

(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2011-173187
(P2011-173187A)

(43) 公開日 平成23年9月8日(2011.9.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 5 J 17/00 (2006.01)	B 2 5 J 17/00	K 3 C 0 0 7
B 2 5 J 17/02 (2006.01)	B 2 5 J 17/02	Z 3 C 7 0 7
F 1 6 H 21/46 (2006.01)	F 1 6 H 21/46	3 J 0 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2010-37500 (P2010-37500)
(22) 出願日 平成22年2月23日 (2010.2.23)

(71) 出願人 504258527
国立大学法人 鹿児島大学
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号
(74) 代理人 100090273
弁理士 園分 孝悦
(72) 発明者 余 永
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号
国立大学法人 鹿児島大学内
(72) 発明者 永田 正樹
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号
国立大学法人 鹿児島大学内
Fターム(参考) 3C007 BS09 BT15 CV09 CX01 CX03
CY36 HS27
3C707 BS09 BT15 CV09 CX01 CX03
CY36 HS27

最終頁に続く

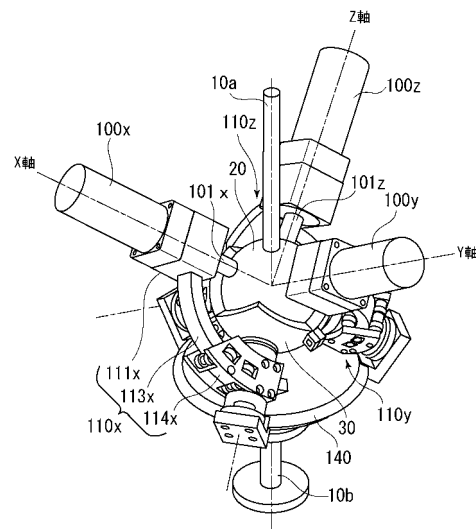
(54) 【発明の名称】 3自由度能動回転関節

(57) 【要約】

【課題】 3自由度能動回転関節の小型化および軽量化を図ると共に回転アクチュエータをバランスよく配置させて、一对のリンク間の動特性を向上させる。

【解決手段】 一方のリンク10aが接続される回転体20と、各出力軸101x、101y、101zが回転体20の中心に指向し相互に直交するように配置され、回転体20を回転させるX軸用、Y軸用、Z軸用の回転アクチュエータ100x、100y、100zと、各回転アクチュエータ100x、100y、100zの出力軸101x、101y、101zを回転体20に結合させる位置で支持すると共に回転体20の他の2軸まわりの回転を許容する可動体110x、110y、110zと、を備え、一方のリンク10aは回転体20に対して、各出力軸101x、101y、101zから略同距離の位置に接続されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対のリンク間に設けられる 3 自由度能動回転関節であって、
 前記一対のリンクのうち一方のリンクが接続される回転体と、
 各出力軸が前記回転体の中心に指向し相互に直交するように配置され、前記回転体を回転させる X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転アクチュエータと、
 前記 X 軸用の回転アクチュエータの出力軸を前記回転体に結合させる位置で支持すると共に前記回転体の Y 軸および Z 軸まわりの回転を許容する可動体と、
 前記 Y 軸用の回転アクチュエータの出力軸を前記回転体に結合させる位置で支持すると共に前記回転体の X 軸および Z 軸まわりの回転を許容する可動体と、
 前記 Z 軸用の回転アクチュエータの出力軸を前記回転体に結合させる位置で支持すると共に前記回転体の X 軸および Y 軸まわりの回転を許容する可動体と、を備え、
 前記一方のリンクは前記回転体に対して、前記各出力軸から略同距離の位置に接続されていることを特徴とする 3 自由度能動回転関節。

10

【請求項 2】

一対のリンク間に設けられる 3 自由度能動回転関節であって、
 前記一対のリンクのうち一方のリンクが接続される回転体と、
 各出力軸が前記回転体の中心に指向し相互に直交するように配置され、前記回転体を回転させる X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転アクチュエータと、
 前記 X 軸用の回転アクチュエータの出力軸に結合され、軸体を介して前記回転体を X 軸まわりに回転させると共に前記回転体の Y 軸および Z 軸まわりの回転を許容する可動体と、
 前記 Y 軸用の回転アクチュエータの出力軸に結合され、軸体を介して前記回転体を Y 軸まわりに回転させると共に前記回転体の X 軸および Z 軸まわりの回転を許容する可動体と、
 前記 Z 軸用の回転アクチュエータの出力軸に結合され、軸体を介して前記回転体を Z 軸まわりに回転させると共に前記回転体の X 軸および Y 軸まわりの回転を許容する可動体と、を備え、
 前記一方のリンクは前記回転体に対して、前記各軸体から略同距離の位置に接続されていることを特徴とする 3 自由度能動回転関節。

20

30

【請求項 3】

前記回転体を回転自在に支持する回転体受を備え、
 前記回転体受は、複数の受部材が結合されて成り、
 前記受部材は、少なくとも前記回転体の上半分の一部を覆っていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の 3 自由度能動回転関節。

【請求項 4】

前記回転体を回転自在に支持する回転体受を備え、
 前記回転体受は、複数の受部材が結合されて成り、
 前記複数の受部材は、互いが接する接合面に凹凸が形成され、前記複数の受部材のそれぞれが同一形状に形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の 3 自由度能動回転関節。

40

【請求項 5】

前記可動体は、前記回転体と同心円状に湾曲したスライダート、前記スライダートを滑動可能に支持するスライダー支持体とを備え、
 前記スライダーが前記スライダー支持体を滑動することで、前記回転体の何れか 1 つの軸まわりの回転を許容することを特徴とする請求項 1 ないし 4 の何れか 1 項に記載の 3 自由度能動回転関節。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、2リンク間において3自由度方向の任意な回転相対運動を可能とする3自由度能動回転関節に関する。

【背景技術】

【0002】

近年では、様々な分野、例えば医療分野にまでロボット技術が応用されている。ロボットでは、人間の手、足、頭等の機能に似た働きをさせる必要があり、3自由度能動回転可能な関節が要求される。

【0003】

一般的に、物体が互いに直交する3軸まわりに同時に回転することができる場合、物体が回転3自由度を持つという。例えば、人間の首は前後及び左右への動き、左右への回転を行うことができ、3自由度を持つ。

10

【0004】

2つのリンクを継ぐ関節によって、2リンク間において3自由度方向の任意な回転相対運動が可能となる場合、この関節を3自由度回転関節という。特に、アクチュエータで能動的に動作することのできるものを能動関節、駆動力を発生することのできないものを受動関節という。

【0005】

従来、3自由度能動回転関節としては、本出願人が先に出願した特許文献1に開示された3自由度能動回転関節がある。この3自由度能動回転関節では、X軸用、Y軸用、Z軸用の3つの中空軸回転型モータを備え、各中空軸回転型モータの出力軸が回転体に結合されている。また、各中空軸回転型モータは、各出力軸の軸線まわりの回転を規制すると共に、他の直交2軸まわりの回転を許容するように支持体によって支持されている。したがって、3つのうち1つの中空軸回転型モータを回転させることで、回転体は1つの中空軸回転型モータの出力軸を中心にして回転する。同様に、他の2つの中空軸回転型モータも回転させることで、2リンク間において3自由度方向に任意に回転相対運動させることができる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-44089号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に開示された3自由度能動回転関節では、比較的大きくて重量がある中空軸回転型モータを用いていることから、3自由度能動回転関節自体が大型化してしまうと共にその重さによってリンクの動特性に影響を与えてしまうという問題がある。また、特許文献1に開示された3自由度能動回転関節では、一对のリンクのうち、一方のリンクがZ軸用の中空軸回転型モータの後端から突出して出力軸に同軸上に固定されている。また、X軸用の中空軸回転型モータおよびY軸用の中空軸回転型モータは、回転体の側方に互いに直交して配置されている。したがって、回転体に対して各中空軸回転型モータが、偏って配置されているために、3自由度能動回転関節のリンクの動特性に影響を与えてしまうという問題がある。

40

【0008】

本発明は、上述したような問題点に鑑みてなされたものであり、3自由度能動回転関節の小型化および軽量化を図ると共に回転アクチュエータをバランスよく配置することで、一对のリンク間の動特性を向上させる3自由度能動回転関節を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、一对のリンク間に設けられる3自由度能動回転関節であって、前記一对のり

50

リンクのうち一方のリンクが接続される回転体と、各出力軸が前記回転体の中心に指向し相互に直交するように配置され、前記回転体を回転させるX軸用、Y軸用、Z軸用の回転アクチュエータと、前記X軸用の回転アクチュエータの出力軸を前記回転体に結合させる位置で支持すると共に前記回転体のY軸およびZ軸まわりの回転を許容する可動体と、前記Y軸用の回転アクチュエータの出力軸を前記回転体に結合させる位置で支持すると共に前記回転体のX軸およびZ軸まわりの回転を許容する可動体と、前記Z軸用の回転アクチュエータの出力軸を前記回転体に結合させる位置で支持すると共に前記回転体のX軸およびY軸まわりの回転を許容する可動体と、を備え、前記一方のリンクは前記回転体に対して、前記各出力軸から略同距離の位置に接続されていることを特徴とする。

本発明は、一对のリンク間に設けられる3自由度能動回転関節であって、前記一对のリンクのうち一方のリンクが接続される回転体と、各出力軸が前記回転体の中心に指向し相互に直交するように配置され、前記回転体を回転させるX軸用、Y軸用、Z軸用の回転アクチュエータと、前記X軸用の回転アクチュエータの出力軸に結合され、軸体を介して前記回転体をX軸まわりに回転させると共に前記回転体のY軸およびZ軸まわりの回転を許容する可動体と、前記Y軸用の回転アクチュエータの出力軸に結合され、軸体を介して前記回転体をY軸まわりに回転させると共に前記回転体のX軸およびZ軸まわりの回転を許容する可動体と、前記Z軸用の回転アクチュエータの出力軸に結合され、軸体を介して前記回転体をZ軸まわりに回転させると共に前記回転体のX軸およびY軸まわりの回転を許容する可動体と、を備え、前記一方のリンクは前記回転体に対して、前記各軸体から略同距離の位置に接続されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、各回転アクチュエータをバランスよく配置させたことで、一对のリンク間の動特性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施形態に係る3自由度能動回転関節を示す斜視図である。

【図2】3自由度能動回転関節の一部分解斜視図である。

【図3】回転球受けの構成を示す図である。

【図4】回転球受けの断面図である。

【図5】他の回転球受けの構成を示す図である。

【図6】スライダ支持体の構成を示す図である。

【図7】スライダ支持体の構成を示す図である。

【図8】3自由度能動回転関節の動作を示す図である。

【図9】3自由度能動回転関節の動作を示す図である。

【図10】3自由度能動回転関節の動作を示す図である。

【図11】第2の実施形態に係る3自由度能動回転関節を示す斜視図である。

【図12】ベース体の構成を示す図である。

【図13】スライダ支持体の構成を示す図である。

【図14】スライダ支持体の詳細を示す図である。

【図15】スライダと軸体との構成を示す図である。

【図16】3自由度能動回転関節の動作を示す図である。

【図17】3自由度能動回転関節の動作を示す図である。

【図18】3自由度能動回転関節の動作を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

(第1の実施形態)

以下、第1の実施形態に係る3自由度能動回転関節について添付図面を参照して、説明する。図1は、本実施形態に係る3自由度能動回転関節を示す斜視図である。図2は、本実施形態に係る3自由度能動回転関節の一部を分解した斜視図である。

10

20

30

40

50

図 1 および図 2 に示すように、3 自由度能動回転関節は、一对のリンク 10 a、10 b 間に設けられる。

3 自由度能動回転関節は、回転球 20 と、X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転型モータ 100 x、100 y、100 z と、X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転型モータ 100 x、100 y、100 z をそれぞれ支持する可動体 110 x、110 y、110 z と、回転球 20 を任意の方向に回転可能に支持する回転球受け 30 と、可動体 110 x、110 y、110 z を支持するベース体 140 とを含んで構成されている。なお、図 2 では、Y 軸用、Z 軸用の回転型モータ 100 y、100 z および可動体 110 y、110 z は、X 軸用の回転型モータ 100 x、可動体 110 x と同様の構成であり、省略している。

【0013】

X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転型モータ 100 x、100 y、100 z は、回転アクチュエータであって、それぞれの出力軸 101 x、101 y、101 z がそれぞれ直交 3 軸の原点を指向するように相互に直交配置された状態で回転球 20 に結合されている。すなわち、X 軸用の回転型モータ 100 x を駆動すると対応する出力軸 101 x が X 軸まわりに回転球 20 を回転させる。また、Y 軸用の回転型モータ 100 y を駆動すると対応する出力軸 101 y (不図示) が Y 軸まわりに回転球 20 を回転させる。また、Z 軸用の回転型モータ 100 z を駆動すると対応する出力軸 101 z が Z 軸まわりに回転球 20 を回転させる。

【0014】

これら X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転型モータ 100 x、100 y、100 z には、例えば、減速歯車が組み合わされたギアードモータや、その回転角や回転速度を測定するエンコーダ等が一体で構成されている。本実施形態の回転型モータ 100 x、100 y、100 z は、中空軸等を用いることなく、小型で軽量の回転型モータを用いている。

【0015】

回転球 20 は、回転体であって、その中心が直交 3 軸の原点に一致するように配置されている。回転球 20 には、出力軸 101 x、101 y、101 z のそれぞれから等しい距離に、一方のリンク 10 a が接続されている。より具体的には、回転球 20 と出力軸 101 x との結合部、回転球 20 と出力軸 101 y との結合部および回転球 20 と出力軸 101 z との結合部のそれぞれから等しい距離にリンク 10 a が接続されている。

【0016】

回転球受け 30 は、回転体受であって、図 2 に示すように、回転球 20 と同心球となる中空の球形状を呈し、回転球 20 を任意の方向に回転可能に支持する球面滑り軸受けとして機能する。ここで、回転球受け 30 の構成について、図 3、図 4 および図 5 を参照して説明する。

図 3 (a) は回転球受け 30 を上方から見た斜視図であり、図 3 (b) は回転球受け 30 の分解斜視図である。

図 3 (a)、(b) に示すように、回転球受け 30 は、複数 (3 つ) の受部材 31 が結合されて構成されている。受部材 31 は、それぞれ同一形状であって、略ひし形を湾曲させた形状に形成されている。各受部材 31 の外周面には、それぞれ円柱状の軸部 32 x、32 y、32 z (不図示) が形成されている。軸部 32 x、32 y、32 z は、可動体 110 x、110 y、110 z の後述する各スライダー支持体 114 x、114 y、114 z の内側ベアリング 131 に嵌合する。回転球受け 30 が回転球 20 を支持している状態では、軸部 32 x、32 y、32 z の突出方向は、それぞれ Z 軸、X 軸、Y 軸に沿った方向となっている。また、各受部材 31 には、隣接する受部材 31 同士を結合するために、ボルトを締結するための締結孔 33 が形成されている。

【0017】

また、回転球受け 30 は、回転球 20 の下半球 (下半分) を覆うことで回転球 20 を回転自在に支持しているが、回転球 20 の上半球 (上半分) の少なくとも一部も覆っている。ここで、図 3 (a) に示すように、一つの受部材 31 の頂部 34 を通過するような I-I 線で鉛直方向に切断し、矢印方向から見た図 4 を参照して具体的に説明する。図 4 に示

10

20

30

40

50

すように、受部材 3 1 の頂部 3 4 は、回転球 2 0 の中心 0 を基準にして、鉛直下方向から 90 度よりも大きい角度（略 108.5 度）まで至っている。この断面図は、他の受部材 3 1 の頂部 3 4 を切断したときも同様である。したがって、回転球受け 3 0 が回転球 2 0 を支持したとき、回転球受け 3 0 は各受部材 3 1 の頂部 3 4 によって回転球 2 0 の上半球の一部を覆い、回転球 2 0 を把持している。したがって、回転球 2 0 が回転球受け 3 0 から抜け出ることなく支持することができる。さらに、回転球 2 0 の上半球は、一部のみしか覆われていないために、回転球 2 0 から突出するリンク 1 0 a が可動するときに干渉することがなく、リンク 1 0 a の可動範囲を広くすることができる。本実施形態の回転球 2 0 は、何れか一つの軸まわりに、例えば ±35 度の範囲で回転できるように構成されている。

10

【0018】

なお、受部材 3 1 の構成は上述したものに限られず、例えば図 5 に示す受部材 4 1 であってもよい。図 5 (a) は、回転球受け 4 0 の斜視図であり、図 5 (b) は、受部材 4 1 の斜視図である。

回転受け 4 0 は、それぞれ同一形状の複数（3 つ）の受部材 4 1 が結合されて構成されている。そして、受部材 4 1 は、隣接する受部材 4 1 同士を結合するときに各受部材 4 1 を容易に位置決めできるように、受部材 4 1 の接合面 4 2 に凹凸が形成されている。すなわち、図 5 (b) に示すように、一つの受部材 4 1 には 2 つの接合面 4 2 があり、一方の接合面 4 2 に凸部 4 3 が形成され、他方の接合面 4 2 に凹部 4 4 が形成されている。この凸部 4 3 は、凹部 4 4 にちょうど嵌合する形状である。

20

また、隣接する他の受部材 4 1 も、図 5 (b) に示す受部材 4 1 と同一形状であるため、受部材 4 1 の凹部 4 4 に、隣接する一方の受部材 4 1 の凸部 4 3 が嵌合し、受部材 4 1 の凸部 4 3 に、隣接する他方の受部材 4 1 の凹部 4 4 が嵌合する。すなわち、隣接する受部材 4 1 同士の凹凸を合わせることで、受部材 4 1 間に段差が生じないように、回転球受け 4 0 を組み立てることができる。したがって、回転球受け 4 0 は、回転球 2 0 を円滑に回転させることができ、回転球 2 0 の動特性を向上させることができる。

【0019】

可動体 1 1 0 x、1 1 0 y、1 1 0 z は、それぞれ X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転型モータ 1 0 0 x、1 0 0 y、1 0 0 z を支持すると共に、回転球受け 3 0 を支持している。ここでは、図 2、図 6 および図 7 を参照して、可動体 1 1 0 x について説明する。なお、可動体 1 1 0 y、1 1 0 z は、可動体 1 1 0 x と同一の構成であり、その説明は省略する。

30

図 2 に示すように、可動体 1 1 0 x は、回転型モータ 1 0 0 x を支持するモータ受け 1 1 1 x と、モータ受け 1 1 1 x に一体で形成されたスライダー 1 1 3 x と、スライダー 1 1 3 x を滑動可能に支持するスライダー支持体 1 1 4 x とを含んで構成されている。

【0020】

モータ受け 1 1 1 x は、X 軸用の回転型モータ 1 0 0 x の出力軸 1 0 1 x が挿通される挿通孔 1 1 2 x が形成されている。モータ受け 1 1 1 x は、出力軸 1 0 1 x が回転球 2 0 の中心を指向するように X 軸用の回転型モータ 1 0 0 x を支持する。

スライダー 1 1 3 x は、回転球 2 0 と同心円状で Y 軸を中心に湾曲した角柱状に形成されている。スライダー 1 1 3 x は、モータ受け 1 1 1 x の下部からスライダー支持体 1 1 4 x に向かって、一体で延出している。

40

スライダー支持体 1 1 4 x は、回転球 2 0 と同心円状で Y 軸を中心に湾曲した中空角柱状に形成されていて、内部でスライダー 1 1 3 x を低摩擦で滑動させることができる。したがって、スライダー 1 1 3 x は、スライダー支持体 1 1 4 x に対して、X-Z 平面上で Y 軸回りに滑動する。

【0021】

ここで、図 6 および図 7 を参照して、スライダー支持体 1 1 4 x について説明する。図 6 (a) はスライダー支持体 1 1 4 x の斜視図であり、図 6 (b) はスライダー支持体 1 1 4 x の分解斜視図である。また、図 7 (a) はスライダー支持体 1 1 4 x の一部を示す

50

斜視図であり、図7(b)はスライダ支持体114xの断面図である。各図では、図2に示すスライダ支持体114xを上下反転させて図示している。

スライダ支持体114xは、2つの側面部115xによって、その骨格が形成されている。図6(b)および図7(a)に示すように、側面部115x間には、複数(4つ)の回動軸116xが水平方向に懸架されている。各回動軸116xは、離間して配置された2つのコロ117xを回動自在に軸支している。

また、各側面部115xには、外側(図7(a)に示すOUT側)の回動軸116xと内側(図7(a)に示すIN側)の回動軸116xとの間に、複数(2つ)の回動軸118xが略鉛直方向に懸架されている。各回動軸118xは、コロ119xを回動自在に軸支している。

10

【0022】

スライダ支持体114xにスライダ113xを組み付けた状態で、スライダ113xの滑動方向から見ると、図7(b)に示すように、スライダ113xの各側面にコロ117x、119xが接触している。すなわち、外側(矢印OUT方向側)に配設されているコロ117xと内側(矢印IN方向側)に配設されているコロ117xの間には、スライダ113xの厚みtと略同等の隙間が形成されている。また、右側(矢印R方向側)に配設されているコロ119xと左側(矢印L方向側)に配設されているコロ119xの間には、スライダ113xの幅wと略同等の隙間が形成されている。

スライダ113xがスライダ支持体114x内を滑動するときには、各コロ117x、119xがスライダ113xの各側面を転動することで、スライダ113xはガタつきが発生せず低摩擦で滑動することができる。

20

【0023】

また、図6に示すように、スライダ支持体114xには、外側ベアリング130を保持する外側ベアリング保持部121xと、内側ベアリング131を保持する内側ベアリング保持部123xとが設けられている。図6(b)に示すように、外側ベアリング保持部121xは、左右に分割されて構成され、外側ベアリング130を左右から挟み込むことにより保持する。また、外側ベアリング保持部121xおよび側面部115xには、それぞれ図示しない固定ボルトが挿通される連通孔122x、120xが形成されている。外側ベアリング保持部121xが左右の側面部115xによって挟み込まれた状態で、図示しない固定ボルトを用いて、各連通孔120x、122xに挿通させて両側から固定する。すると、外側ベアリング130が外側ベアリング保持部121xに完全に保持される。なお、内側ベアリング保持部123xも同様の構成であり、その説明は省略する。

30

【0024】

スライダ支持体114xが組み立てられた状態では、外側ベアリング130と内側ベアリング131との軸線は同一線上になっている。外側ベアリング130内には、ベース体140の後述するZ軸と同軸の軸部141xが嵌合する。また、内側ベアリング131内には、上述した回転球受け30のZ軸と同軸の軸部32xが嵌合する。

【0025】

ベース体140は、図2に示すように、回転球20と同心球となる中空の球形状を呈している。ベース体140の下端には、鉛直下方向に沿って他方のリンク10bが接続されている。また、ベース体140の上縁部には、各スライダ支持体114x、114y、114zの各外側ベアリング130に嵌合する円柱状の軸部141x、141y、141zが等間隔に離間して設けられている。回転球受け30が回転球20を支持している状態では、軸部141x、141y、141zの突出方向は、それぞれZ軸、X軸、Y軸に沿った方向となっている。すなわち、軸部141x、141y、141zは、それぞれ直交3軸の原点を指向するように相互に直交配置されている。なお、軸部141x、141y、141zには、3自由度能動回転関節の加重を受けるために、ベース体140を湾曲させて剛性を向上させている。

40

【0026】

上述したように構成された可動体110xによれば、可動体110xのモータ受け11

50

1 x は、X 軸用の回転型モータ 1 0 0 x を出力軸 1 0 1 x が回転球 2 0 の原点を指向するように支持する。

また、可動体 1 1 0 x のスライダ支持体 1 1 4 x は、スライダ 1 1 3 x を滑動可能に支持する。したがって、スライダ 1 1 3 x に間接的に結合された X 軸用の回転型モータ 1 0 0 x および回転球 2 0 は、スライダ 1 1 3 x の湾曲方向、すなわち Y 軸まわりの回転が許容される。

また、上述したように構成された可動体 1 1 0 x によれば、可動体 1 1 0 x のスライダ支持体 1 1 4 x は、回転球受け 3 0 の軸部 3 2 x とベース体 1 4 0 の軸部 1 4 1 x との間で、内側ベアリング 1 3 1 と外側ベアリング 1 3 0 とによって、Z 軸まわりに回動できるように支持されている。したがって、X 軸用の回転型モータ 1 0 0 x および回転球 2 0 は、Z 軸まわりの回転が許容される。

10

【 0 0 2 7 】

ここで、図 8 ~ 図 1 0 を参照して、可動体 1 1 0 x の動作について具体的に説明する。図 8 ~ 図 1 0 は、Y 軸方向から見た 3 自由度能動回転関節の図である。

まず、図 8 に示す状態から、Y 軸用の回転型モータ 1 0 0 y が駆動して回転球 2 0 を矢印 A 方向に回転させると、Y 軸用の回転型モータ 1 0 0 x および Z 軸用の回転型モータ 1 0 0 z (不図示) も同様に矢印 A 方向に回転する。可動体 1 1 0 x のスライダ支持体 1 1 4 x は、スライダ 1 1 3 x を滑動可能に支持しているので、X 軸用の回転型モータ 1 0 0 x の回転と同期して、可動体 1 1 0 x のモータ受け 1 1 1 x およびスライダ 1 1 3 x が、スライダ支持体 1 1 4 x に対して、Y 軸まわりの矢印 A' 方向に回転し、図 9 に示す状態となる。

20

ここで、図 9 に示すように、回転球 2 0 に結合されたリンク 1 0 a も同様に、Y 軸まわりに回転するので、2 リンク間において回転相対運動が可能となる。

【 0 0 2 8 】

次に、図 9 に示す状態から、Y 軸用の回転型モータ 1 0 0 y が駆動して回転球 2 0 を矢印 B 方向に回転させると、Y 軸用の回転型モータ 1 0 0 x および Z 軸用の回転型モータ 1 0 0 z (不図示) も同様に矢印 B 方向に回転する。X 軸用の回転型モータ 1 0 0 x の Y 軸まわりの回転と同期して、可動体 1 1 0 x のモータ受け 1 1 1 x およびスライダ 1 1 3 x が、スライダ支持体 1 1 4 x に対して、Y 軸まわりの矢印 B' 方向に回転し、図 1 0 に示す状態となる。

30

ここで、図 1 0 に示すように、回転球 2 0 に結合されたリンク 1 0 a も同様に、Y 軸まわりに回転するので、2 リンク間において回転相対運動が可能となる。

【 0 0 2 9 】

次に、図 8 に示す状態から、Z 軸用の回転型モータ 1 0 0 z が駆動して回転球 2 0 を Z 軸まわりの何れか一方の方向に回転させると、回転球 2 0 の Z 軸まわりの回転に伴って、X 軸用の回転型モータ 1 0 0 x および Y 軸用の回転型モータ 1 0 0 y も同方向に回転する。可動体 1 1 0 x のスライダ支持体 1 1 4 x は、回転球受け 3 0 の軸部 3 2 x およびベース体 1 4 0 の軸部 1 4 1 x に対して、内側ベアリング 1 3 1 および外側ベアリング 1 3 0 を介して、Z 軸まわりに回転が許容されている。したがって、回転型モータ 1 0 0 x の Z 軸まわりの回転と同期して、可動体 1 1 0 x が Z 軸まわりに回転する。したがって、回転球 2 0 に接続されたリンク 1 0 a も同様に、Z 軸まわりに回転するので、2 リンク間において回転相対運動が可能となる。

40

【 0 0 3 0 】

また、可動体 1 1 0 y、1 1 0 z も、可動体 1 1 0 x と同様に構成されている。したがって、可動体 1 1 0 y は、Y 軸用の回転型モータ 1 0 0 y および回転球 2 0 の X 軸まわりの回転と Z 軸まわりの回転とを許容する。また、可動体 1 1 0 z は、Z 軸用の回転型モータ 1 0 0 z および回転球 2 0 の Y 軸まわりと X 軸まわりの回転とを許容する。

したがって、X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転型モータ 1 0 0 x、1 0 0 y、1 0 0 z がそれぞれ駆動することにより、回転球 2 0 がそれぞれ X 軸、Y 軸、Z 軸まわりに回転するので、回転球 2 0 に接続されている一方のリンク 1 0 a は、他方のリンク 1 0 b に対して

50

、任意の回転相対運動が可能となる。

【0031】

特に、本実施形態の3自由度能動回転関節では、一方のリンク10aが回転球20に対して、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ100x、100y、100zの各出力軸101x、101y、101zから略等しい距離に接続されている。すなわち、一方のリンク10aに対して、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ100x、100y、100zが均衡に配置されていることから、3自由度能動回転関節の重量バランスが安定し、リンクの動特性を向上させることができる。また、回転型モータの出力軸が特殊な中空軸を用いなくてもよいので、小型で軽量の回転型モータを用いることができ、3自由度能動回転関節を小型で軽量に構成でき、リンクの動特性を向上させることができる。

10

【0032】

(第2の実施形態)

以下、第2の実施形態に係る3自由度能動回転関節について添付図面を参照して、説明する。図11は、本実施形態に係る3自由度能動回転関節を示す斜視図である。本実施形態の3自由度能動回転関節は、第1の実施形態と異なりX軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータの配置を変更したものであり、第1の実施形態と異なる点を中心に説明する。

【0033】

図11に示すように、3自由度能動回転関節は、一对のリンク10a、10b間に設けられる。

3自由度能動回転関節は、回転球20と、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ200x、200y、200zと、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ200x、200y、200zそれぞれの駆動により回転球20を回転させる可動体210x、210y、210zと、回転球20を任意の方向に回転可能に支持する回転球受け30と、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ200x、200y、200zを支持するベース体240とを含んで構成されている。X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ200x、200y、200zは第1の実施形態と同様の回転型モータが用いられている。なお、第1の実施形態と同様の構成は同一符号を付して説明を省略する。

20

【0034】

本実施形態のX軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ200x、200y、200zは、出力軸がそれぞれ直交3軸の原点を指向するように相互に直交配置された状態でベース体240に支持されている。

30

ベース体240は、図12に示すように、回転球20と同心球となる中空の球形状を呈している。ベース体240の下端には、鉛直下方向に沿って他方のリンク10bが接続されている。また、ベース体240の上縁部には、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ200x、200y、200zを支持するモータ受け241x、241y、241zが等間隔に離間して設けられている。各モータ受け241x、241y、241zには、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ200x、200y、200zの出力軸201x、201y、201z(図12に示す二点鎖線を参照)が挿通される挿通孔242x、242y、242zが形成されている。各モータ受け241x、241y、241zは、各出力軸201x、201y、201zが回転球20の中心を指向するようにX軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ200x、200y、200zを支持する。なお、各モータ受け241x、241y、241zには、3自由度能動回転関節の加重を受けるために、ベース体240を湾曲させて剛性を向上させている。

40

【0035】

可動体210x、210y、210zは、それぞれX軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ200x、200y、200zの出力軸201x、201y、201zに結合されている。したがって、X軸用の回転型モータ200xを駆動すると対応する可動体210xがX軸まわりに回転する。また、Y軸用の回転型モータ200yを駆動すると対応する可動体210yがY軸まわりに回転する。また、Z軸用の回転型モータ200zを駆動すると対応する可動体210zがZ軸まわりに回転する。

50

【0036】

ここでは、図11、図13～図15を参照して、可動体210xについて説明する。なお、可動体210y、210zは、可動体210xと同一の構成であり、その説明は省略する。図11に示すように、可動体210xは、X軸用の回転型モータ200xの出力軸201xと同期して回転するスライダ支持体211xと、スライダ支持体211x内を滑動するスライダ220xと、スライダ220xと回転球20との間を接続する軸体230xとを含んで構成されている。

【0037】

スライダ支持体211xは、回転球20と同心円状でZ軸を中心に湾曲した中空角柱状に形成されていて、内部でスライダ200xを低摩擦で滑動させることができる。

ここで、図13および図14を参照して、スライダ支持体211xについて説明する。図13(a)はスライダ支持体211xを回転球20の中心からX軸方向に見た図である。図13(b)は図13(a)を矢印C方向から見た図であり、図13(c)は図13(b)を矢印D方向から見た図である。図13(d)は、図13(a)のII-II線断面斜視図である。

【0038】

スライダ支持体211xは、2つの側面部212xにより、その骨格が形成されている。また、スライダ支持体211xは、第1の実施形態と同様、スライダ220xがガタつきが発生させずに低摩擦で滑動できるように、複数のコロがスライダ220xの各側面を回転可能に配設されている。

【0039】

スライダ支持体211xの内側(図13に示す矢印IN方向側)には、ベアリング保持部213xによりベアリング250が保持されている。ベアリング250には、第1の実施形態で説明した回転球受け30の軸部32xが嵌合する。また、スライダ支持体211xの外側(図13に示す矢印OUT方向側)には、X軸用の回転型モータ200xの出力軸201xの回転を受ける回転受体214xが設けられている。

【0040】

ここで、図14を参照して、回転受体214xについて説明する。図14(a)は回転受体214xとX軸用の回転型モータ200xとを結合する前の状態を示す斜視図であり、図14(b)は、回転受体214xの分解斜視図である。

回転受体214xは、モータ連結部材215xと支持体連結部材216xとを含んで構成されている。モータ連結部材215xは、X軸用の回転型モータ200xに対して出力軸201xの軸方向に沿って、図示しない複数の固定ボルトを用いて固定されることで、出力軸201xと同期して回転する。支持体連結部材216xは、図14(b)に示すように、モータ連結部材215xの回り止め突起217xを嵌合してから、出力軸201xの軸方向と直交する方向に図示しない複数の固定ボルトで固定することで、モータ連結部材215xと結合される。

支持体連結部材216xは、左右の側面部212xにより挟み込まれた状態で固定ボルトを用いて両側から固定される。したがって、スライダ支持体211xは、出力軸201xと同期して、X軸まわりに回転する。

【0041】

スライダ220xは、回転球20と同心円状でZ軸を中心に湾曲した角柱状に形成されている。また、スライダ220xの先端では、軸体230xを回転球20の中心に指向させるように支持している。

ここで、図15を参照して、スライダ220xと軸体230xとについて説明する。スライダ220xの先端には、複数(2つ)のベアリング250が軸方向をY軸方向に沿うようにして、離間して保持されている。したがって、軸体230xは、ベアリング250によってY軸まわりに回転できる。また、軸体230xは、スライダ220xに支持される反対側が、回転球20に結合される。

【0042】

10

20

30

40

50

図15に示すように、回転球20には軸体230xの他に、可動体210yの軸体230yおよび可動体210zの軸体230zが結合されている。軸体230x、230y、230zは、それぞれ直交3軸の原点を指向するように相互に直交配置されている。また、回転球20には、軸体230x、230y、230zのそれぞれから等しい距離に、一方のリンク10aが接続されている。より具体的には、回転球20と軸体230xとの結合部、回転球20と軸体230yとの結合部および回転球20と軸体230zとの結合部のそれぞれから等しい距離にリンク10aが接続されている。

【0043】

上述したように構成された可動体210xによれば、X軸用の回転型モータ200xが駆動すると、スライダ支持体211x、スライダ220xおよび軸体230xを介して、回転球20をX軸まわりに回転させる。また、可動体210xのスライダ支持体211xは、スライダ220xを滑動可能に支持する。したがって、スライダ220xに間接的に結合された軸体230xおよび回転球20は、スライダ220xの湾曲方向、すなわちZ軸まわりの回転が許容される。

また、上述したように構成された可動体210xによれば、可動体210xのスライダ220xは、軸体230xをY軸まわりに回転できるように支持している。したがって、軸体230xおよび回転球20は、Y軸まわりの回転が許容される。

【0044】

ここで、図16～図18を参照して、可動体210xの動作について具体的に説明する。図16～図18は、Z軸方向から見た3自由度能動回転関節の図である。

まず、図16に示す状態から、Z軸用の回転型モータ200zの駆動により軸体230zが回転球20を矢印E方向に回転させると、軸体230xおよびスライダ220xも回転する。可動体210xのスライダ支持体211xは、スライダ220xを滑動可能に支持しているので、軸体230xおよびスライダ220xはスライダ支持体211xに対して、Z軸まわりの矢印E'方向に回転し、図17に示す状態となる。

ここで、図17に示すように、回転球20に接続されたリンク10aも同様に、Z軸まわりに回転するので、2リンク間において回転相対運動が可能となる。

【0045】

次に、図17に示す状態から、Z軸用の回転型モータ200zの駆動により軸体230zが回転球20を矢印F方向に回転させると、軸体230xおよびスライダ220xも回転する。軸体230xおよびスライダ220xは、スライダ支持体211xに対して、Z軸まわりの矢印F'方向に回転し、図18に示す状態となる。

ここで、図18に示すように、回転球20に接続されたリンク10aも同様に、Z軸まわりに回転するので、2リンク間において回転相対運動が可能となる。

【0046】

次に、図16に示す状態から、Y軸用の回転型モータ200yの駆動により軸体230yが回転球20をY軸まわりの何れか一方の方向に回転させると、回転球20のY軸まわりの回転に伴って、可動体210xの軸体230xも同方向に回転する。軸体230xは、スライダ220xのベアリング250を介して、Y軸まわりに回転が許容されている。したがって、Y軸用の回転型モータ200yのY軸まわりの回転と同期して、軸体230xがY軸まわりに回転する。したがって、回転球20に接続されたリンク10aも同様に、Y軸まわりに回転するので、2リンク間において回転相対運動が可能となる。

【0047】

また、可動体210y、210zも、可動体210xと同様に構成されている。したがって、可動体210yは、軸体230yおよび回転球20のX軸まわりの回転とZ軸まわりの回転とを許容する。また、可動体210zは、軸体230zおよび回転球20のY軸まわりの回転とX軸まわりの回転とを許容する。

したがって、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ200x、200y、200zがそれぞれ駆動することにより、回転球20がそれぞれX軸、Y軸、Z軸まわりに回転するので、回転球20に接続されている一方のリンク10aは、他方のリンク10bに対して

、任意の回転相対運動が可能となる。

【0048】

特に、本実施形態の3自由度能動回転関節では、一方のリンク10aが回転球20に対して、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ200x、200y、200zに結合された可動体210x、210y、210zの各軸体230x、230y、230zから略等しい距離に接続されている。すなわち、一方のリンク10aに対して、軸体230x、230y、230zが均衡に配置されていることから、3自由度能動回転関節の重量バランスが安定し、リンクの動特性を向上させることができる。

また、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ200x、200y、200zは回転球20に結合されておらず、ベース体240に均衡して支持されている。したがって、回転球20を軽量化することができると共に重心が3自由度能動回転関節の下方に位置するので、リンクの動特性を向上させることができる。

また、回転型モータの出力軸が特殊な中空軸を用いなくてもよいので、小型で軽量の回転型モータを用いることができ、3自由度能動回転関節を小型で軽量に構成でき、一方のリンク10aの動特性を向上させることができる。

【0049】

以上、本発明を種々の実施形態と共に説明したが、本発明はこれらの実施形態にのみ限定されるものではなく、本発明の範囲内で変更等が可能である。本発明でいう回転体として回転球20を用い、回転球受け30で回転可能に支持するようにしたが、回転球20は出力軸または軸体によって支えられることから、運動学的原理からみれば、回転体を球形状以外（例えば六面体）としたり、回転体を回転球受け30で回転可能に支持したりする必要はない。ただし、回転球20を用い、回転球受け30で支持した方が、高い剛性が得られるとともに、各部の組み付け誤差や寸法誤差等による影響を少なくして精密な運動を行わせることができる。

【符号の説明】

【0050】

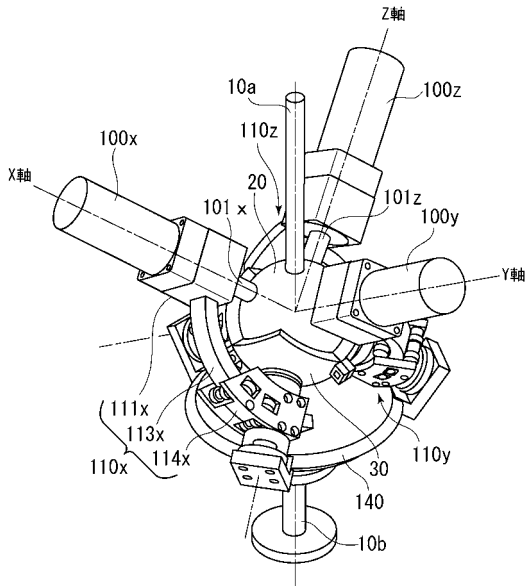
10a：リンク 10b：リンク 20：回転球（回転体） 30、40：回転球受け（回転体受） 31、41：受部材 42：接合面 43：凸部 44：凹部 100x、100y、100z：回転型モータ（回転アクチュエータ） 101x、101y、101z：出力軸 110x、110y、110z：可動体 113x、113y、113z：スライダ 114x、114y、114z：スライダ支持体 200x、200y、200z：回転型モータ（回転アクチュエータ） 201x、201y、201z：出力軸 210x、210y、210z：可動体 211x、211y、211z：スライダ支持体 220x、220y、220z：スライダ 230x、230y、230z：軸体

10

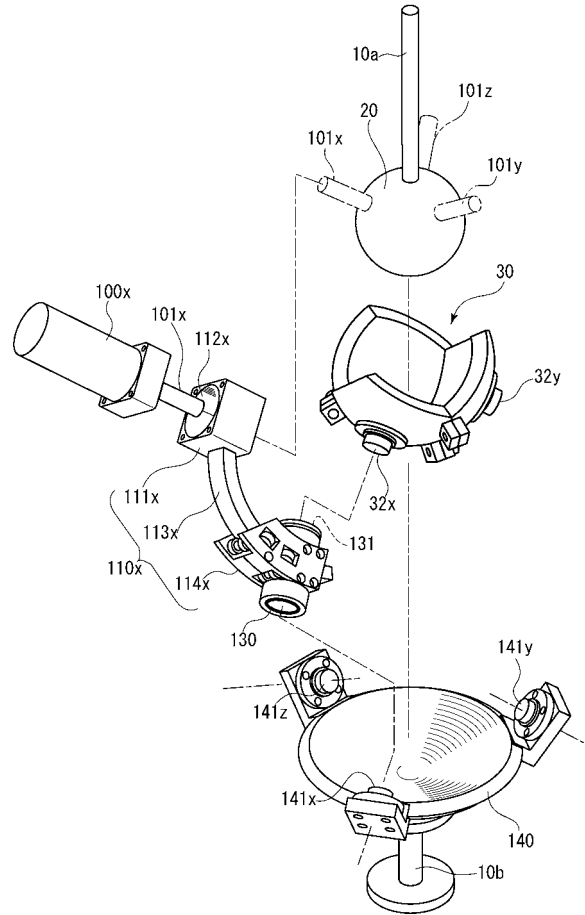
20

30

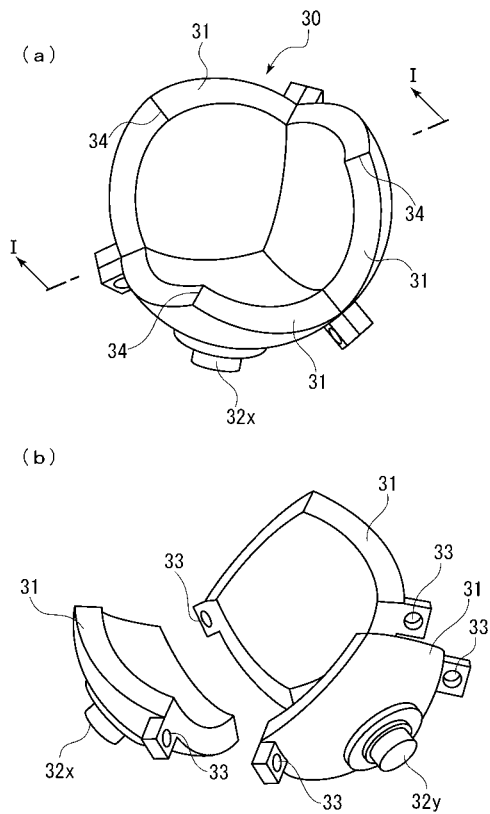
【 図 1 】



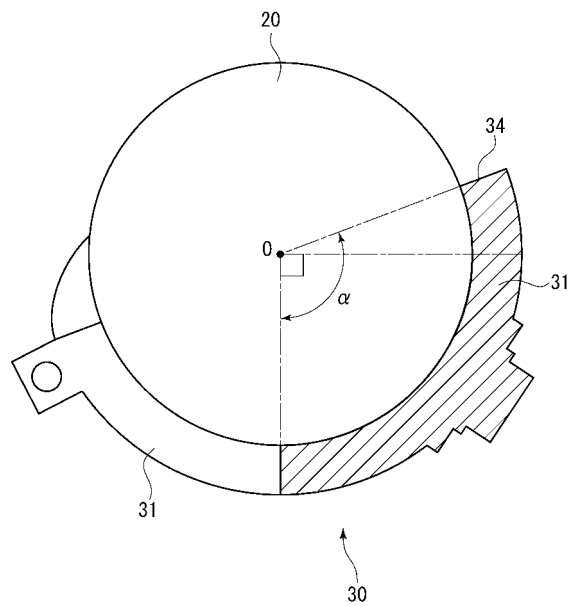
【 図 2 】



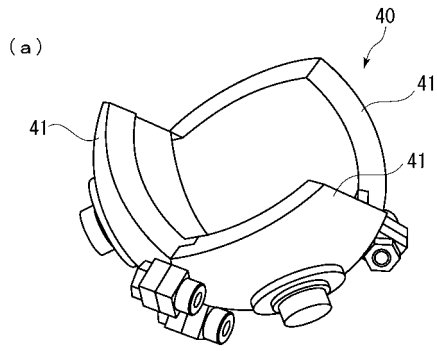
【 図 3 】



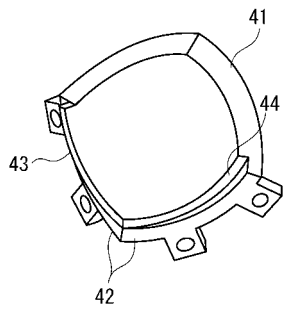
【 図 4 】



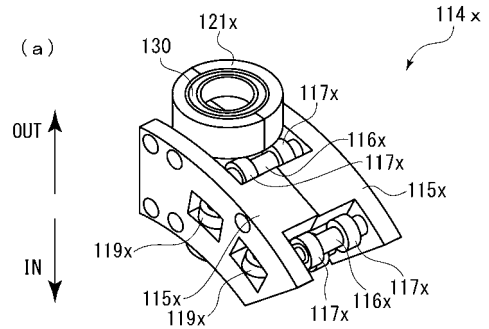
【 図 5 】



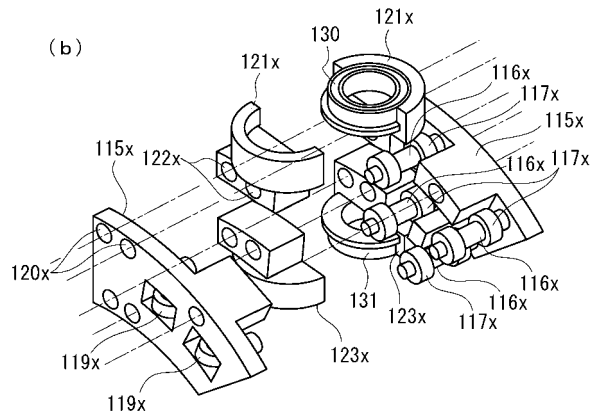
(b)



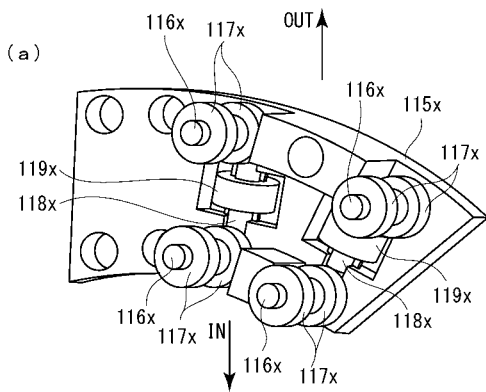
【 図 6 】



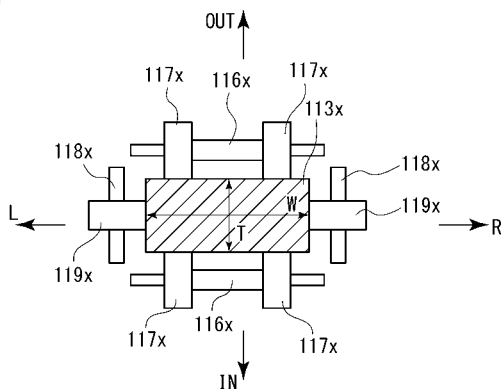
(b)



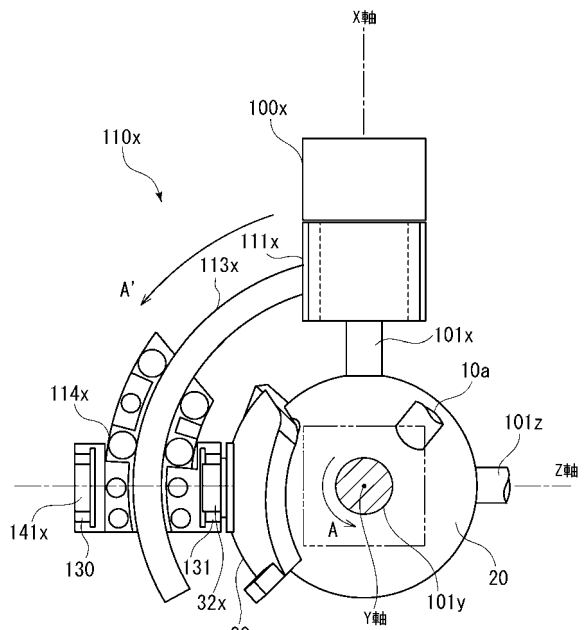
【 図 7 】



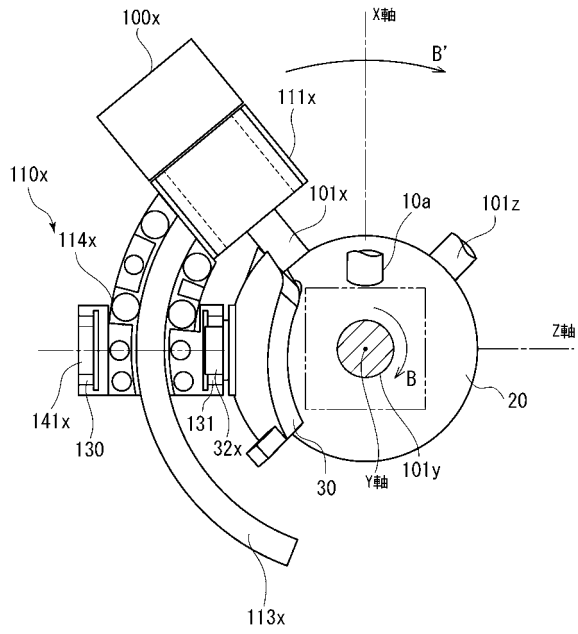
(b)



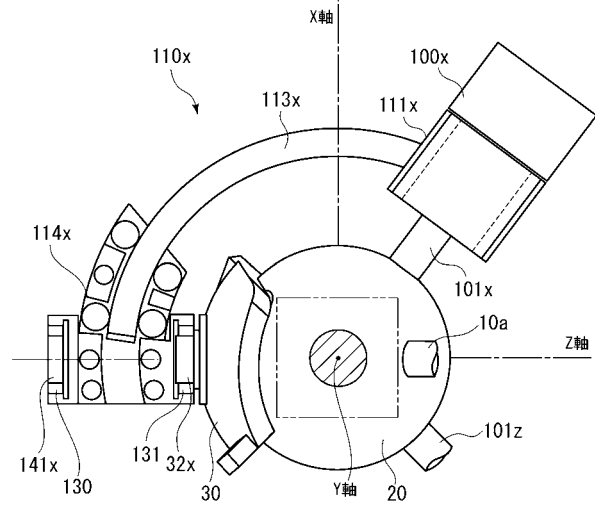
【 図 8 】



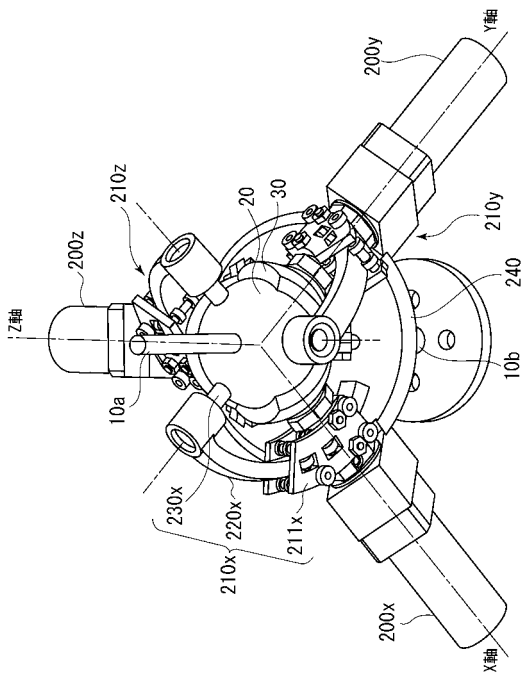
【 図 9 】



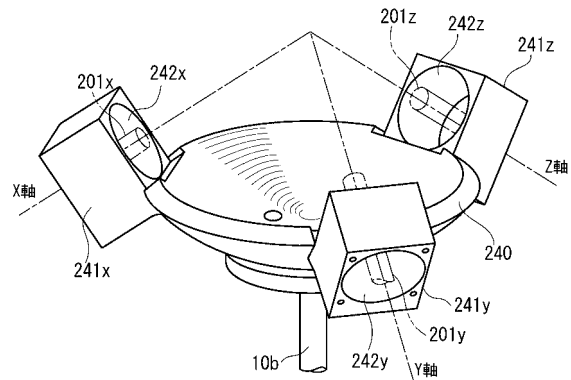
【 図 1 0 】



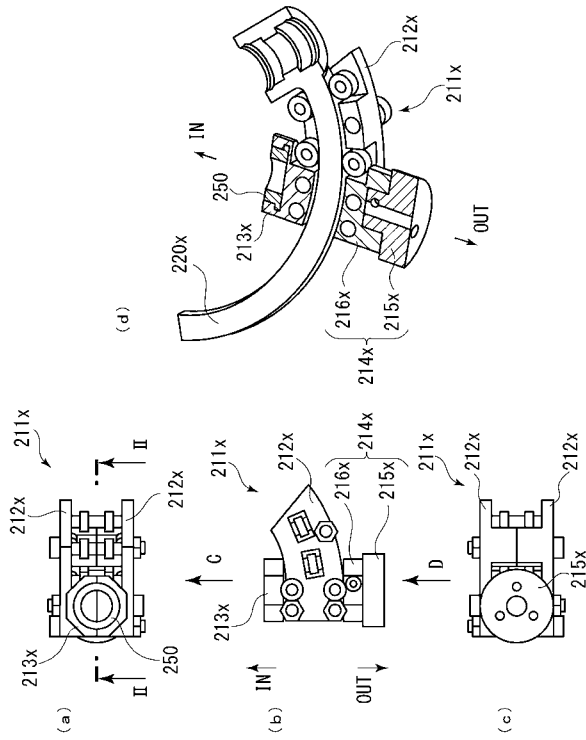
【 図 1 1 】



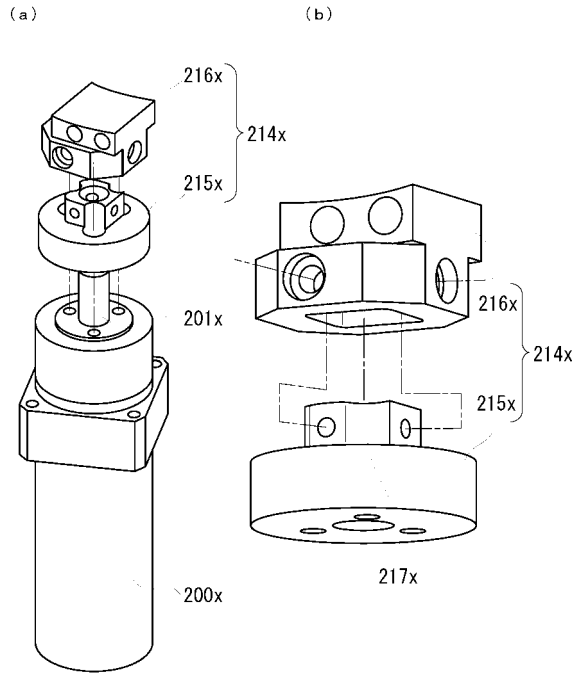
【 図 1 2 】



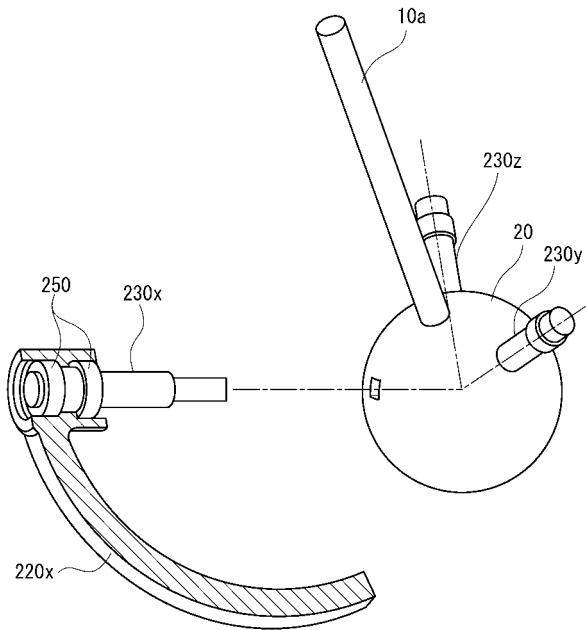
【 図 1 3 】



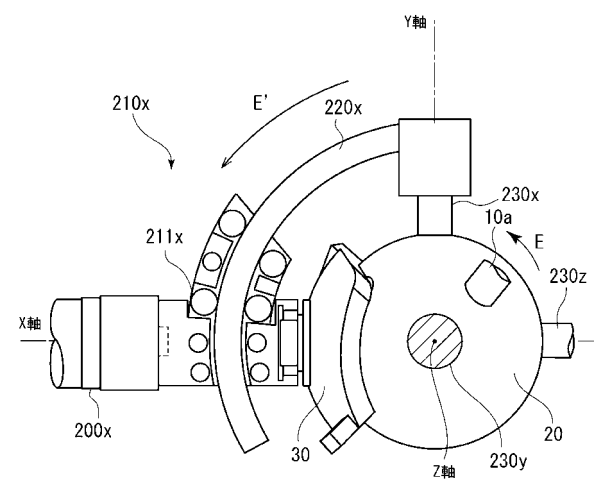
【 図 1 4 】



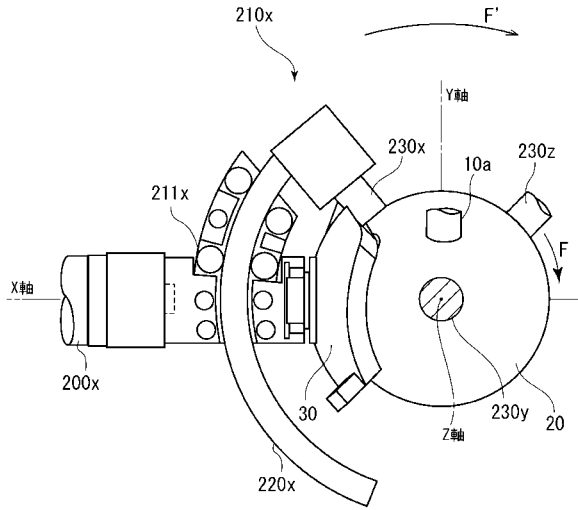
【 図 1 5 】



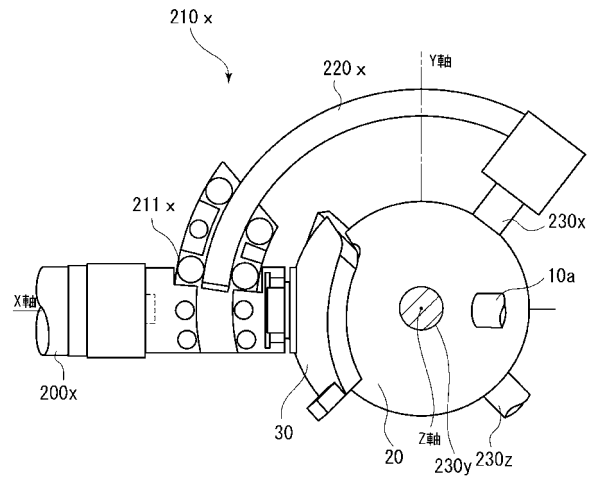
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3J062 AA38 AB28 AC10 BA11 CB03 CB28