

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4411437号
(P4411437)

(45) 発行日 平成22年2月10日(2010.2.10)

(24) 登録日 平成21年11月27日(2009.11.27)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 5 J 17/00 (2006.01) B 2 5 J 17/00 K

請求項の数 4 (全 12 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2005-42690 (P2005-42690) | (73) 特許権者 | 504258527 国立大学法人 鹿児島大学 |
| (22) 出願日 | 平成17年2月18日(2005.2.18) | | 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号 |
| (65) 公開番号 | 特開2006-226458 (P2006-226458A) | (74) 代理人 | 100090273 弁理士 園分 孝悦 |
| (43) 公開日 | 平成18年8月31日(2006.8.31) | (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 |
| 審査請求日 | 平成19年4月12日(2007.4.12) | (72) 発明者 | 小久保 省志 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 | 辻尾 昇三 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 |

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、
出力軸が直交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、Y軸用、Z軸用の回転アクチュエータの出力軸に結合する回転体と、
前記X軸用、Y軸用、Z軸用の回転アクチュエータを、それ自身の軸線まわりの回転を規制するとともに、他の直交2軸まわりの回動を許容するように支持する支持体と、

前記X軸用、Y軸用、Z軸用の回転アクチュエータのうちいずれか1つの回転アクチュエータに設けられ、その回転アクチュエータの出力軸とは逆向き出力軸が指向する第4の回転アクチュエータとを備え、

前記一対のリンクのうち、一方のリンクを前記第4の回転アクチュエータの出力軸に固定し、他方のリンクを前記支持体に固定したことを特徴とする3自由度能動回転関節。

【請求項2】

前記回転体は回転球であ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3】

前記支持体は、前記回転球を任意の方向に回転可能に支持する内層部と、前記X軸用、Y軸用、Z軸用の回転アクチュエータを、それ自身の軸線まわりの回転を規制するとともに、他の直交2軸まわりの回動を許容するように支持する外層部とを有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。

10

20

【請求項 4】

前記支持体は、前記 X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転アクチュエータを、それ自身の軸線まわりの回転を規制するとともに、他の直交 2 軸まわりのうち一方向への回動を許容するようにそれぞれ支持する可動体を含み、前記各可動体が前記他の直交 2 軸まわりのうち他方向へ移動可能となっていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 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。 10

【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。例えば図 1 2 に示すように、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。 20

【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】

3 自由度回転関節としては、3 自由度受動回転可能な球関節（特許文献 1 等を参照）や、3 自由度能動回転可能なパラレルメカニズムがある。パラレルメカニズムとは、図 1 3 に示すように、ベースから最終出力であるエンドプレートまでが複数のリンクで並列に連結されている機構をいい、例えば Stewart Platform 型（図 1 3 (a) ）、Hexa 型（図 1 3 (b) ）、直動固定型（図 1 3 (c) ）等が知られている。 30

【0006】

【特許文献 1】 特開平 8 - 2 4 0 4 4 2 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

しかしながら、パラレルメカニズムでは、高い剛性が得られる等の利点もあるが、各自由度方向への一様な運動ができない、構造が複雑である等の点が指摘されている。

【0008】

本発明は上記のような点に鑑みてなされたものであり、各自由度方向への一様な運動が可能であり、球関節に近いシンプルな構造を有する 3 自由度能動回転関節を提供することを目的とする。 40

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本発明による 3 自由度能動回転関節は、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、出力軸が直交 3 軸の原点を指向するように相互に直交配置された 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、Y 軸用、Z 軸用の回転アクチュエータの出力軸に結合する回転体と、前記 X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転アクチュエータを、それ自身の軸線まわりの回転を規制するとともに、他の直交 2 軸まわりの回動を許容するように支持する支持体と、前記 X 軸用、Y 軸用、Z 軸用の回転アクチュエータのうちい 50

ずれか1つの回転アクチュエータに設けられ、その回転アクチュエータの出力軸とは逆向きに出力軸が指向する第4の回転アクチュエータとを備え、前記一对のリンクのうち、一方のリンクを前記第4の回転アクチュエータの出力軸に固定し、他方のリンクを前記支持体に固定した点に特徴を有する。

また、本発明による3自由度能動回転関節の他の特徴とするところは、前記回転体は回転球である点、さらには、前記支持体は、前記回転球を任意の方向に回転可能に支持する内層部と、前記X軸用、Y軸用、Z軸用の回転アクチュエータを、それ自身の軸線まわりの回転を規制するとともに、他の直交2軸まわりの回動を許容するように支持する外層部を有する点にある。

また、本発明による3自由度能動回転関節の他の特徴とするところは、前記支持体は、前記X軸用、Y軸用、Z軸用の回転アクチュエータを、それ自身の軸線まわりの回転を規制するとともに、他の直交2軸まわりのうち一方向への回動を許容するようにそれぞれ支持する可動体を含み、前記各可動体が前記他の直交2軸まわりのうち他方向へ移動可能となっている点にある。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、第4の回転アクチュエータが設けられた回転アクチュエータの回転軸と第4の回転アクチュエータの回転軸との回転を同回転にし、他の2つの回転アクチュエータとの三者の間でそれぞれ独立的に回転させれば、各自由度方向への一様な運動が可能となる。また、球関節に近い構造を有し、シンプルな構造の3自由度能動回転関節を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について説明する。

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態の3自由度能動回転関節を示す斜視図である。また、図2は図1のx方向から見た図、図3は図1のy方向から見た図、図4は図1のz方向から見た図、図5は図2のV-V線に沿う一部断面図である。

【0012】

本実施形態の3自由度能動回転関節は、一对のリンク50a、50b間に設けられるものであって、回転球10、X軸用モータ20x、Y軸用モータ20y、Z軸用モータ20z、支持体30、第4のモータ40等により構成される。

【0013】

X軸用モータ20x、Y軸用モータ20y、Z軸用モータ20zは、図6に示すように、それらの出力軸21x、21y、21zが直交3軸の原点を指向するように相互に直交配置される。これらモータ20x、20y、20zとしては、例えば減速歯車を一体に組み合わせたギアドモータとその回転角や回転速度を測定するエンコーダとが用いられる。なお、X軸用モータ20x、Y軸用モータ20y、Z軸用モータ20zが本発明でいうX軸用の回転アクチュエータ、Y軸用の回転アクチュエータ、Z軸用の回転アクチュエータに相当するものである。

【0014】

回転球10は、図6に示すように、その中心が直交3軸の原点に一致するように配置される。図5に示すように、回転球10には相互に直交配置された貫通穴11x、11y、11zが形成されており、各貫通穴11x、11y、11zの一端に拡径部12x、12y、12zが形成される(なお、貫通穴11y及び拡径部12yは図5に表れない)。

【0015】

そして、X軸用モータ20x、Y軸用モータ20y、Z軸用モータ20zのモータ本体22x、22y、22zが拡径部12x、12y、12zにそれぞれ相対回転可能に挿入されるとともに、出力軸21x、21y、21zが各貫通穴11x、11y、11zを介して回転球10に結合する。この場合に、具体的には図示しないが、各出力軸21x、2

10

20

30

40

50

1 y、2 1 zに複数条のキー溝を切ったり、径方向にピンを突出させたりし、それらを貫通穴1 1 x、1 1 y、1 1 zに係合させることにより、各出力軸2 1 x、2 1 y、2 1 zの回転力が回転体1 0に伝えられるようにする。

【0016】

支持体3 0は、図1に示すように、回転球1 0と同心球となる中空の球形状を呈する外層部3 1と、同じく回転球1 0と同心球となる中空の球形状を呈し、回転球1 0を任意の方向に回転可能に支持する球面滑り軸受として機能する内層部3 2とにより構成され、これら外層部3 1及び内層部3 2が対称的に配置された8本の連結部3 3を介して一体化される。

【0017】

外層部3 1には、図2～4に示すように、X軸用モータ2 0 xまわり、Y軸用モータ2 0 yまわり、Z軸用モータ2 0 zまわりにそれぞれ略四辺形の穴3 4 x、3 4 y、3 4 zが形成される。

【0018】

この場合に、X軸用モータ2 0 xまわりの穴3 4 xではZ軸を挟んで対向する2辺3 5 x間の距離が一定に保たれるようになっている(図2を参照)。同様に、Y軸用モータ2 0 yまわりの穴3 4 yではX軸を挟んで対向する2辺間3 5 yの距離が一定に保たれ(図3を参照)、Z軸用モータ2 0 zまわりの穴3 4 zではY軸を挟んで対向する2辺3 5 z間の距離が一定に保たれる(図4を参照)。すなわち、対向する2辺3 5 x(3 5 y、3 5 z)が、地球という緯線に相当する関係を有するようになっている。

【0019】

また、外層部3 1は、X軸用モータ2 0 xのモータ本体2 2 xの後端を支持する可動体3 6 xと、Y軸用モータ2 0 yのモータ本体2 2 yの後端を支持する可動体3 6 yと、Z軸用モータ2 0 zのモータ本体2 2 zの後端を支持する可動体3 6 zとを含む。

【0020】

X軸用モータ2 0 xを支持する可動体3 6 xに注目して説明すると、可動体3 6 xは、外層部3 1と同じ曲率で両端部が下がるように湾曲する長板からなり、その長手方向に沿って長穴3 7 xが形成される。また、モータ本体2 2 xの後端面にはコ口3 8が2つ配設され、これらコ口3 8が横並びとなるように長穴3 7 xに組み入れられる。長穴3 7 xはコ口3 8の直径と同程度の幅を有するものである。これにより、X軸用モータ2 0 xのモータ本体2 2 xが回転不能に支持されるとともに、X軸用モータ2 0 xがZ軸まわりに回転するのが許容される。すなわち、可動体3 6 xは、X軸用モータ2 0 xを、それ自身の軸線まわりの回転を規制するとともに、他の直交2軸まわりのうちZ軸まわりへの回転を許容するように支持する。

【0021】

このようにした可動体3 6 xは穴3 4 xの2辺3 5 x間に配置され、これら2辺3 5 xに沿って移動可能となっている。具体的には図示しないが、例えば可動体3 6 xの両端にコ口を設けるとともに、各辺3 5 xにコ口を走行させるための溝を形成する等しておき、可動体3 6 xが2辺3 5 xを軌条として滑動するようにしておく。すなわち、可動体3 6 x、換言すればX軸用モータ2 0 xが、他の直交2軸まわりのうちY軸まわりに移動するのが許容される。

【0022】

なお、穴3 4 xの別の対向する2辺3 9 xに外層部3 1の径方向に沿う角度を持たせておけば、エンド位置まで移動したときに可動体3 6 xの側面がちょうど面接触することになる。すなわち、対向する2辺3 9 xが、地球という経線に相当する関係を有するようになっている。

【0023】

ここではX軸用モータ2 0 xを支持する可動体3 6 xに注目して説明したが、Y軸用モータ2 0 yを支持する可動体3 6 y、Z軸用モータ2 0 zを支持する可動体3 6 zについても同様である。

10

20

30

40

50

【0024】

つまり、支持体30（の外層部31）は、X軸用モータ20x、Y軸用モータ20y、Z軸用モータ20zを、それ自身の軸線まわりの回転を規制するとともに、他の直交2軸まわりの回転を許容するように支持する。

【0025】

第4のモータ40は、図1に示すように、Z軸用モータ20zと直列的に配置され、Z軸用モータ20zのモータ本体22zの後端に固定される。第4のモータ40の出力軸41は、Z軸用モータ20zの出力軸21zと同軸上に位置するとともに、出力軸21zとは逆向きに、換言すれば直交3軸の原点から離れるように指向する。この第4のモータ40としては、例えば減速歯車を一体に組み合わせたギアドモータとその回転角や回転速度を測定するエンコーダとが用いられる。なお、第4のモータ40が本発明でいう第4の回転アクチュエータに相当するものである。

10

【0026】

図7には、Z軸用モータ20zと第4のモータ40との連結例を示す。ここでは、Z軸用モータ20zのモータ本体22zの後端を支持するカップ状の支持部61と、第4のモータ40のモータ本体42の後端を支持するカップ状の支持部62とが2本の支柱63を介して連結する連結部材60が用いられる。そして、2本の支柱63をそれぞれ支軸としてコロ38が設けられ、上述したように、これらコロ38が横並びとなるように長穴37zに組み入れられる。

【0027】

以上述べた構成とされた3自由度能動回転関節において、一对のリンク50a、50bのうち、一方のリンク50aを第4のモータ40の出力軸41に固定し、他方のリンク50bを支持体30の外層部31に固定する。

20

【0028】

本実施形態の3自由度能動回転関節によれば、Z軸用モータ20zの出力軸21zと第4のモータ40の出力軸41との回転を同回転にし、他の2つのモータ（X軸用モータ20x及びY軸用モータ20y）との三者の間でそれぞれ独立的に回転させれば、各自由度方向への一様な運動が可能となる。また、球関節に近い構造を有し、シンプルな構造の3自由度能動回転関節を提供することができる。

【0029】

（第2の実施形態）

上記第1の実施形態では、可動体36x、36y、36zがX軸用モータ20x、Y軸用モータ20y、Z軸用モータ20zのモータ本体22x、22y、22zの後端にそれぞれ位置するようにしたが、図8～10に示す第2の実施形態では、可動体36x、36y、36zがモータ本体22x、22y、22zの中間部分にそれぞれ位置するようにしている。なお、上記第1の実施形態で説明した構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

30

【0030】

X軸用モータ20xを支持する可動体36xに注目して説明すると、可動体36xは、外層部31と同じ曲率で両端部が下がるように湾曲する長板からなり、その長手方向に沿って長穴37xが形成される。第2の実施形態では、長穴37xはモータ本体22xを挿通することのできる幅を有する。

40

【0031】

また、モータ本体20xの後端にはカップ状部材70が設けられ、そのカップ状部材70の両側にブラケット71が突設される。これらブラケット71によりモータ本体20xに沿って延びる一对の支軸72が支持され、各支軸72に支持されたコロ38が可動体36xの長穴37xに組み入れられる。長穴37xはコロ38の直径と同程度の幅を有するものである。

【0032】

ここではX軸用モータ20xを支持する可動体36xに注目して説明したが、Y軸用モ

50

ータ20yを支持する可動体36y、Z軸用モータ20zを支持する可動体36zについても同様である。

【0033】

このようにした第2の実施形態によれば、上記第1の実施形態に比べて、支持体30の直径を短くすることができ、全体の小型化や軽量化を図ることができる。

【0034】

(第3の実施形態)

上記第1の実施形態では、支持体30の外層部31全体を球形状とし、外層部31にリンク50bを直接固定するようにしたが、図11に示す第3の実施形態では、リンク50bをプレート80に固定するとともに、プレート80上で支持体30を支持している。なお、上記第1の実施形態で説明した構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

10

【0035】

図11に示すように、支持体30が外層部31及び内層部32により構成される点は上記第1の実施形態と同様であるが、外層部31を、穴34x、34y、34zを形成する領域を残しつつ下部を切り取るような形態とし(図注点線部分)、外層部31が半球に近い形状(半球より大きい)となるようにする。そして、プレート80上に立設する3本の支柱81により支持体30の外層部31の下端を支持する。

【0036】

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。

20

【0037】

例えば、上記各実施形態では、本発明でいう回転体として回転球10を用い、支持体30の内層部32で回転可能に支持するようにしたが、回転球10はX軸用モータ20x、Y軸用モータ20y、Z軸用モータ20zによっても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、回転体を支持体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10を用い、支持体30の内層部32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。

【0038】

30

また、上記実施形態では、支持体30が肉薄の外層部31及び肉薄の内層部32により構成されるようにしたが、支持体30が回転球10と同心球となる中空の肉厚の球形状を呈するようにし、その内表面で回転球10を回転可能に支持するようにしてもよい。ただし、支持体30が肉薄の外層部31及び肉薄の内層部32により構成される方が、全体の軽量化を図ることができる。

【0039】

また、上記実施形態では、X軸用モータ20x、Y軸用モータ20y、Z軸用モータ20zをそれぞれ1つとし、回転球10を所謂片持ちで支えるようにしたが、各モータ20x、20y、20zをそれぞれ一対にし、回転球10を所謂両持ちで支えるようにしてもよい。この場合、一対のモータ間で回転を同期させる制御が必要となるが、1つのモータを使用するのに比べてより大きな回転力を得ることができる。

40

【0040】

また、上記実施形態では、Z軸用モータ20zと第4のモータ40とを連結するようにしたが、モータ本体の両端から出力軸が突出するモータを用い、1つのモータでZ軸用モータ20z及び第4のモータ40の機能を発揮させるようにしてもよい。すなわち、本発明でいう第4の回転アクチュエータは、X軸用、Y軸用、Z軸用の回転アクチュエータと別体であってもよいし、一体化されたものであってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】第1の実施形態の3自由度能動回転関節を示す斜視図である。

50

【図 2】図 1 の x 方向から見た図である。

【図 3】図 1 の y 方向から見た図である。

【図 4】図 1 の z 方向から見た図である。

【図 5】図 2 の V-V 線に沿う一部断面図である。

【図 6】回転球と X 軸用モータ、Y 軸用モータ、Z 軸用モータとの関係を示す図である。

【図 7】Z 軸用モータと第 4 のモータとの連結例を示す図であり、(a) が図 2 の VII a 部の拡大図、(b) が図 5 の VII b 部の拡大図である。

【図 8】第 2 の実施形態の 3 自由度能動回転関節を説明するための図であり、図 2 に対応する図である。

【図 9】第 2 の実施形態の 3 自由度能動回転関節を説明するための図であり、図 3 に対応する図である。 10

【図 10】第 2 の実施形態の 3 自由度能動回転関節を説明するための図であり、図 4 に対応する図である。

【図 11】第 3 の実施形態の 3 自由度能動回転関節を示す斜視図である。

【図 12】人間の首が 3 自由度を持つことを説明するための図である。

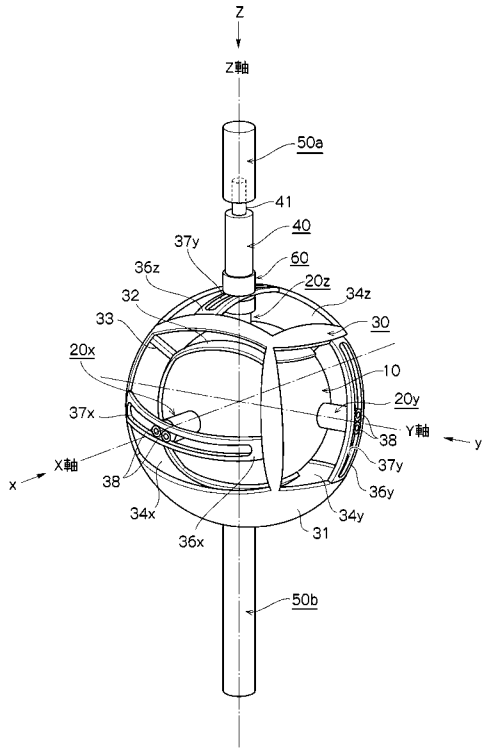
【図 13】3 自由度能動回転関節として知られている平行ルメカニズムの例を示す図である。

【符号の説明】

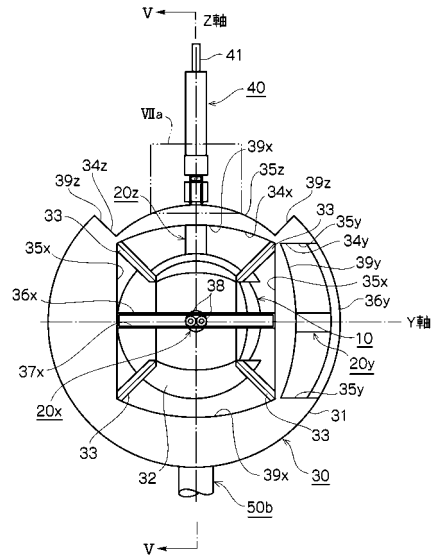
【 0 0 4 2 】

| | | |
|-------------------|----------|----|
| 1 0 | 回転球 | 20 |
| 2 0 x | X 軸用モータ | |
| 2 0 y | Y 軸用モータ | |
| 2 0 z | Z 軸用モータ | |
| 2 1 x、2 1 y、2 1 z | 出力軸 | |
| 2 2 x、2 2 y、2 2 z | モータ本体 | |
| 3 0 | 支持体 | |
| 3 1 | 外層部 | |
| 3 2 | 内層部 | |
| 3 4 x、3 4 y、3 4 z | 穴 | |
| 3 6 x、3 6 y、3 6 z | 可動体 | 30 |
| 4 0 | 第 4 のモータ | |
| 4 1 | 出力軸 | |
| 4 2 | モータ本体 | |
| 5 0 a、5 0 b | リンク | |

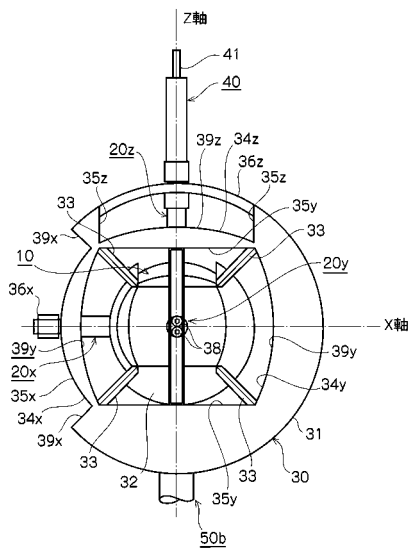
【 図 1 】



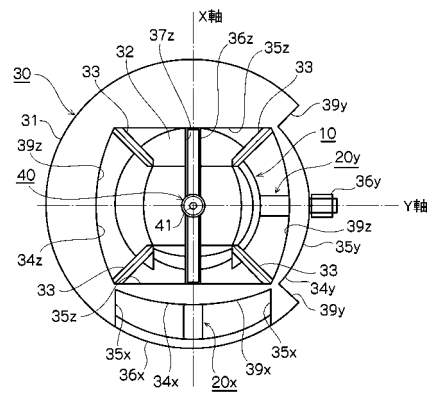
【 図 2 】



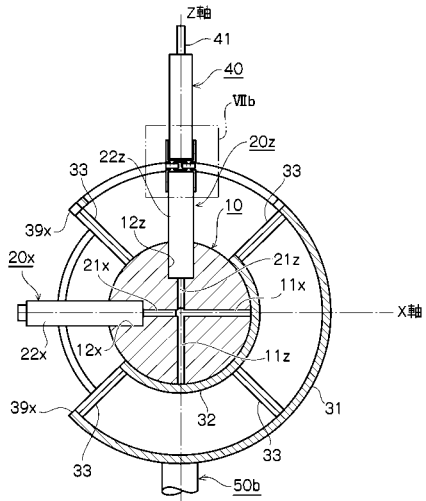
【 図 3 】



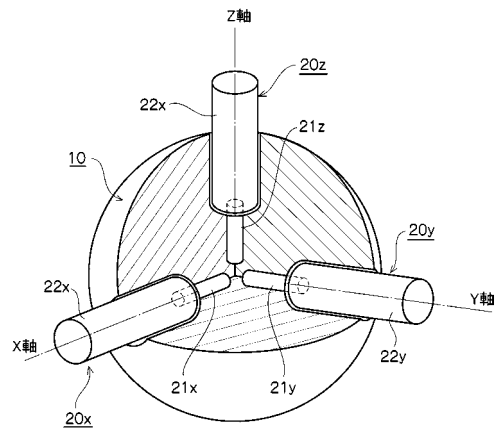
【 図 4 】



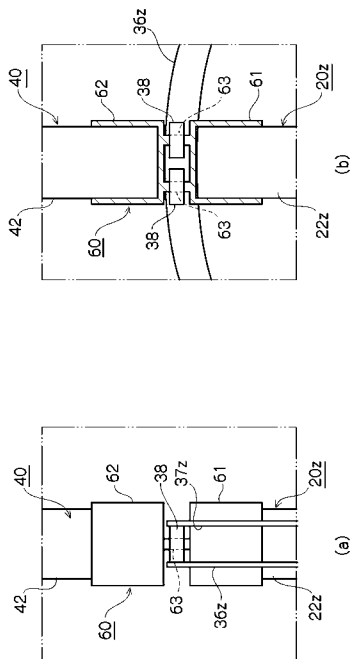
【 図 5 】



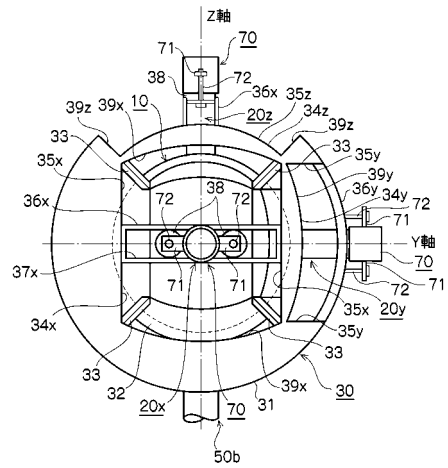
【 図 6 】



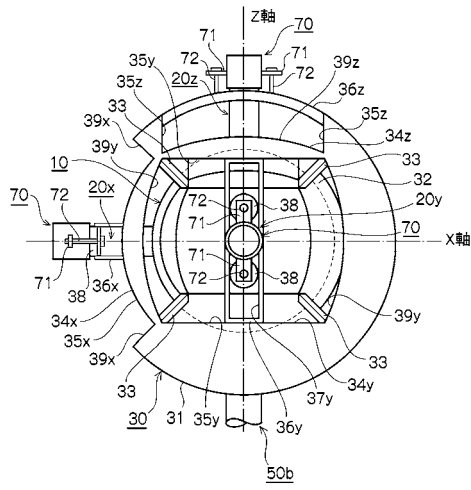
【 図 7 】



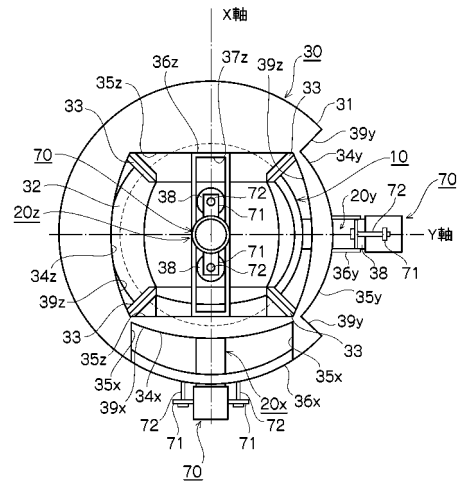
【 図 8 】



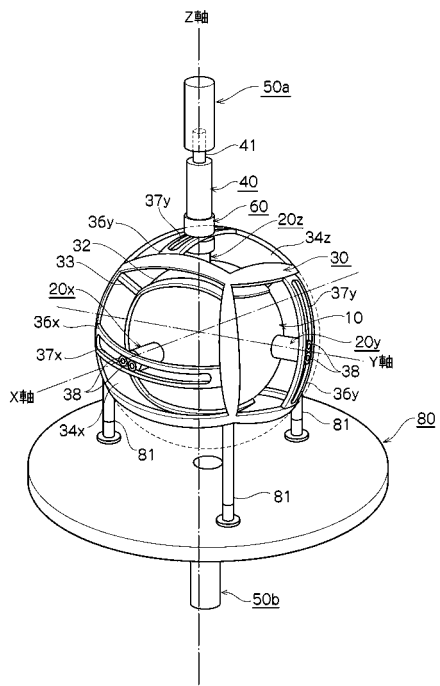
【図9】



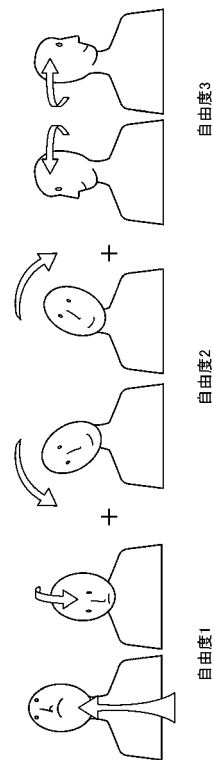
【図10】



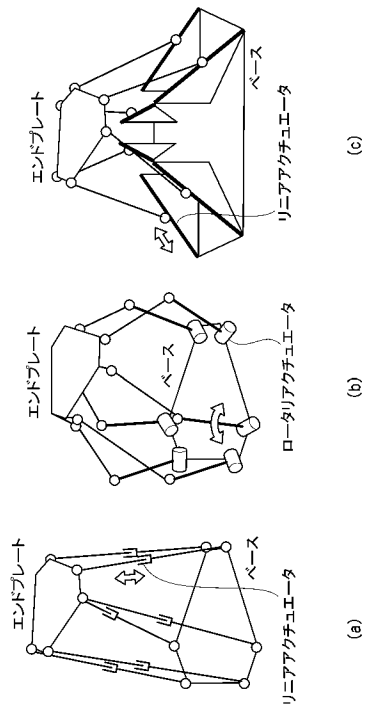
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

審査官 松浦 陽

(56)参考文献 特公昭51-046357(JP, B1)
特開平05-038685(JP, A)
特開昭61-228158(JP, A)
特開平08-057783(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 1/00 - 21/02