



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : 3自由度能動回転関節

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。

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。

[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。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-44089号公報

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。

[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。

本発明は、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。

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、一対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]図1は、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]図2は、3自由度能動回転関節の一部分解斜視図である。

[図3A]図3Aは、回転球受けを上方から見た斜視図である。

[図3B]図3Bは、回転球受けの分解斜視図である。

[図4]図4は、回転球受けの断面図である。

[図5A]図5Aは、他の回転球受けの斜視図である。

[図5B] 図 5 B は、他の受部材の斜視図である。

[図6A] 図 6 A は、スライダ支持体の斜視図である。

[図6B] 図 6 B は、スライダ支持体の分解斜視図である。

[図7A] 図 7 A は、スライダ支持体の一部を示す斜視図である。

[図7B] 図 7 B は、スライダ支持体の断面図である。

[図8] 図 8 は、3 自由度能動回転関節の動作を示す図である。

[図9] 図 9 は、3 自由度能動回転関節の動作を示す図である。

[図10] 図 1 0 は、3 自由度能動回転関節の動作を示す図である。

[図11] 図 1 1 は、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] 図 1 2 は、ベース体の構成を示す図である。

[図13A] 図 1 3 A は、スライダ支持体の構成を示す図である。

[図13B] 図 1 3 B は、スライダ支持体を図 1 3 A の矢印 C 方向から見た図である。

[図13C] 図 1 3 C は、スライダ支持体を図 1 3 B の矢印 D 方向から見た図である。

[図13D] 図 1 3 D は、スライダ支持体を図 1 3 A の I I - I I 線で切断した断面斜視図である。

[図14A] 図 1 4 A は、回転受体と 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る。

[図14B] 図 1 4 B は、回転受体の分解斜視図である。

[図15] 図 1 5 は、スライダと軸体との構成を示す図である。

[図16] 図 1 6 は、3 自由度能動回転関節の動作を示す図である。

[図17] 図 1 7 は、3 自由度能動回転関節の動作を示す図である。

[図18] 図 1 8 は、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。

図1および図2に示すように、3自由度能動回転関節は、一対のリンク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。

[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 3A は回転球受け 30 を上方から見た斜視図であり、図 3B は回転球受け 30 の分解斜視図である。

図 3A、図 3B 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 3A 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 3 4 は、回転球 2 0 の中心 O を基準にして、鉛直下方向から 9 0 度よりも大きい角度 α （略 1 0 8. 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 $\pm 3 5$ 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 3 1 の構成は上述したものに限られず、例えば図 5 A、図 5 B 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。

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 110x、110y、110z は、それぞれ X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転型モータ 100x、100y、100z を支持すると共に、回転球受け 30 を支持している。ここでは、図 2、図 6A、図 6B、図 7A および図 7B を参照して、可動体 110x について説明する。なお、可動体 110y、110z は、可動体 110x と同一の構成であり、その説明は省略する。

図 2 に示すように、可動体 110x は、回転型モータ 100x を支持するモータ受け 111x と、モータ受け 111x に一体で形成されたスライダー 113x と、スライダー 113x を滑動可能に支持するスライダー支持体 114x とを含んで構成されている。

[0020] モータ受け 111x は、X 軸用の回転型モータ 100x の出力軸 101x が挿通される挿通孔 112x が形成されている。モータ受け 111x は、出力軸 101x が回転球 20 の中心を指向するように X 軸用の回転型モータ 100x を支持する。

スライダー 113x は、回転球 20 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 113x は、モータ受け 111x の下部からスライダー支持体 114x に向かって、一体で延出している。

スライダー支持体 114x は、回転球 20 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 113x 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 113x は、スライダー支持体 114x に対して、X-Z 平面上で Y 軸回りに滑動する。

[0021] ここで、図 6A、図 6B、図 7A および図 7B を参照して、スライダー支持体 114x について説明する。図 6A はスライダー支持体 114x の斜視図であり、図 6B はスライダー支持体 114x の分解斜視図である。また、図 7A はスライダー支持体 114x の一部を示す斜視図であり、図 7B はスライダー支持体 114x の断面図である。各図では、図 2 に示すスライダー支持体 114x を上下反転させて図示している。

スライダー支持体 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6Bおよび図7A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7Aに示すOUT側)の回動軸116xと内側(図7A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。

[0022] スライダー支持体114xにスライダー113xを組み付けた状態で、スライダー113xの滑動方向から見ると、図7Bに示すように、スライダー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との間には、スライダー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との間には、スライダー113xの幅wと略同等の隙間が形成されている。

スライダー113xがスライダー支持体114x内を滑動するときには、各コロ117x、119xがスライダー113xの各側面を転動することで、スライダー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。

[0023] また、図6A、図6Bに示すように、スライダー支持体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6B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 1 2 1 x が左右の側面部 1 1 5 x 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 1 2 0 x、1 2 2 x に挿通させて両側から固定する。すると、外側ベアリング 1 3 0 が外側ベアリング保持部 1 2 1 x に完全に保持される。なお、内側ベアリング保持部 1 2 3 x も同様の構成であり、その説明は省略する。

[0024] スライダー支持体 1 1 4 x が組み立てられた状態では、外側ベアリング 1 3 0 と内側ベアリング 1 3 1 との軸線は同一線上になっている。外側ベアリング 1 3 0 内には、ベース体 1 4 0 の後述する Z 軸と同軸の軸部 1 4 1 x が嵌合する。また、内側ベアリング 1 3 1 内には、上述した回転球受け 3 0 の Z 軸と同軸の軸部 3 2 x が嵌合する。

[0025] ベース体 1 4 0 は、図 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 1 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 1 4 0 の上縁部には、各スライダー支持体 1 1 4 x、1 1 4 y、1 1 4 z の各外側ベアリング 1 3 0 に嵌合する円柱状の軸部 1 4 1 x、1 4 1 y、1 4 1 z が等間隔に離間して設けられている。回転球受け 3 0 が回転球 2 0 を支持している状態では、軸部 1 4 1 x、1 4 1 y、1 4 1 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。すなわち、軸部 1 4 1 x、1 4 1 y、1 4 1 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。なお、軸部 1 4 1 x、1 4 1 y、1 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 1 4 0 を湾曲させて剛性を向上させている。

[0026] 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 のモータ受け 1 1 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 のスライダー支持体 1 1 4 x は、スライダー 1 1 3 x を滑動可能に支持する。したがって、スライダー 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、スライダー 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 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 軸まわりに回転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。

[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ので、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 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。

[0028] 次に、図 9 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 B 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 B 方向に回転する。X 軸用の回転型モータ 100x の Y 軸まわりの回転と同期して、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 B' 方向に回転し、図 10 に示す状態となる。

ここで、図 10 に示すように、回転球 20 に結合されたリンク 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。

[0029] 次に、図8に示す状態から、Z軸用の回転型モータ100z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100xおよびY軸用の回転型モータ100yも同方向に回転する。可動体110xのスライダー支持体114xは、回転球受け30の軸部32xおよびベース体140の軸部141x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100xのZ軸まわりの回転と同期して、可動体110x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。

[0030] また、可動体110y、110zも、可動体110xと同様に構成されている。したがって、可動体110yは、Y軸用の回転型モータ100y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110zは、Z軸用の回転型モータ100z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100x、100y、100z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。

[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。

[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。

[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。

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。

[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。

[0036] ここでは、図11、図13A～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ー支持体211xと、スライダー支持体211x内を滑動するスライダー220xと、スライダー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] スライダー支持体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、内部でスライダー220xを低摩擦で滑動させることができる。

ここで、図13A～図14Bを参照して、スライダー支持体211x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る。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 I I - I I 線断面斜視図である。

[0038] 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 の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。

[0039] スライダ支持体 2 1 1 x の内側（図 1 3 D 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 D 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。

[0040] ここで、図 1 4 A、図 1 4 B 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 211x は、出力軸 201x と同期して、X 軸まわりに回転する。

[0041] スライダー 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、スライダー 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、スライダー 220x と軸体 230x とについて説明する。スライダー 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、スライダー 220x に支持される反対側が、回転球 20 に結合される。

[0042] 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、スライダー支持体 211x、スライダー 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 のスライダー支持体 211x は、スライダー 220x を滑動可能に支持する。したがって、スライダー 220x に間接的に結合された軸体 230x および回転球 20 は、スライダー 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 のスライダー 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 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 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。

- [0047] また、可動体 210 y、210 z も、可動体 210 x と同様に構成されている。したがって、可動体 210 y は、軸体 230 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 210 z は、軸体 230 z 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 200 x、200 y、200 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。

- [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 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 200 x、200 y、200 z に結合された可動体 210 x、210 y、210 z の各軸体 230 x、230 y、230 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、軸体 230 x、230 y、230 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、X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転型モータ 200 x、200 y、200 z 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 10 a 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。

産業上の利用可能性

[0050] 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などに用いることができる。

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。

[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2に記載の3自由度能動回転関節。

[請求項5] 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に記載の3自由度能動回転関節。

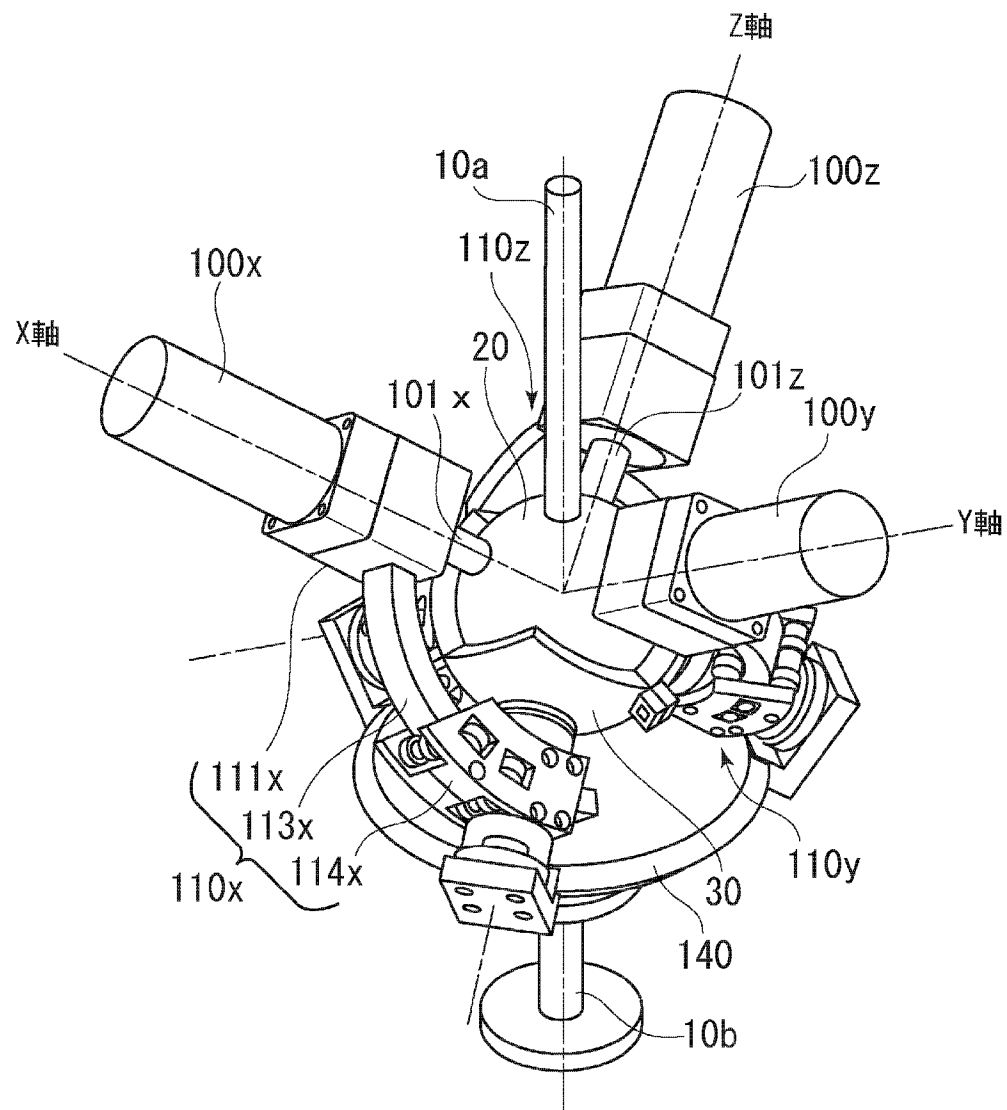
[請求項6] 前記回転体を回転自在に支持する回転体受を備え、
前記回転体受は、複数の受部材が結合されて成り、
前記複数の受部材は、互いが接する接合面に凹凸が形成され、前記複数の受部材のそれぞれが同一形状に形成されていることを特徴とする請求項2に記載の3自由度能動回転関節。

[請求項7] 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支持体とを備え、
前記スライダが前記スライダ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に記載の3自由度能動回転関節。

- [請求項8] 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と、前記スライダー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2に記載の3自由度能動回転関節。

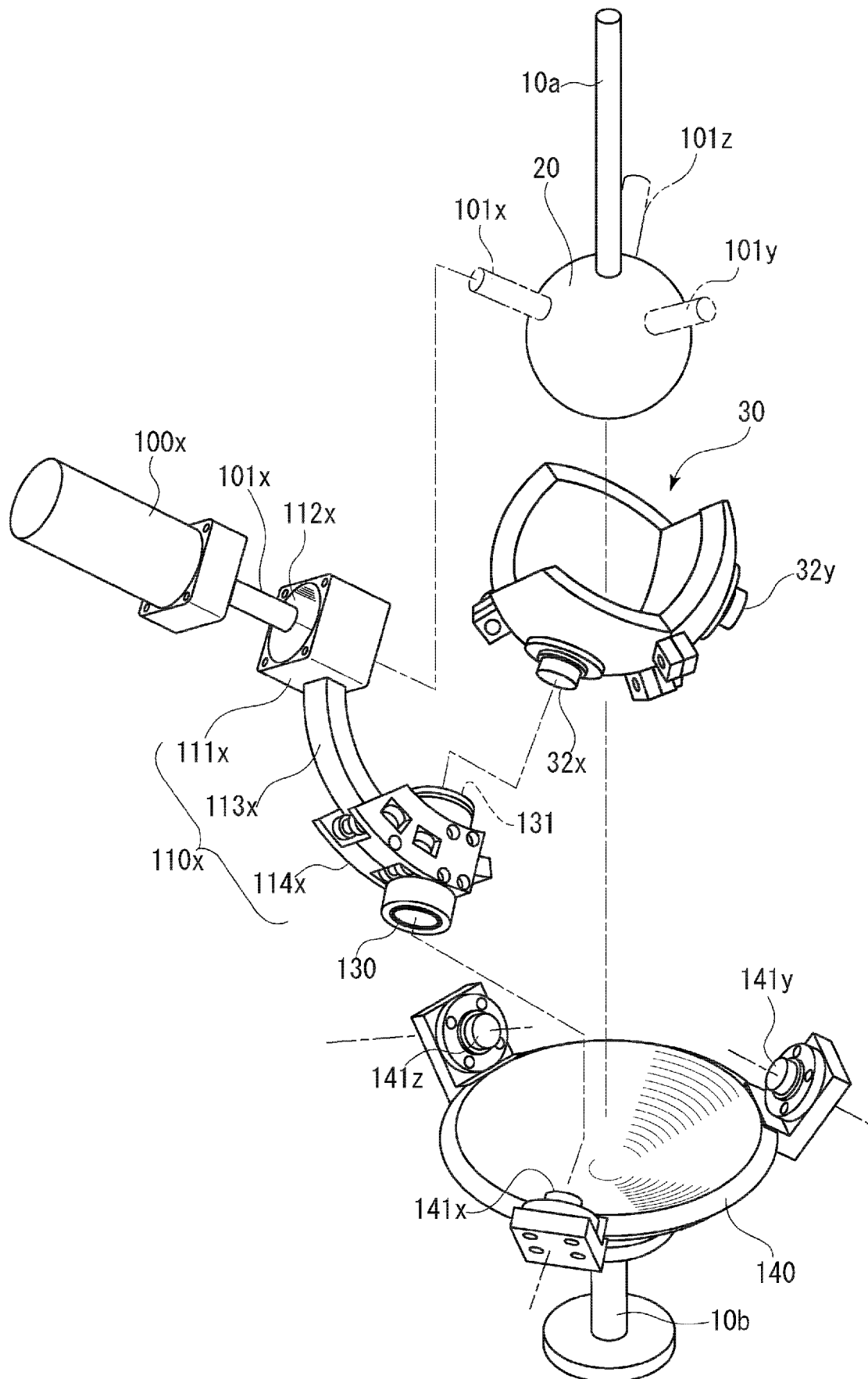
[図1]

[図1]



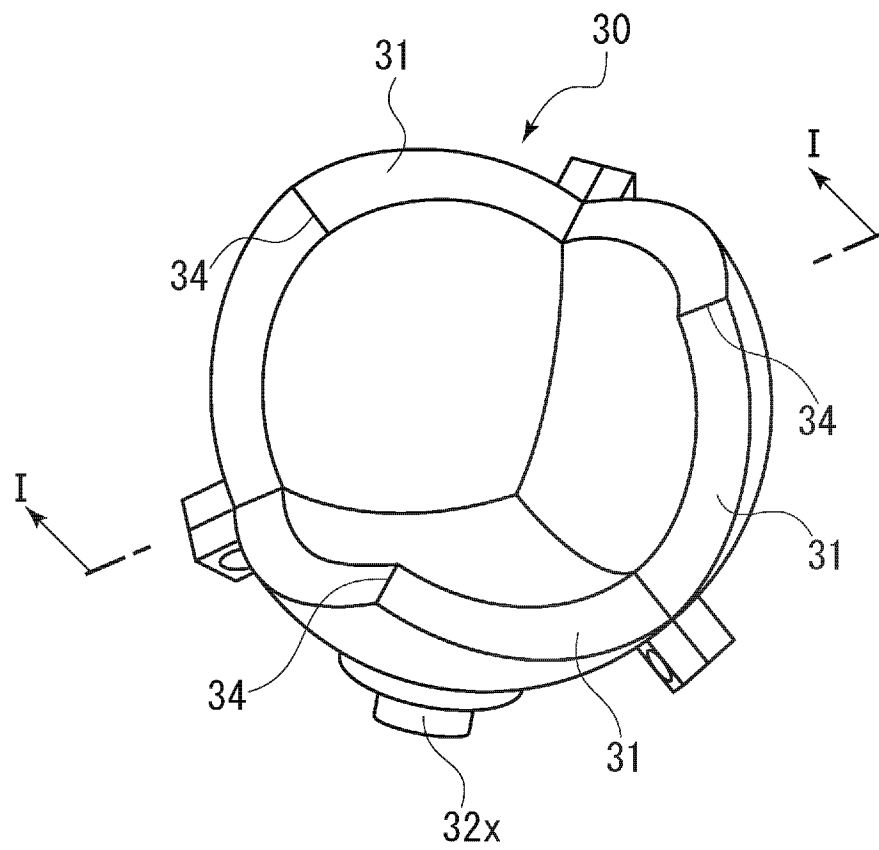
[図2]

[図2]



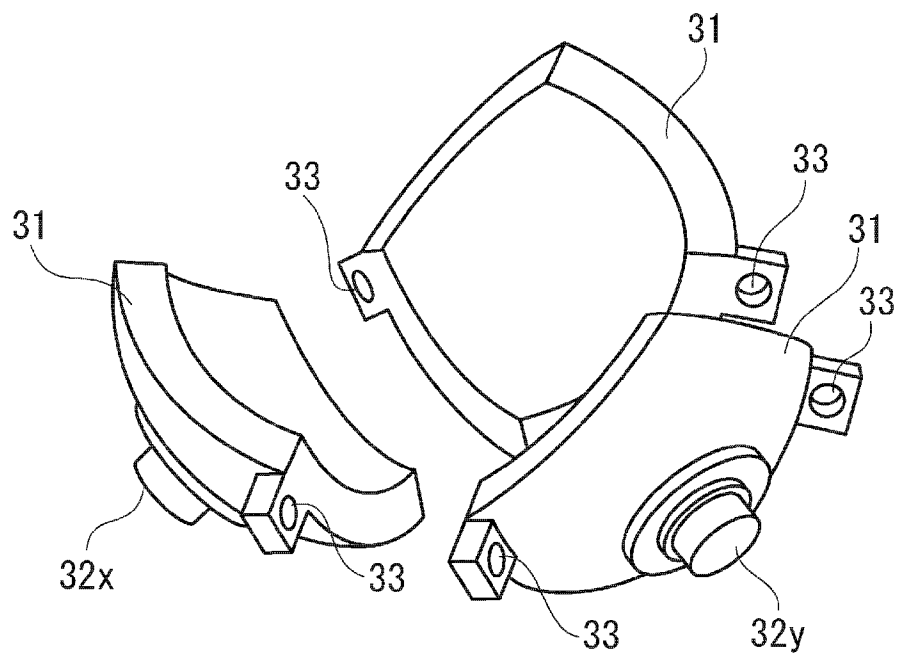
[図3A]

[図3A]



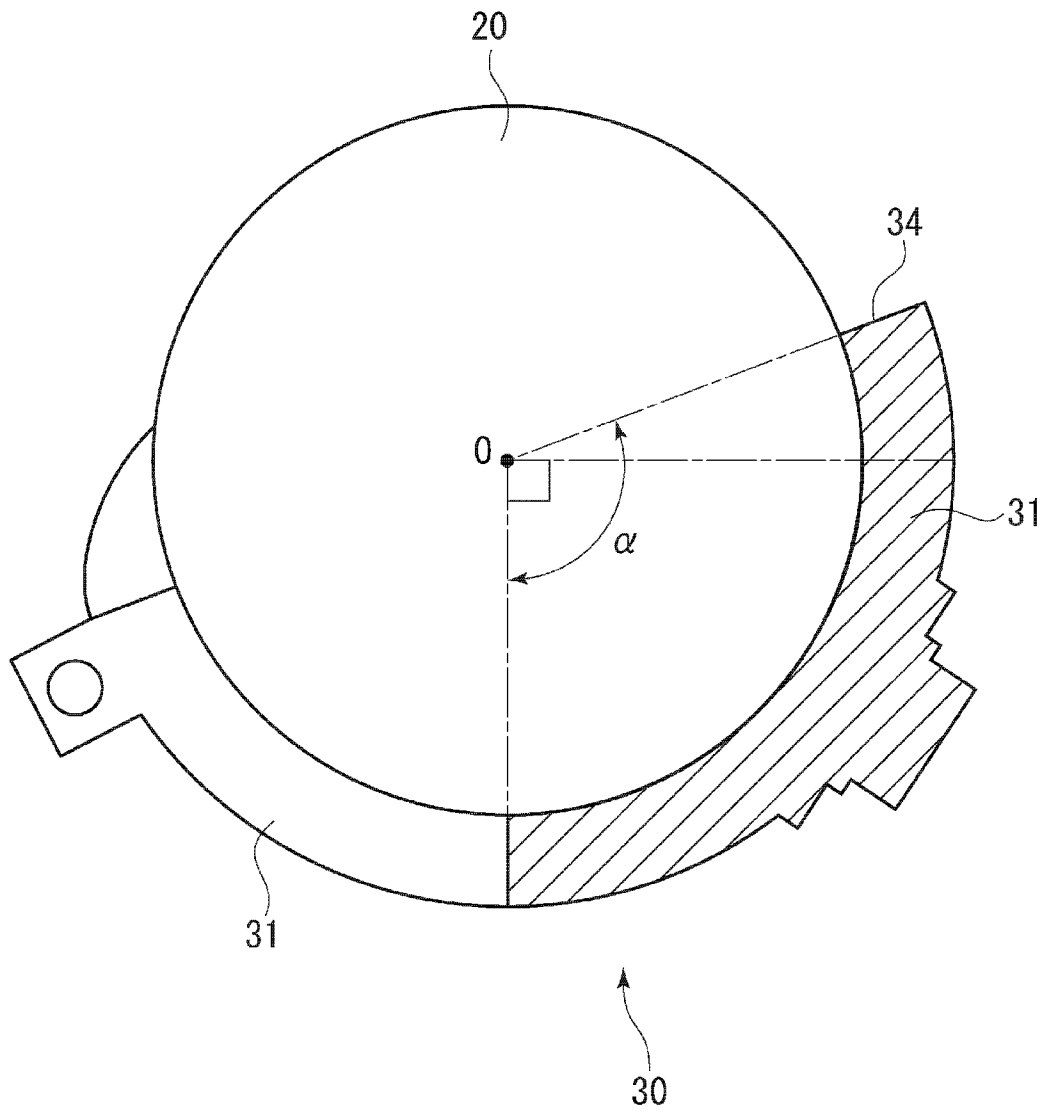
[図3B]

[図3B]



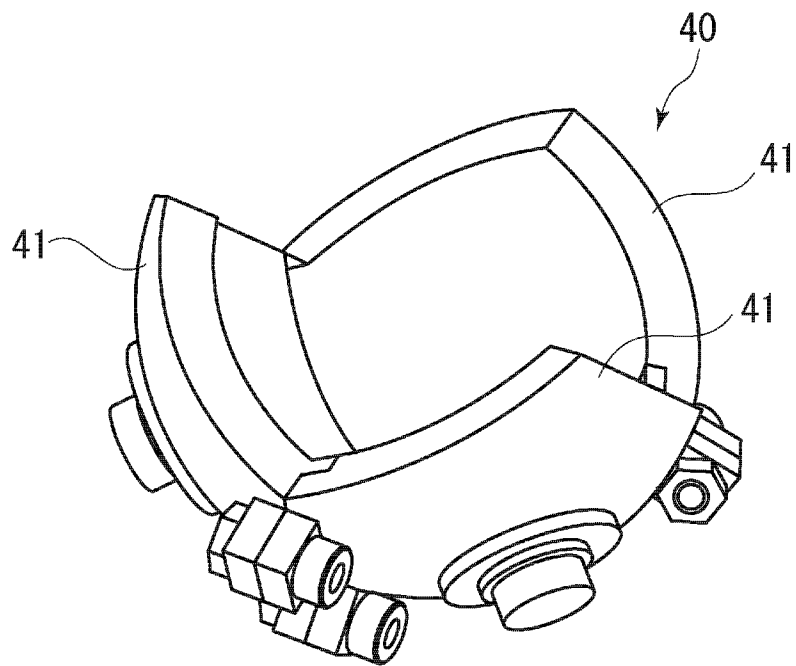
[図4]

[図4]



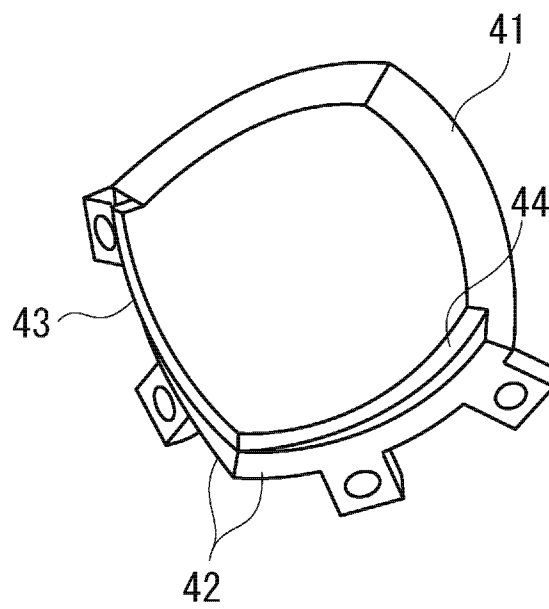
[図5A]

[図5A]



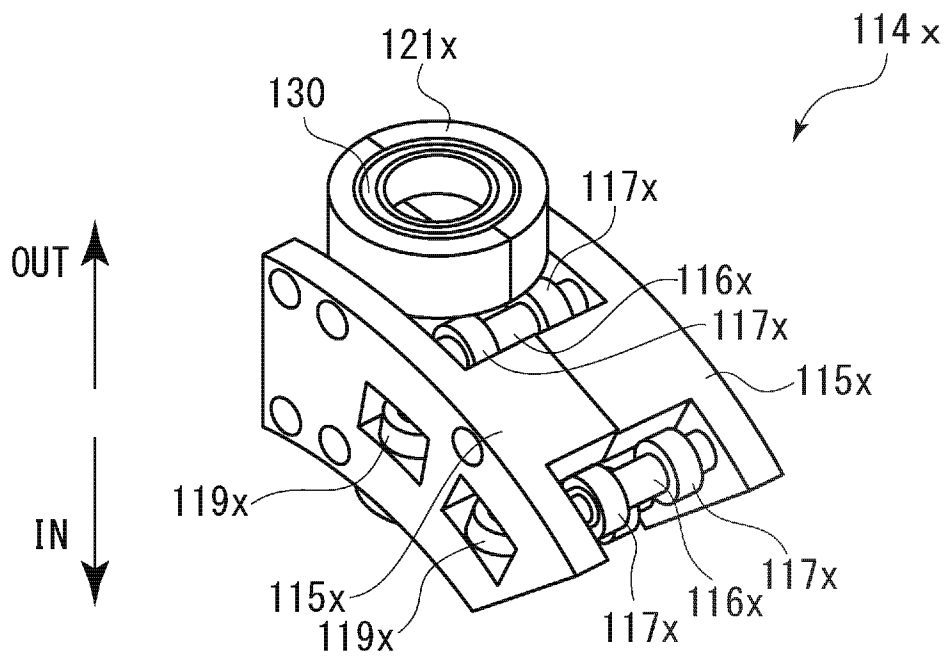
[図5B]

[図5B]



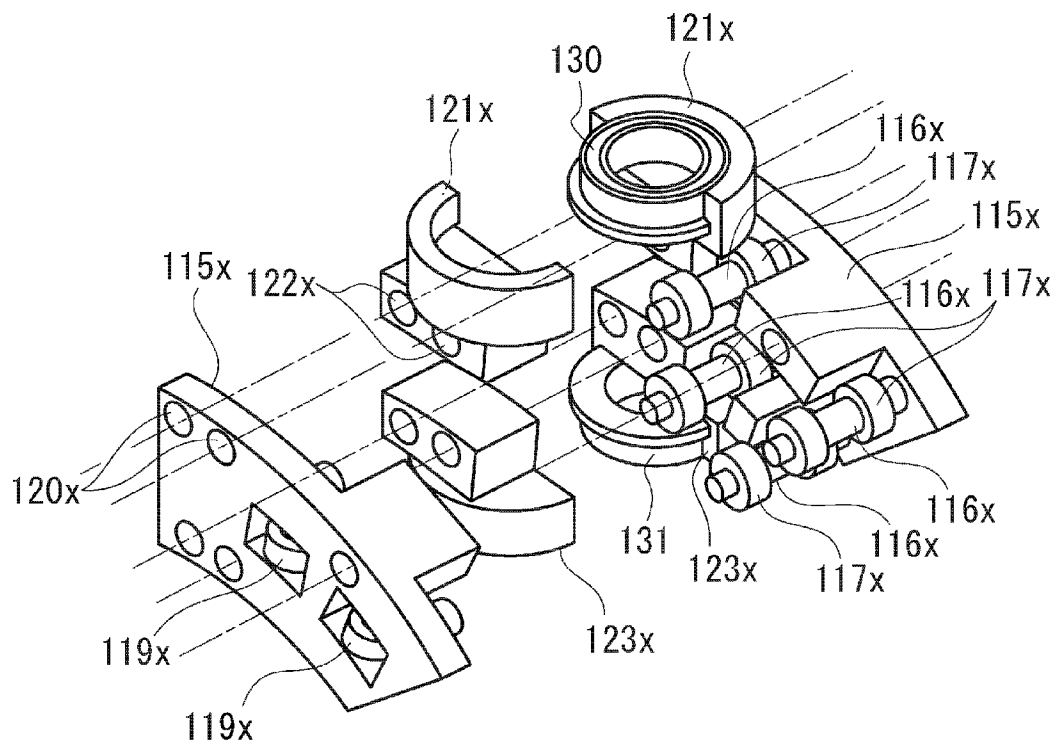
[図6A]

[図6A]



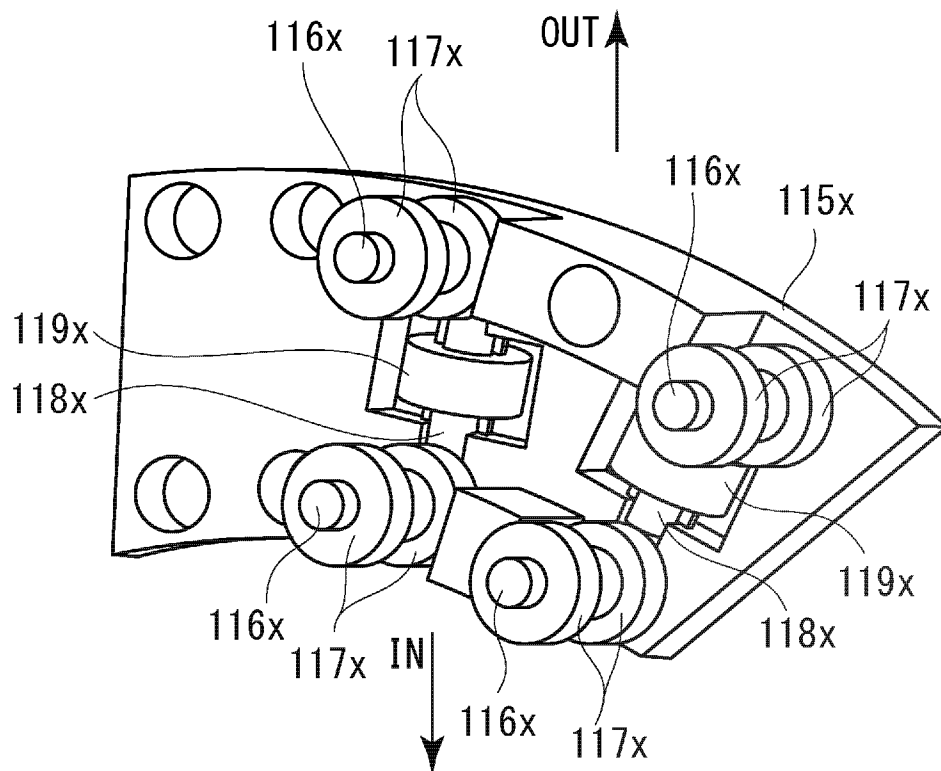
[図6B]

[図6B]



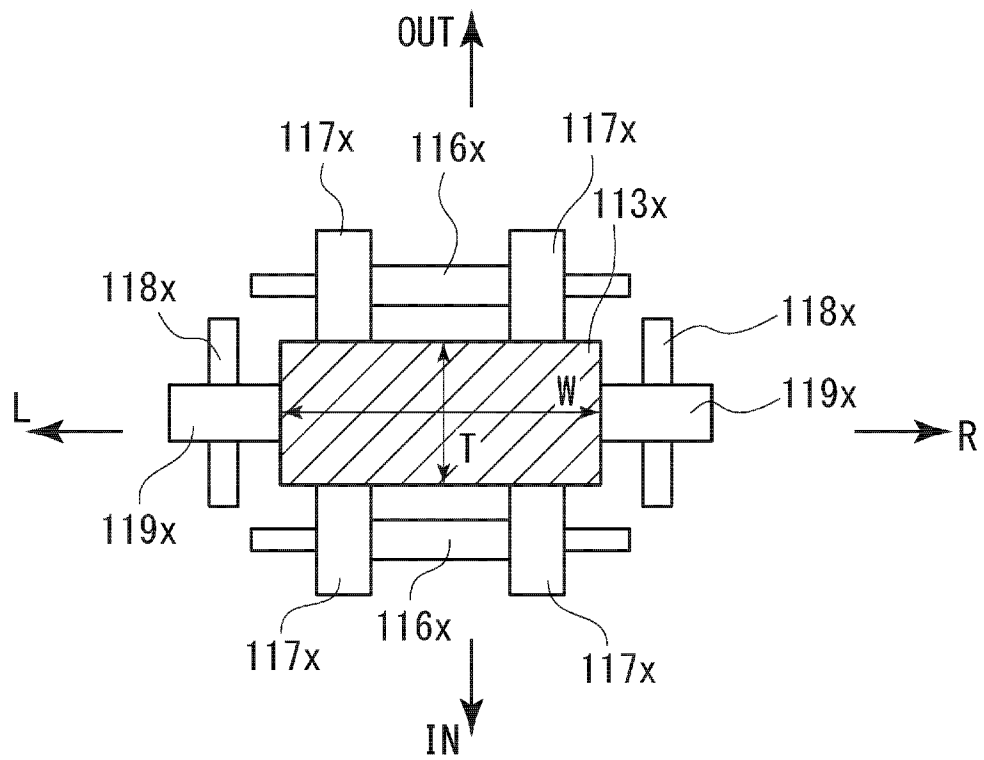
[図7A]

[図7A]



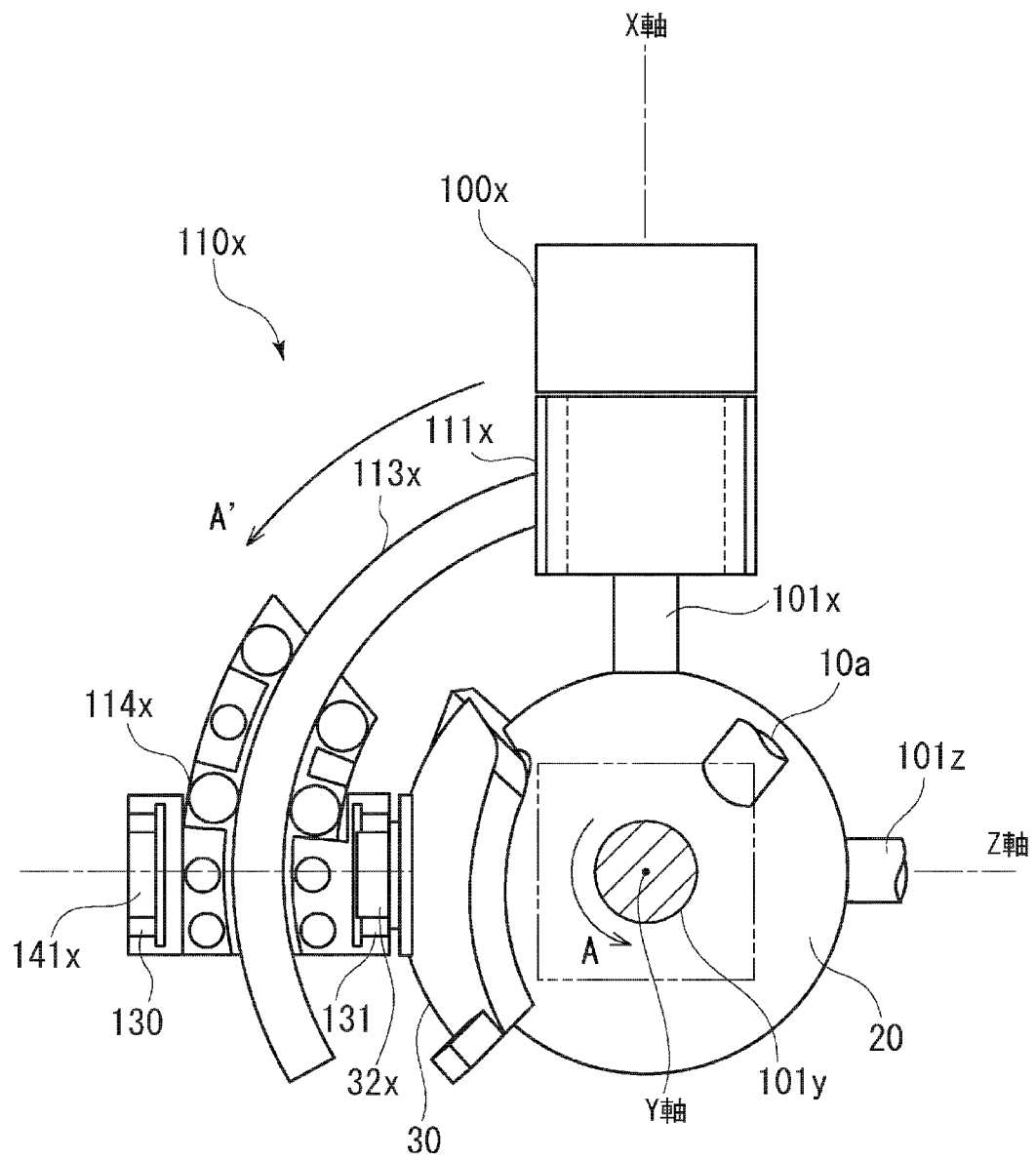
[図7B]

[図7B]



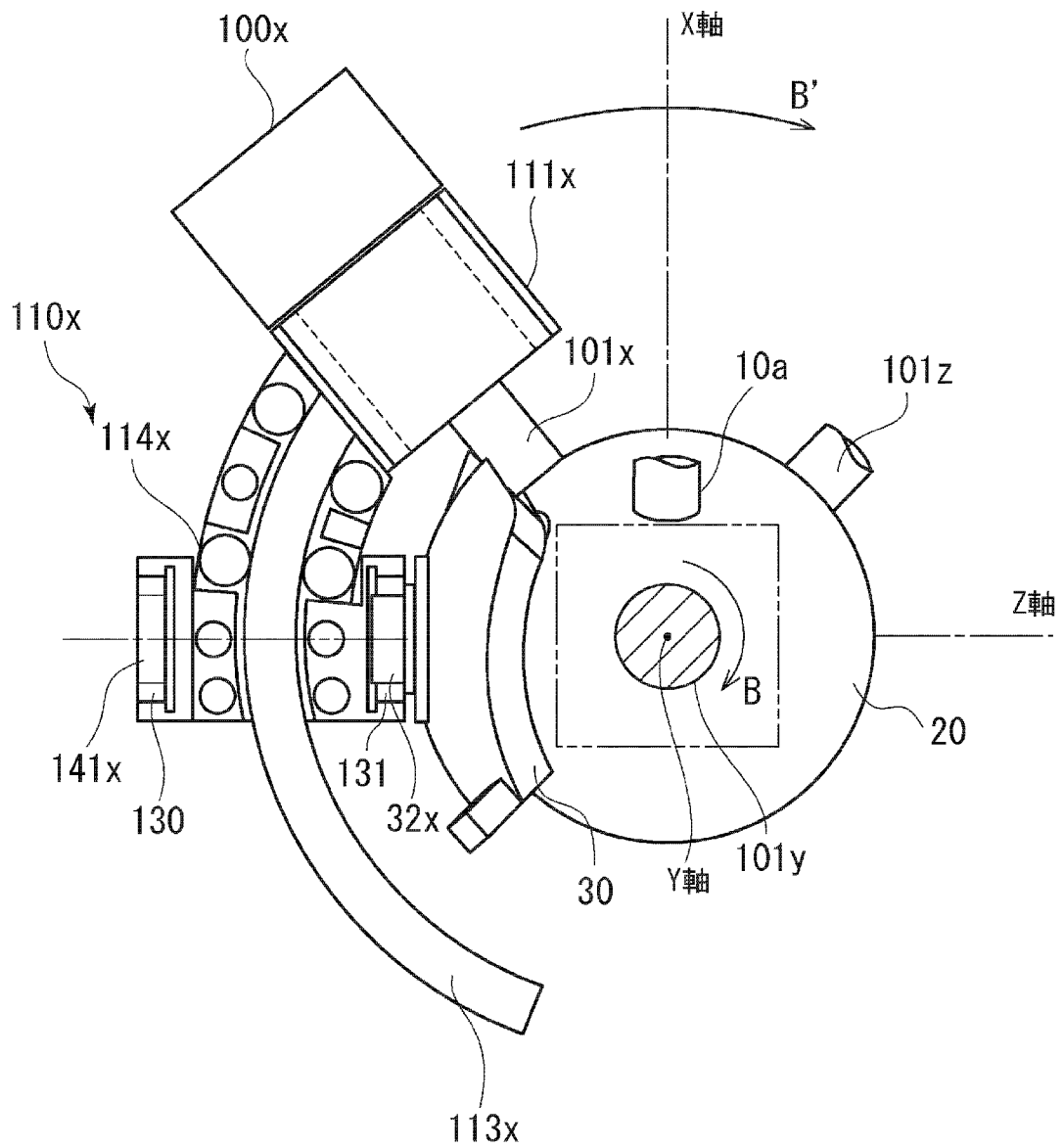
[図8]

[図8]



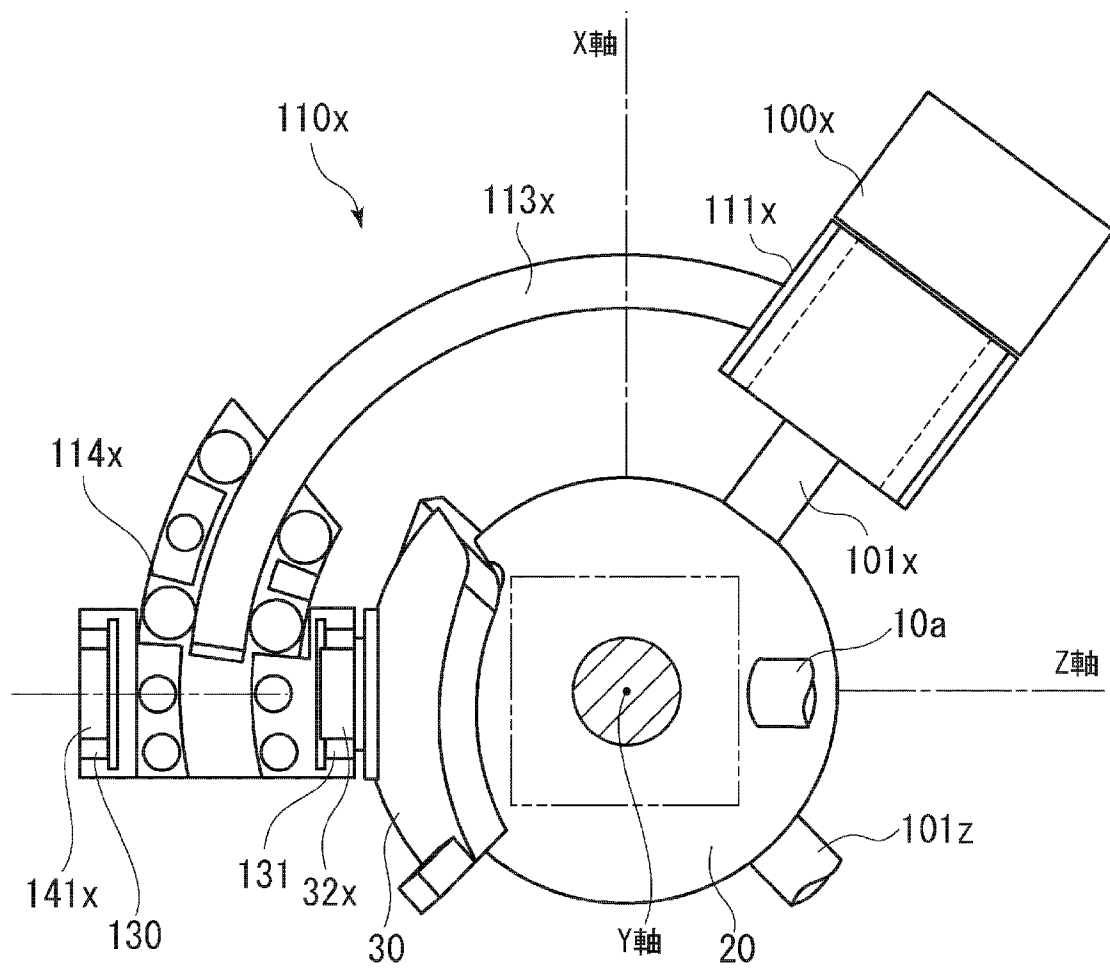
[図9]

[図9]



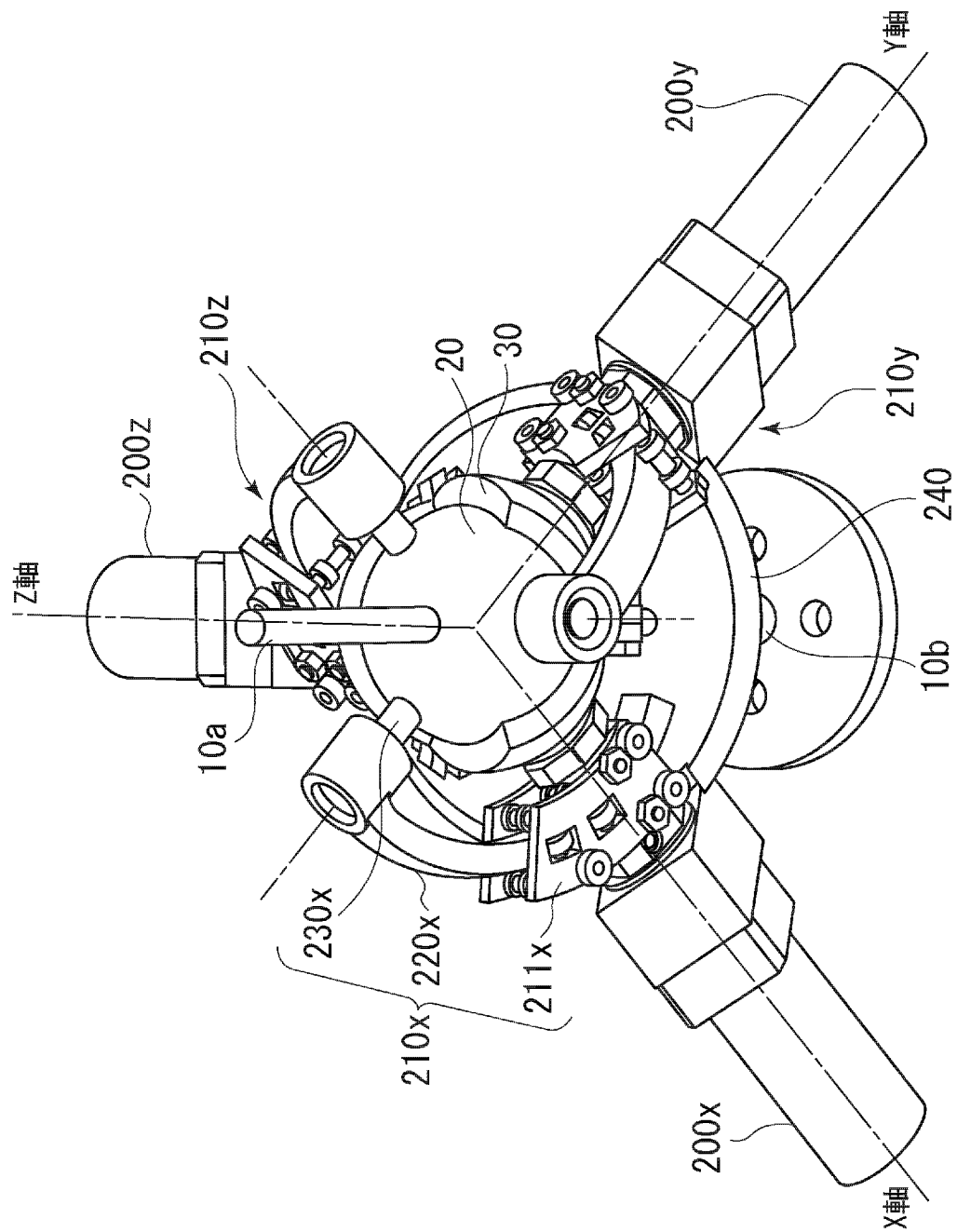
[図10]

[図10]



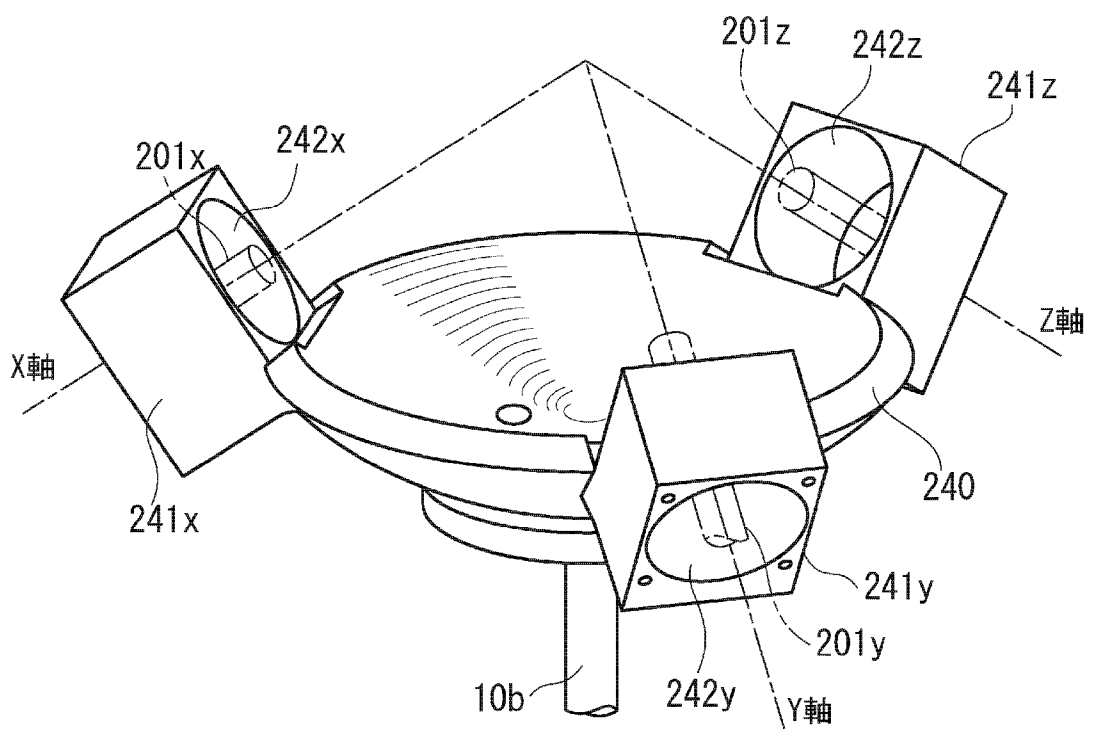
[図11]

[図11]



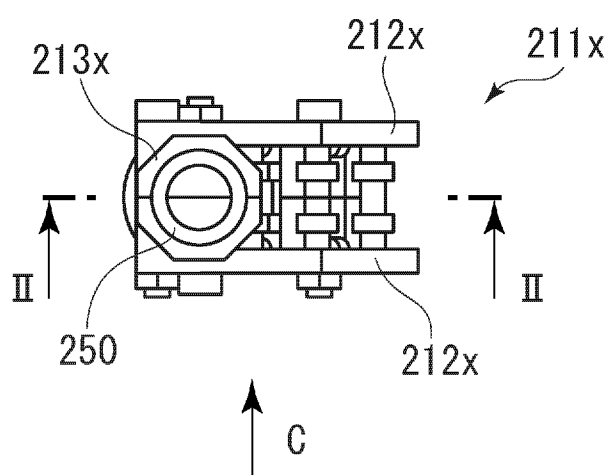
[図12]

[図12]



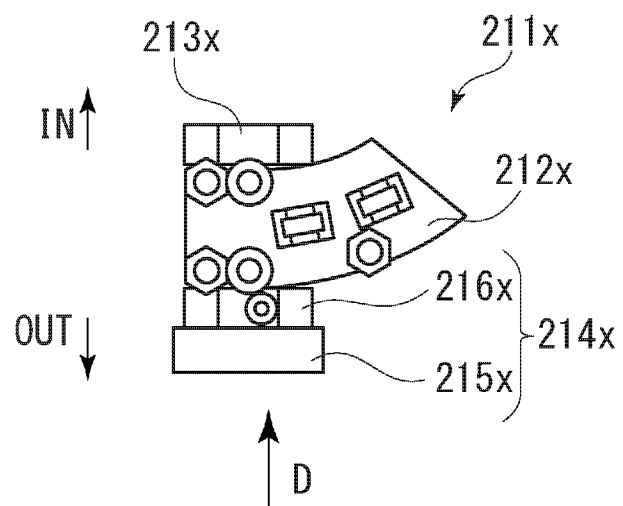
[図13A]

[図13A]



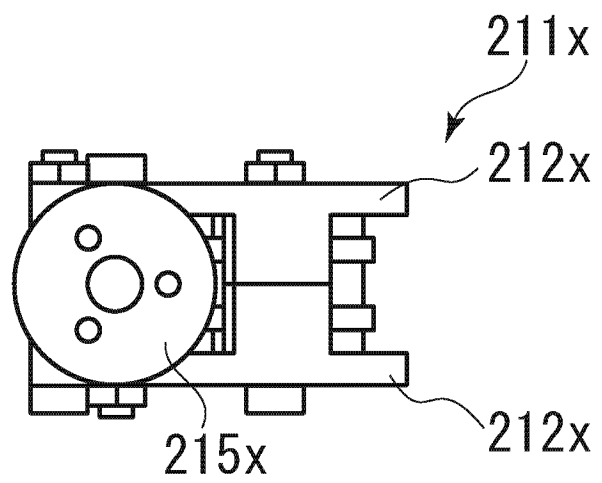
[図13B]

[図13B]



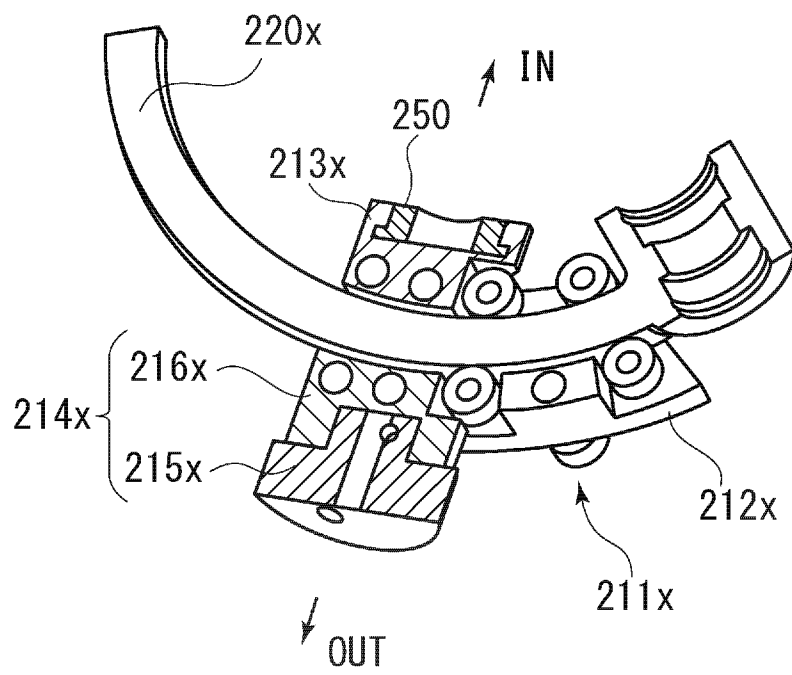
[図13C]

[図13C]



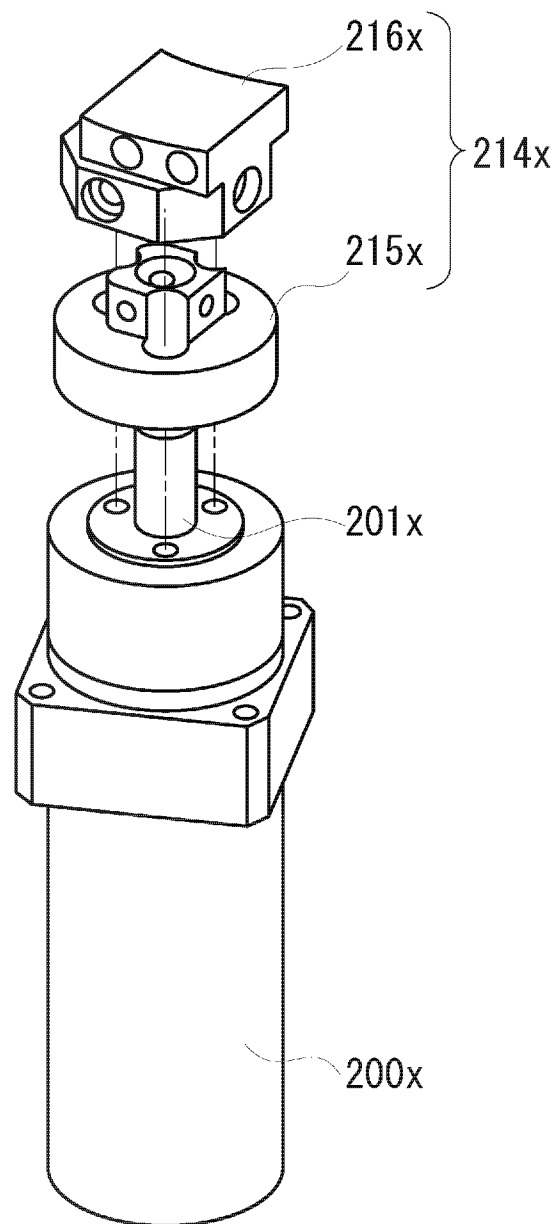
[図13D]

[図13D]



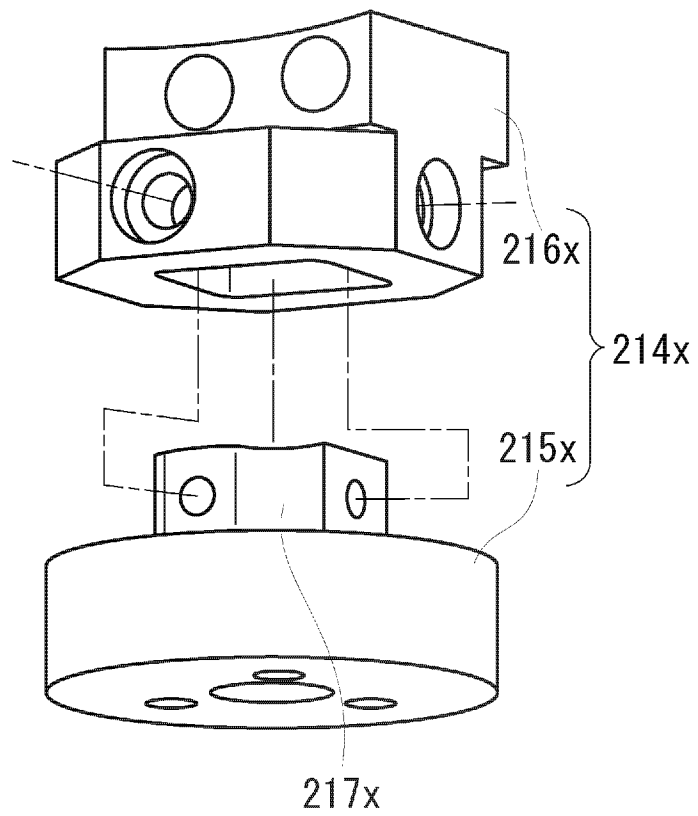
[図14A]

[図14A]



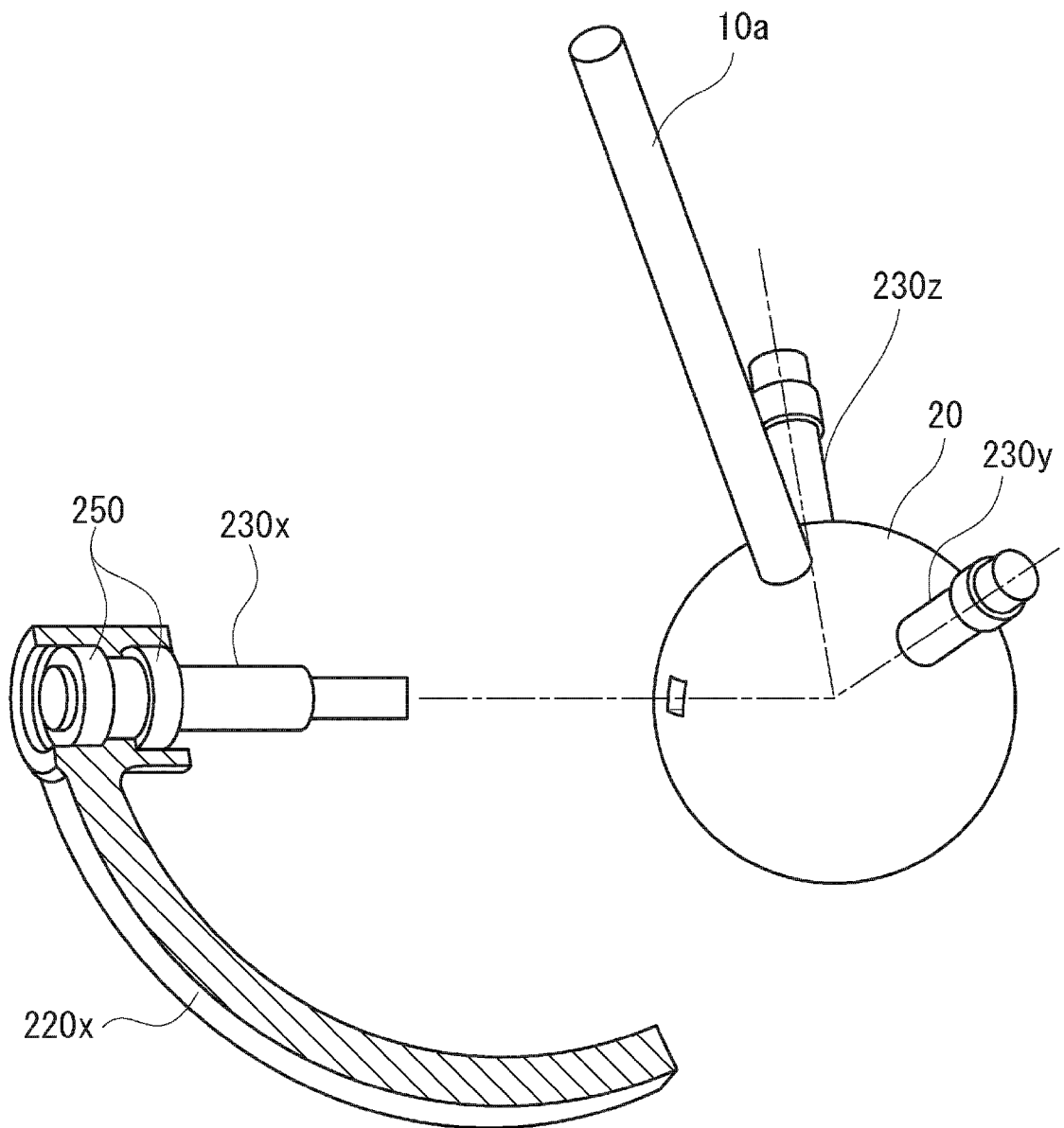
[図14B]

[図14B]



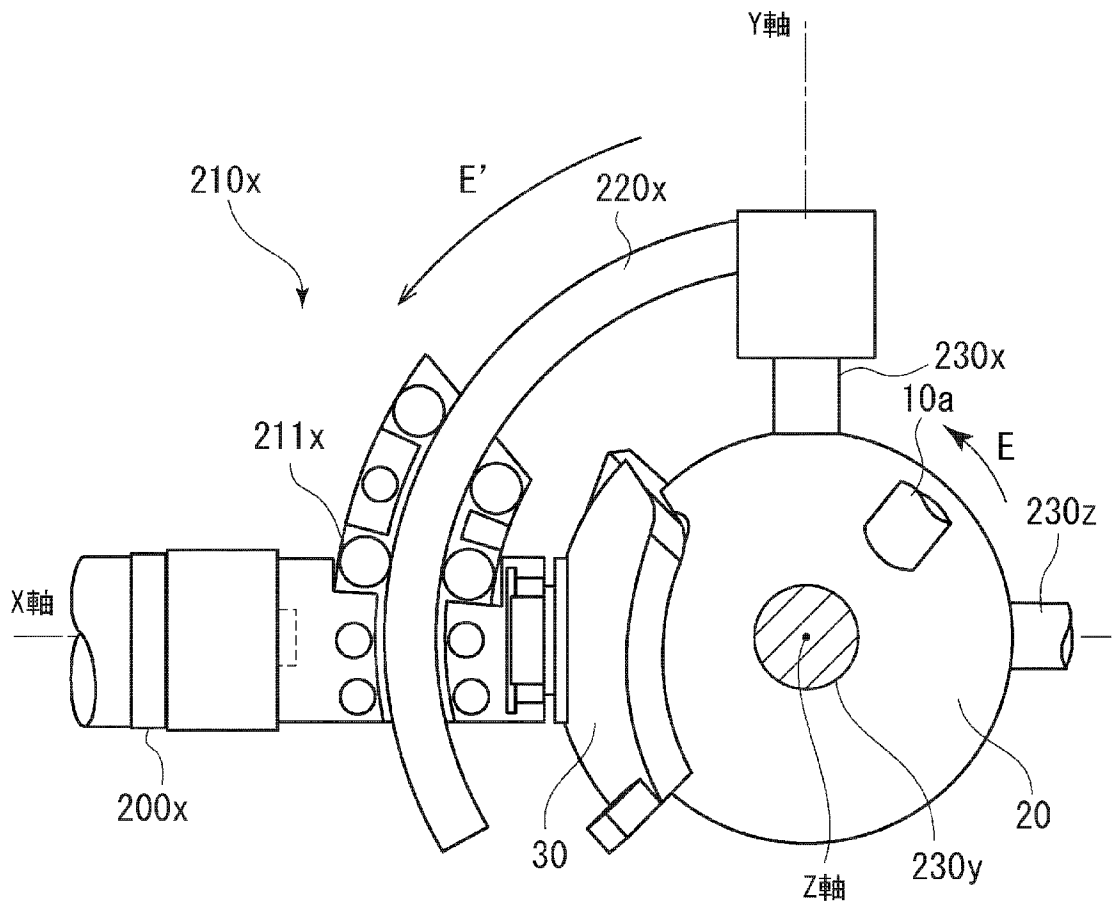
[図15]

[図15]



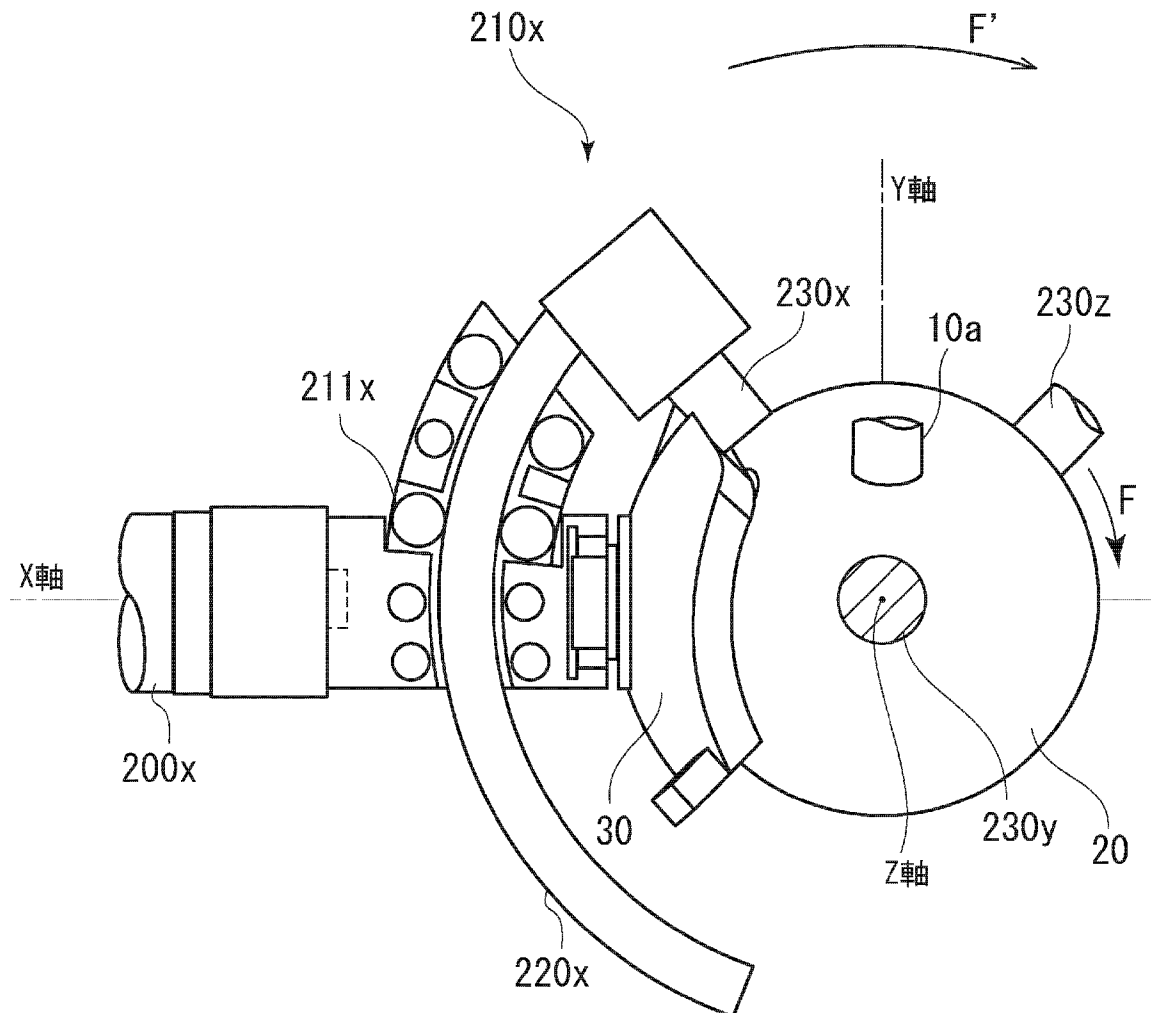
[図16]

[図16]



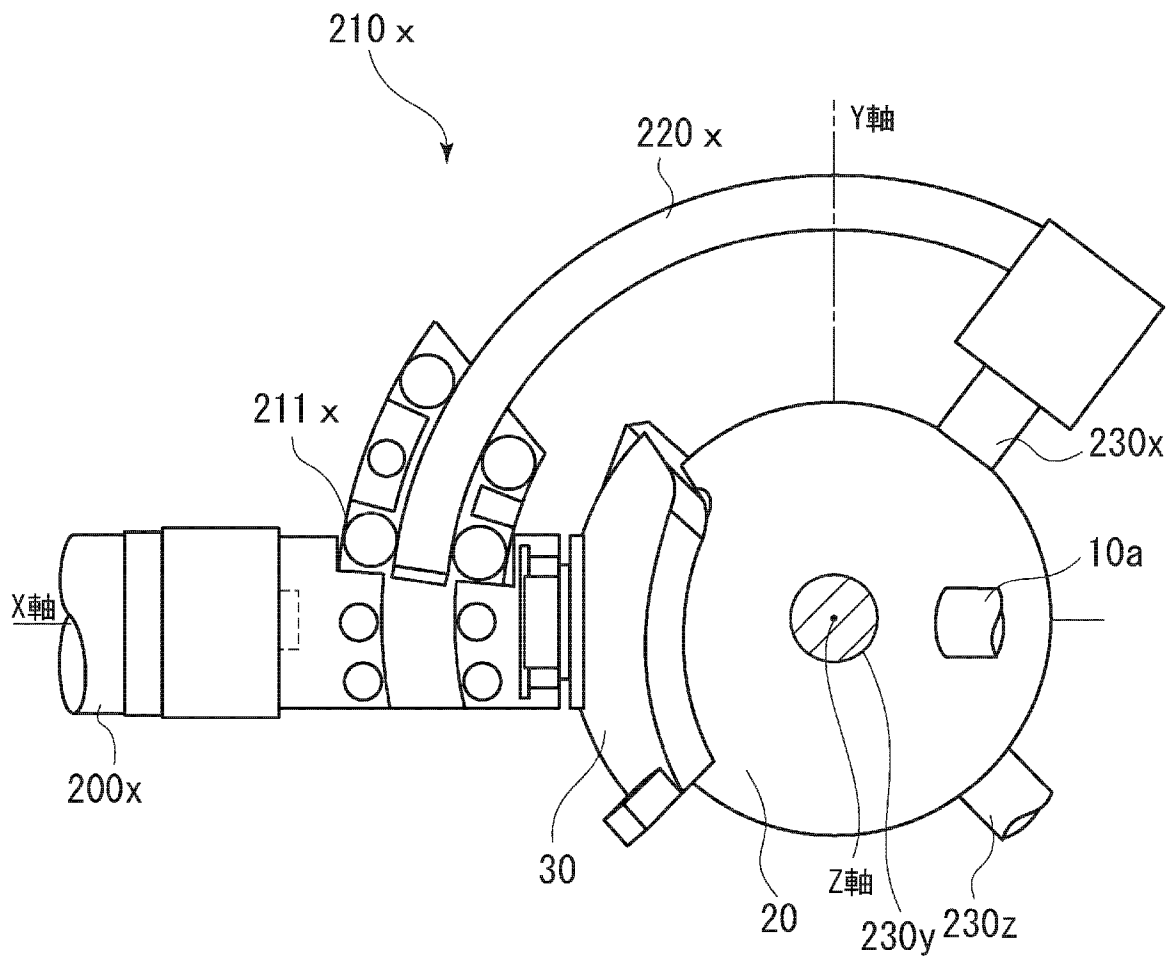
[図17]

[図17]



[図18]

[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053913

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J17/00(2006.01)i, B25J17/02(2006.01)i, F16H21/46(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J17/00, B25J17/02, F16H21/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-226458 A (Kagoshima University), 31 August 2006 (31.08.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
Y	JP 8-132382 A (Omron Corp.), 28 May 1996 (28.05.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 62-79988 A (Hitachi, Ltd.), 13 April 1987 (13.04.1987), entire text; all drawings (Family: none)	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 May, 2011 (06.05.11)Date of mailing of the international search report
17 May, 2011 (17.05.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053913

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-274200 A (Nagoya Institute of Technology), 26 November 2009 (26.11.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2008-232197 A (Gifu University), 02 October 2008 (02.10.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B25J17/00(2006.01)i, B25J17/02(2006.01)i, F16H21/46(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B25J17/00, B25J17/02, F16H21/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2006-226458 A (国立大学法人 鹿児島大学) 2006.08.31, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 8
Y	JP 8-132382 A (オムロン株式会社) 1996.05.28, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

金丸 治之

3 U

9 5 3 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 62-79988 A (株式会社日立製作所) 1987. 04. 13, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 8
A	JP 2009-274200 A (国立大学法人 名古屋工業大学) 2009. 11. 26, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 8
A	JP 2008-232197 A (国立大学法人岐阜大学) 2008. 10. 02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 8