(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3631615号
(P3631615)
(45)発行日　平成17年3月23日(2005.3.23)　(24)登録日　平成16年12月24日(2004.12.24)

(51)Int.Cl.[7]　F I
B25J 17/00　B25J 17/00 G

請求項の数 5　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平10-171882
(22)出願日　平成10年6月18日(1998.6.18)
(65)公開番号　特開2000-6079(P2000-6079A)
(43)公開日　平成12年1月11日(2000.1.11)
審査請求日　平成14年6月26日(2002.6.26)

(73)特許権者　000002233
株式会社三協精機製作所
長野県諏訪郡下諏訪町５３２９番地
(74)代理人　100087468
弁理士　村瀬　一美
(72)発明者　矢沢　隆之
長野県伊那市上の原６１００番地　株式会社三協精機製作所　伊那工場内

審査官　八木　誠

(56)参考文献　特開平４－３２２９９２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
B25J1/00-21/02

(54)【発明の名称】アーム駆動装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

関節部により回動可能に連結されたアームを複数連結するとともに回転駆動源による回転力を前記アームに伝達して前記複数のアームにより伸縮動作をさせるようにしたアーム駆動装置において、前記アームの両端部にそれぞれタイミングプーリを設けるとともに前記２つのタイミングプーリ間をタイミングベルトにより回転連結し、前記タイミングプーリを該タイミングプーリを取り付けるプーリ固定部に対して回転方向の調整を可能とする調整手段を介して取り付けると共に、前記調整手段は偏心カムを用いるものであることを特徴とするアーム駆動装置。

【請求項２】

基台に回動可能に連結された第１のアームの先端部に第２のアームを回動可能に連結するとともに回転駆動源による回転力を前記第１、第２のアームに伝達して該アームの伸縮動作をさせるようにしたアーム駆動装置において、前記第１のアームの両端部にそれぞれタイミングプーリを設けるとともに前記２つのタイミングプーリ間をタイミングベルトにより回転連結し、前記第１のアームの基端側のタイミングプーリを前記基台に対して回転方向の調整を可能とする調整手段を介して取り付けると共に、前記調整手段は偏心カムを用いるものであることを特徴とするアーム駆動装置。

【請求項３】

前記基台に、前記第１のアームと第２のアームからなるアーム組が２組設けられたことを特徴とする請求項２記載のアーム駆動装置。

【請求項４】
前記調整手段により前記２組のアーム組が同一の線上を伸縮するように調整することを特徴とする請求項３記載のアーム駆動装置。
【請求項５】
前記偏心カムを前記タイミングプーリから取り外し可能としたことを特徴とする請求項１または２記載のアーム駆動装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、アーム駆動装置に関する。更に詳述すると、本発明は伸縮動作を行い得るよう回動可能に連結された複数のアームのアーム駆動装置における当該伸縮動作を調整するための構成の改良に関する。
【０００２】
【従来の技術】
複数のアームを互いに回動可能に連結すると共に回転駆動源の回転力を伝達して所望の動作をさせるようにしたアーム駆動装置は、例えば半導体のウェハ等のワークをカセットや膜付装置等のプロセス装置の間で移動させる多関節ロボットとして使用される。例えばワーク１０１を載置するハンド１０２を常時一定方向に向けながら直線上を移動させるアーム駆動装置１０３は、図９に示すように互いに回転可能に連結された基台１０４と第１アーム１０５と第２アーム１０６とハンド１０２とを有している。
【０００３】
さらに、第１アーム１０５の基台側プーリ１０７は基台１０４に固定されている。そして、第１アーム１０５の基台側プーリ１０７の中心には第１アーム１０５に固着された駆動軸１１３が回転可能に設けられており、基台１０４及び基台側プーリ１０７に対して第１アーム１０５を回転可能に支持している。駆動軸１１３は基台１０４に内蔵されるモータ（図示せず）に連結されている。
【０００４】
また、第１アーム１０５のハンド側プーリ１０８と第２アーム１０６とは連結筒１１４により固定して連結している。さらに、第１アーム１０５と第２アーム１０６の基台側プーリ１０９とは連結軸１１５により固定して連結している。そして、連結筒１１４の内部に連結軸１１５が回転可能に収容されている。また、第１アーム１０５の基台側プーリ１０７とハンド側プーリ１０８の歯数比が２：１であり第２アーム１０６の基台側プーリ１０９とハンド側プーリ１１０の歯数比が１：２である事により、回転角度比は１：２：１となるように設定されている。また、第２アーム１０６のハンド側プーリ１１０にはハンド１０２が取り付けられている。
【０００５】
このアーム駆動装置１０３を使用する際は、モータを駆動することにより第１アーム１０５を基台１０４に対して回転させる。そして、基台側プーリ１０７に対して第１アーム１０５が回転するので、第１アーム１０５に対してハンド側プーリ１０８が回転する。このハンド側プーリ１０８の第１アーム１０５に対する回転により、第１アーム１０５に対して第２アーム１０６が回転すると共に第２アーム１０６に対して基台側プーリ１０９が回転する。さらに、第２アーム１０６に対して基台側プーリ１０９が回転することにより、第２アーム１０６に対してハンド側プーリ１１０が回転してハンド１０２が回転する。
【０００６】
ダブルアーム型多関節ロボット１１６においては、上述したようなアーム駆動装置１０３からなるアーム組が２組、例えば図１０に示すように並べて設けられている。このダブルアーム型多関節ロボット１１６によれば、一方のアーム組をロード用、他方をアンロード用とし、ワーク１０１の引き出し動作と別のワーク１０１を取りにいく動作とを同時に行うことを可能としている。
【０００７】

このようなダブルアーム型多関節ロボット１１６では、確実な動作を実現するため、互いのアーム組が平行に移動できることが特に必要となる。そこで図１１（ここではアーム組を一方のみ表示）に示すように、動作の基準軌跡となるストレッチ１１７を基台１０４に設け、アーム１０５，１０６を動作させたときのこのストレッチ１１７とハンド１０２との隙間をダイヤルゲージなどで測ることによって平行度を確保するようにしている。

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、平行度が保たれていない場合において、平行度をだすための調整が非常に難しい場合がある。即ち、ストレッチ１１７に対して平行な伸縮動作を行わせるためには第１アーム１０５に対する第２アーム１０６の回転方向の角度を独自に調整する必要も生じる場合があるが、多関節ロボットなどにおいて、このための専用の調整機構が設けられていないばかりに調整作業に手間がかかっている問題がある。またこのようなストレッチ１１７を用いて平行度を調整することは一般的に難しく、容易に調整を行い得る機能が望まれている。

【０００９】

そこで本発明は、伸縮動作をする複数のアームの伸縮動作の精度を向上させ得る調整を可能とするアーム駆動装置を提供することを目的とする。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するため、請求項１記載の発明では、関節部により回動可能に連結されたアームを複数連結するとともに回転駆動源による回転力をアームに伝達して複数のアームにより伸縮動作をさせるようにしたアーム駆動装置において、アームの両端部にそれぞれタイミングプーリを設けるとともに２つのタイミングプーリ間をタイミングベルトにより回転連結し、タイミングプーリを該タイミングプーリを取り付けるプーリ固定部に対して回転方向の調整を可能とする調整手段を介して取り付けると共に、調整手段は偏心カムを用いるものであることを特徴としている。

【００１１】

この場合、調整手段を用いることにより基端側に設けられたタイミングプーリを回転させることができるので、これに応じてタイミングベルトも動き、さらにこの動きを介して先端側のタイミングプーリも連動する。このときもっとも基端側となる第１のアームに対する第２のアームの基準角度が第１のアームの動きにかかわらず単独で変化するので、調整手段でタイミングプーリを適宜回転させれば、第１のアームに対する第２のアームの角度を変化させて所望の角度を形成するように調整することができる。

【００１２】

しかも、請求項１記載の発明のアーム駆動装置においては、調整手段は偏心カムを用いるものであり、基台に対するタイミングプーリの位置を僅かずつ変化させることができるため、細かな調整が可能である。

【００１３】

請求項２記載の発明のアーム駆動装置においては、基台に回動可能に連結された第１のアームの先端部に第２のアームを回動可能に連結するとともに回転駆動源による回転力を第１、第２のアームに伝達して該アームの伸縮動作をさせるようにしたアーム駆動装置において、第１のアームの両端部にそれぞれタイミングプーリを設けるとともに２つのタイミングプーリ間をタイミングベルトにより回転連結し、第１のアームの基端側のタイミングプーリを基台に対して回転方向の調整を可能とする調整手段を介して取り付けると共に、調整手段は偏心カムを用いるものであることを特徴としている。

しかも、請求項２記載の発明のアーム駆動装置においては、調整手段は偏心カムを用いるものであり、基台に対するタイミングプーリの位置を僅かずつ変化させることができるため、細かな調整が可能である。

【００１４】

この場合、調整手段を用いることにより基端側タイミングプーリを回転させることができ

るので、これに応じてタイミングベルトを動かしてその位置を調整することができる。さらに先端側のタイミングプーリもこれに連動するため、第１のアームに対する第２のアームの基準角度が変化する。したがって、調整手段でタイミングプーリを適宜回転させれば、第１のアームに対して第２のアームが形成する角度を変化させ、所望の角度となるように調整することができる。

【００１５】

請求項３記載の発明のアーム駆動装置においては、基台に、第１のアームと第２のアームからなるアーム組が２組設けられている。この場合、各アーム組が調整手段を備えたアーム駆動装置によって構成されていれば、アーム組ごとに伸縮動作中において所望の移動軌跡を得るための調整が可能である。

【００１６】

請求項４記載の発明のアーム駆動装置においては、調整手段により２組のアーム組が同一の線上を伸縮するように調整している。したがって、ダブルアーム型の多関節ロボットにおけるアーム動作の精度の向上を図ることができる。

【００１８】

請求項５記載の発明のアーム駆動装置においては、偏心カムをタイミングプーリから取り外し可能としている。したがってタイミングプーリを調整するとき以外は偏心カムが邪魔になることがない。

【００１９】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の構成を図面に示す実施の形態の一例に基づいて詳細に説明する。

【００２０】

図１～図８に、本発明のアーム駆動装置１の一実施形態を示す。このアーム駆動装置１は、図２や図３に示すようにアーム関節部２，３，４により回動可能に連結されたアーム５，６を複数連結するとともに、回転駆動源７による回転力をアーム５，６に伝達して複数のアーム５，６により伸縮動作をさせるようにしたものであり、例えば半導体ウェハなど大型のワーク８をカセットや膜付装置などのプロセス装置の間で移動させる多関節型ロボットにおいて実施可能である。

【００２１】

本発明のアーム駆動装置１においては、基台９に回動可能に連結された第１のアーム５の先端部に第２のアーム６が回動可能に連結されている。これらアーム５，６を回転させる回転力は第１、第２のアーム５，６に伝達されて該アーム５，６の伸縮動作をさせる。第１アーム５の両端部にはタイミングプーリ１１，１２が設けられるとともに、これら２つのタイミングプーリ１１，１２は１本のタイミングベルト１５あるいは２本のタイミングベルト１５，１６によりアーム５，６同士を連動させ得るように回転連結されている。また別のタイミングプーリ１３，１４が、さらに別のハンド１０を連動させるために第２のアーム６の両端にも設けられている。

【００２２】

第１のアーム５の基端側に設けられるタイミングプーリ１１は、図１および図４に示すように、プーリ固定部１７に対して例えばボルト２６，…，２６とワッシャ２７，…，２７からなる固定手段によって固定されている。ここでいうプーリ固定部１７とは例えば図４に示すようなフランジ部１７ａが設けられた連結筒１７を指すが、本体２５の上部に設けられている基台９と一体的に形成される他の部材とすることもできる。このプーリ固定部１７のフランジ部１７ａの上面にはボルト２６，…，２６がねじ込まれる複数のねじ孔２８，…，２８が例えば図１に示すように周状に均等的に配置して設けられている。また、タイミングプーリ１１のうちこれらねじ孔２８，…，２８と対応する位置にはボルト２６，…，２６のねじ部が通過する透孔２９，…，２９が設けられている。これら透孔２９，…，２９は、図１あるいは図６に示すように周方向に沿った円弧状の長孔として形成されているので、すべてのボルト２６，…，２６を弛めればその状態のままタイミングプーリ１１をプーリ固定部１７の周囲において透孔２９の長さとボルト２６との隙間の分だけ回

転させることが可能である。

【００２３】

また本実施形態におけるこのタイミングプーリ１１は、プーリ固定部１７に対し調整手段３０を介して取り付けられている。調整手段３０はタイミングプーリ１１の回転方向の調整を可能とするものであり、アーム５，６の伸縮方向を調整することにより、例えばダブルアーム型多関節ロボットにおける２つのアーム組の伸縮動作における平行度を簡便に向上させることを可能とするものである。

【００２４】

本実施形態におけるこの調整手段３０は図１および図４に示すようにタイミングプーリ１１に設けられた長孔３１を利用するものとされている。ここでの長孔３１は、図示するように径方向に長い孔であり、この場合、タイミングプーリ１１上のこの長孔３１に対応する位置には、ねじ孔２８ではなく単なるピン孔３２が設けられている。

【００２５】

また、この調整手段３０と係合してタイミングプーリ１１の回転方向への調整を行う部材として図８に示すような偏心カム３３が用いられる。偏心カム３３は例えば棒材３４とその先端に中心からずれて取り付けられたピン３５とから構成されるものであり、棒材３４の径は調整手段３０の長孔３１の幅より小さく、またピン３５は調整手段３０のピン孔３２と係合するようにそれぞれ形成されている。したがってこの偏心カム３３は、使用した後はプーリ固定部１７からの取り外しが可能である。

【００２６】

さらに、アーム関節部２を覆う上部円板３８には、複数の円形の透孔３９，…，３９が設けられている。この透孔３９，…，３９は偏心カム３３の径より大きく形成されており、調整手段３０、およびボルト２６とワッシャ２７からなる固定手段の各位置に対応して設けられている。したがって、この上部円板３８を取り外すことなく偏心カム３３を透孔３９に通して長孔３１に挿入することができるし、同様に、上部円板３８を取り外さないままこの透孔３９，…，３９からボルト２６，…，２６を弛めたり締めたりすることができる。

【００２７】

以上のように形成されている長孔３１やピン孔３２および偏心カム３３を用いてタイミングプーリ１１を回転させるには、まず各ボルト２６，…，２６をタイミングプーリ１１が回転可能となる程度に弛めてから図４や図６に示すように透孔３９を通して長孔３１に偏心カム３３を差し入れ、ピン３５をピン孔３２に挿入して係合させた後、このピン３５を中心として偏心カム３３を回転させればよい。このとき偏心カム３３は偏心運動を行うため、図６に示すように棒材３４の周面が長孔３１の内面と摺接し、タイミングプーリ１１に周方向への押圧力を与える。そしてさらに偏心カム３３を回転させれば図７に示すようにタイミングプーリ１１を回転させることができるので、偏心カム３３の回転量を調節すればこれに応じてタイミングプーリ１１の位置を適宜調整することができる。タイミングプーリ１１の位置を調整したら、弛めたボルト２６，…，２６を締め直してプーリ固定部１７にこのタイミングプーリ１１を再び固定する。

【００２８】

なお、ここでは棒材３４として円柱状のものを用いているが特にこれに限られることはなく、特に図示しないが楕円その他の形状の棒材３４を用いることもできる。これら棒材３４の頭部には、図８に示すようにハンドル３６を設けるようにすれば、偏心カム３３自体を回転させ易い。

【００２９】

次に、本実施形態のアーム駆動装置１における上述とは別の構成部分について以下に説明すると、まず図３に示すように、プーリ固定部１７の内部に第１アーム５に固着された駆動軸１８が回転可能に設けられている。そして、基台９に対して第１アーム５が回転可能に支持されている。駆動軸１８は基台９に内蔵されるモータ７にタイミングプーリ１９，２０及びタイミングベルト２１により連結されている。このため、モータ７の駆動により

駆動軸１８が回転して、基台９に対して第１アーム５が回転する。

【００３０】

また、図５に示すように、第１アーム５と第２アーム６との関節部３では、第１アーム５のハンド側プーリ１２が第２アーム６に連結筒２２により固定して連結されている。さらに、第１アーム５が第２アーム６の基台側プーリ１３に連結軸２３により固定して連結されている。そして、連結筒２２の内部に連結軸２３が回転可能に収容されている。このため、第１アーム５のハンド側プーリ１２が回転すると第１アーム５に対して第２アーム６が回転する。

【００３１】

第１アーム５と第２アーム６は同じ長さであり、それぞれの両端部にタイミングプーリ１１，１２，１３，１４が設けられている。第１アーム５の基台側プーリ１１とハンド側プーリ１２との径（歯数）の比は２：１としている。また、第２アーム６の基台側プーリ１３とハンド側プーリ１４との径（歯数）の比は１：２としている。

【００３２】

また、図３に示すように第２アーム６の基台側プーリ１３とハンド側プーリ１４とにはタイミングベルト２４が掛け渡されている。さらに、第２アーム６のハンド側プーリ１４にはハンド１０が取り付けられている。ハンド１０の構造は特に限られず、例えば平行な２本の平行な支持フレーム１０ａを備えてワーク８を支持可能なものとすることができる。

【００３３】

このアーム駆動装置１は、基台９がロボット本体２５に昇降及び回転可能に設置されることにより支持されている。これにより、アーム５，６の屈伸によりハンド１０を直線運動させる高さや方向を変更することができる。

【００３４】

上述したアーム駆動装置１の動作を以下に説明する。アーム５，６を屈伸させてハンド１０を基台９に対して移動させる際は、モータ７を駆動することにより第１アーム５を基台９に対して回転させる。そして、基台９及び基台側プーリ１１に対して第１アーム５が回転するので、第１アーム５に対してハンド側プーリ１２が回転する。このハンド側プーリ１２の第１アーム５に対する回転により、第１アーム５に対して第２アーム６が回転すると共に第２アーム６に対して基台側プーリ１３が回転する。第２アーム６に対して基台側プーリ１３が回転することにより、第２アーム６に対してハンド側プーリ１４が回転してハンド１０が回転する。

【００３５】

そして、第１アーム５及び第２アーム６が同じ長さであると共に第１アーム５の基台側プーリ１１とハンド側プーリ１２（即ち、第２アーム６の基台側プーリ１３）と第２アーム６のハンド側プーリ１４との回転角度比は１：２：１であるので、第１アーム５を回転させることにより、第１アーム５と第２アーム６との角度が変化して、第１アーム５の基台側プーリ１１の中心と第２アーム６のハンド側プーリ１４の中心とを結んだ直線上をハンド１０が向きを一定にしながら移動する。

【００３６】

以上のように構成されたアーム駆動装置１によれば、調整手段３０を用いてタイミングプーリ１１を回転させることにより第１のアーム５に対する第２のアーム６の角度を微調整することができるので、併せて本体２５に対する基台９の向きを調整することによって各アームの伸縮動作方向を微調整し、当該アームを所望の方向へ正確に伸縮させることができる。したがって、このアーム駆動装置１を多関節型のダブルアーム型ロボットの各アームにおいて使用した場合にあっては、アーム伸縮の際の基準軌跡ともなるストレッチに対して各アーム組を確実に平行移動させ、伸縮動作の際の平行度を向上させることができる。よって、簡単な動作によりアームの伸縮方向を調整し、ダブルアーム型ロボットの両アームの平行度を高めて精度良く動作させることができ、調整手段３０により２つのアーム組が同一の線上を伸縮するように調整することができるようになる。

【００３７】

しかも、タイミングプーリ１１を回転させるのに偏心カム３３を用いているため、基台９に対するタイミングプーリ１１の位置を僅かずつ変化させることができ、細かな調整が可能となっている。

【００３８】

なお、上述の実施形態は本発明の好適な実施の一例ではあるがこれに限定されるものではなく本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変形実施可能である。例えば本実施形態ではアーム駆動装置１をワーク８を直線運動させる多関節ロボットに使用しているが、これには限られず直線運動しないスカラ型の多関節ロボット等に使用しても良い。さらに、本実施形態ではアーム駆動装置１をアーム５，６の２本を有するものとしているが、これには限られずアームを３本以上有するものとしても良い。また、本実施形態ではアーム駆動装置１を多関節ロボットとしているが、これには限られずタイミングベルトを使用するトルク伝達機構の全般に使用することができる。

【００３９】

【発明の効果】

以上の説明より明らかなように、請求項１記載の発明のアーム駆動装置では、アームの両端部にそれぞれタイミングプーリを設けるとともに２つのタイミングプーリ間をタイミングベルトにより回転連結し、タイミングプーリを該タイミングプーリを取り付けるプーリ固定部に対して回転方向の調整を可能とする調整手段を介して取り付けるようにしているので、第１のアームに対する第２のアームが形成する角度を適宜変化させて所望の角度を形成するように調整することができる。これにより、伸縮動作をする複数のアームの伸縮動作の精度を向上させ、クリアランスの狭いカセットへの確実なローディングを可能とするなど、ワークの搬送作業をさらに確実に行わせることができるようになる。また、多関節ロボットにおいてはティーチング作業が容易となり、調整に要する手間が減少する。

【００４０】

しかも、請求項１記載の発明のアーム駆動装置によれば、調整手段として偏心カムを用いているため基台に対するタイミングプーリの位置を僅かずつ変化させることができ、細かな調整を行うことができる。

【００４１】

請求項２記載の発明のアーム駆動装置では、第１のアームの両端部にそれぞれタイミングプーリを設けるとともに２つのタイミングプーリ間をタイミングベルトにより回転連結し、第１のアームの基端側のタイミングプーリを基台に対して回転方向の調整を可能とする調整手段を介して取り付けるようにしているので、第１のアームに対する第２のアームの基準角度を独自に変化させ得る。これにより、調整手段でタイミングプーリを適宜回転させれば、第１のアームに対する第２のアームが形成する角度を変化させて所望の角度を形成するように調整することができる。

しかも、請求項２記載の発明のアーム駆動装置によれば、請求項１記載の発明と同様、基台に対するタイミングプーリの位置を僅かずつ変化させることができるので、細かな調整が可能である。

【００４２】

また請求項３記載の発明のアーム駆動装置では基台に第１のアームと第２のアームからなるアーム組が２組設けられており、この場合に各アーム組が調整手段を備えたアーム駆動装置によって構成されていれば、アーム組ごとに伸縮動作中において所望の移動軌跡を得るための調整を行うことが可能である。

【００４３】

さらに請求項４記載の発明のアーム駆動装置では、調整手段により２組のアーム組が同一の線上を伸縮するように調整しているので、ダブルアーム型の多関節ロボットにおけるアーム動作における平行度をだし、動作精度の向上を図ることができる。

【００４５】

そして請求項５記載の発明のアーム駆動装置では、偏心カムをタイミングプーリから取り外し可能としているので、タイミングプーリを調整するとき以外は偏心カムが邪魔になる

ことがない。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明のアーム駆動装置の一実施形態を示す第１のアームの内部平面図である。

【図２】アーム駆動装置を示す斜視図である。

【図３】アーム駆動装置を示す中央縦断面図である。

【図４】アーム駆動装置の基台と第１アームの関節部の詳細を示す中央縦断面図である。

【図５】アーム駆動装置の第１アームと第２アームの関節部の詳細を示す中央縦断面図である。

【図６】アーム駆動装置における調整手段の周囲の詳細を示す部分平面図である。

【図７】図６において調整手段を作用させたときの様子を示す部分平面図である。

【図８】偏心カムの一例を示す斜視図である。

【図９】従来のアーム駆動装置を示す中央縦断面図である。

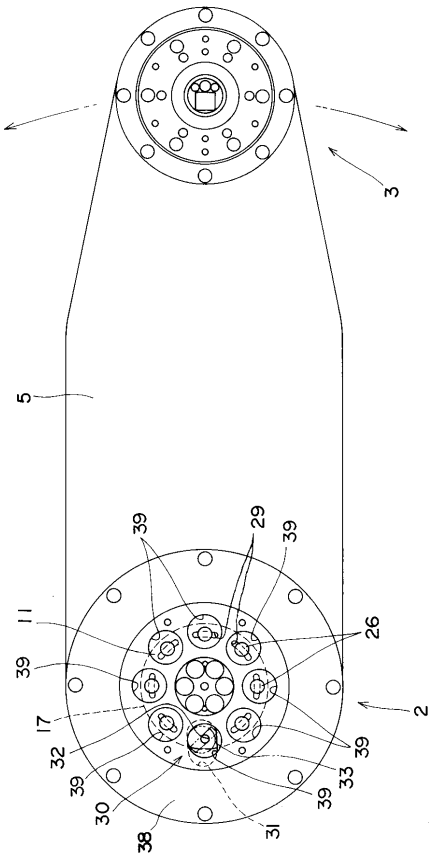
【図１０】従来のアーム駆動装置が用いられたダブルアーム型多関節ロボットを示す平面図である。

【図１１】従来のアーム伸縮動作を調整する方法の一例を示す平面図である。

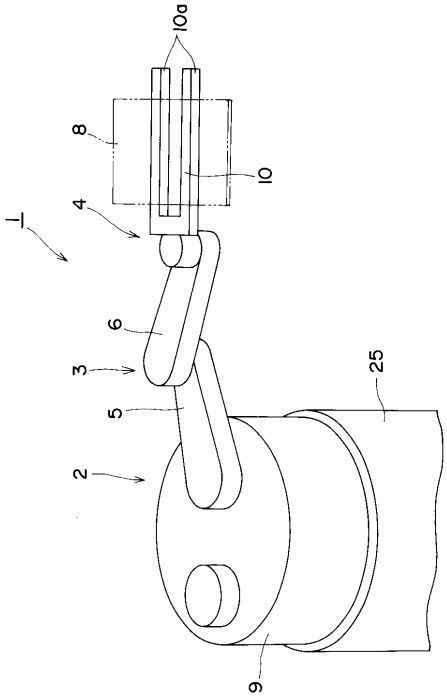
【符号の説明】

１　アーム駆動装置
２，３，４　関節部
５　第１のアーム
６　第２のアーム
７　モータ（回転駆動源）
８　ワーク
９　基台
１１，１２　タイミングプーリ
１５，１６　タイミングベルト
１７　連結筒（プーリ固定部）
３０　調整手段
３３　偏心カム

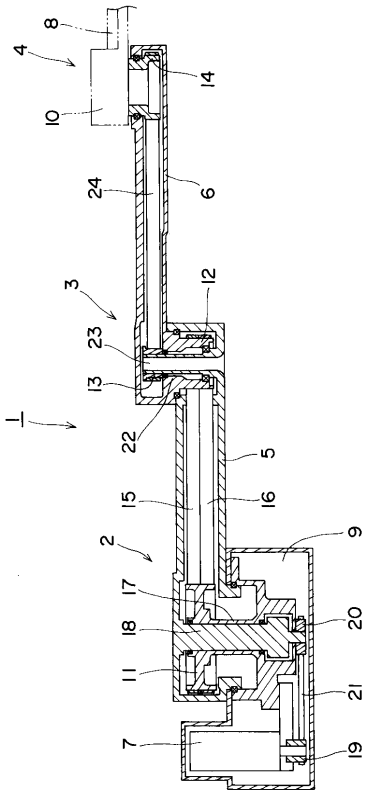
【図１】


3
5
39
29
39
11
26
39
2
17
39
32
33
39
30
39
31
38

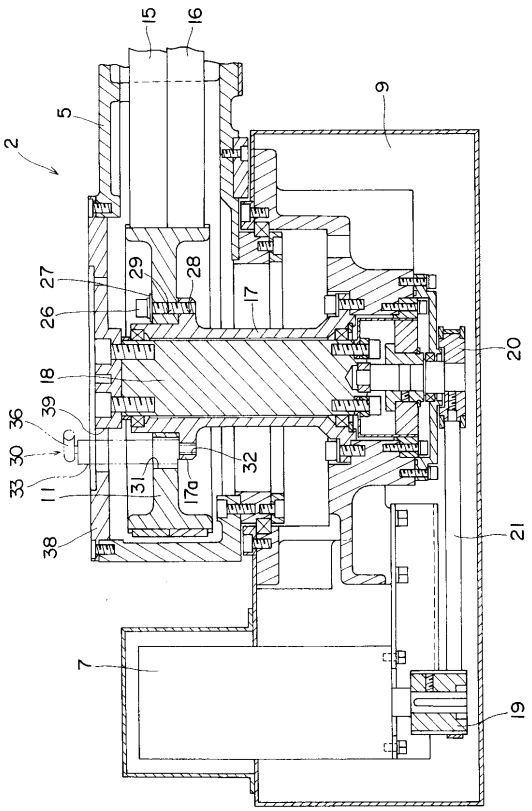
【図２】


10a
8
10
4
1
6
3
25
5
2
9

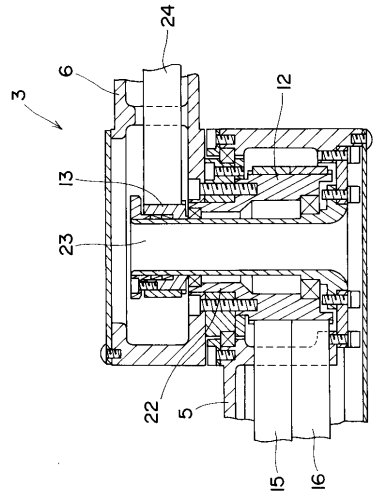
【図３】


8
4
14
10
24
6
3
12
23
13
1
22
5
15
16
2
9
17
18
20
11
21
7
19

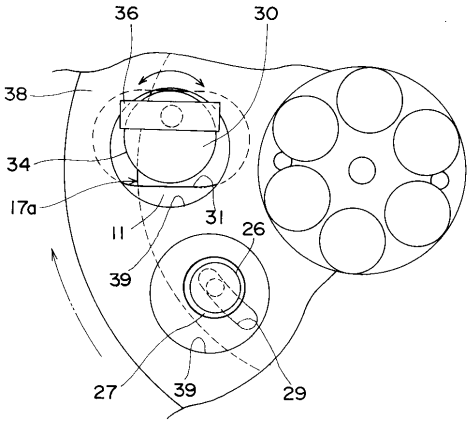
【図４】


15
16
9
5
2
29
28
27
17
26
20
18
39
36
30
32
33
31
17a
11
38
21
7
19

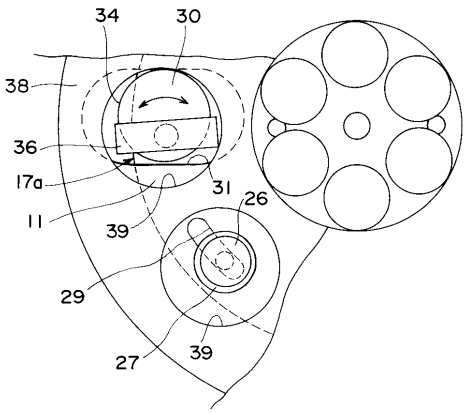
【図５】


24
6
3
12
13
23
22
5
15
16

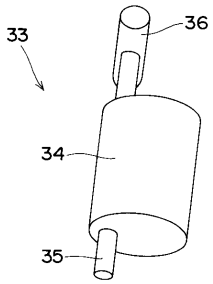
【図６】


36
30
38
34
17a
31
11
26
39
27
39
29

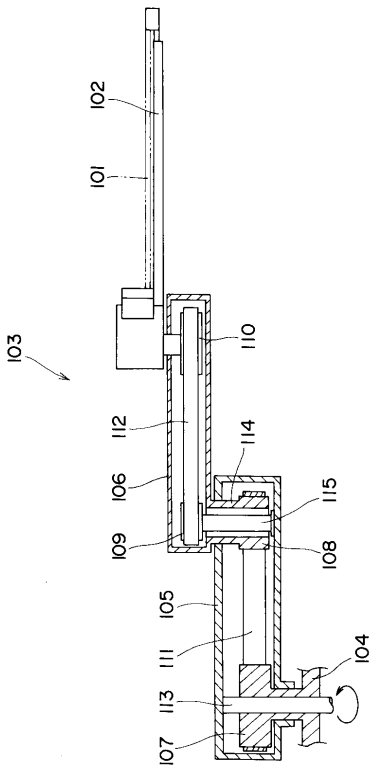
【図７】


34
30
38
36
17a
31
11
26
39
29
27
39

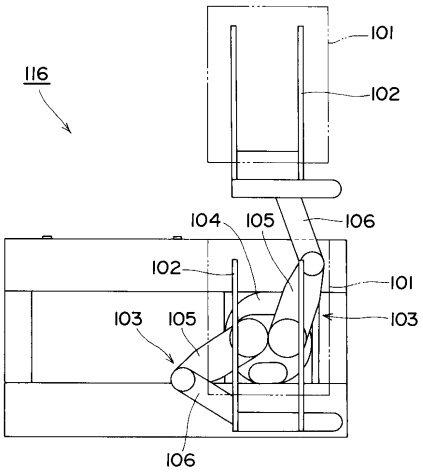
【図８】


33
36
34
35

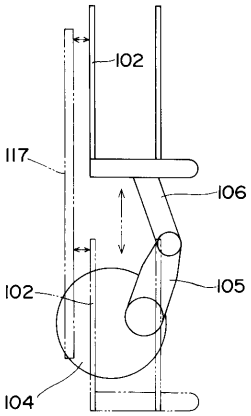
【図９】


102
101
103
110
112
114
106
115
109
108
105
111
104
113
107

【図１０】


116
101
102
104
105
106
102
101
103
105
103
106

【図１１】


102
117
106
105
102
104