

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5344402号
(P5344402)

(45) 発行日 平成25年11月20日(2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月23日(2013.8.23)

(51) Int.Cl.		F 1	
B 2 5 J 17/00	(2006.01)	B 2 5 J 17/00	K
B 2 5 J 17/02	(2006.01)	B 2 5 J 17/02	Z
F 1 6 H 21/46	(2006.01)	F 1 6 H 21/46	

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2010-37500 (P2010-37500)	(73) 特許権者	504258527
(22) 出願日	平成22年2月23日(2010.2.23)		国立大学法人 鹿児島大学
(65) 公開番号	特開2011-173187 (P2011-173187A)		鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号
(43) 公開日	平成23年9月8日(2011.9.8)	(74) 代理人	100090273
審査請求日	平成24年8月31日(2012.8.31)		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
		審査官	金丸 治之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3自由度能動回転関節

(57) 【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。

【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。

10

【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。

20

【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と、前記スライダ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】

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。

30

【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。

40

【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

50

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。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-44089号公報

10

【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。

20

【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。

30

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。

40

50

【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。

10

【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。

20

【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。

30

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100x、100y、100zと、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ100x、100y、100zをそれぞれ支持する可動体110x、110y、110z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110x、110y、110z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100y、100zおよび可動体110y、110zは、X軸用の回転型モータ100x、可動体110xと同様の構成であり、省略している。

40

【0013】

X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ100x、100y、100zは、回転アクチュエータであって、それぞれの出力軸101x、101y、101z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100xを駆動すると対応する出力軸101x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100yを駆動すると対応する出力軸101y(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100zを駆動すると対応する出力軸101z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100x、100y、100zには、例

50

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100x、100y、100z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101x、101y、101z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と出力軸101xとの結合部、回転球20と出力軸101yとの結合部および回転球20と出力軸101z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。

【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32x、32y、32z(不図示)が形成されている。軸部32x、32y、32zは、可動体110x、110y、110zの後述する各スライダ支持体114x、114y、114z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32x、32y、32z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に示すように、受部材31の頂部34は、回転球20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31の頂部34を切断したときも同様である。したがって、回転球受け30が回転球20を支持したとき、回転球受け30は各受部材31の頂部34によって回転球20の上半球の一部を覆い、回転球20を把持している。したがって、回転球20が回転球受け30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20の上半球は、一部のみしか覆われていないために、回転球20から突出するリンク10aが可動するときに干渉することがなく、リンク10a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20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。

【0018】

なお、受部材31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41であってもよい。図5(a)は、回転球受け40の斜視図であり、図5(b)は、受部材41の斜視図である。

回転受け40は、それぞれ同一形状の複数(3つ)の受部材41が結合されて構成されている。そして、受部材41は、隣接する受部材41同士を結合するときに各受部材41を容易に位置決めできるように、受部材41の接合面42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41には2つの接合面42があり、一方の接合面42に凸部43が形成され、他方の接合面42に凹部44が形成されている。この凸部43は、凹部44にちょうど嵌合する形状である。

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 1 9 】

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。

10

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 1 1 3 x と、スライダ 1 1 3 x を滑動可能に支持するスライダ支持体 1 1 4 x とを含んで構成されている。

【 0 0 2 0 】

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 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 1 1 3 x は、モータ受け 1 1 1 x の下部からスライダ支持体 1 1 4 x に向かって、一体で延出している。

20

スライダ支持体 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 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 1 1 3 x は、スライダ支持体 1 1 4 x に対して、X - Z 平面上で Y 軸回りに滑動する。

【 0 0 2 1 】

ここで、図 6 および図 7 を参照して、スライダ支持体 1 1 4 x について説明する。図 6 (a) はスライダ支持体 1 1 4 x の斜視図であり、図 6 (b) はスライダ支持体 1 1 4 x の分解斜視図である。また、図 7 (a) はスライダ支持体 1 1 4 x の一部を示す斜視図であり、図 7 (b) はスライダ支持体 1 1 4 x の断面図である。各図では、図 2 に示すスライダ支持体 1 1 4 x を上下反転させて図示している。

30

スライダ支持体 1 1 4 x は、2 つの側面部 1 1 5 x 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 1 1 5 x 間には、複数 (4 つ) の回動軸 1 1 6 x が水平方向に懸架されている。各回動軸 1 1 6 x は、離間して配置された 2 つのコロ 1 1 7 x を回動自在に軸支している。

また、各側面部 1 1 5 x には、外側 (図 7 (a) に示す O U T 側) の回動軸 1 1 6 x と内側 (図 7 (a) に示す I N 側) の回動軸 1 1 6 x との間に、複数 (2 つ) の回動軸 1 1 8 x が略鉛直方向に懸架されている。各回動軸 1 1 8 x は、コロ 1 1 9 x を回動自在に軸支している。

40

【 0 0 2 2 】

スライダ支持体 1 1 4 x にスライダ 1 1 3 x を組み付けた状態で、スライダ 1 1 3 x の滑動方向から見ると、図 7 (b) に示すように、スライダ 1 1 3 x の各側面にコロ 1 1 7 x、1 1 9 x が接触している。すなわち、外側 (矢印 O U T 方向側) に配設されているコロ 1 1 7 x と内側 (矢印 I N 方向側) に配設されているコロ 1 1 7 x との間には、スライダ 1 1 3 x 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 1 1 9 x と左側 (矢印 L 方向側) に配設されているコロ 1 1 9 x との間には、スライダ 1 1 3 x の幅 w と略同等の隙間が形成されている。

スライダ 1 1 3 x がスライダ支持体 1 1 4 x 内を滑動するときには、各コロ 1 1 7 x、1 1 9 x がスライダ 1 1 3 x の各側面を転動することで、スライダ 1 1 3 x はガ

50

タつきが発生せず低摩擦で滑動することができる。

【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。

10

【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。

20

【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111xは、X軸用の回転型モータ100xを出力軸101xが回転球20の原点を指向するように支持する。

30

また、可動体110xのスライダ支持体114xは、スライダ113xを滑動可能に支持する。したがって、スライダ113xに間接的に結合されたX軸用の回転型モータ100xおよび回転球20は、スライダ113x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110xによれば、可動体110xのスライダ支持体114xは、回転球受け30の軸部32xとベース体140の軸部141xとの間で、内側ベアリング131と外側ベアリング130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100xおよび回転球20は、Z軸まわりの回転が許容される。

40

【0027】

ここで、図8～図10を参照して、可動体110xの動作について具体的に説明する。図8～図10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100yが駆動して回転球20を矢印A方向に回転させると、Y軸用の回転型モータ100xおよびZ軸用の回転型モータ100z(不図示)も同様に矢印A方向に回転する。可動体110xのスライダ支持体114xは、スライダ113xを滑動可能に支持しているため、X軸用の回転型モータ100xの回転と同期して、可動体110xのモータ受け111xおよびスライダ113xが、スライダ支持体114xに対して、Y軸まわりの矢印A'方向に回転し、図9に

50

示す状態となる。

ここで、図 9 に示すように、回転球 20 に結合されたリンク 10 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。

【0028】

次に、図 9 に示す状態から、Y 軸用の回転型モータ 100 y が駆動して回転球 20 を矢印 B 方向に回転させると、Y 軸用の回転型モータ 100 x および Z 軸用の回転型モータ 100 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 100 x の Y 軸まわりの回転と同期して、可動体 110 x のモータ受け 111 x およびスライダ 113 x が、スライダ支持体 114 x に対して、Y 軸まわりの矢印 B' 方向に回転し、図 10 に示す状態となる。

10

ここで、図 10 に示すように、回転球 20 に結合されたリンク 10 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。

【0029】

次に、図 8 に示す状態から、Z 軸用の回転型モータ 100 z が駆動して回転球 20 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 20 の Z 軸まわりの回転に伴って、X 軸用の回転型モータ 100 x および Y 軸用の回転型モータ 100 y も同方向に回転する。可動体 110 x のスライダ支持体 114 x は、回転球受け 30 の軸部 32 x およびベース体 140 の軸部 141 x に対して、内側ベアリング 131 および外側ベアリング 130 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 100 x の Z 軸まわりの回転と同期して、可動体 110 x が Z 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 10 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。

20

【0030】

また、可動体 110 y、110 z も、可動体 110 x と同様に構成されている。したがって、可動体 110 y は、Y 軸用の回転型モータ 100 y 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 110 z は、Z 軸用の回転型モータ 100 z および回転球 20 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 100 x、100 y、100 z 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 10 a は、他方のリンク 10 b に対して、任意の回転相対運動が可能となる。

30

【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 10 a 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 100 x、100 y、100 z の各出力軸 101 x、101 y、101 z 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 10 a に対して、X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転型モータ 100 x、100 y、100 z 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。

40

【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 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 20

50

0 x、2 0 0 y、2 0 0 zと、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ2 0 0 x、2 0 0 y、2 0 0 zそれぞれの駆動により回転球2 0を回転させる可動体2 1 0 x、2 1 0 y、2 1 0 zと、回転球2 0を任意の方向に回転可能に支持する回転球受け3 0と、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ2 0 0 x、2 0 0 y、2 0 0 zを支持するベース体2 4 0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2 0 0 x、2 0 0 y、2 0 0 z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。

【0 0 3 4】

本実施形態のX軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ2 0 0 x、2 0 0 y、2 0 0 z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2 4 0に支持されている。

10

ベース体2 4 0は、図1 2に示すように、回転球2 0と同心球となる中空の球形状を呈している。ベース体2 4 0の下端には、鉛直下方向に沿って他方のリンク1 0 bが接続されている。また、ベース体2 4 0の上縁部には、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ2 0 0 x、2 0 0 y、2 0 0 zを支持するモータ受け2 4 1 x、2 4 1 y、2 4 1 zが等間隔に離間して設けられている。各モータ受け2 4 1 x、2 4 1 y、2 4 1 zには、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ2 0 0 x、2 0 0 y、2 0 0 zの出力軸2 0 1 x、2 0 1 y、2 0 1 z（図1 2に示す二点鎖線を参照）が挿通される挿通孔2 4 2 x、2 4 2 y、2 4 2 zが形成されている。各モータ受け2 4 1 x、2 4 1 y、2 4 1 zは、各出力軸2 0 1 x、2 0 1 y、2 0 1 zが回転球2 0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2 0 0 x、2 0 0 y、2 0 0 zを支持する。なお、各モータ受け2 4 1 x、2 4 1 y、2 4 1 z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2 4 0を湾曲させて剛性を向上させている。

20

【0 0 3 5】

可動体2 1 0 x、2 1 0 y、2 1 0 zは、それぞれX軸用、Y軸用、Z軸用の回転型モータ2 0 0 x、2 0 0 y、2 0 0 zの出力軸2 0 1 x、2 0 1 y、2 0 1 zに結合されている。したがって、X軸用の回転型モータ2 0 0 xを駆動すると対応する可動体2 1 0 xがX軸まわりに回転する。また、Y軸用の回転型モータ2 0 0 yを駆動すると対応する可動体2 1 0 yがY軸まわりに回転する。また、Z軸用の回転型モータ2 0 0 zを駆動すると対応する可動体2 1 0 zがZ軸まわりに回転する。

30

【0 0 3 6】

ここでは、図1 1、図1 3～図1 5を参照して、可動体2 1 0 xについて説明する。なお、可動体2 1 0 y、2 1 0 zは、可動体2 1 0 xと同一の構成であり、その説明は省略する。図1 1に示すように、可動体2 1 0 xは、X軸用の回転型モータ2 0 0 xの出力軸2 0 1 xと同期して回転するスライダ支持体2 1 1 xと、スライダ支持体2 1 1 x内を滑動するスライダ2 2 0 xと、スライダ2 2 0 xと回転球2 0との間を接続する軸体2 3 0 xとを含んで構成されている。

【0 0 3 7】

スライダ支持体2 1 1 xは、回転球2 0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2 2 0 xを低摩擦で滑動させることができる。

40

ここで、図1 3および図1 4を参照して、スライダ支持体2 1 1 xについて説明する。図1 3 (a)はスライダ支持体2 1 1 xを回転球2 0の中心からX軸方向に見た図である。図1 3 (b)は図1 3 (a)を矢印C方向から見た図であり、図1 3 (c)は図1 3 (b)を矢印D方向から見た図である。図1 3 (d)は、図1 3 (a)のII - II線断面斜視図である。

【0 0 3 8】

スライダ支持体2 1 1 xは、2つの側面部2 1 2 xにより、その骨格が形成されている。また、スライダ支持体2 1 1 xは、第1の実施形態と同様、スライダ2 2 0 x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2 2 0 xの各側面を回転可能に配設されている。

50

【 0 0 3 9 】

スライダ支持体 2 1 1 x の内側 (図 1 3 に示す矢印 I N 方向側) には、ベアリング保持部 2 1 3 x によりベアリング 2 5 0 が保持されている。ベアリング 2 5 0 には、第 1 の実施形態で説明した回転球受け 3 0 の軸部 3 2 x が嵌合する。また、スライダ支持体 2 1 1 x の外側 (図 1 3 に示す矢印 O U T 方向側) には、X 軸用の回転型モータ 2 0 0 x の出力軸 2 0 1 x の回転を受ける回転受体 2 1 4 x が設けられている。

【 0 0 4 0 】

ここで、図 1 4 を参照して、回転受体 2 1 4 x について説明する。図 1 4 (a) は回転受体 2 1 4 x と X 軸用の回転型モータ 2 0 0 x とを結合する前の状態を示す斜視図であり、図 1 4 (b) は、回転受体 2 1 4 x の分解斜視図である。

回転受体 2 1 4 x は、モータ連結部材 2 1 5 x と支持体連結部材 2 1 6 x とを含んで構成されている。モータ連結部材 2 1 5 x は、X 軸用の回転型モータ 2 0 0 x に対して出力軸 2 0 1 x 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 2 0 1 x と同期して回転する。支持体連結部材 2 1 6 x は、図 1 4 (b) に示すように、モータ連結部材 2 1 5 x の回り止め突起 2 1 7 x を嵌合してから、出力軸 2 0 1 x 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 2 1 5 x と結合される。

支持体連結部材 2 1 6 x は、左右の側面部 2 1 2 x 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 2 1 1 x は、出力軸 2 0 1 x と同期して、X 軸まわりに回転する。

【 0 0 4 1 】

スライダ 2 2 0 x は、回転球 2 0 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 2 2 0 x の先端では、軸体 2 3 0 x を回転球 2 0 の中心に指向させるように支持している。

ここで、図 1 5 を参照して、スライダ 2 2 0 x と軸体 2 3 0 x とについて説明する。スライダ 2 2 0 x の先端には、複数 (2 つ) のベアリング 2 5 0 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 2 3 0 x は、ベアリング 2 5 0 によって Y 軸まわりに回転できる。また、軸体 2 3 0 x は、スライダ 2 2 0 x に支持される反対側が、回転球 2 0 に結合される。

【 0 0 4 2 】

図 1 5 に示すように、回転球 2 0 には軸体 2 3 0 x の他に、可動体 2 1 0 y の軸体 2 3 0 y および可動体 2 1 0 z の軸体 2 3 0 z が結合されている。軸体 2 3 0 x 、 2 3 0 y 、 2 3 0 z 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 2 0 には、軸体 2 3 0 x 、 2 3 0 y 、 2 3 0 z のそれぞれから等しい距離に、一方のリンク 1 0 a が接続されている。より具体的には、回転球 2 0 と軸体 2 3 0 x との結合部、回転球 2 0 と軸体 2 3 0 y との結合部および回転球 2 0 と軸体 2 3 0 z との結合部のそれぞれから等しい距離にリンク 1 0 a が接続されている。

【 0 0 4 3 】

上述したように構成された可動体 2 1 0 x によれば、X 軸用の回転型モータ 2 0 0 x が駆動すると、スライダ支持体 2 1 1 x 、スライダ 2 2 0 x および軸体 2 3 0 x を介して、回転球 2 0 を X 軸まわりに回転させる。また、可動体 2 1 0 x のスライダ支持体 2 1 1 x は、スライダ 2 2 0 x を滑動可能に支持する。したがって、スライダ 2 2 0 x に間接的に結合された軸体 2 3 0 x および回転球 2 0 は、スライダ 2 2 0 x 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 2 1 0 x によれば、可動体 2 1 0 x のスライダ 2 2 0 x は、軸体 2 3 0 x 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 2 3 0 x および回転球 2 0 は、Y 軸まわりの回転が許容される。

【 0 0 4 4 】

ここで、図 1 6 ~ 図 1 8 を参照して、可動体 2 1 0 x の動作について具体的に説明する。図 1 6 ~ 図 1 8 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ため、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110x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

10

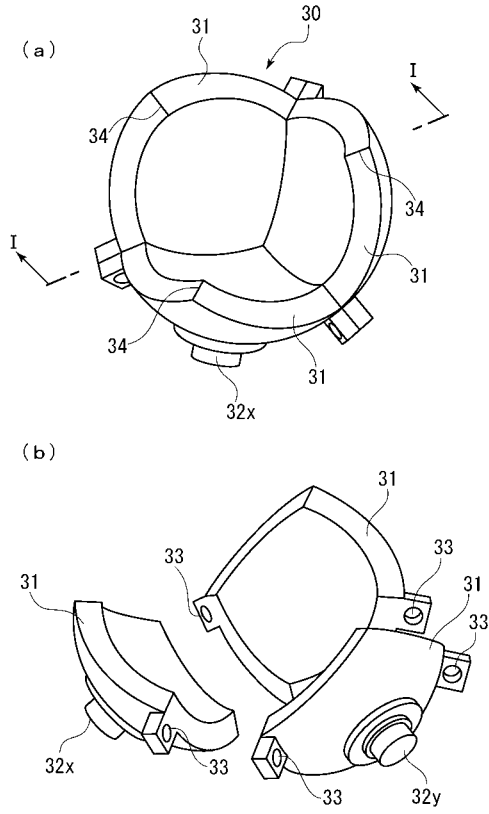
20

30

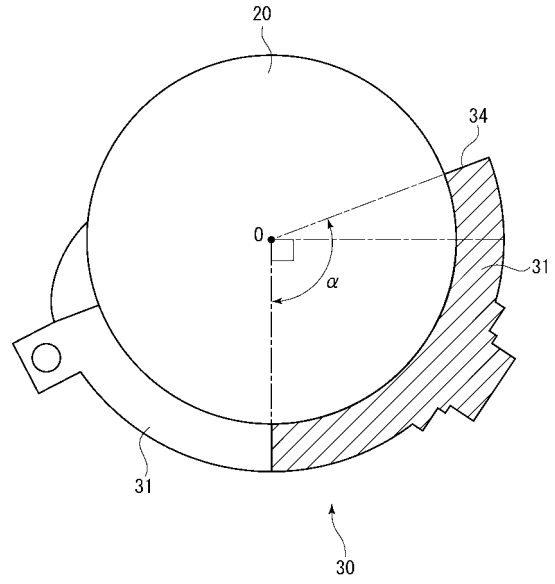
40

50

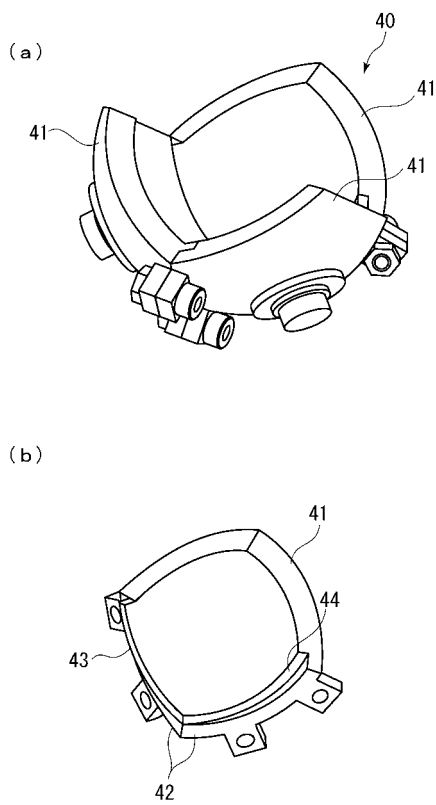
【 図 3 】



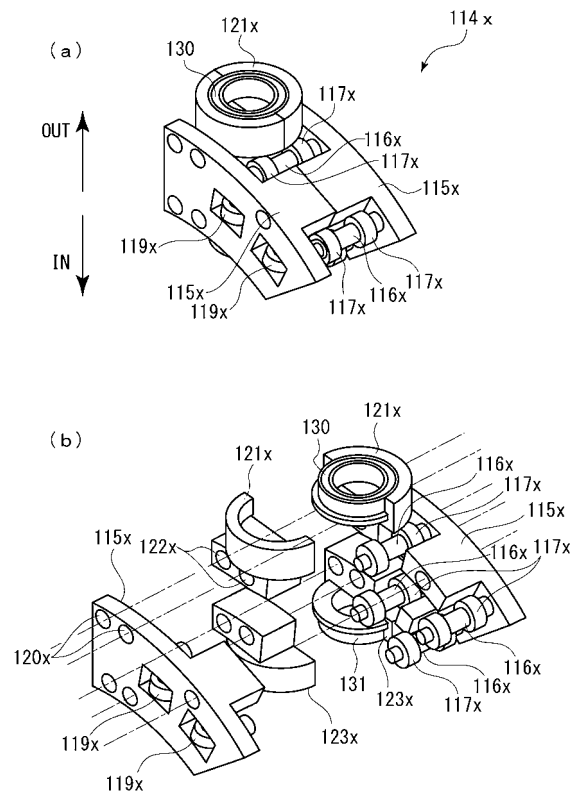
【 図 4 】



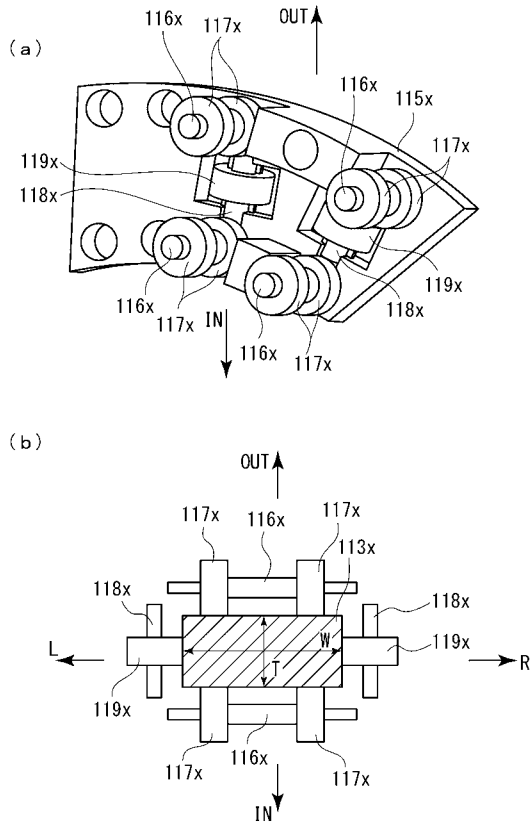
【 図 5 】



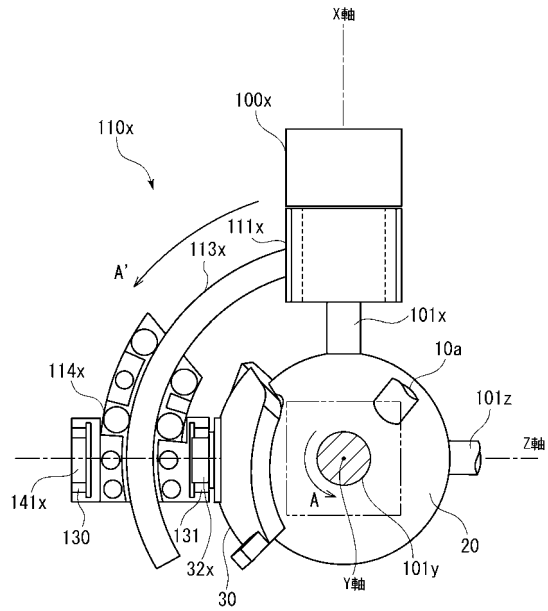
【 図 6 】



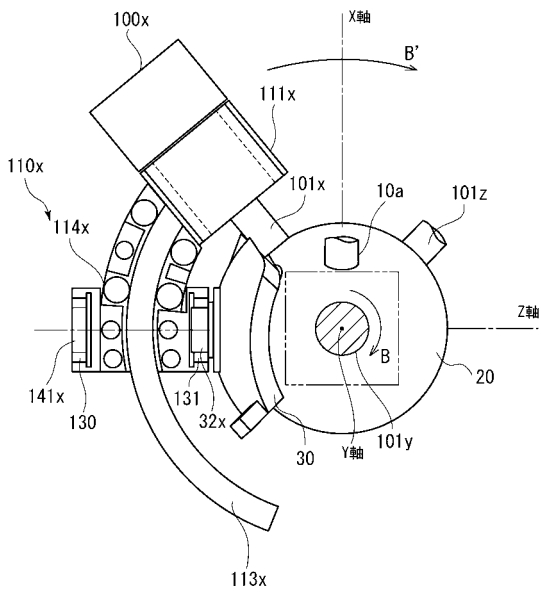
【 図 7 】



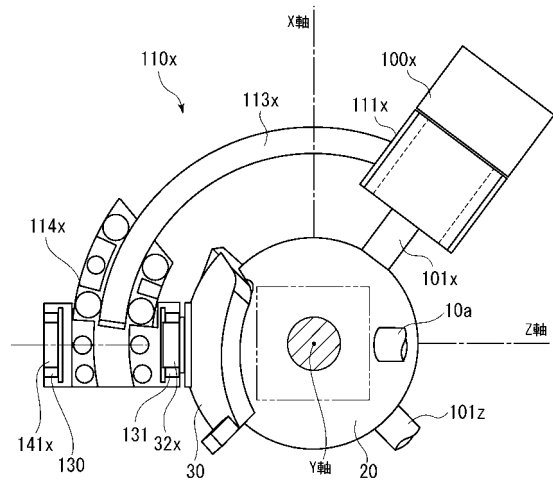
【 図 8 】



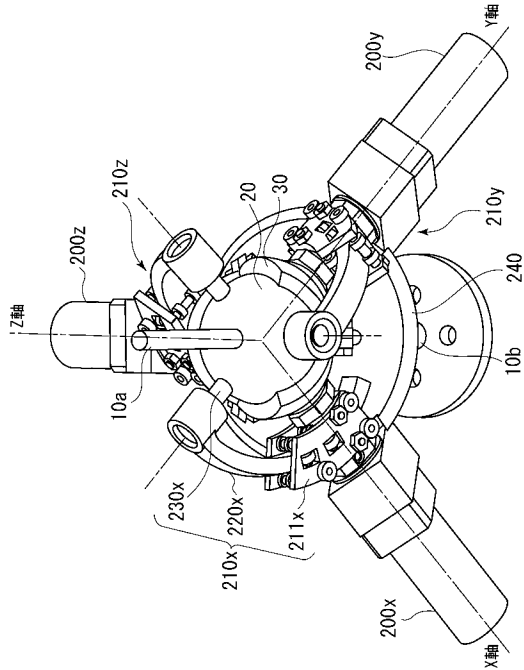
【 図 9 】



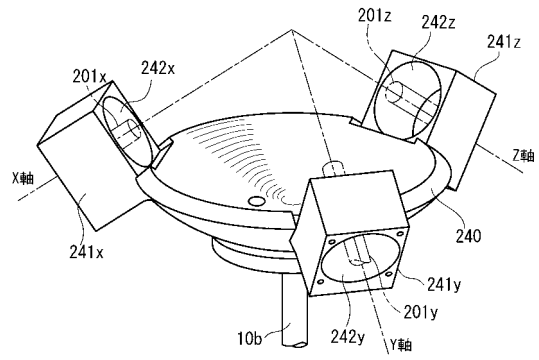
【 図 10 】



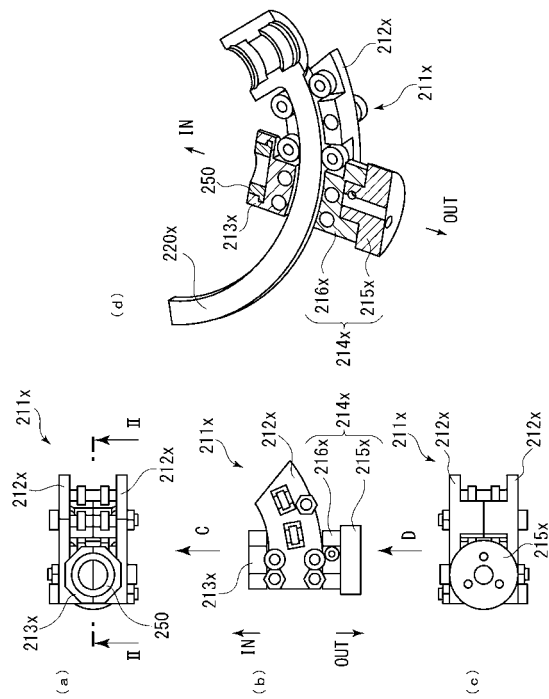
【 図 1 1 】



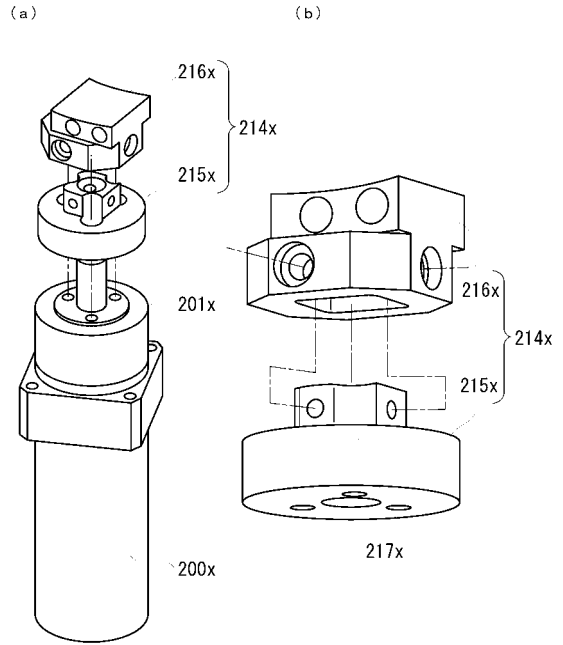
【 図 1 2 】



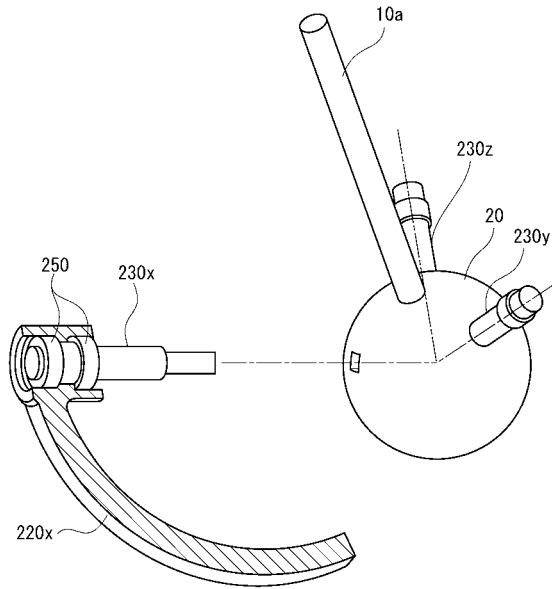
【 図 1 3 】



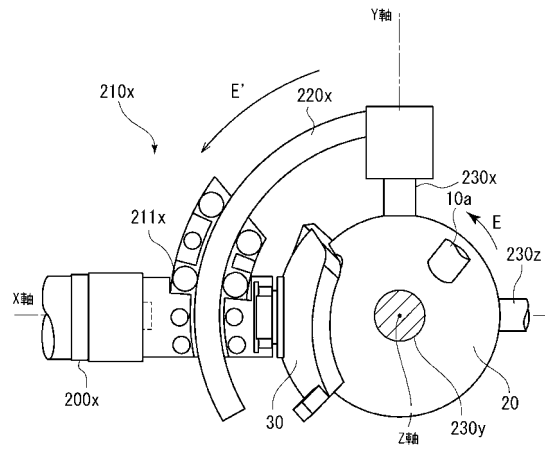
【 図 1 4 】



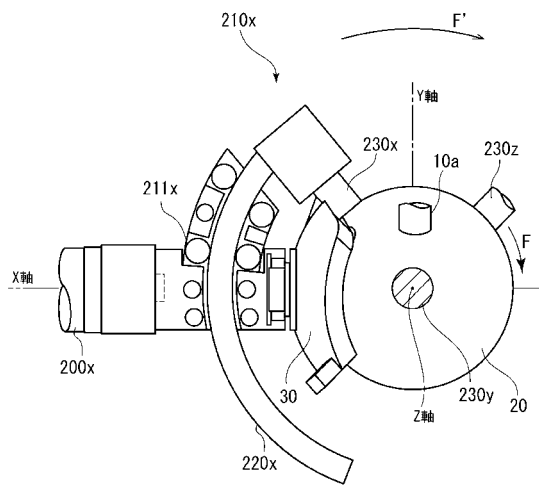
【図15】



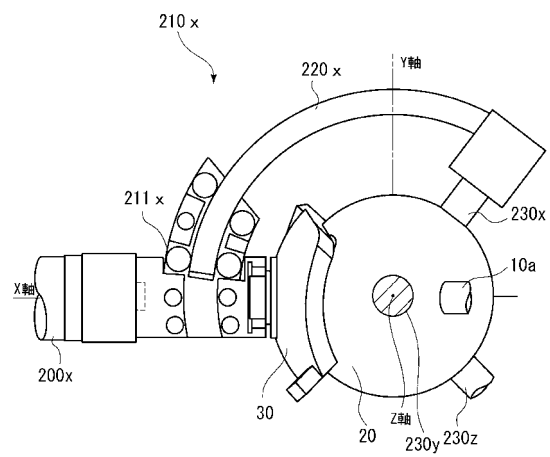
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-226458(JP,A)
特開平8-132382(JP,A)
特開昭62-79988(JP,A)
特開2009-274200(JP,A)
特開2008-232197(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 17/00
B25J 17/02
F16H 21/46