

(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2006-226458

(P2006-226458A)

(43) 公開日 平成18年8月31日(2006.8.31)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)		
<b>F 1 6 C</b> 11/06 (2006.01)	F 1 6 C	11/06	N	3 C 0 0 7		
<b>B 2 5 J</b> 17/00 (2006.01)	B 2 5 J	17/00	K	3 J 1 0 5		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-42690 (P2005-42690)  
 (22) 出願日 平成17年2月18日 (2005.2.18)

(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 國分 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 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

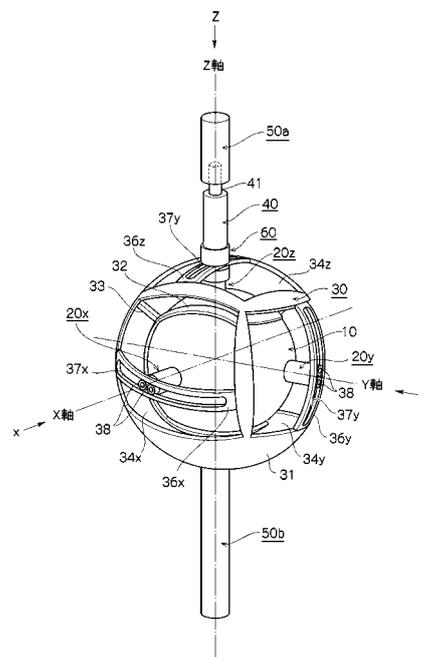
(54) 【発明の名称】 3自由度能動回転関節

(57) 【要約】

【課題】 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。

【解決手段】 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たX軸用モータ20x、Y軸用モータ20y、Z軸用モータ20zと、X軸用モータ20x、Y軸用モータ20y、Z軸用モータ20zの出力軸21x、21y、21zに結合する回転球10と、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軸まわりの回動を許容するように支持する支持体30と、例えばZ軸用モータ20zに設けられ、その出力軸21zとは逆向きに出力軸41が指向する第4のモータ40とを備え、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に固定する。

【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、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に出力軸が指向する第 4 10  
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。 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。 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。 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】

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 50

(b))、直動固定型(図13(c))等が知られている。

【0006】

【特許文献1】特開平8-240442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。

【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。

10

【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、21y、21z 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 11x、11y、11z に係合させることにより、各出力軸 21x、21y、21z の回転力が回転体 10 に伝えられるようにする。

20

【0016】

支持体 30 は、図 1 に示すように、回転球 10 と同心球となる中空の球形状を呈する外層部 31 と、同じく回転球 10 と同心球となる中空の球形状を呈し、回転球 10 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 32 とにより構成され、これら外層部 31 及び内層部 32 が対称的に配置された 8 本の連結部 33 を介して一体化される。

【0017】

外層部 31 には、図 2 ~ 4 に示すように、X 軸用モータ 20x まわり、Y 軸用モータ 20y まわり、Z 軸用モータ 20z まわりにそれぞれ略四辺形の穴 34x、34y、34z が形成される。

30

【0018】

この場合に、X 軸用モータ 20x まわりの穴 34x では Z 軸を挟んで対向する 2 辺 35x 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 20y まわりの穴 34y では X 軸を挟んで対向する 2 辺間 35y の距離が一定に保たれ（図 3 を参照）、Z 軸用モータ 20z まわりの穴 34z では Y 軸を挟んで対向する 2 辺 35z 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 35x（35y、35z）が、地球でいう緯線に相当する関係を有するようになっている。

40

【0019】

また、外層部 31 は、X 軸用モータ 20x のモータ本体 22x の後端を支持する可動体 36x と、Y 軸用モータ 20y のモータ本体 22y の後端を支持する可動体 36y と、Z 軸用モータ 20z のモータ本体 22z の後端を支持する可動体 36z とを含む。

【0020】

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。また、モータ本体 22x の後端面にはコ口 38 が 2 つ配設され、これらコ口 38 が横並びとなるように長穴 37x に組み入れられる。長穴 37x はコ口 38 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 20x のモ

50

ータ本体 22x が回転不能に支持されるとともに、X 軸用モータ 20x 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 36x は、X 軸用モータ 20x 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 36x は穴 34x の 2 辺 35x 間に配置され、これら 2 辺 35x 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 36x の両端にコ口を設けるとともに、各辺 35x 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 36x が 2 辺 35x を軌条として滑動するようにしておく。すなわち、可動体 36x、換言すれば X 軸用モータ 20x 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。

10

【0022】

なお、穴 34x の別の対向する 2 辺 39x に外層部 31 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 36x 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 39x が、地球で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 20x を支持する可動体 36x に注目して説明したが、Y 軸用モータ 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。

20

【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。

30

【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口 38 が設けられ、上述したように、これらコ口 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。

40

【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】

50

(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。

【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。

10

【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に支持されたコ口38が可動体36xの長穴37xに組み入れられる。長穴37xはコ口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。

20

【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

【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。

40

【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】

50

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。

10

#### 【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。

20

【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。

30

【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パラレルメカニズムの例を示す図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0042】

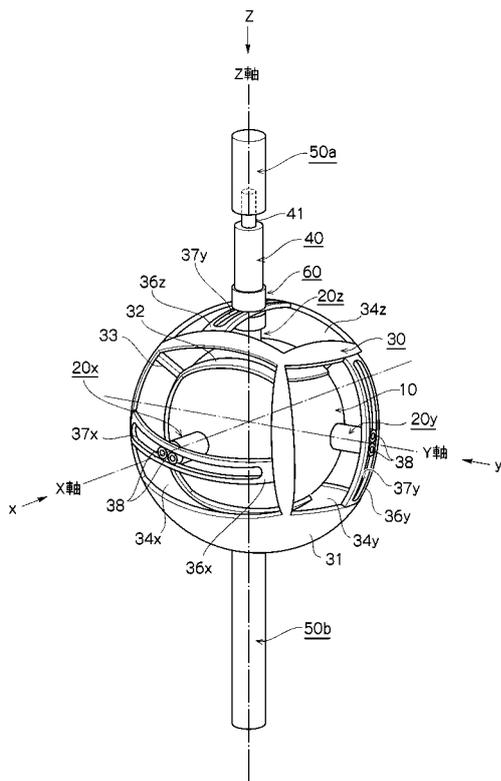
10	回転球
20x	X軸用モータ
20y	Y軸用モータ
20z	Z軸用モータ
21x、21y、21z	出力軸
22x、22y、22z	モータ本体
30	支持体
31	外層部
32	内層部
34x、34y、34z	穴
36x、36y、36z	可動体

40

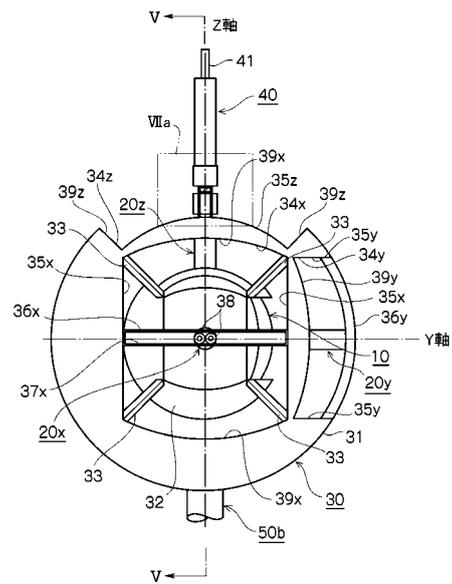
50

- 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

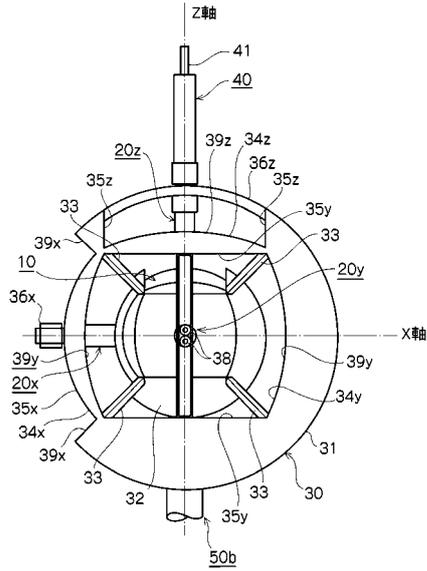
【 図 1 】



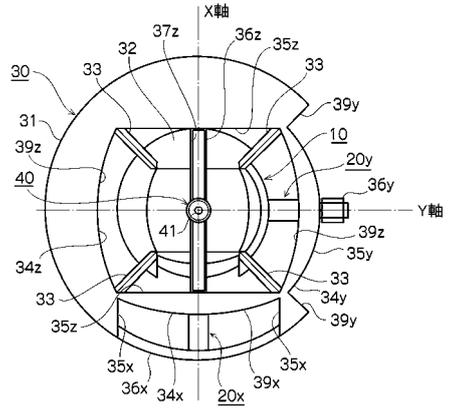
【 図 2 】



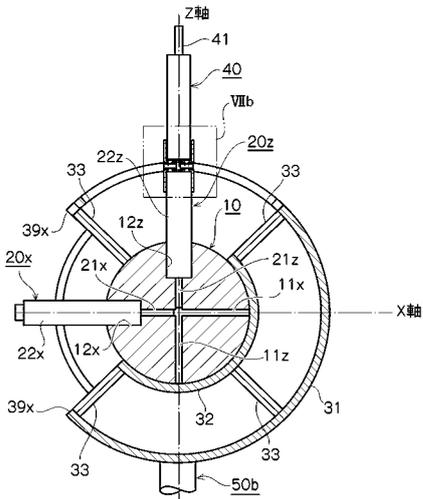
【 図 3 】



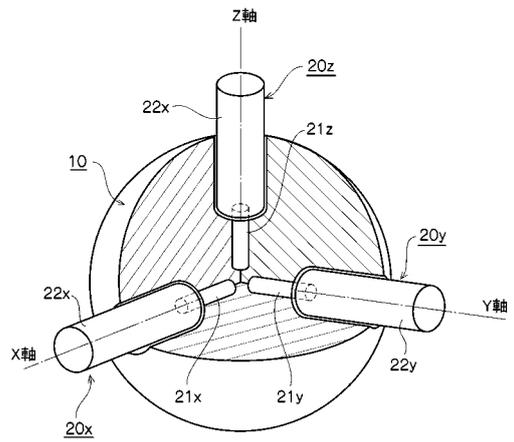
【 図 4 】



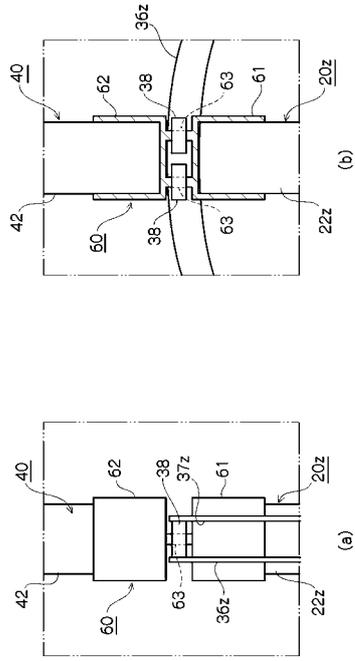
【 図 5 】



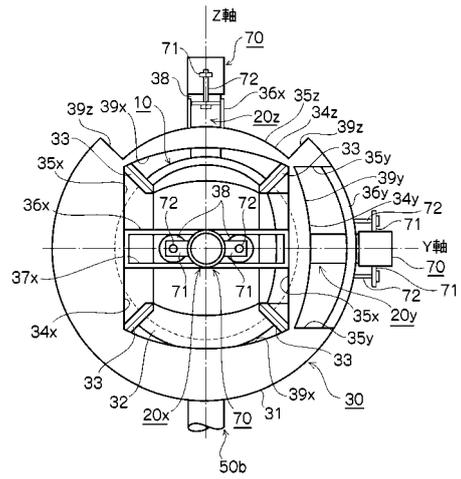
【 図 6 】



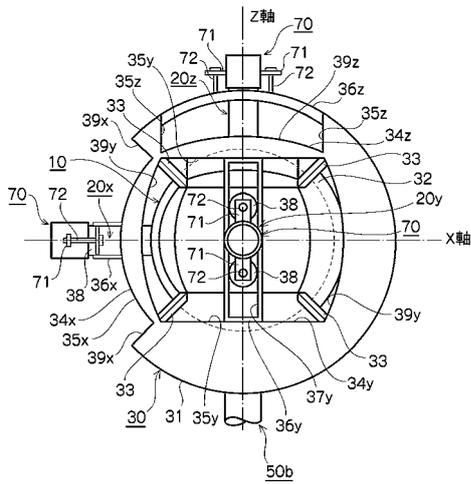
【 図 7 】



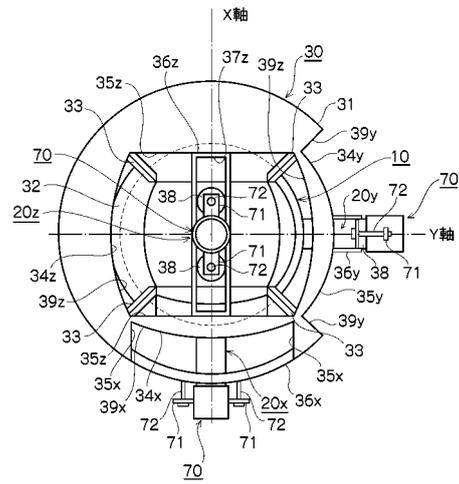
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】





---

フロントページの続き

Fターム(参考) 3C007 BT15 CV09 CW09 CX01 CX09 HS27  
3J105 AA22 AA27 AB46 AC01 CB16 CB57 CF01 CF11