

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4641237号
(P4641237)

(45) 発行日 平成23年3月2日(2011.3.2)

(24) 登録日 平成22年12月10日(2010.12.10)

(51) Int.Cl.

H02K 7/116 (2006.01)

F I

H02K 7/116

請求項の数 10 (全 20 頁)

| | |
|--|---|
| <p>(21) 出願番号 特願2005-280681 (P2005-280681) (22) 出願日 平成17年9月27日 (2005.9.27) (65) 公開番号 特開2007-97267 (P2007-97267A) (43) 公開日 平成19年4月12日 (2007.4.12) 審査請求日 平成19年10月16日 (2007.10.16)</p> | <p>(73) 特許権者 000002107 住友重機械工業株式会社 東京都品川区大崎二丁目1番1号 (74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦 (72) 発明者 神林 英明 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重 機械工業株式会社 横須賀製造所内 審査官 尾家 英樹</p> |
|--|---|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多自由度アクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ケーシングと、

先端が該ケーシングの内部に挿入され、基端が前記ケーシングの開口部より外部に延在する出力軸と、

前記ケーシングの内部に収納され、前記出力軸の軸線と直交する軸回りに前記出力軸の基端を揺動可能に支持する第1の揺動機構と、

前記ケーシングの内部で前記第1の揺動機構と交差するように前記出力軸の軸線上に対向配置され、前記出力軸の軸線と直交する他方向の軸回りに前記出力軸の基端を揺動可能に支持する第2の揺動機構と、

前記第1の揺動機構を駆動して前記出力軸を一方向に揺動させる第1の駆動部と、

前記第2の揺動機構を駆動して前記出力軸を他方向に揺動させる第2の駆動部と、

を有し、

前記第1の揺動機構は、

前記出力軸の基端に対し直交する軸回りの揺動をガイドする第1の曲面ガイドと、

前記出力軸の基端が固定され、前記出力軸の軸線と直交する方向に延在形成された第1の連結部材と、

前記第1の連結部材の両端部に回動可能に連結され、前記第1の曲面ガイドに揺動可能に支持される第1の移動子と、を有し、

前記第2の揺動機構は、

10

20

前記出力軸の基端に対し前記第 1 の曲面ガイドと異なる位置で前記出力軸の基端に対し直交する他の軸回りの揺動をガイドする第 2 の曲面ガイドと、

前記出力軸の軸線上で前記第 1 の連結部材と交差するように対向配置され、前記第 1 の連結部材に対して相対的に回動可能に組み合わされた第 2 の連結部材と、

前記第 2 の連結部材の両端部に回動可能に連結され、前記第 2 の曲面ガイドに揺動可能に支持される第 2 の移動子と、

を有し、

前記第 1 の揺動機構と前記第 2 の揺動機構は、前記第 1 の駆動部及び前記第 2 の駆動部の駆動力により前記出力軸が揺動動作する際、前記出力軸の揺動方向に応じて相対的に回動することを特徴とする多自由度アクチュエータ。

10

【請求項 2】

ケーシングと、

先端が該ケーシングの内部に挿入され、基端が前記ケーシングの開口部より外部に延在する出力軸と、

前記ケーシングの内部に設けられ、前記出力軸の基端に対し直交する軸回りの揺動をガイドする一对の第 1 の曲面ガイドと、

前記ケーシングの内部で前記出力軸の基端に対し前記一对の第 1 の曲面ガイドと異なる位置で前記出力軸の基端に対し直交する他の軸回りの揺動をガイドする一对の第 2 の曲面ガイドと、

前記出力軸の基端が固定され、前記出力軸の軸線と直交する方向に延在形成された第 1 の連結部材と、

20

前記出力軸の軸線上で前記第 1 の連結部材と交差するように対向配置され、前記第 1 の連結部材に対して相対的に回動可能に組み合わされた第 2 の連結部材と、

前記第 1 の連結部材の両端部に回動可能に連結され、前記一对の第 1 の曲面ガイドに揺動可能に支持される一对の第 1 の移動子と、

前記第 2 の連結部材の両端部に回動可能に連結され、前記一对の第 2 の曲面ガイドに揺動可能に支持される一对の第 2 の移動子と、

前記第 1 の移動子を駆動して前記出力軸を一方向に揺動させる第 1 の駆動部と、

前記第 2 の移動子を駆動して前記出力軸を他方向に揺動させる第 2 の駆動部と、

を有することを特徴とする多自由度アクチュエータ。

30

【請求項 3】

前記第 1 の移動子及び前記第 2 の移動子は、同一の曲率半径に沿って揺動させることを特徴とする請求項 1 または 2 の何れかに記載の多自由度アクチュエータ。

【請求項 4】

前記第 1 の連結部材と前記第 2 の連結部材は、前記出力軸と同軸上に配された前記第 1 の連結部材の中央孔及び前記第 2 の連結部材の中央孔を貫通する筒状軸受を介して回動可能に連結されたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の多自由度アクチュエータ。

【請求項 5】

前記第 1 の曲面ガイド及び前記第 2 の曲面ガイドは、前記移動子の揺動位置を検出する位置検出手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の多自由度アクチュエータ。

40

【請求項 6】

前記第 1 の曲面ガイド及び前記第 2 の曲面ガイドは、同一中心からの曲率半径上に形成されたガイド面を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の多自由度アクチュエータ。

【請求項 7】

前記ガイド面には、前記移動子の揺動動作に伴う摺動抵抗を軽減する低摩擦部材が設けられたことを特徴とする請求項 6 に記載の多自由度アクチュエータ。

【請求項 8】

50

前記第 1 の駆動部及び前記第 2 の駆動部は、供給される印加電圧に応じた電磁力による駆動力を発生し、前記移動子を駆動する駆動手段を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の多自由度アクチュエータ。

【請求項 9】

前記第 1 の駆動部及び前記第 2 の駆動部は、供給される作動流体の圧力により駆動力を発生し、前記移動子を駆動する駆動手段を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の多自由度アクチュエータ。

【請求項 10】

ケーシングと、

該ケーシングの内部に挿入されたテーブルと、

前記ケーシングの軸線と直交する一方向の軸回りに前記テーブルを揺動可能に支持する第 1 の揺動機構と、

前記第 1 の揺動機構と交差するように前記テーブルの軸線上に対向配置され、前記テーブルの軸線と直交する他方向の軸回りに前記テーブルを揺動可能に支持する第 2 の揺動機構と、

前記一方向の軸回りに湾曲した第 1 のシリンダ室と、作動流体の圧力により前記第 1 のシリンダ室に沿って回転する第 1 のピストンを有し、前記第 1 のピストンの回転と共に前記第 1 の揺動機構を駆動して前記テーブルを一方向に揺動させる第 1 の駆動部と、

前記他方向の軸回りに湾曲した第 2 のシリンダ室と、作動流体の圧力により該第 2 のシリンダ室に沿って回転する第 2 のピストンを有し、前記第 2 のピストンの回転と共に前記第 2 の揺動機構を駆動して前記テーブルを他方向に揺動させる第 2 の駆動部と、

を有し、

前記第 1 の揺動機構と前記第 2 の揺動機構は、前記第 1 の駆動部及び前記第 2 の駆動部の駆動力により前記テーブルが揺動動作する際、前記テーブルの揺動方向に応じて相対的に回転することを特徴とする多自由度アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は多自由度アクチュエータに係り、特に出力軸を 2 軸（X 軸及び Y 軸）方向から揺動させるように構成された多自由度アクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の多自由度アクチュエータとしては、例えば、水平軸回りを駆動する第 1 のリニアモータと垂直軸回りを駆動する第 2 のリニアモータとを有し、出力軸を水平軸回りと垂直軸回りの 2 軸方向から駆動する構成のものがある（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

この多自由度アクチュエータでは、第 1 のリニアモータがベースに支持され、第 2 のリニアモータが第 1 のリニアモータに駆動される第 1 の移動子に支持され、第 2 のリニアモータに駆動される第 2 の移動子がフレームを介して出力軸を駆動するように配置されている。そのため、従来は、第 1 のリニアモータとフレームとの間に第 2 のリニアモータが介在しており、第 1 のリニアモータが第 1 の移動子を駆動する場合、第 2 のリニアモータ及びフレームを介して出力軸を駆動するため、2 つのリニアモータが直交する 2 軸（X 軸、Y 軸）を独立に駆動するのではなく、第 1 のリニアモータを駆動すると第 2 のリニアモータも移動してしまう。よって、第 1 のリニアモータは、第 1 の移動子だけでなく、第 2 のリニアモータの重量も含む荷重に対する駆動力を発生させるように構成されている。

【特許文献 1】特開 2003 - 88089 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来の多自由度アクチュエータでは、ベース側に設けられた第 1 のリニアモータが

10

20

30

40

50

第2のリニアモータを介して出力軸を駆動する構成であるので、第2のリニアモータの重量を駆動するために余分な動力が必要であり、第1のリニアモータが大型化（大容量化）すると共に、第1のリニアモータを支持するベースの剛性も高めることになる。

【0005】

そのため、従来は、出力軸の動作精度を高めるためにベースやフレームの剛性を高めると、重量増大を招くので、第1のリニアモータを大型化しなければならず、第1のリニアモータを大型化を回避するためにベースやフレームの剛性を下げた場合には、出力軸の動作精度が低下するという問題がある。

【0006】

そこで、本発明は上記課題を解決した多自由度アクチュエータを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、本発明は以下のような手段を有する。

【0008】

請求項1記載の発明は、ケーシングと、先端が該ケーシングの内部に挿入され、基端が前記ケーシングの開口部より外部に延在する出力軸と、前記ケーシングの内部に収納され、前記出力軸の軸線と直交する軸回りに前記出力軸の基端を揺動可能に支持する第1の揺動機構と、前記ケーシングの内部で前記第1の揺動機構と交差するように前記出力軸の軸線上に対向配置され、前記出力軸の軸線と直交する他方向の軸回りに前記出力軸の基端を揺動可能に支持する第2の揺動機構と、前記第1の揺動機構を駆動して前記出力軸を一方方向に揺動させる第1の駆動部と、前記第2の揺動機構を駆動して前記出力軸を他方向に揺動させる第2の駆動部と、を有し、前記第1の揺動機構は、前記出力軸の基端に対し直交する軸回りの揺動をガイドする第1の曲面ガイドと、前記出力軸の基端が固定され、前記出力軸の軸線と直交する方向に延在形成された第1の連結部材と、前記第1の連結部材の両端部に回動可能に連結され、前記第1の曲面ガイドに揺動可能に支持される第1の移動子と、を有し、前記第2の揺動機構は、前記出力軸の基端に対し前記第1の曲面ガイドと異なる位置で前記出力軸の基端に対し直交する他の軸回りの揺動をガイドする第2の曲面ガイドと、前記出力軸の軸線上で前記第1の連結部材と交差するように対向配置され、前記第1の連結部材に対して相対的に回動可能に組み合わされた第2の連結部材と、

20

30

前記第2の連結部材の両端部に回動可能に連結され、前記第2の曲面ガイドに揺動可能に支持される第2の移動子と、を有し、前記第1の揺動機構と前記第2の揺動機構は、前記第1の駆動部及び前記第2の駆動部の駆動力により前記出力軸が揺動動作する際、前記出力軸の揺動方向に応じて相対的に回動することを特徴とする。

【0010】

請求項2記載の発明は、ケーシングと、先端が該ケーシングの内部に挿入され、基端が前記ケーシングの開口部より外部に延在する出力軸と、前記ケーシングの内部に設けられ、前記出力軸の基端に対し直交する軸回りの揺動をガイドする一对の第1の曲面ガイドと、前記ケーシングの内部で前記出力軸の基端に対し前記一对の第1の曲面ガイドと異なる位置で前記出力軸の基端に対し直交する他の軸回りの揺動をガイドする一对の第2の曲面ガイドと、前記出力軸の基端が固定され、前記出力軸の軸線と直交する方向に延在形成された第1の連結部材と、前記出力軸の軸線上で前記第1の連結部材と交差するように対向配置され、前記第1の連結部材に対して相対的に回動可能に組み合わされた第2の連結部材と、前記第1の連結部材の両端部に回動可能に連結され、前記一对の第1の曲面ガイドに揺動可能に支持される一对の第1の移動子と、前記第2の連結部材の両端部に回動可能に連結され、前記一对の第2の曲面ガイドに揺動可能に支持される一对の第2の移動子と、前記第1の移動子を駆動して前記出力軸を一方方向に揺動させる第1の駆動部と、前記第2の移動子を駆動して前記出力軸を他方向に揺動させる第2の駆動部と、を有することを特徴とする。

40

【0011】

50

請求項3記載の発明は、前記第1の移動子と前記第2の移動子は、同一の曲率半径に沿って揺動することを特徴とする。

【0012】

請求項4記載の発明は、前記第1の連結部材と前記第2の連結部材は、前記出力軸と同軸上に配された前記第1の連結部材の中央孔及び前記第2の連結部材の中央孔を貫通する筒状軸受を介して回動可能に連結されたことを特徴とする。

【0013】

請求項5記載の発明は、前記第1の曲面ガイド及び前記第2の曲面ガイドは、前記移動子の揺動位置を検出する位置検出手段を有することを特徴とする。

【0014】

請求項6記載の発明は、前記第1の曲面ガイド及び前記第2の曲面ガイドは、同一中心からの曲率半径上に形成されたガイド面を有することを特徴とする。

【0015】

請求項7記載の発明は、前記ガイド面には、前記移動子の揺動動作に伴う摺動抵抗を軽減する低摩擦部材が設けられたことを特徴とする。

【0016】

請求項8記載の発明は、前記第1の駆動部及び前記第2の駆動部は、供給される印加電圧に応じた電磁力による駆動力を発生し、前記移動子を駆動する駆動手段を有することを特徴とする。

【0017】

請求項9記載の発明は、前記第1の駆動部及び前記第2の駆動部は、供給される作動流体の圧力により駆動力を発生し、前記移動子を駆動する駆動手段を有することを特徴とする。

【0018】

請求項10記載の発明は、ケーシングと、該ケーシングの内部に挿入されたテーブルと、前記ケーシングの軸線と直交する一方向の軸回りに前記テーブルを揺動可能に支持する第1の揺動機構と、前記第1の揺動機構と交差するように前記テーブルの軸線に対向配置され、前記テーブルの軸線と直交する他方向の軸回りに前記テーブルを揺動可能に支持する第2の揺動機構と、前記一方向の軸回りに湾曲した第1のシリンダ室と、作動流体の圧力により前記第1のシリンダ室に沿って回動する第1のピストンとを有し、前記第1のピストンの回動と共に前記第1の揺動機構を駆動して前記テーブルを一方向に揺動させる第1の駆動部と、前記他方向の軸回りに湾曲した第2のシリンダ室と、作動流体の圧力により該第2のシリンダ室に沿って回動する第2のピストンとを有し、前記第2のピストンの回動と共に前記第2の揺動機構を駆動して前記テーブルを他方向に揺動させる第2の駆動部と、を有し、前記第1の揺動機構と前記第2の揺動機構は、前記第1の駆動部及び前記第2の駆動部の駆動力により前記テーブルが揺動動作する際、前記テーブルの揺動方向に応じて相対的に回動することを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、第1の駆動部に駆動される第1の揺動機構と第2の駆動部に駆動される第2の揺動機構とが夫々独立に駆動され、且つ第1の揺動機構と第2の揺動機構が出力軸の揺動方向に応じて相対的に回動するように連結されているので、第1の揺動機構と第2の揺動機構が互いに干渉しないように動作することができ、これにより、第1の駆動部及び第2の駆動部を小型化（小容量化）することが可能になる。また、第1の駆動部及び第2の駆動部の小型化により出力軸の動作精度を確保しつつ、駆動部を支持するフレームの剛性を下げて軽量化を図れることも可能になる。

【0020】

また、本発明によれば、第1の揺動機構が、第1の曲面ガイドと、第1の連結部材と、第1の移動子とを有し、第2の揺動機構が、第2の曲面ガイドと、第2の連結部材と、第

10

20

30

40

50

2の移動子とを有するため、第1の連結部材と第2の連結部材とが干渉しないように動作することができ、これにより、少ない部品構成で各軸回りの駆動系を独立に配置することができる。

【0021】

また、本発明によれば、第1の曲面ガイド及び第2の曲面ガイドに移動子の揺動位置を検出する位置検出手段を有するため、移動子の位置を正確に検出することができる。

【0022】

また、本発明によれば、第1の曲面ガイド及び第2の曲面ガイドのガイド面に移動子の揺動動作に伴う摺動抵抗を軽減する低摩擦部材を設けたため、移動子を駆動させる際の摩擦抵抗が軽減され、その分、第1の駆動部及び第2の駆動部の小型化（小容量化）を図ることが可能になる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、図面を参照して本発明を実施するための最良の形態について説明する。

【実施例1】

【0024】

図1は本発明になる多自由度アクチュエータの実施例1を示す斜視図である。図2はケーシングを外した状態を示す斜視図である。図3はケーシング内部に収納される機構の分解斜視図である。

【0025】

20

図1乃至図3に示されるように、多自由度アクチュエータ10は、ケーシング12と、ケーシング12の開口部14より外部に延在する出力軸16と、 x 方向に出力軸16を揺動可能に支持する第1の揺動機構18と、第1の揺動機構18と交差するように対向配置され y 方向に出力軸16の基端を揺動可能に支持する第2の揺動機構20と、第1の揺動機構18を x 方向に揺動させる第1の駆動部22と、第2の揺動機構20を y 方向に揺動させる第2の駆動部24とを有する。

【0026】

ケーシング12は、箱型に形成され、内部に各機構を収納する空間が形成されている。出力軸16は、基端がケーシング12の内部に挿入され、先端がケーシング12の開口部14より外部に延在するように取り付けられている。第1の揺動機構18は、ケーシング12の内部に収納され出力軸16の軸線と直交する X 方向の軸回り（ x 方向）に出力軸16の基端を揺動可能に支持している。また、第2の揺動機構20は、ケーシング12の内部で第1の揺動機構18と交差するように出力軸16の軸線上に対向配置され、出力軸16の軸線と直交する Y 方向の軸回り（ y 方向）に出力軸16の基端を揺動可能に支持している。

30

【0027】

また、第1の駆動部22は、ケーシング12の下部に取り付けられており、第1の揺動機構18を駆動して出力軸16を x 方向に揺動させるように構成されている。また、第2の駆動部24は、第2の揺動機構20を駆動して出力軸16を y 方向に揺動させるように構成されている。

40

【0028】

ここで、多自由度アクチュエータ10を構成する上記各機構について、さらに詳細に説明する。

【0029】

第1の揺動機構18は、出力軸16の基端に対し直交する X 方向の軸回り（ x 方向）の揺動をガイドする一对の第1の曲面ガイド26と、出力軸16の基端が固定され、出力軸16の軸線と直交する Y 方向に延在形成された第1の連結部材28と、第1の連結部材28の両端部に回動可能に連結され第1の曲面ガイド26に揺動可能に支持される一对の第1の移動子30とを有する。

【0030】

50

第2の揺動機構20は、出力軸16の基端に対し第1の曲面ガイド26と異なる位置で出力軸16の基端に対し直交するY方向の軸回り（y方向）の揺動をガイドする一对の第2の曲面ガイド32と、出力軸16の軸線上で第1の連結部材28と交差するように対向配置され、第1の連結部材28に対して相対的に回動可能に組み合わせられた第2の連結部材34と、第2の連結部材34の両端部に回動可能に連結され第2の曲面ガイド32に揺動可能に支持される一对の第2の移動子36とを有する。

【0031】

連結部材28, 34は、軸受部38を介して上下方向で回動可能に対向するように設けられている。軸受部38は、出力軸16の下端に結合された円筒軸38aと、円筒軸38aの外周に嵌合する一对のころがり軸受38bとを有する。そして、連結部材28, 34の中央孔28a, 34aは、夫々ころがり軸受38bの外輪が嵌合して個別に回動可能に支持されている。そのため、連結部材28, 34は、駆動部22, 24により移動子30, 36を揺動動作する際、移動子30, 36の揺動動作に応じて相対的に回動することができる。

10

【0032】

また、連結部材28, 34は、夫々両端より側方に突出する円筒形状の軸28b, 34bを有する。そして、軸28b, 34bは、移動子30, 36の内側側面の取付孔30c, 36cに挿入された軸受31, 37により回動可能に軸承されている。また、軸受31, 37は、押さえ板33, 35により取付孔30c, 36cから脱落しないように保持されている。

20

【0033】

そのため、連結部材28, 34は、夫々の両端に設けられた軸28b, 34bが移動子30, 36の内側側面に対して出力軸16の軸線と直交するX軸回り（x方向）、Y軸回り（y方向）に回転可能に支持されている。これにより、連結部材28, 34は、移動子30, 36が揺動動作する際に、x方向、y方向の揺動動作が互いに干渉されることなく各軸回りに独立に揺動することが可能になる。そのため、多自由度アクチュエータ10では、駆動部22, 24を小型化（小容量化）することが可能になると共に、駆動部22, 24の小型化により出力軸16の動作精度を確保しつつケーシング12などの剛性を下げても出力軸16の動作精度を確保できるので、軽量化も図れる。

【0034】

図4はケーシングを水平方向に切断した横断面図である。図5は図4中A-A線に沿う縦断面図である。図6は図4中B-B線に沿う縦断面図である。図4乃至図6に示されるように、移動子30, 36は、曲面ガイド26, 32により同一の曲率半径に沿って揺動させるようにガイドされる円弧状に形成された摺動面30a, 36aを有する。さらに、曲面ガイド26, 32のガイド面26a, 32aと、第1の移動子30及び第2の移動子36の摺動面30a, 36aには、V字状溝26b, 32b, 30b, 36bが形成されており、互いに対向するV字状溝26bと30bとの間及びV字状溝32bと36bとの間には、ころがり軸受40が設けられている。

30

【0035】

従って、曲面ガイド26, 32のガイド面26a, 32aと移動子30, 36の摺動面30a, 36aとの間は、ころがり軸受40により摺動抵抗（摩擦）が軽減される。これにより、移動子30, 36は、ガイド面26a, 32aに対して低摩擦で駆動される。

40

【0036】

そして、移動子30, 36は、夫々同一の曲率半径で下方に延在形成された円弧状部30b, 36bを有する。この円弧状部30b, 36bは、駆動部22, 24からの駆動力が伝達され、移動子30, 36と共にガイド面26a, 32aに沿って揺動する。さらに、移動子30, 36の側面には、ケーシング12の内部に当接して揺動範囲を規制されるストッパピン30d, 36dを有する。

【0037】

また、移動子30, 36がガイド面26a, 32aに沿って揺動する際、回転中心から

50

水平方向に対応するガイド面 26a, 32a の中間位置を基準位置とすると、この基準位置での第 1 の連結部材 28 と第 2 の連結部材 34 とは、90 度の角度で交差している。そして、移動子 30, 36 が中間位置より上方または下方に揺動すると、第 1 の移動子 30 の移動側端部と第 2 の移動子 36 の移動側端部との水平方向距離が狭くなり、第 1 の連結部材 28 と第 2 の連結部材 34 との交差角度が 90 以下に変化する。

【0038】

従って、連結部材 28, 34 は、ころがり軸受 38 により出力軸 16 の軸線に対して回動可能に設けられているので、移動子 30, 36 の揺動動作に伴って交差角度を変化させるように出力軸 16 の軸回り (z 方向) に回動する。これにより、出力軸 16 が軸線 (Z 軸) に対してどの方向に揺動しても移動子 30, 36 は、連結部材 28, 34 の水平方向距離の変化に規制されず、スムーズにガイド面 26a, 32a を摺動して揺動動作することができる。

10

【0039】

また、曲面ガイド 26, 32 上端には、移動子 30, 36 の位置を検出するための位置センサ 68, 70 が取り付けられている。この位置センサ 68, 70 は、移動子 30, 36 に設けられた光反射スリット板 (図示せず) に対して検出光を照射し、反射光の有無によって得られるパルス数をカウントして x 方向揺動位置、y 方向揺動位置の検出を行なうように構成されている。

【0040】

ここで、駆動部 22, 24 の構成について説明する。図 7 は y 方向の駆動部の構成を示す図である。図 8 は x 方向の駆動部の構成を示す図である。

20

【0041】

図 7 に示されるように、第 1 の駆動部 22 は、ケーシング 12 を支持するベース 42 の傾斜ブラケット 44 に取り付けられたサーボモータ 48 と、サーボモータ 48 により回転駆動される駆動側プーリ 52 と、傾斜ブラケット 44 に支持された駆動軸 55 に係合する従動側プーリ 56 と、駆動側プーリ 52 と従動側プーリ 56 との間に巻き掛けされたタイミングベルト 60 と、駆動軸 55 の上端部に嵌合する駆動ギヤ 64 とを有する。

【0042】

駆動ギヤ 64 は、移動子 30 の円弧状部 30b に設けられたラック (図示せず) に噛合するかさ歯車からなり、サーボモータ 48 からの回転駆動力を円弧状部 30b に伝達する。

30

【0043】

図 8 に示されるように、第 2 の駆動部 24 は、ケーシング 12 を支持するベース 42 の傾斜ブラケット 46 に取り付けられたサーボモータ 50 と、サーボモータ 50 により回転駆動される駆動側プーリ 54 と、傾斜ブラケット 46 に支持された駆動軸 57 に係合する従動側プーリ 58 と、駆動側プーリ 54 と従動側プーリ 58 との間に巻き掛けされたタイミングベルト 62 と、駆動軸 57 の上端部に嵌合する駆動ギヤ 66 とを有する。

【0044】

駆動ギヤ 66 は、移動子 36 の円弧状部 36b に設けられたラック (図示せず) に噛合するかさ歯車からなり、サーボモータ 50 からの回転駆動力を円弧状部 36b に伝達する。

40

【0045】

図 9 は実施例 1 の制御系を示すブロック図である。図 9 に示されるように、アクチュエータ 10 では、入力手段 72 により出力軸 16 の揺動方向及び揺動角度の指令データが制御部 74 に入力されると、制御部 74 は、入力された指令データに応じた制御データ (モータ制御信号) を生成してサーボモータ 48, 50 に出力する。これにより、サーボモータ 48, 50 は、制御部 74 から入力された制御信号に応じた回動角まで駆動側プーリ 52, 54 を駆動する。駆動側プーリ 52, 54 の回転駆動力は、タイミングベルト 60, 62、従動側プーリ 56, 58、駆動ギヤ 64, 66 を介して移動子 30, 36 に伝達される。

50

【 0 0 4 6 】

そして、固定側の曲面ガイド 2 6 , 3 2 に対する移動子 3 0 , 3 6 の揺動動作位置は、位置センサ 6 8 , 7 0 によって測定され、位置センサ 6 8 , 7 0 から出力された検出信号により得られた揺動位置データは制御部 7 4 にフィードバックされる。制御部 7 4 は、このフィードバック信号に基づいてサーボモータ 4 8 , 5 0 に対する制御信号を補正して移動子 3 0 , 3 6 の揺動動作位置を位置決めする。

【 0 0 4 7 】

このように、移動子 3 0 , 3 6 の揺動動作は、連結部材 2 8 , 3 4 を介して出力軸 1 6 に伝達され、出力軸 1 6 を入力手段 7 2 から指令された揺動位置に揺動させることができる。

10

【 0 0 4 8 】

ここで、上記多自由度アクチュエータ 1 0 の動作について説明する。図 1 0 は多自由度アクチュエータ 1 0 の構成を簡略化して出力軸 1 6 の各動作方向 (a) ~ (h) を示す平面図である。図 1 1 は出力軸 1 6 の各動作方向 (a) ~ (h) に応じた移動子 3 0 , 3 6 の動作状態を個別に示す図である。図 1 2 は出力軸 1 6 の各動作方向 (a) ~ (h) に応じたサーボモータ 4 8 , 5 0 の回転制御方向を模式的に示す図である。

【 0 0 4 9 】

図 1 0 に示されるように、出力軸 1 6 を例えば、4 5 度ずつ 8 方向に揺動させた場合の各動作方向は (a) ~ (h) に示す方向とする。この各動作方向 (a) ~ (h) に応じた移動子 3 0 , 3 6 の動作状態は、図 1 1 (A) ~ (H) に示すようになる。例えば、図 1 1 (A) に示されるように、移動子 3 0 を x 方向の反時計方向に回動させ、且つ移動子 3 6 を y 方向の中間位置に保持する。これにより、x 方向の連結部材 2 8 は反時計方向に回動し、y 方向の連結部材 3 4 は中間位置に停止する。そのため、連結部材 2 8 に結合された出力軸 1 6 は、x 方向の反時計方向に回動して動作状態 (a) の状態に動作する。

20

【 0 0 5 0 】

以下同様に、移動子 3 0 , 3 6 を各軸回りの時計方向または反時計方向に駆動、または各軸回りの中間位置に停止させることにより、出力軸 1 6 を各動作方向 (b) ~ (h) に揺動させることができる。

【 0 0 5 1 】

また、各動作方向 (a) ~ (h) の動作状態は、図 1 2 に模式的に示されるように、移動子 3 0 , 3 6 を駆動するサーボモータ 4 8 , 5 0 の回転駆動方向及び駆動停止の有無により移動子 3 0 , 3 6 を図 1 1 (A) ~ (H) に示すように個別に揺動させて実現できる。また、図 1 2 において、「逆転駆動」とは、サーボモータ 4 8 , 5 0 の回転駆動方向を反時計方向に駆動することを意味し、「正転駆動」とは、サーボモータ 4 8 , 5 0 の回転駆動方向を時計方向に駆動することを意味し、「中間位置」とは、移動子 3 0 , 3 6 の駆動位置が連結部材 2 8 , 3 4 を水平状態となる位置に駆動した状態を意味している。

30

【 0 0 5 2 】

また、出力軸 1 6 の揺動角度 (鉛直方向の軸線に対する傾斜角度) は、前述した位置センサ 6 8 , 7 0 から出力された検出信号により得られた揺動位置データに基づいてサーボモータ 4 8 , 5 0 の駆動を停止させることにより、任意の角度に変更することができる。

40

【 実施例 2 】

【 0 0 5 3 】

図 1 3 は実施例 2 の多自由度アクチュエータを示す斜視図である。図 1 4 は実施例 2 のケーシングを外した状態を示す斜視図である。図 1 5 はケーシングを水平方向に切断した横断面図である。図 1 6 は図 1 2 中 C - C 線に沿う縦断面図である。尚、図 1 3 乃至図 1 6 において、上記実施例 1 と同一部分には、同一符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 5 4 】

図 1 3 乃至図 1 6 に示されるように、実施例 2 の多自由度アクチュエータ 1 0 0 は、ケーシング 1 2 と、出力軸 1 6 と、x 方向に出力軸 1 6 の基端を揺動可能に支持する第 1 の揺動機構 1 8 と、y 方向に出力軸 1 6 の基端を揺動可能に支持する第 2 の揺動機構 2

50

0と、第1の揺動機構18を駆動して出力軸16を x方向に揺動させる第1の駆動部102と、第2の揺動機構20を駆動して出力軸16を y方向に揺動させる第2の駆動部104とを有する。

【0055】

駆動部102,104は、夫々リニアモータにより移動子30,36を揺動させるように構成されており、移動子30,36の側面に設けられた固定子106,108と、移動子30,36の側面に設けられた可動子110,112とから構成されている。本実施例では、固定子106,108が移動子30,36の側面と同一の曲率半径で湾曲しており、且つ断面形状がコ字状に形成されている。そして、コ字状に形成された固定子106,108の内壁には、永久磁石114,116が対向するように設けられている。さらに、

10

【0056】

可動子110,112は、コイルからなり、固定子106,108の側方から一对の永久磁石114,116の空間内に挿入される。そのため、可動子(コイル)110,112への印加電圧を制御することにより、永久磁石114,116に対する電磁的な吸引力、反発力が推力として可動子(コイル)110,112に作用し、移動子30,36をガイド面26a,32aに沿って駆動することができる。尚、リニアモータを駆動する制御系は、前述した図9に示す制御系と同様であるので、その説明は省略する。

【0057】

20

本実施例では、リニアモータを駆動部に用いたため、移動子30,36を直接駆動することができ、前述したサーボモータを用いた場合のように回転伝達部材(プーリ、ベルト、ギヤなど)が不要になるため、駆動部の構成を簡略化することが可能になる。そのため、駆動部を支持するベースやブラケットの剛性を下げて軽量化することができると共に、動作精度も確保することができる。

【実施例3】

【0058】

図17は実施例3の多自由度アクチュエータを示す斜視図である。図18は実施例3の制御系を示す系統図である。図19は出力軸16の各動作方向(a)~(h)に応じた各エアシリンダの動作を模式的に示す図である。尚、図17乃至図19において、上記実施例1

30

、2と同一部分には、同一符号を付してその説明を省略する。

【0059】

図17に示されるように、実施例3の多自由度アクチュエータ200は、空気圧を駆動力として用いるエア駆動式のものであり、ケーシング12と、出力軸16と、x方向に出力軸16の基端を揺動可能に支持する第1の揺動機構208と、y方向に出力軸16の基端を揺動可能に支持する第2の揺動機構220と、第1の揺動機構208を駆動して出力軸16をx方向に揺動させる第1の駆動部222と、第2の揺動機構220を駆動して出力軸16をy方向に揺動させる第2の駆動部224とを有する。

【0060】

第1の揺動機構208は、x方向の揺動をガイドする一对の第1の球面ガイド226と、出力軸16の基端が固定された第1の連結部材228と、第1の連結部材228の両端部に回動可能に連結され第1の球面ガイド226に揺動可能に支持される一对の第1の移動子230とを有する。

40

【0061】

第2の揺動機構220は、y方向の揺動をガイドする一对の第2の球面ガイド232と、出力軸16の軸線上で第1の連結部材228と交差するように対向配置され、第1の連結部材228に対して相対的に回動可能に組み合わせられた第2の連結部材234と、第2の連結部材234の両端部に回動可能に連結され第2の球面ガイド232に揺動可能に支持される一对の第2の移動子236とを有する。

【0062】

50

連結部材 2 2 8 , 2 3 4 は、前述した実施例 1、2 と同様に軸受部 3 8 を介して上下方向で回動可能に対向するように設けられている。そのため、連結部材 2 2 8 , 2 3 4 は、駆動部 2 2 2 , 2 2 4 により移動子 2 3 0 , 2 3 6 を揺動動作する際、移動子 2 3 0 , 2 3 6 の揺動動作に応じて相対的に回動することができる。

【 0 0 6 3 】

また、連結部材 2 2 8 , 2 3 4 は、夫々両端より側方に突出する円筒形状の軸 2 2 8 b , 2 3 4 b が移動子 2 3 0 , 2 3 6 の内側側面の取付孔に挿入されており、移動子 2 3 0 , 2 3 6 に x 方向、 y 方向に回動可能に連結されている。

【 0 0 6 4 】

移動子 2 3 0 , 2 3 6 の外周側は、球面ガイド 2 2 6 , 2 3 2 に対応する球面を有する構成であり、どの方向にも揺動することができる。そして、球面ガイド 2 2 6 , 2 3 2 には、 x 方向、 y 方向に形成されたエアシリンダ室（圧力室） 2 4 1 ~ 2 4 4 が設けられている。このエアシリンダ室（圧力室） 2 4 1 ~ 2 4 4 には、移動子 2 3 0 , 2 3 6 と一体に設けられたピストン 2 4 5 ~ 2 4 8 が挿入されている。

10

【 0 0 6 5 】

そのため、エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 に供給される空気圧を制御することによりピストン 2 4 5 ~ 2 4 8 と共に移動子 2 3 0 , 2 3 6 を x 方向、 y 方向に駆動することができる。

【 0 0 6 6 】

図 1 8 に示されるように、エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 の空気圧を制御する制御システム 2 5 0 は、圧縮空気を生成する空気圧縮機 2 5 2 と、空気圧縮機 2 5 2 に連通された空気供給管路 2 5 4 と、空気供給管路 2 5 4 に配された圧力制御弁 2 5 6、逆流防止弁 2 5 7 ~ 2 6 0、4 方電磁弁 2 6 1 ~ 2 6 4 とから構成されている。また、移動子 2 3 0 , 2 3 6 の移動速度を調整するため、排気管路 2 6 6 には、排気流量を調整する可変絞り 2 6 8 a ~ 2 6 8 d が設けられている。従って、エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 に供給される圧縮空気による圧力上昇は、圧力制御弁 2 5 6 によって制御され、エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 から排気される減圧は可変絞り 2 6 8 a ~ 2 6 8 d の絞り率によって制御される。

20

【 0 0 6 7 】

エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 に挿入されたピストン 2 4 5 ~ 2 4 8 は、エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 の上端側と下端側との圧力差によって移動し、圧力が均等にバランスしたとき停止する。そのため、4 方電磁弁 2 6 1 ~ 2 6 4 を切り替えることにより、エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 に供給される圧縮空気及びエアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 から排気される空気量が制御されてピストン 2 4 5 ~ 2 4 8 を有する移動子 2 3 0 , 2 3 6 の揺動位置が変更される。

30

【 0 0 6 8 】

4 方電磁弁 2 6 1 ~ 2 6 4 は、夫々、エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 の上端に連通された a ポートと、エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 の下端に連通された b ポートと、空気供給側に連通された c ポートと、排気管路 2 6 6 に連通された d ポートとを有する。そして、各 4 方電磁弁 2 6 1 ~ 2 6 4 は、制御部 2 7 0 からの制御信号により各ポートの連通を切り替える。例えば、ピストン 2 4 5 ~ 2 4 8 を下方に駆動する際は、エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 の上端に圧縮空気を供給すると共に、エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 の下端の空気を排気させる。そのため、4 方電磁弁 2 6 1 ~ 2 6 4 は、 a - c、 b - d ポートを連通するように切り替わるように制御される。

40

【 0 0 6 9 】

また、例えば、ピストン 2 4 5 ~ 2 4 8 を上方に駆動する際は、エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 の下端に圧縮空気を供給すると共に、エアシリンダ室 2 4 1 ~ 2 4 4 の上端の空気を排気させる。そのため、4 方電磁弁 2 6 1 ~ 2 6 4 は、 a - d、 b - c ポートを連通するように切り替わるように制御される。

【 0 0 7 0 】

50

また、本実施例では、4個の移動子を個別に駆動する構成であるので、後述するように互いに対向する移動子同士を逆方向に駆動させることになり、4方電磁弁261～264のうち、4方電磁弁261と263とが互いに逆向きの動作を行なうように切り替えられ、4方電磁弁262と264とが互いに逆向きの動作を行なうように切り替えられる。

【0071】

ここで、出力軸16を例えば、45度ずつ8方向(図10を参照)に揺動させる際の制御動作について説明する。各動作方向(a)～(h)に応じた移動子230, 236の動作状態は、前述した図11(A)～(H)に示すようになる。

【0072】

出力軸16の動作方向(a)～(h)の動作状態は、図19に模式的に示されるように、移動子230, 236を駆動するエアシリンダ室241～244へのエア供給を切り替えることにより実現できる。また、図19において、「降下」とは、エアシリンダ室241～244にピストン245～248を降下させるように上端圧力を高くし、下端圧力を下げるように4方電磁弁261～264を切り替えることを意味し、「上昇」とは、エアシリンダ室241～244にピストン245～248を上昇させるように上端圧力を下げ、下端圧力を高くするように4方電磁弁261～264を切り替えることを意味している。また、図19において、「中間」とは、ピストン245～248がエアシリンダ室241～244のストロークの中間位置に移動することを意味している。

【0073】

また、出力軸16の揺動角度(鉛直方向の軸線に対する傾斜角度)は、ピストン245～248の位置を検出する位置センサ(図示せず)から出力された検出信号により得られた揺動位置データに基づいてエアシリンダ室241～244の上端側と下端側との圧力差を制御することにより、任意の角度に変更することができる。

【実施例4】

【0074】

図20は実施例4の多自由度アクチュエータを示す斜視図である。図20に示されるように、実施例4の多自由度アクチュエータ300は、円盤形状の基板301のx方向、y方向の角度を調整するためのものであり、外形が八角形に形成されたケーシング302と、基板301が載置されるリング状のテーブル304と、テーブル304をx方向に揺動可能に支持する第1の揺動機構308と、テーブル304をy方向に揺動可能に支持する第2の揺動機構310と、第1の揺動機構308を駆動してテーブル304をx方向に揺動させる第1の駆動部312と、第2の揺動機構310を駆動してテーブル304をy方向に揺動させる第2の駆動部314とを有する。

【0075】

揺動機構308、310は、前述した実施例3の揺動機構208, 220と同様な構成であり、駆動部312, 314は前述した実施例3の駆動部222, 224と同様な構成であるので、その説明は省略する。また、実施例4の制御系も前述した実施例3と同様な構成であるので、その説明は省略する。

【0076】

このように、本発明は、出力軸16を揺動させるだけでなく、円盤形状の基板301のx方向、y方向の角度を調整する角度調整機構にも用いることができる。

【産業上の利用可能性】

【0077】

本発明の多自由度アクチュエータは、産業上の多くの分野に適用することができ、例えば、産業用ロボットのアーム先端に装着されるロボットハンドの関節機構としても用いることが出来ると共に、円盤状の基板やレンズの位置調整機構、あるいは監視カメラを動作させ撮影方向を調整する機構などにも適用することができる。

【0078】

また、上記実施例では、駆動部としてサーボモータを用いた構成、リニアモータを用いた構成、空気圧力により作動するエアシリンダを用いた構成のものを一例として示したが

10

20

30

40

50

、これ以外の駆動手段を用いて各方向の移動子を個別に揺動させる構成としても良いのは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】本発明になる多自由度アクチュエータの実施例1を示す斜視図である。

【図2】ケーシングを外した状態を示す斜視図である。

【図3】ケーシング内部に収納される機構の分解斜視図である。

【図4】ケーシングを水平方向に切断した横断面図である。

【図5】図4中A-A線に沿う縦断面図である。

【図6】図4中B-B線に沿う縦断面図である。

【図7】y方向の駆動部の構成を示す図である。

【図8】x方向の駆動部の構成を示す図である。

【図9】実施例1の制御系を示すブロック図である。

【図10】多自由度アクチュエータ10の構成を簡略化して出力軸16の各動作方向(a)~(h)を示す平面図である。

【図11】出力軸16の各動作方向(a)~(h)に応じた移動子30,36の動作状態を個別に示す図である。

【図12】出力軸16の各動作方向(a)~(h)に応じたサーボモータ48,50の回転制御方向を模式的に示す図である。

【図13】実施例2の多自由度アクチュエータを示す斜視図である。

【図14】実施例2のケーシングを外した状態を示す斜視図である。

【図15】ケーシングを水平方向に切断した横断面図である。

【図16】図12中C-C線に沿う縦断面図である。

【図17】実施例3の多自由度アクチュエータを示す斜視図である。

【図18】実施例3の制御系を示す系統図である。

【図19】出力軸16の各動作方向(a)~(h)に応じた各エアシリンダの動作を模式的に示す図である。

【図20】実施例4の多自由度アクチュエータを示す斜視図である。

【符号の説明】

【0080】

10,100,200,300 多自由度アクチュエータ

12 ケーシング

16 出力軸

18,208,308 第1の揺動機構

20,220,310 第2の揺動機構

22,102,222,312 第1の駆動部

24,104,224,314 第2の駆動部

26 第1の曲面ガイド

28,228 第1の連結部材

30,230 第1の移動子

32 第2の曲面ガイド

34,234 第2の連結部材

36,236 第2の移動子

38 軸受部

31,37 軸受

40 ころがり軸受

68,70 位置センサ

48,50 サーボモータ

74 制御部

102,104 駆動部

10

20

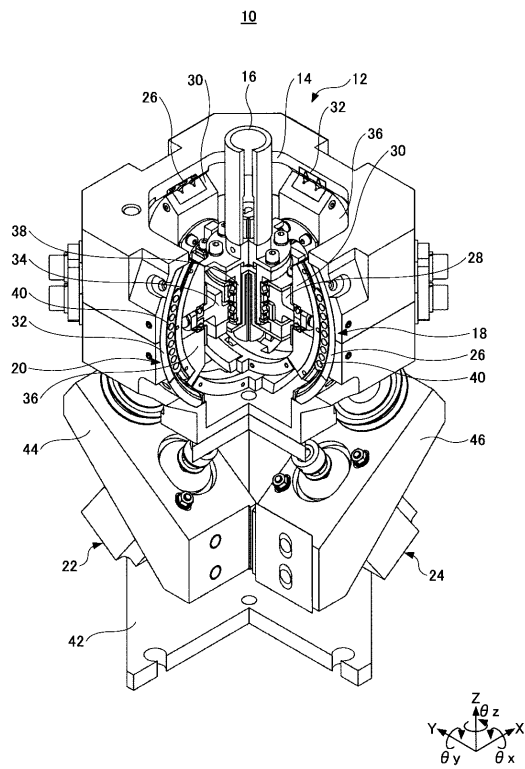
30

40

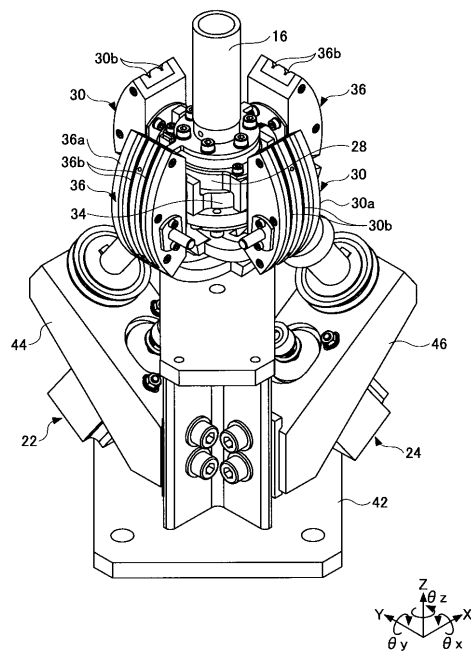
50

- 106, 108 固定子
- 114, 116 永久磁石
- 226, 232 球面ガイド
- 241 ~ 244 エアシリンダ室 (圧力室)
- 245 ~ 248 ピストン
- 256 圧力制御弁
- 261 ~ 264 4方電磁弁
- 270 制御部
- 304 テーブル

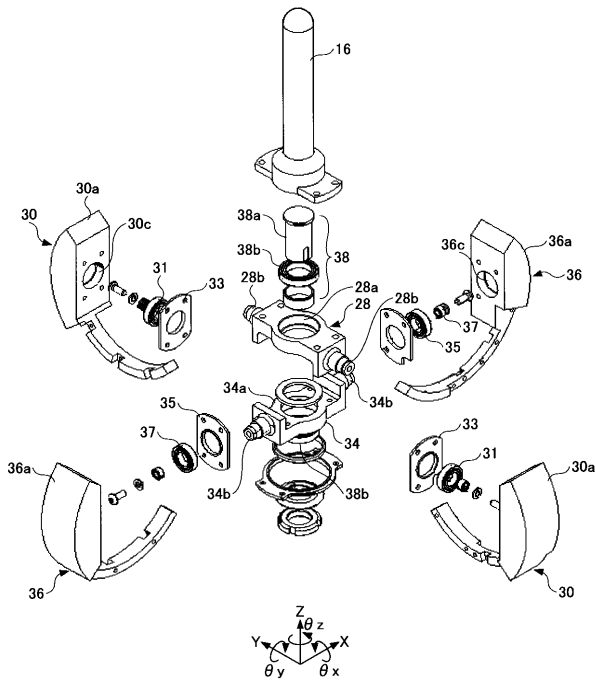
【図1】



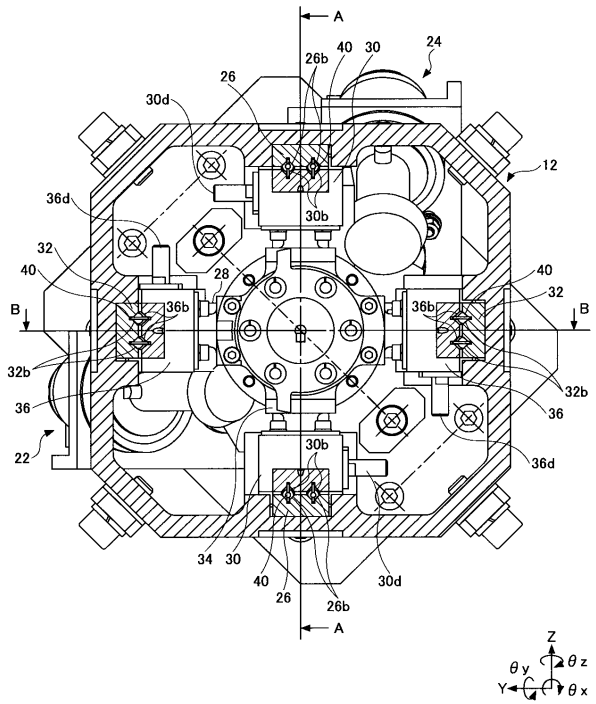
【図2】



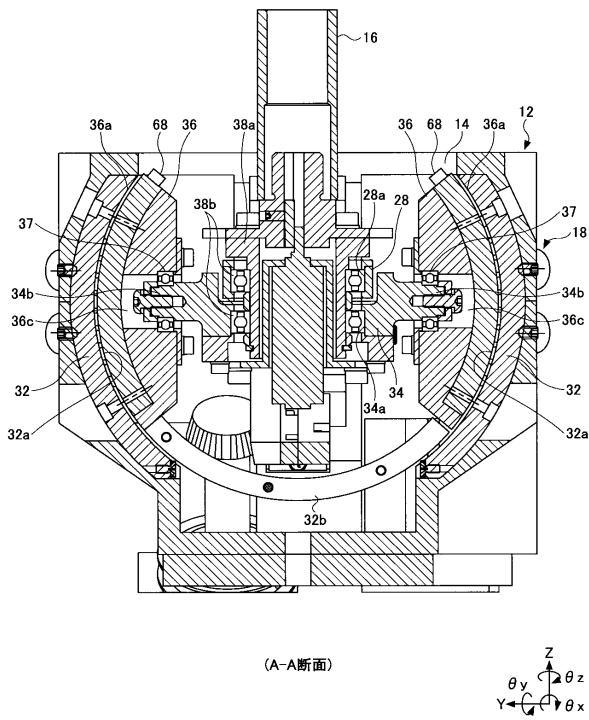
【図3】



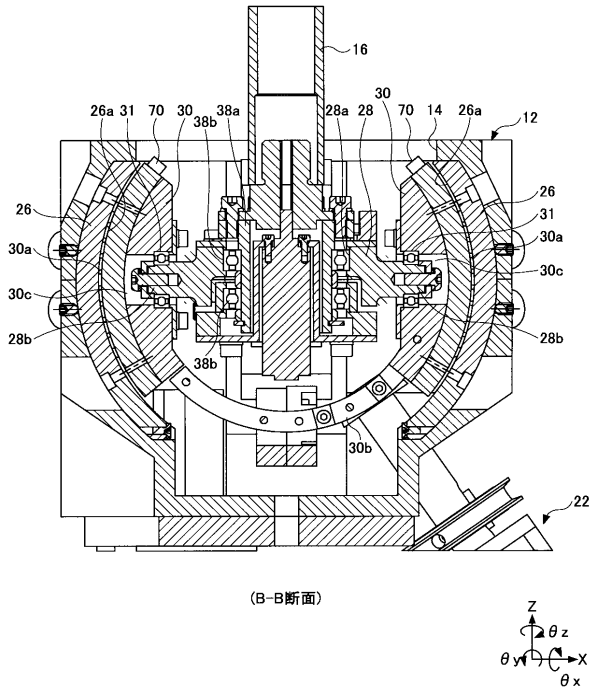
【図4】



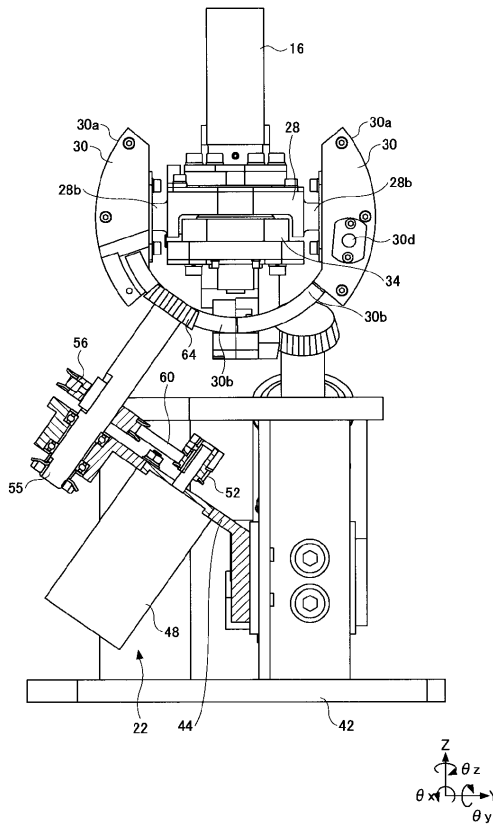
【図5】



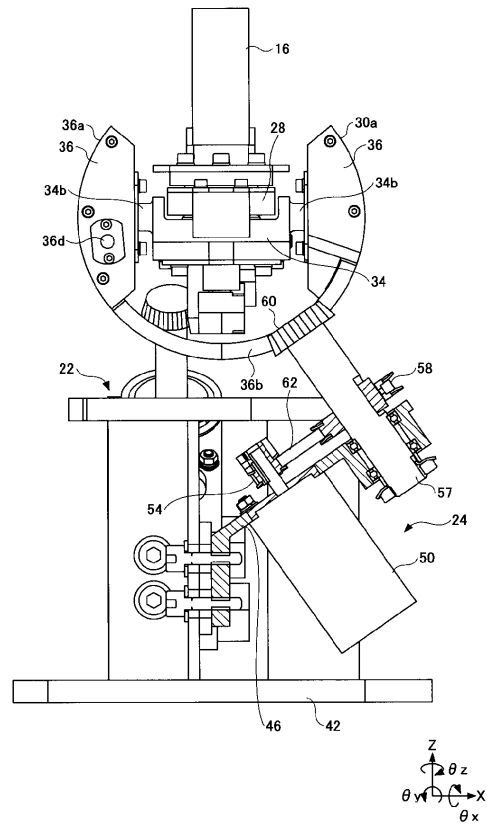
【図6】



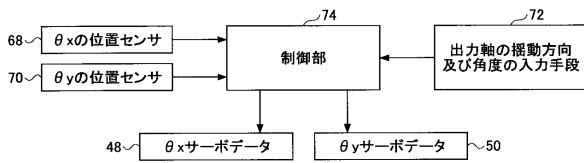
【図7】



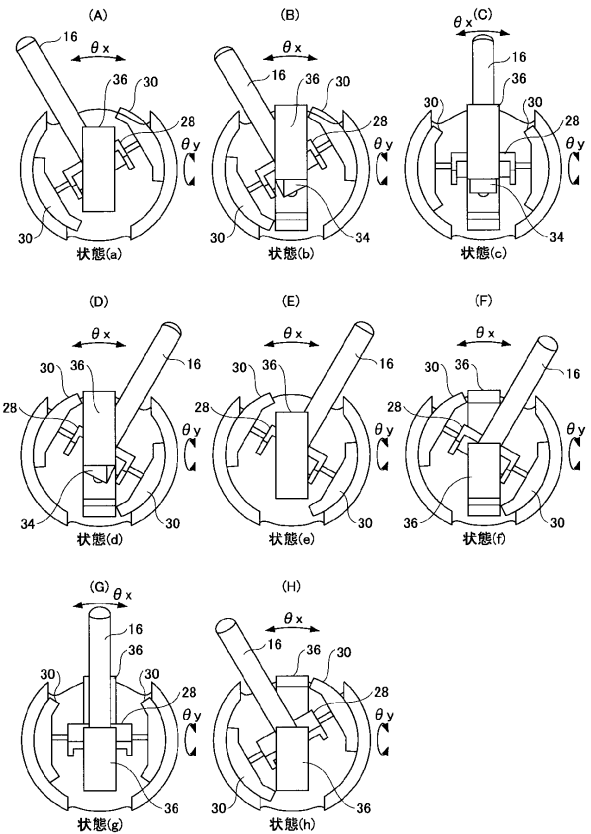
【図8】



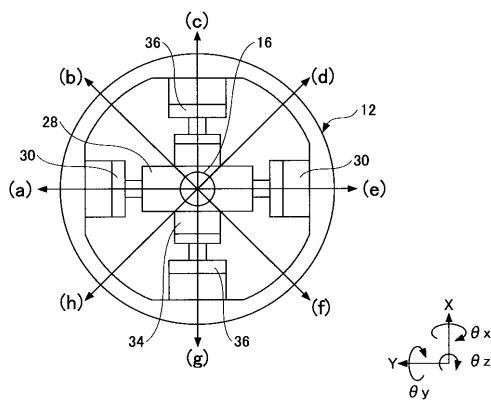
【図9】



【図11】



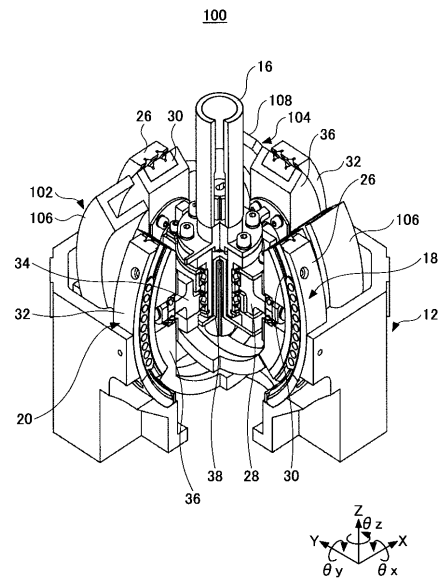
【図10】



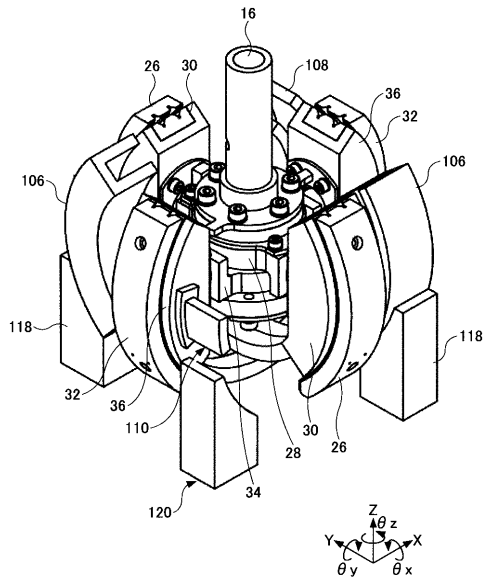
【 図 1 2 】

| | | | |
|----|-------------------|------|------|
| 状態 | (h) | 逆転駆動 | 正転駆動 |
| | (g) | 中間位置 | 正転駆動 |
| | (f) | 正転駆動 | 正転駆動 |
| | (e) | 正転駆動 | 中間位置 |
| | (d) | 正転駆動 | 逆転駆動 |
| | (c) | 中間位置 | 逆転駆動 |
| | (b) | 逆転駆動 | 逆転駆動 |
| | (a) | 逆転駆動 | 中間位置 |
| | θ_x サーボモータ | | |
| | θ_y サーボモータ | | |

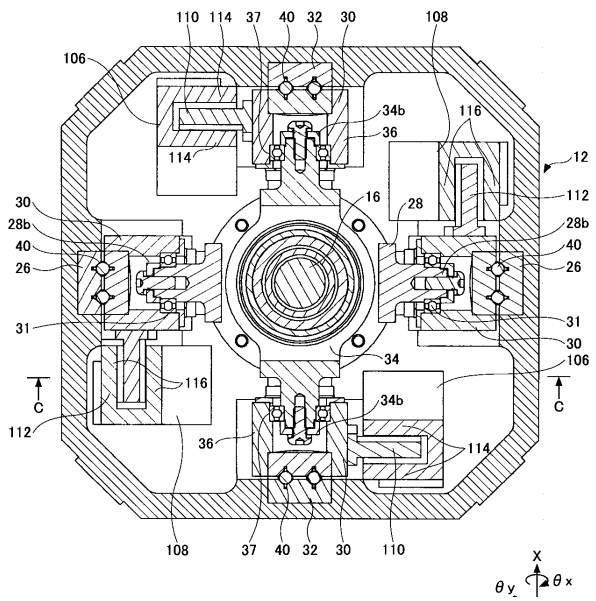
【 図 1 3 】



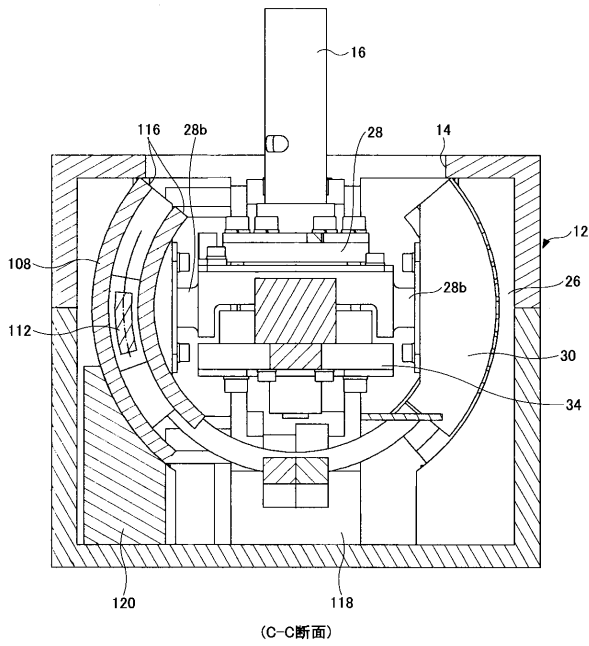
【 図 1 4 】



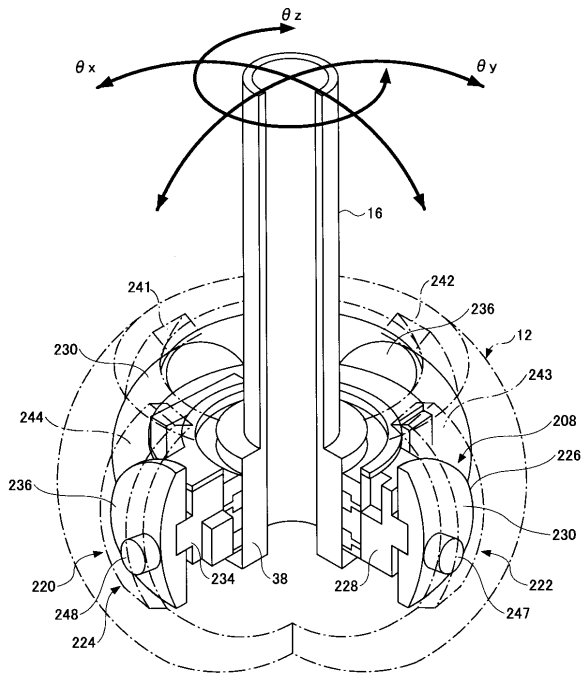
【 図 1 5 】



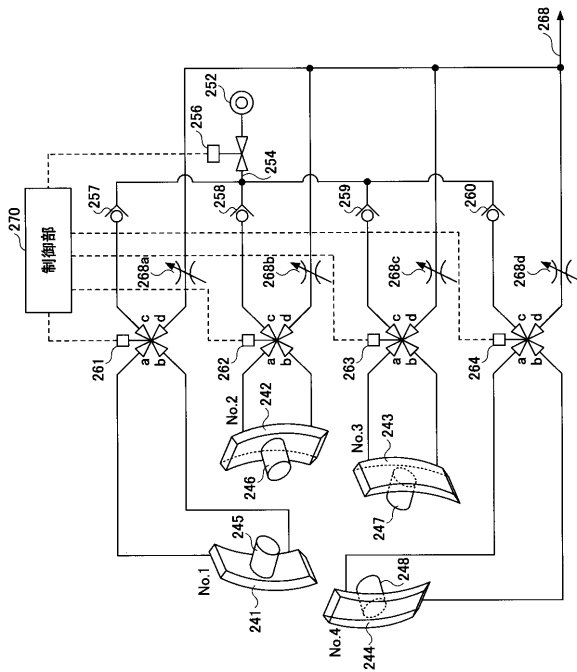
【図16】



【図17】



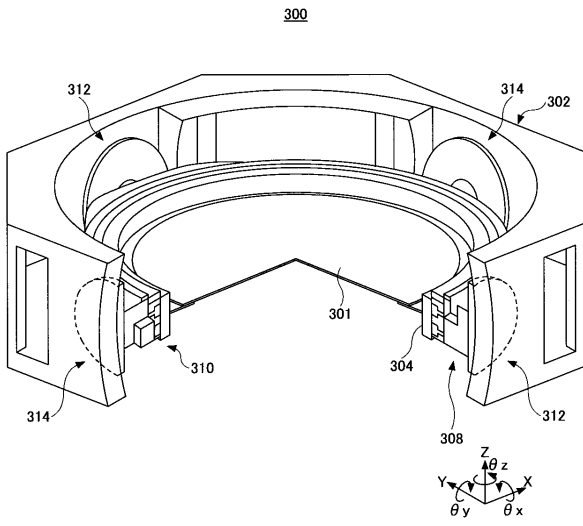
【図18】



【図19】

| 状態 | (a) | (b) | (c) | (d) | (e) | (f) | (g) | (h) |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| エアシリンダ No.1 | 降下動作 | 降下動作 | 中間位置 | 上昇動作 | 上昇動作 | 上昇動作 | 中間位置 | 降下動作 |
| エアシリンダ No.2 | 中間位置 | 降下動作 | 降下動作 | 降下動作 | 中間位置 | 上昇動作 | 上昇動作 | 上昇動作 |
| エアシリンダ No.3 | 上昇動作 | 上昇動作 | 中間位置 | 降下動作 | 降下動作 | 降下動作 | 中間位置 | 上昇動作 |
| エアシリンダ No.4 | 中間位置 | 上昇動作 | 上昇動作 | 上昇動作 | 中間位置 | 降下動作 | 降下動作 | 降下動作 |

【 図 20 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-284673(JP,A)
特開2003-324936(JP,A)
特開昭60-204252(JP,A)
特開2004-329726(JP,A)
実開平05-016186(JP,U)
特開昭62-221856(JP,A)
特開2005-033989(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 7/00 - 7/20
B25J 1/00 - 21/00