痕等が生じることはない。

【0038】

上記のように、本実施例の回転機構付軸方向微動機構41は、正面組合せのアンギュラ玉軸受20a、20bに付与した予圧の反力を外輪21a、21b側に配置した圧電アクチュエータ36に作用させ、常に圧縮荷重を掛けながら粗動動作と微動動作を行わせるので、引張荷重による破損の発生もなく、それを避けるためのバネを用いる必要もない。

40

また、圧電アクチュエータ36の分だけ長いハウジング27およびねじ軸11を用いるだけで、軸受ユニットを組立てる方法と同一の方法で組立てることができ、圧電アクチュエータ36の組立に特別な配慮を払うことなく容易に回転機構付軸方向微動機構41を組立てることができる。

【0039】

更に、圧電アクチュエータ36をハウジング27の内周面を案内としてハウジング27に組込めば自動的に同軸上に配置されるので、圧電アクチュエータ36に半径方向荷重やモーメント力等が作用して早期破損等が生じることはない。

更に、本実施例の回転機構付軸方向微動機構41には剛性の低いバネが存在せず、アン

50

ギョラ玉軸受 20a、20b を剛性の非常に高いバネ部材として機能させ、圧電アクチュエータ 36 に常に圧縮荷重を掛けながら粗動動作と微動動作を行わせるので、圧縮方向の荷重に対しては非常に高い剛性を有する圧電アクチュエータ 36 と高剛性のバネ部材との組合せにより、位置決め装置全体の剛性が静的にも動的にも圧電アクチュエータ 36 を組込まない軸受ユニットと略同一の剛性を維持することができ、高速、高応答の安定した微動動作を行うことができる。

【0040】

更に、圧電アクチュエータ 36 をねじ軸 11 と同軸上に配置できるので、圧電アクチュエータ 36 の変位を純粋な軸方向変位とすることができ、高精度な微動動作を行うことができる。

10

以上説明したように、本実施例では、位置決め装置の回転機構付軸方向微動機構のハウジングの内周面に、対向配置した 2 個のアンギュラ玉軸受のそれぞれの外輪の外周面を嵌合させ、対向配置したアンギュラ玉軸受に付与された予圧の反力により圧電アクチュエータを押圧するようにしたことによって、対向配置したアンギュラ玉軸受を剛性の非常に高いバネ部材として機能させ、圧電アクチュエータに常に圧縮荷重を掛けながら粗動動作と微動動作を行わせることができ、圧電アクチュエータの引張荷重による破損の発生を防止することができると共に、圧電アクチュエータの圧縮方向の高い剛性と高剛性のバネ部材との組合せにより、位置決め装置全体の剛性を高く維持することができ、高速、高応答の安定した微動動作を行うことができる。

20

【0041】

また、圧電アクチュエータを非通電とした状態で予め予圧を付与しておくことによって、圧電アクチュエータの有効ストロークを最大限に利用することができるので、圧電アクチュエータの小型化、コストダウンが可能になる。また圧電アクチュエータには位置決め動作を行うときのみ通電すればよく、通電時間が短くなるので、圧電アクチュエータの耐久性を向上させることができる。

【0042】

更に、圧電アクチュエータを積層型としたことによって、圧電アクチュエータの製作を容易に行うことができる。

更に、位置決め装置の回転機構付軸方向微動機構の圧電アクチュエータによる微動動作を粗動動作の回転が停止しているときに行うようにしたことによって、粗動動作と微動動作の動きが重なって、粗動動作の動きを微動で補正するように制御が干渉し合うこともないので、制御装置は単純になり、微動動作時の圧電アクチュエータの変位により、アンギュラ玉軸受の予圧量が変化してもアンギュラ玉軸受は回転していないから、予圧変化に伴うトルク増加等の影響も発生しない。

30

【0043】

更に、位置センサからの基台と移動台との相対移動量を示す出力信号により認識した現在位置と目標位置との偏差をフィードバックして微動動作を行うようにしたことによって、ねじ軸のリード誤差や圧電アクチュエータのヒステリシス等があった場合においても高精度な微細位置決めを行うことができる。

40

上記に加えて、本実施例では、圧電アクチュエータを中空としてハウジングの内周面に嵌合させ、ねじ軸を挿入してねじ軸と同軸に配置するようにしたことによって、圧電アクチュエータの分だけ長いハウジングおよびねじ軸を用いるだけで、軸受ユニットを組立てる方法と同一の方法で組立てることができ、圧電アクチュエータを用いた回転機構付軸方向微動機構の組立を容易に行うことができる。

【0044】

また、対向配置した 2 個のアンギュラ玉軸受のそれぞれの内輪の内周面をねじ軸の嵌合部の外周面に嵌合させ、それぞれの内輪の軸方向の移動を内輪係止部とロックナットにより挟みつけてねじ軸に固定すると共に、2 個のアンギュラ玉軸受の外輪の一方の軸方向の移動を外輪係止部によりハウジングに拘束し、他方を圧電アクチュエータにより軸方向に移動させるようにしたことによって、制御電圧の印加による圧電アクチュエータの変位の

50

半分をねじ軸の変位とすることができ、圧電アクチュエータの変位の誤差を半減して高精度な微動動作を実現することができる。

【 0 0 4 5 】

更に、圧電アクチュエータをアンギュラ玉軸受の非回転側である外輪を押圧するように配置したことによって、圧電アクチュエータへの配線を容易に行うことができる。

【 実施例 2 】

【 0 0 4 6 】

図 5 は実施例 2 の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図、図 6 は実施例 2 の位置決め装置を示す側方から見た説明図である。

なお、上記実施例 1 と同様の部分は、同一の符号を付してその説明を省略する。

図 5、図 6 において、50 は圧電アクチュエータであり、単独または複数の圧電素子を柱上に積層した中実のアクチュエータであって、印加される電圧に応じて軸方向に伸縮する。本実施例の圧電アクチュエータ 50 は、角柱状に圧電素子を積層した中実のアクチュエータ（例えば、NEC トーキン株式会社製、樹脂外装アクチュエータ、型式番号 AE 0505D08）である。

【 0 0 4 7 】

51 はピストンであり、ハウジング 27 の内周面に嵌合する円柱状部材であって、カバー 39 側の端面にはピストン 51 の軸芯に沿って圧電アクチュエータ 50 を収納する収納穴 52 が形成され、反対側の端面にはロックナット 32 との干渉を避けるための逃げ穴 53 が形成されている。

また、カバー 39 には、その軸芯に沿って収納穴 52 と同等の内径を有する凹穴 54 が形成されている。

【 0 0 4 8 】

本実施例の収納穴 52 および凹穴 54 の内径は、角柱状の圧電アクチュエータ 50 の 4 隅が内接する直径で形成されている。これにより圧電アクチュエータ 50 はねじ軸 11 の略軸芯に配置される。

本実施例の微動装置 41 は、図 6 に示すようにカップリング 15 を介して駆動モータ 14 が連結しているねじ軸 11 の端部の反対側の端部に配置され、そのハウジング 27 はボルト等により基台 5 に固定されている。

【 0 0 4 9 】

本実施例の支持軸受 16 はねじ軸 11 の駆動モータ 14 側の端部でカップリング 15 の内側に配置されて基台 5 に設置されており、ねじ軸 11 を回転可能に支持すると共にねじ軸 11 をその軸方向の遊びにより移動可能に支持している。

本実施例の回転機構付軸方向微動機構 41 は、図 5 に示すように正面組合せで内輪間座 30 を介して対向配置したアンギュラ玉軸受 20 a、20 b の内輪 23 a、23 b を嵌合軸 26 に嵌合させ、内輪係止部 29 との間に内輪 23 a、内輪間座 30、内輪 23 b をロックナット 32 により締め付けて内輪 23 a、23 b の軸方向の移動をねじ軸 11 に固定し、ハウジング 27 の内周面に嵌合する外輪 21 a の軸方向の移動を外輪係止部 38 により拘束し、ハウジング 27 の内周面に嵌合するピストン 51 の逃げ穴 53 にロックナット 32 を内包してその外周側の端面を拘束されていない側の外輪 21 b に当接させ、収納穴 52 に非通電とした圧電アクチュエータ 50 を挿入してカバー 39 の凹穴 54 を圧電アクチュエータ 50 に嵌合させ、カバー 39 をボルト等によりハウジング 27 に締結して外輪係止部 38 との間で外輪 21 a、外輪 21 b、ピストン 51 および圧電アクチュエータ 50 を締め付け、前記の各部品をねじ軸 11 の同軸上に配置する。

【 0 0 5 0 】

これにより、圧電アクチュエータ 50 が収納穴 52 と凹穴 54 の底面間に挟持され、外輪 21 b がピストン 51 および圧電アクチュエータ 50 を介して押圧され、対向配置されたアンギュラ玉軸受 20 a、20 b に所定の予圧が付与されると共に外輪 21 a、21 b の間の隙間 40 が形成される。

本実施例の粗動機構 10 は、図 6 に示すようにねじ軸 11 の圧電アクチュエータ 50 の

10

20

30

40

50

反対側に配置されている。

【0051】

上記の構成の作用について説明する。

本実施例の位置決め装置 1 には 実施例 1 と同様の図 4 に示した制御装置 4 5 が装備されている。

本実施例の粗動動作および微動動作は、上記実施例 1 と同様であるのでその説明を省略する。この場合に圧電アクチュエータ 5 0 が偏差 X の 2 倍の変位 $2X$ 伸びたときには上記実施例 1 と同様にねじ軸 1 1 が図 5 において左に X 変位し、このときのねじ軸 1 1 の移動は支持軸受 1 6 の軸方向の遊びとカップリング 1 5 の収縮により吸収される。

【0052】

上記のように、本実施例の回転機構付軸方向微動機構 4 1 は、正面組合せのアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b に付与した予圧の反力を外輪 2 1 a、2 1 b 側に配置したピストン 5 1 を介して中実の圧電アクチュエータ 5 0 に作用させ、常に圧縮荷重を掛けながら粗動動作と微動動作を行わせるので、引張荷重による破損の発生もなく、それを避けるためのバネを用いる必要もない。

【0053】

また、圧電アクチュエータ 5 0 の分だけ長いハウジング 2 7 を用いるだけで、軸受ユニットを組立てる方法と同一の方法で組立てることができ、圧電アクチュエータ 3 6 の組立に特別な配慮を払うことなく容易に回転機構付軸方向微動機構 4 1 を組立てることができる。

更に、圧電アクチュエータ 5 0 をピストン 5 1 の収納穴 5 2 およびカバー 3 9 の凹穴 5 4 を案内としてピストン 5 1 に組込めば自動的に同軸上に配置されるので、圧電アクチュエータ 5 0 に半径方向荷重やモーメント力等が作用して早期破損等が生じることはない。

【0054】

更に、本実施例の回転機構付軸方向微動機構 4 1 には実施例 1 と同様に剛性の低いバネが存在しないので、圧縮方向の荷重に対しては非常に高い剛性を有する圧電アクチュエータ 5 0 と高剛性のバネ部材との組合せにより、位置決め装置全体の剛性が静的にも動的にも圧電アクチュエータ 3 6 を組込まない軸受ユニットと略同一の剛性を維持することができ、高速、高応答の安定した微動動作を行うことができる。

【0055】

更に、圧電アクチュエータ 5 0 をねじ軸 1 1 と同軸上に配置できるので、圧電アクチュエータ 5 0 の変位を純粋な軸方向変位とすることができ、高精度な微動動作を行うことができる。

以上説明したように、本実施例では、圧電アクチュエータを中実とし、これをねじ軸の略軸芯に配置することによっても、上記実施例 1 と同様の効果を得ることができる。

【0056】

上記に加えて、本実施例では、圧電アクチュエータを中実としてピストンの収納穴とカバーの凹穴に嵌合させ、それぞれの底面の間に挟持してねじ軸と同軸に配置するようにしたことによって、圧電アクチュエータの分だけ長いハウジングを用いるだけで、軸受ユニットを組立てる方法と同一の方法で組立てることができ、圧電アクチュエータを用いた回転機構付軸方向微動機構の組立を容易に行うことができる他、一般に体積が大きいほど高価になる圧電アクチュエータの価格を低減して、位置決め装置のコストを低減することができる。

【0057】

また、対向配置した 2 個のアンギュラ玉軸受のそれぞれの内輪の内周面をねじ軸の嵌合部の外周面に嵌合させ、それぞれの内輪の軸方向の移動を内輪係止部とロックナットにより挟みつけてねじ軸に固定すると共に、2 個のアンギュラ玉軸受の外輪の一方の軸方向の移動を外輪係止部によりハウジングに拘束し、他方を圧電アクチュエータによりピストンを介して軸方向に移動させるようにしたことによって、制御電圧の印加による圧電アクチュエータの変位の半分をねじ軸の変位とすることができ、圧電アクチュエータの変位の誤

10

20

30

40

50

差を半減して高精度な微動動作を実現することができる。

【0058】

更に、圧電アクチュエータをアンギュラ玉軸受の非回転側である外輪を押圧するように配置したことによって、圧電アクチュエータへの配線を容易に行うことができる。

【実施例3】

【0059】

図7は実施例3の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図である。

なお、上記実施例1と同様の部分は、同一の符号を付してその説明を省略する。

本実施例の粗動機構10および回転機構付軸方向微動機構41は、実施例1（例えば図3）と同様に位置決め装置1の基台5にはハウジング27が固定され、移動台6にはナット12が固定されている。

10

【0060】

本実施例の回転機構付軸方向微動機構41のアンギュラ玉軸受20a、20bは、背面組合せで内輪間座30を介して対向配置されており、それぞれの内輪23a、23bは嵌合軸26に嵌合し内輪間座30と共にロックナット32により内輪係止部29に締め付けられてその軸方向の移動を固定される。

本実施例のハウジング27には、そのナット12側の端部に外周面に雄ねじを形成した押えプラグ57を螺合させるねじ穴27bが設けられており、ねじ穴27bの奥側に設けられたハウジング27の内周面に嵌合する一方の外輪21aは内周面に設けられた外輪係止部38に押えプラグ57により締め付けられてその軸方向の移動を拘束される。

20

【0061】

外輪係止部38の外輪21aが当接する当接面の反対側の面には実施例1と同様の外周面をハウジング27の内径面に嵌合した円筒状の圧電アクチュエータ36が当接し、圧電アクチュエータ36の外側に拘束されていない側の外輪21bが配置され、ロックナット32により内輪23a、23bを締め付けたときに、外輪21bが圧電アクチュエータ36を介して外側に押圧され、背面組合せで対向配置されたアンギュラ玉軸受20a、20bに所定の予圧が付与され、外輪21bの軸方向の移動を妨げるものはない。

【0062】

このように本実施例の回転機構付軸方向微動機構41は前記の各部品を図7に示すようにねじ軸11の同軸上に配置して構成される。

30

上記の構成の作用について説明する。

本実施例の位置決め装置1には 実施例1と同様の図4に示した制御装置45が装備されている。

【0063】

本実施例の粗動動作は、上記実施例1と同様であるのでその説明を省略する。

粗動動作を終えた制御部46は、実施例1と同様にして現在位置と目標位置との偏差から圧電アクチュエータ36の伸縮量を演算し、これを微動指令としてアクチュエータ駆動部49が変換した電圧を圧電アクチュエータ36へ供給して保持する。

本実施例の回転機構付軸方向微動機構41においても実施例1と同様に圧電アクチュエータ36の変位の半分の変位となる拘束されている側の外輪21aと内輪23aの変位量が移動台6の微動変位量となる。

40

【0064】

すなわち、本実施例の回転機構付軸方向微動機構41の圧電アクチュエータ36が印加された電圧により偏差Xの2倍の変位2X伸びた場合は、外輪係止部38に当接している圧電アクチュエータ36が外輪21bを軸方向（図7において右）に移動させ、外輪21a、21b間が拡大するように作用する。

この外輪21bの変位は、ボール25bと外輪軌道22bおよび内輪軌道24bとの当接面、並びにボール25aと外輪軌道22aおよび内輪軌道24aとの当接面を予圧荷重に加えて押圧し、これらの間に更なる弾性変形が生じてアンギュラ玉軸受20a、20bがそれぞれXずつ変位し、外輪21bが軸方向に2X変位し、外輪21a、21b間が2

50

X 拡がって圧電アクチュエータ 3 6 の軸方向の伸びを吸収する。

【 0 0 6 5 】

このように、外輪 2 1 a、2 1 b 間の距離の拡大分 2 X を対向配置されているアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b が X ずつに分けて吸収するので、アンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b の互いを押圧する力がバランスしたときに、ねじ軸 1 1 の嵌合軸 2 6 に軸方向の移動を拘束されている内輪 2 3 a、2 3 b がねじ軸 1 1 と共に軸方向（図 7 において右）に X 変位する。この場合のねじ軸 1 1 の移動は駆動モータ 1 4 側はカップリング 1 5 の収縮により、反対側の軸端の移動は支持軸受 1 6 の遊びにより吸収される。

【 0 0 6 6 】

これにより、ねじ軸 1 1 に遊びがない状態で螺合しているナット 1 2 が軸方向に X 移動し、ナット 1 2 が固定されている移動台 6 が、ハウジング 2 7 が固定されている基台 5 に対して図 7 において右方向に X 移動する。

このようにして本実施例の圧電アクチュエータ 3 6 の伸びに伴う移動台 6 の微動動作が行われ、この微動動作において、制御部 4 6 は実施例 1 と同様にして偏差を基にしたフィードバック制御を行い、移動台 6 を目標位置に停止させる。

【 0 0 6 7 】

その後の作動は、実施例 1 と同様であるのでその説明を省略する。

上記のように、本実施例の回転機構付軸方向微動機構 4 1 は、背面組合せのアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b に付与した予圧の反力を外輪 2 1 a、2 1 b の内側に配置した圧電アクチュエータ 3 6 に作用させ、常に圧縮荷重を掛けながら粗動動作と微動動作を行わせるので、引張荷重による破損の発生もなく、それを避けるためのバネを用いる必要もない。

【 0 0 6 8 】

また、圧電アクチュエータ 3 6 の分だけ長いハウジング 2 7 およびねじ軸 1 1 を用いるだけで、軸受ユニットを組立てる方法と同一の方法で組立てることができ、圧電アクチュエータ 3 6 の組立に特別な配慮を払うことなく容易に回転機構付軸方向微動機構 4 1 を組立てることができる。

更に、圧電アクチュエータ 3 6 をハウジング 2 7 の内周面を案内としてハウジング 2 7 に組込めば自動的に同軸上に配置されるので、圧電アクチュエータ 3 6 に半径方向荷重やモーメント力等が作用して早期破損等が生じることはない。

【 0 0 6 9 】

更に、本実施例の回転機構付軸方向微動機構 4 1 には実施例 1 と同様に剛性の低いバネが存在しないので、圧縮方向の荷重に対しては非常に高い剛性を有する圧電アクチュエータ 3 6 と高剛性のバネ部材との組合せにより、位置決め装置全体の剛性が静的にも動的にも圧電アクチュエータ 3 6 を組込まない軸受ユニットと略同一の剛性を維持することができ、高速、高応答の安定した微動動作を行うことができる。

【 0 0 7 0 】

更に、圧電アクチュエータ 3 6 をねじ軸 1 1 と同軸上に配置できるので、圧電アクチュエータ 3 6 の変位を純粋な軸方向変位とすることができ、高精度な微動動作を行うことができる。

以上説明したように、本実施例では、アンギュラ玉軸受を背面組合せとした場合においても、上記実施例 1 と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 7 1 】

上記に加えて、本実施例では、背面組合せとしたアンギュラ玉軸受の外輪の間に中空とした圧電アクチュエータを配置してハウジングの内周面に嵌合させ、ねじ軸を挿入してねじ軸と同軸に配置するようにしたことによって、圧電アクチュエータの分だけ長いハウジングおよびねじ軸を用いるだけで、軸受ユニットを組立てる方法と同一の方法で組立てることができ、圧電アクチュエータを用いた回転機構付軸方向微動機構の組立を容易に行うことができる。

【 0 0 7 2 】

また、対向配置した２個のアンギュラ玉軸受のそれぞれの内輪の内周面をねじ軸の嵌合部の外周面に嵌合させ、それぞれの内輪の軸方向の移動を内輪係止部とロックナットにより挟みつけてねじ軸に固定すると共に、２個のアンギュラ玉軸受の外輪の一方の軸方向の移動を外輪係止部によりハウジングに拘束し、他方を圧電アクチュエータにより軸方向に移動させるようにしたことによって、制御電圧の印加による圧電アクチュエータの変位の半分をねじ軸の変位とすることができ、圧電アクチュエータの変位の誤差を半減して高精度な微動動作を実現することができる。

【００７３】

更に、圧電アクチュエータをアンギュラ玉軸受の非回転側である外輪を押圧するように配置したことによって、圧電アクチュエータへの配線を容易に行うことができる。

10

【実施例４】

【００７４】

図８は実施例４の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図、図９は実施例４の位置決め装置を示す側方から見た説明図である。

なお、上記実施例１と同様の部分は、同一の符号を付してその説明を省略する。

図８、図９において、６１はボールねじ装置１３のナットであり、上記実施例１と同様に内周面に軸軌道溝１１ａに対向する図示しないナット軌道溝が形成されており、複数の図示しないボールを介してねじ軸１１に遊びのない状態で螺合している。

【００７５】

ナット６１の外周面には、正面組合せとして対向配置されたアンギュラ玉軸受２０ａ、２０ｂの内輪２３ａ、２３ｂの内周面が嵌合しており、ナット６１の一端にはロックナット３２が螺合するねじ部６２が形成されている。

20

６３は内輪係止部であり、ナット６１のねじ部６２の反対側の端部に形成された内輪２３ａ、２３ｂの外径と略同等の直径を有する大径部であって、内輪２３ａの一方の側面を係止する。

【００７６】

６４は内輪間座であり、内輪２３ａ、２３ｂと略同等の外径および内径を有する円筒状部材であって、その内周面がナット６１の外周面に嵌合して対向配置されたアンギュラ玉軸受２０ａ、２０ｂの内輪２３ａ、２３ｂの間に配置される。

６５は内輪スペーサであり、内輪２３ａ、２３ｂと略同等の外径および内径を有する円筒状部材であって、その内周面がナット６１の外周面に嵌合して内輪２３ｂの内輪間座３０の反対側に配置される。

30

【００７７】

６７は駆動モータであり、ねじ軸１１が挿入される中空穴を有するステッピングモータ等の正逆回転可能な中空モータ（例えば、株式会社旭エンジニアリング製、中空ステッピングモータ、ＨＳＭシリーズ）であって、カップリング６８によりナット６１のねじ部６２側と結合してナット６１を回転駆動する。

本実施例のアンギュラ玉軸受２０ａ、２０ｂは、正面組合せで内輪間座６４を介して対向配置され、内輪係止部６３との間に内輪２３ａ、内輪間座６４、内輪２３ｂ、内輪スペーサ６５がロックナット３２により締め付けられ、内輪２３ａ、２３ｂがその軸方向の移動をナット６１に固定される。

40

【００７８】

また、外輪２１ａは実施例１と同様にハウジング２７の内周面に嵌合してその軸方向の移動を外輪係止部３８により拘束され、拘束されない側の外輪２１ｂが外輪スペーサ３７および圧電アクチュエータ３６を介してカバー３９のハウジング２７への締結により押圧され、対向配置されたアンギュラ玉軸受２０ａ、２０ｂに所定の予圧が付与されると共に外輪２１ａ、２１ｂの間に隙間４０が形成される。

【００７９】

本実施例のねじ軸１１は基台５の両側に配置された固定部６９に固定され、ハウジング２７および駆動モータ６７は移動台６に固定されており、本実施例の粗動機構１０は、軸

50

方向の移動および回転を固定されたねじ軸 11 に螺合し、アンギュラ玉軸受 20 a、20 b により回転可能に支持されたナット 61 を駆動モータ 67 がカップリング 68 を介して回転させることにより形成される。

【0080】

また、本実施例の回転機構付軸方向微動機構 41 は、アンギュラ玉軸受 20 a、20 b、ナット 61、内輪係止部 63、内輪間座 64、内輪スペーサ 65、ロックナット 32 およびハウジング 27、外輪係止部 38、外輪スペーサ 37、圧電アクチュエータ 36、カバー 39 等を図 8 に示すようにナット 61 の同軸上に配置することにより構成される。上記の構成の作用について説明する。

【0081】

本実施例の位置決め装置 1 には 実施例 1 と同様の図 4 に示した制御装置 45 が装備されている。この場合にモータ駆動部 48 は駆動モータ 67 を駆動する駆動信号を送出する機能を有している。

本実施例の粗動動作は上記実施例 1 と同様にして位置決め処理プログラムが起動すると、制御部 46 はアクチュエータ駆動部 49 から初期設定電圧 V_o を圧電アクチュエータ 36 に印加する。この初期設定電圧 V_o は圧電アクチュエータ 36 の有効ストロークの約半分の伸びを与える電圧であり、圧電アクチュエータ 36 に初期設定電圧 V_o を印加した状態での移動台 6 の位置が原位置となる。

【0082】

次に、制御部 46 は移動台 6 の原位置停止を確認し、最初の目標位置等を読み出す。

目標位置等を読み出した制御部 46 は、実施例 1 と同様にして目標位置と現在位置との偏差を算出し、ボールねじ装置 13 のナット 12 が算出した偏差に相当する長さを移動するときに必要なナット 61 の回転数を演算し、これを粗動指令としてモータ駆動部 48 に送って駆動モータ 67 の駆動信号に変換し、これを駆動モータ 67 へ供給する。

【0083】

本実施例の駆動モータ 67 はステッピングモータであるので、駆動信号は演算したナット 61 の回転数を回転させるために必要なステッピングモータの角度ステップ数に相当するパルス信号である。

駆動信号が供給されると、駆動モータ 67 はその駆動信号に対応した回転数分回転し、カップリング 68 を介して連結しているナット 61 が、固定部 69 により基台 5 に固定されているねじ軸 11 上で回転し、アンギュラ玉軸受 20 a、20 b によりナット 61 を回転可能に支持しているハウジング 27 に固定されている移動台 6 を軸方向に移動させる。

【0084】

このとき、制御部 46 は実施例 1 と同様にして移動台 6 の移動に伴って位置センサ 17 が出力する出力信号を受取り、移動台 6 の停止（駆動モータ 67 の回転の停止）により移動台 6 の現在位置を認識する。

このようにして、ナット 61 を回転させてナット 61 を回転可能に支持しているハウジング 27 に固定されている移動台 6 を基台 5 に対して軸方向に移動させる本実施例の粗動機構 10 による移動台 6 の粗動動作が行われる。

【0085】

この場合に、圧電アクチュエータ 36 は初期設定電圧 V_o が印加されているだけで位置センサ 17 によるフィードバック制御はかけられていない。

また、圧電アクチュエータ 36 は、アンギュラ玉軸受 20 a、20 b の予圧の反力による圧縮荷重が作用した状態となっている。

粗動動作を終えた制御部 46 は、実施例 1 と同様にして、制御部 46 は位置センサ 17 により認識した現在位置と上記で読み出した最初の目標位置との偏差を算出し、この偏差を無くすようにアクチュエータ駆動部 49 により制御電圧を圧電アクチュエータ 36 に印加して微動動作を行う。

【0086】

本実施例の回転機構付軸方向微動機構 41 においても実施例 1 と同様にして圧電アクチュエ

10

20

30

40

50

ータ 3 6 の変位の半分の変位となる拘束されている側の外輪 2 1 a と内輪 2 3 a の変位量が移動台 6 の微動変位量となる。

すなわち、実施例 1 と同様にして圧電アクチュエータ 3 6 に 2 X の伸びが生ずると、この伸びにより生じた押圧力は微動動作を行う前の予圧荷重に加えて外輪 2 1 b を押圧し、外輪 2 1 b を軸方向（本説明では図 8 において左方向）に移動させ、外輪 2 1 a、2 1 b 間の隙間 4 0 が狭くなるように作用し、その隙間 4 0 の変位は実施例 1 と同様にしてアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b がそれぞれ X ずつ変位し、隙間 4 0 が 2 X 狭くなって圧電アクチュエータ 3 6 の軸方向の伸びを吸収する。

【0087】

このように、隙間 4 0 の変位 2 X を対向配置されているアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b が X ずつに分けて吸収するので、アンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b の互いを押圧する力がバランスしたときに、ナット 6 1 に軸方向の移動を拘束されている内輪 2 3 a、2 3 b がナット 6 1 と共に軸方向に X 変位する。この場合のナット 6 1 の移動は駆動モータ 6 7 側はカップリング 6 8 の伸長により吸収される。

【0088】

これにより、ナット 6 1 が軸方向に X 移動し、ナット 6 1 に軸方向の移動を拘束されたアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b を支持するハウジング 2 7 が固定されている移動台 6 が、ねじ軸 1 1 が固定されている基台 5 に対して図 9 において右方向に X 移動する。

この微動動作において、制御部 4 6 は実施例 1 と同様にして偏差を基にしたフィードバック制御を行い、移動台 6 を目標位置に停止させる。

【0089】

その後の作動は、実施例 1 と同様であるのでその説明を省略する。

上記のように、本実施例の回転機構付軸方向微動機構 4 1 は、正面組合せのアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b に付与した予圧の反力を外輪 2 1 a、2 1 b 側に配置した圧電アクチュエータ 3 6 に作用させ、常に圧縮荷重を掛けながら粗動動作と微動動作を行わせるので、引張荷重による破損の発生もなく、それを避けるためのバネを用いる必要もない。

【0090】

また、圧電アクチュエータ 3 6 の分だけ長いハウジング 2 7 およびねじ軸 1 1 を用いるだけで、軸受ユニットを組立てる方法と同一の方法で組立てることができ、圧電アクチュエータ 3 6 の組立に特別な配慮を払うことなく容易に回転機構付軸方向微動機構 4 1 を組立てることができる。

更に、圧電アクチュエータ 3 6 をハウジング 2 7 の内周面を案内としてハウジング 2 7 に組込めば自動的に同軸上に配置されるので、圧電アクチュエータ 3 6 に半径方向荷重やモーメント力等が作用して早期破損等が生じることはない。

【0091】

更に、本実施例の回転機構付軸方向微動機構 4 1 には実施例 1 と同様に剛性の低いバネが存在しないので、圧縮方向の荷重に対しては非常に高い剛性を有する圧電アクチュエータ 3 6 と高剛性のバネ部材との組合せにより、位置決め装置全体の剛性が静的にも動的にも圧電アクチュエータ 3 6 を組込まない軸受ユニットと略同一の剛性を維持することができ、高速、高応答の安定した微動動作を行うことがことができる。

【0092】

更に、圧電アクチュエータ 3 6 をナット 6 1 と同軸上に配置できるので、圧電アクチュエータ 3 6 の変位を純粋な軸方向変位とすることができ、高精度な微動動作を行うことができる。

以上説明したように、本実施例では、ハウジングに、ナットの外周面に内輪が嵌合する対向配置したアンギュラ玉軸受を設置してナットを回転可能に支持し、外輪を圧電アクチュエータにより軸方向に押圧することによっても、上記実施例 1 と同様の効果を得ることができる。

【0093】

上記に加えて、本実施例では、圧電アクチュエータを中空としてハウジングの内周面に

10

20

30

40

50

嵌合させ、ナットを挿入してナットと同軸に配置するようにしたことによって、圧電アクチュエータの分だけ長いハウジングおよびねじ軸を用いるだけで、軸受ユニットを組立てる方法と同一の方法で組立てることができ、圧電アクチュエータを用いた回転機構付軸方向微動機構の組立を容易に行うことができる。

【0094】

また、対向配置した2個のアンギュラ玉軸受のそれぞれの内輪の内周面をナットの外周面に嵌合させ、それぞれの内輪の軸方向の移動を内輪係止部とロックナットにより挟みつけてナットに固定すると共に、2個のアンギュラ玉軸受の外輪の一方の軸方向の移動を外輪係止部により移動台に固定したハウジングに拘束し、他方を圧電アクチュエータにより軸方向に移動させるようにしたことによって、制御電圧の印加による圧電アクチュエータの変位の半分を移動台の変位とすることができ、圧電アクチュエータの変位の誤差を半減して高精度な微動動作を実現することができる。

10

【0095】

更に、圧電アクチュエータをアンギュラ玉軸受の非回転側である外輪を押圧するように配置したことによって、圧電アクチュエータへの配線を容易に行うことができる。

【実施例5】

【0096】

図10は実施例5の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図である。

なお、本実施例の回転機構付軸方向微動機構41は上記実施例1の図3と同様の部位にハウジング27を基台5に固定されて設置されている。また実施例1と同様の部分は同一の符号を付してその説明を省略する。

20

本実施例のねじ軸11の嵌合軸26には、背面組合せとして対向配置されたアンギュラ玉軸受20a、20bの内輪23a、23bの内周面が嵌合しており、内輪23bに隣接して中空部36aを嵌合軸26に嵌合させた圧電アクチュエータ36が配置されている。

【0097】

図10において、71は外輪間座であり、外輪21a、21bと略同等の外径および内径を有する円筒状部材であって、その外周面がハウジング27の内周面に嵌合して対向配置されたアンギュラ玉軸受20a、20bの外輪21a、21bの間に配置される。

72は外輪スペーサであり、外輪21a、21bと略同等の外径および内径を有する円筒状部材であって、その外周面がハウジング27の内径面に嵌合して外輪21bとカバー39の間に配置される。

30

【0098】

73はスリップリングであり、高い剛性を有するセラミック材料や複合樹脂材料等の絶縁材料で製作された嵌合軸26に内周面が嵌合する円筒状部材であって、その外周面には銅等の導電性を有する金属材料からなる2本の電極リング74が設けられ、それぞれが隣接する圧電アクチュエータ36と電氣的に接続している。

75は固定側電極であり、樹脂材料等の絶縁材料で形成した厚肉平板にカーボン等の導電性材料で形成されたバネ要素を内蔵する2つのブラシ76を設けて構成されており、止めねじ等によりカバー39の内周部に取付けられる。

【0099】

40

ブラシ76は、それぞれ制御装置45のアクチュエータ駆動部49と電氣的に接続し、ねじ軸11と共に回転する電極リング74を押圧して静止系と回転系とを電氣的に接続する。これによりアクチュエータ駆動部49からの制御電圧がスリップリング73を介して圧電アクチュエータ36へ伝達される。

本実施例のアンギュラ玉軸受20a、20bは、背面組合せで外輪間座71を介して対向配置され、外輪係止部38との間に外輪21a、外輪間座71、外輪21b、外輪スペーサ72がカバー39のハウジング27への締結により締め付けられ、外輪21a、21bがその軸方向の移動をハウジング27に固定される。

【0100】

また、内輪23aは嵌合軸26の外周面に嵌合してその軸方向の移動を内輪係止部29

50

により拘束され、拘束されない側の内輪 2 3 b が規定のトルクで締め付けられるロックナット 3 2 によりスリップリング 7 3 および圧電アクチュエータ 3 6 を介して押圧され、対向配置されたアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b に所定の予圧が付与されると共に内輪 2 3 a、2 3 b の間に軸方向間距離としての隙間 4 0 が形成される。

【0101】

本実施例のねじ軸 1 1 は実施例 1 と同様に他端を支持軸受 1 6 に支持されて駆動モータ 1 4 により回転駆動され、ハウジング 2 7 は基台 5 に固定され、ボールねじ装置 1 3 のナット 1 2 は移動台 6 に固定されており、ナット 1 2 に螺合するねじ軸 1 1 を駆動モータ 1 4 によりカップリング 1 5 を介して回転させることにより本実施例の粗動機構 1 0 が形成される。

10

【0102】

また、本実施例の回転機構付軸方向微動機構 4 1 は、アンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b、嵌合軸 2 6、内輪係止部 2 9、圧電アクチュエータ 3 6、スリップリング 7 3、ロックナット 3 2 およびハウジング 2 7、外輪係止部 3 8、外輪間座 7 1、外輪スペーサ 7 2、カバー 3 9 等を図 1 0 に示すようにねじ軸 1 1 の同軸上に配置することにより構成される。

【0103】

上記の構成の作用について説明する。

本実施例の位置決め装置 1 には、実施例 1 と同様の図 4 に示した制御装置 4 5 が装備されている。この場合にアクチュエータ駆動部 4 9 は固定側電極 7 5 のブラシ 7 6、スリップリング 7 3 の電極リング 7 4 を介して圧電アクチュエータ 3 6 に印加する電圧を保持する機能を有している。

20

【0104】

本実施例の粗動動作は上記実施例 1 と同様であるので、その説明を省略する。

粗動動作を終えた制御部 4 6 は、実施例 1 と同様に、制御部 4 6 は位置センサ 1 7 により認識した現在位置と上記で読出した最初の目標位置との偏差を算出し、この偏差を無くすようにアクチュエータ駆動部 4 9 により制御電圧を圧電アクチュエータ 3 6 に印加して微動動作を行う。

【0105】

本実施例の回転機構付軸方向微動機構 4 1 においても実施例 1 と同様に圧電アクチュエータ 3 6 の変位の半分の変位となる拘束されている側の外輪 2 1 a と内輪 2 3 a の変位量が移動台 6 の微動変位量となる。

30

すなわち、本実施例の回転機構付軸方向微動機構 4 1 は対向配置したアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b の内輪 2 3 a を内輪係止部 2 9 によりその軸方向の移動を拘束し、圧電アクチュエータ 3 6 を介して内輪 2 3 b を押圧して予圧を付与した状態としているので、圧電アクチュエータ 3 6 に 2 X の変位が生ずる電圧が印加され、例えば圧電アクチュエータ 3 6 に 2 X の伸びが生ずると、この伸びにより生じた押圧力は微動制御を行う前の予圧荷重に加えて内輪 2 3 b を押圧し、内輪 2 3 b を軸方向（図 1 0 において左）に移動させ、内輪 2 3 a、2 3 b 間の隙間 4 0 が狭くなるように作用する。

【0106】

40

この隙間 4 0 の変位は、ボール 2 5 b と外輪軌道 2 2 b および内輪軌道 2 4 b との当接面、並びにボール 2 5 a と外輪軌道 2 2 a および内輪軌道 2 4 a との当接面を微動制御を行う前の予圧荷重に加えて押圧し、これらの間に更なる弾性変形が生じてアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b がそれぞれ X ずつ変位し、内輪 2 3 b が軸方向に 2 X 変位し、隙間 4 0 が 2 X 狭くなって圧電アクチュエータ 3 6 の軸方向の伸びを吸収する。

【0107】

このように、隙間 4 0 の変位 2 X を対向配置されているアンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b が X ずつに分けて吸収するので、アンギュラ玉軸受 2 0 a、2 0 b の互いを押圧する力がバランスしたときに、ハウジング 2 7 の内周面に軸方向の移動を拘束されている外輪 2 1 a、2 1 b が相対的に軸方向に X 変位し、ハウジング 2 7 が基台 5 に固定されているの

50

でねじ軸 11 が軸方向（図 10 において右）に X 変位する。この場合のねじ軸 11 の移動は駆動モータ 14 側はカップリング 15 の収縮により、反対側の軸端の移動は支持軸受 16 の遊びにより吸収される。

【0108】

これにより、ねじ軸 11 に遊びがない状態で螺合しているナット 12 が軸方向に X 移動し、ナット 12 が固定されている移動台 6 が、ハウジング 27 が固定されている基台 5 に対して図 10 において右方向に X 移動する。つまり圧電アクチュエータ 36 の変位（伸縮量）の半分の変位となる拘束されている側の外輪 21a と内輪 23a の変位量が移動台 6 の微動変位量となる。

【0109】

この微動動作において、制御部 46 は実施例 1 と同様にして偏差を基にしたフィードバック制御を行い、移動台 6 を目標位置に停止させる。

その後の作動は、実施例 1 と同様であるのでその説明を省略する。

上記のように、本実施例の回転機構付軸方向微動機構 41 は、背面組合せのアンギュラ玉軸受 20a、20b に付与した予圧の反力を内輪 23a、23b 側に配置した圧電アクチュエータ 36 に作用させ、常に圧縮荷重を掛けながら粗動動作と微動動作を行わせるので、引張荷重による破損の発生もなく、それを避けるためのバネを用いる必要もない。

【0110】

また、圧電アクチュエータ 36 の分だけ長いハウジング 27 およびねじ軸 11 を用いるだけで、軸受ユニットを組立てる方法と同一の方法で組立てることができ、圧電アクチュエータ 36 の組立に特別な配慮を払うことなく容易に回転機構付軸方向微動機構 41 を組立てることができる。

更に、圧電アクチュエータ 36 をねじ軸 11 の嵌合軸 26 の外周面を案内としてねじ軸 11 に組込めば自動的に同軸上に配置されるので、圧電アクチュエータ 36 に半径方向荷重やモーメント力等が作用して早期破損等が生じることはない。

【0111】

更に、本実施例の回転機構付軸方向微動機構 41 には実施例 1 と同様に剛性の低いバネが存在しないので、圧縮方向の荷重に対しては非常に高い剛性を有する圧電アクチュエータ 36 と高剛性のバネ部材との組合せにより、位置決め装置全体の剛性が静的にも動的にも圧電アクチュエータ 36 を組込まない軸受ユニットと略同一の剛性を維持することができる。

【0112】

更に、圧電アクチュエータ 36 をねじ軸 11 と同軸上に配置できるので、圧電アクチュエータ 36 の変位を純粋な軸方向変位とすることができ、高精度な微動動作を行うことができる。

以上説明したように、本実施例では、対向配置したアンギュラ玉軸受の内輪側に圧電アクチュエータを配置することによっても、上記実施例 1 と同様の効果を得ることができる。

【0113】

上記に加えて、本実施例では、圧電アクチュエータを中空としてねじ軸の外周面に嵌合させてねじ軸と同軸に配置するようにしたことによって、圧電アクチュエータの分だけ長いハウジングおよびねじ軸を用いるだけで、軸受ユニットを組立てる方法と同一の方法で組立てることができ、圧電アクチュエータを用いた回転機構付軸方向微動機構の組立を容易に行うことができる。

【0114】

また、対向配置した 2 個のアンギュラ玉軸受のそれぞれの外輪の外周面をハウジングの内周面に嵌合させ、それぞれの外輪の軸方向の移動を外輪係止部とカバーにより挟みつけてハウジングに固定すると共に、2 個のアンギュラ玉軸受の内輪の一方の軸方向の移動を内輪係止部によりねじ軸に拘束し、他方を圧電アクチュエータにより軸方向に移動させるようにしたことによって、制御電圧の印加による圧電アクチュエータの変位の半분을ねじ

10

20

30

40

50

軸の変位とすることができ、圧電アクチュエータの変位の誤差を半減して高精度な微動動作を実現することができる。

【0115】

なお、本実施例と同様の構成をナットの外周面に嵌合する圧電アクチュエータを用いて構成すれば、上記実施例4と同様のナットとハウジングの間に形成した回転機構付軸方向微動機構として作用させることができる。

上記実施例1から実施例4においては、対向配置した内輪の間に内輪間座を設けて予圧を付与するとして説明したが、内輪の対向側の面を内輪間座の幅の半分に相当する長さ伸長させて内輪同士を直接当接させるようにしてもよい。実施例5においては同様の外輪を設けて直接当接させるようにしてもよい。

10

【0116】

また、上記各実施例においては、内輪スペーサや外輪スペーサを設けるとして説明したが、これらを省略して内輪や外輪をロックナットやカバーにより直接締め付け、外輪や内輪に圧電アクチュエータを直接当接させるようにしてもよい。

更に、上記各実施例においては、対向配置した2つの転がり軸受装置に非通电の圧電アクチュエータを介して予め予圧を付与しておくとして説明したが、圧電アクチュエータの非通电時には予圧が発生しないように隙間を介して圧電アクチュエータと外輪または内輪を対向させておき、位置決め装置の起動時等に所定の電圧を圧電アクチュエータに印加して対向配置した2つの転がり軸受装置に所定の予圧を発生させるようにしてもよい。このようにすれば、2つの転がり軸受装置に所定の予圧を与えるために、例えば実施例1の外輪スペーサ37の軸方向の長さ等を予圧量に合わせて精密に調整するといった、いわゆる予圧調整が不要となり、所定の電圧の印加だけで容易に精密な予圧調整が可能となる。

20

【0117】

更に、上記各実施例においては転がり軸受装置はアンギュラ玉軸受として説明したが、転がり軸受装置はアンギュラ玉軸受に限らず、深溝玉軸受、円錐ころ軸受等の対向配置した転がり軸受装置に予圧を付与することができるものであればどのようなものであってもよい。

更に、1個の転がり軸受による転がり軸受装置を2つ対向配置するとして説明したが、複数の転がり軸受を並列組合せで配置した1組の転がり軸受装置を2つ対向配置するようにしてもよく、例えば片側に2個1組、他方に1個の転がり軸受による2つの転がり軸受装置を対向配置するようにしてもよい。例えば実施例1の図1において右側に2個1組、左側に1個の転がり軸受を対向配置すれば、圧電アクチュエータが2X伸びたとすると、ねじ軸は図1において左方向に約1.2X移動することとなる。

30

【0118】

更に、上記各実施例においては、回転機構付軸方向微動機構の転がり軸受装置を粗動機構のねじ軸を支持する軸受として用いるとして説明したが、回転を行いその回転の支持部を高速で微動させる回転および軸方向微動複合運動機構全般に利用できることはいうまでもない。

更に、上記各実施例においては、送りねじ装置はねじ軸とナットとをボールを介して螺合させるボールねじ装置であるとして説明したが、送りねじ装置は前記に限らず、ねじ軸とナットとを直接螺合させる滑りねじ装置であってもよい。

40

【0119】

更に、上記各実施例においては、フィードバック制御を微動動作のときに行うとして説明したが、粗動動作のときに位置センサにより認識した現在位置と読出した目標位置との偏差を用いてフィードバック制御を行うようにし、偏差が所定の範囲となったときに粗動動作を停止するようにしてもよい。このようにすればねじ軸のリード精度等を補正することができ、圧電アクチュエータの微動動作による補正量を小さくすることができ、必要以上に大きな伸縮量を有する圧電アクチュエータを用いる必要がなくなる。

【符号の説明】

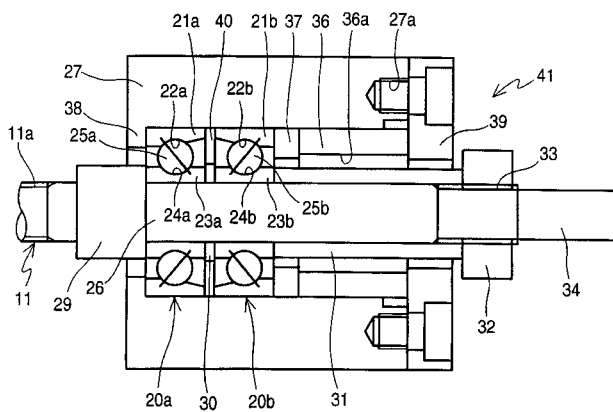
【0120】

50

1	位置決め装置	
2	直線案内機構	
3	レール	
4	スライダ	
4 a	移動台取付面	
5	基台	
6	移動台	
1 0	粗動機構	
1 1	ねじ軸	
1 1 a	軸軌道溝	10
1 2、6 1	ナット	
1 3	ボールねじ装置	
1 4、6 7	駆動モータ	
1 5、6 8	カップリング	
1 6	支持軸受	
1 7	位置センサ	
1 8	スケール	
2 0 a、2 0 b	アンギュラ玉軸受	
2 1 a、2 1 b	外輪	
2 2 a、2 2 b	外輪軌道	20
2 3 a、2 3 b	内輪	
2 4 a、2 4 b	内輪軌道	
2 5 a、2 5 b	ボール	
2 6	嵌合軸	
2 7	ハウジング	
2 7 a、2 7 b	ねじ穴	
2 9、6 3	内輪係止部	
3 0、6 4	内輪間座	
3 1、6 5	内輪スペーサ	
3 2	ロックナット	30
3 3、6 2	ねじ部	
3 4	カップリング取付部	
3 6、5 0、1 0 0	圧電アクチュエータ	
3 6 a	中空部	
3 7、7 2	外輪スペーサ	
3 8	外輪係止部	
3 9	カバー	
4 0	隙間	
4 1	回転機構付軸方向微動機構	
4 5	制御装置	40
4 6	制御部	
4 7	記憶部	
4 8	モータ駆動部	
4 9	アクチュエータ駆動部	
5 1	ピストン	
5 2	収納穴	
5 3	逃げ穴	
5 4	凹穴	
5 7	押えブラブ	
6 9	固定部	50

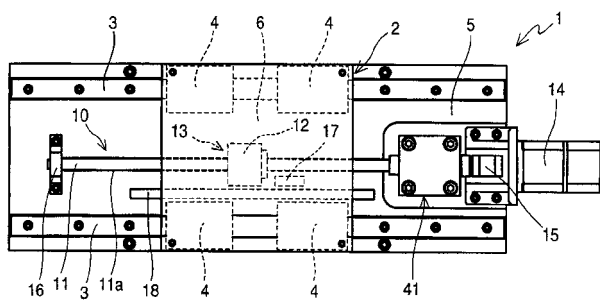
- 7 1 外輪間座
- 7 3 スリップリング
- 7 4 電極リング
- 7 5 固定側電極
- 7 6 ブラシ
- 1 0 1 出力軸
- 1 0 2 バネ

【図 1】



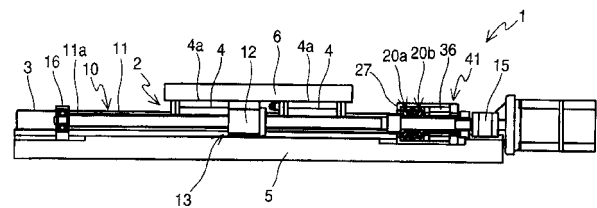
実施例 1 の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図

【図 2】



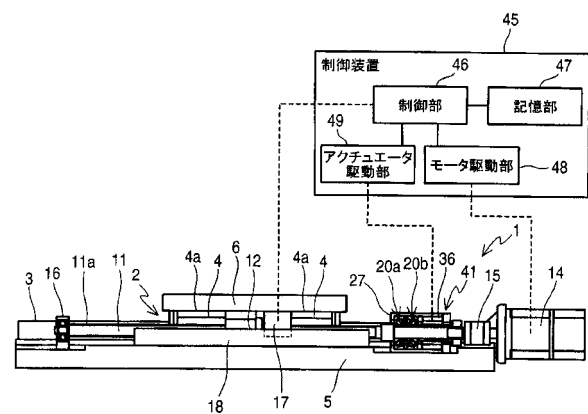
実施例 1 の位置決め装置を示す平面図

【図 3】



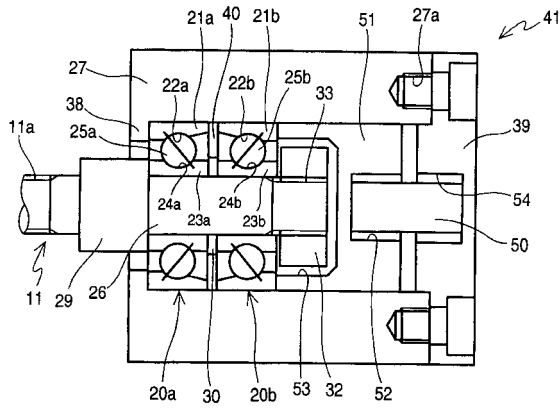
実施例 1 の位置決め装置を示す側方から見た説明図

【図 4】



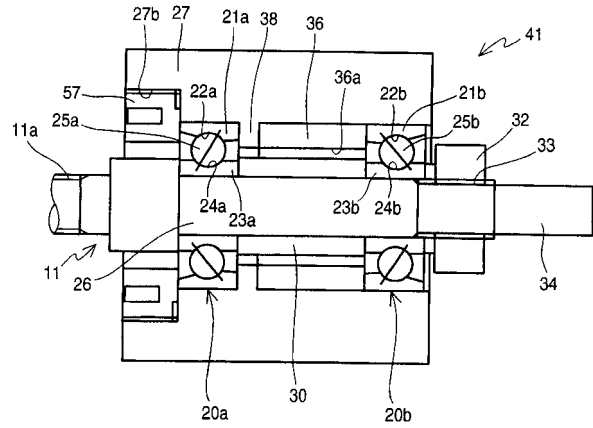
実施例 1 のコントローラを示す側方から見た説明図

【図 5】



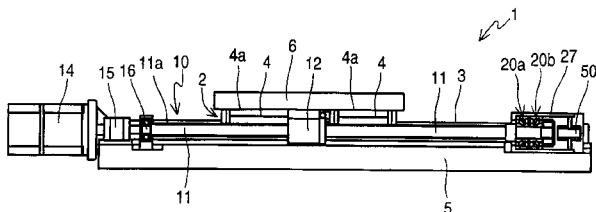
実施例 2 の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図

【図 7】



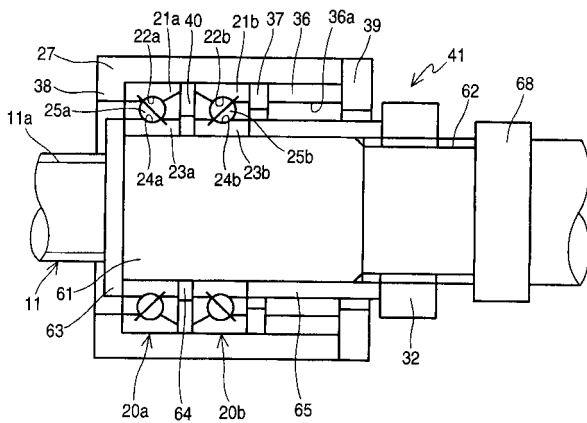
実施例 3 の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図

【図 6】



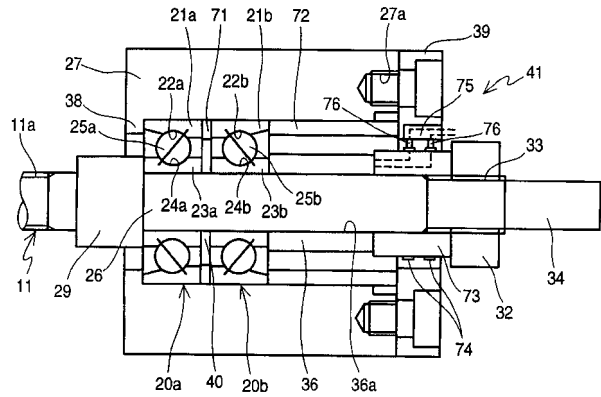
実施例 2 の位置決め装置を示す側方から見た説明図

【図 8】



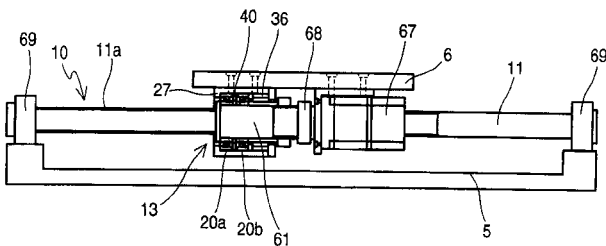
実施例 4 の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図

【図 10】



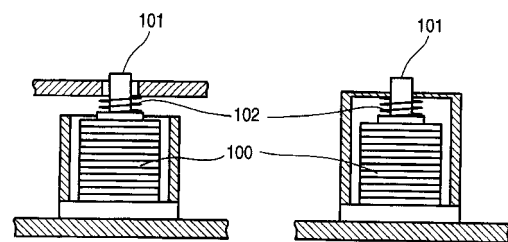
実施例 5 の回転機構付軸方向微動機構を示す断面図

【図 9】



実施例 4 の位置決め装置を示す側方から見た説明図

【図 11】



圧電アクチュエータ取付けのメカ推奨例を示す説明図

フロントページの続き

F ターム(参考) 5H680 AA07 AA12 BB02 BC10 CC04 CC06 DD23 DD66 DD88 EE03
EE12 EE22