

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 作業装置 (1) は、回転ユニット (R u) と直動ユニット (6 3) とを組み合わせた作業装置である。回転ユニット (R u) は、リンク作動装置 (7) と回転アクチュエータ (R a) とを備える。リンク作動装置 (7) は、基端側のリンクハブ (1 2) に対し先端側のリンクハブ (1 3) が3組以上のリンク機構 (1 4) を介して姿勢を変更可能に連結されている。リンク作動装置 (7) は、回転アクチュエータ (R a) の回転軸 (C a) に対して、基端側のリンクハブ (1 2) の中心軸 (Q A) が角度 (θt) を成すように回転アクチュエータ (R a) の出力部に取り付けられている。直動ユニット (6 3) は、出力部となる直動アクチュエータ (6 7) を有し、この直動アクチュエータ (6 7) に回転ユニット (R u) が取り付けられている。

明 細 書

発明の名称： 作業装置

関連出願

[0001] この出願は、2020年11月20日出願の特願2020-193449の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] 本発明は、例えば、医療機器または産業機器等の高速、高精度、広範な作動範囲、および、木目細かい動作を必要とする機器に用いられる作業装置に関する。

背景技術

[0003] 特許文献1では、ベースプレートとトラベリングプレートとを有し、両者の間を複数のリンクで結合し、これらのリンクを協調動作させることによりトラベリングプレートを移動させるパラレルリンク機構によって所定の作業を行う作業装置が提案されている。

特許文献2では、コンパクトでありながら、高速、高精度で、広範な作動範囲の動作が可能なリンク作動装置が提案されている。

特許文献3では、直動ユニットと、パンチルト機構である回転ユニットを組み合わせた作業装置が提案されている。

特許文献4では、一般的な垂直多関節ロボットを用いた作業装置が提案されている。

特許文献5では、リンク作動装置と直動ユニットを組み合わせた作業装置（外観検査装置）が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2000-094245号公報

特許文献2：米国特許第5893296号明細書

特許文献3：特開2013-064644号公報

特許文献4：特開2017-026441号公報

特許文献5：特開2018-194443号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 特許文献1の平行リンク機構では、各リンクの作動角が小さいので、トラベリングプレートの作動範囲を大きく設定しようとする、リンク長が長くなる。そのため、機構全体の寸法が大きくなって装置の大形化を招くという課題があった。また、機構全体の剛性が低く、トラベリングプレートに搭載されるツールの重量、つまり、トラベリングプレートにおける可搬重量も小さいものに制限されるという課題もあった。
- [0006] 特許文献2のリンク作動装置は、特許文献1の平行リンク機構より回転方向の可動範囲は大きくなったが、平面方向の移動ができないので、リンク作動装置単独では複雑な作業を実現することは難しかった。
- [0007] 特許文献3、4では、カメラおよびワークを様々な角度に位置決めする作業装置が提案されている。しかし、特許文献3のような回転機構は、一般的な垂直多関節ロボットの手首関節と同じ構成であり、先端の姿勢を少し変更させる場合でも、特定の回転機構が大きく動き、動作速度が遅くなるという課題がある。具体的には、旋回動作が必要な場合に、先端の移動角度に対して旋回軸（特許文献3では第1回転軸131に相当）を大きく動かす必要がある。また、特許文献4のような垂直多関節ロボットでは、先端の姿勢を少し変更させる場合に特許文献3と同じ課題があり、また、ロボット全体の移動量が大きいので、安全柵等を設けると装置全体のサイズが大きくなるという課題がある。
- [0008] これらの課題を解決するために、特許文献5のようなリンク作動装置と直動ユニットを組み合わせた作業装置が提案された。しかしながら、特許文献5の構成では、コンパクトな作業装置を実現できるが、ワークに対して半球面方向（例えば、北半球方向）からしかアプローチできない。このため、例

えば、ワークの下方方向から作業を実施したい場合でも、ワークを反転させる必要があった。

[0009] 本発明の目的は、ワークに対する作業範囲を大きくとれ、高速、高精度で、人の手作業のように木目細かい作業を実現でき、段取り替え作業を短縮できる作業装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] この発明の作業装置は、回転ユニットと直動ユニットとを組み合わせた作業装置であって、

前記回転ユニットは、リンク作動装置と回転アクチュエータとを備え、

前記リンク作動装置は、基端側のリンクハブに対し先端側のリンクハブが3組以上のリンク機構を介して姿勢を変更可能に連結され、前記各リンク機構が、それぞれ前記基端側のリンクハブおよび前記先端側のリンクハブに一端が回転可能に連結された基端側および先端側の端部リンク部材と、これら基端側および先端側の端部リンク部材の他端に両端がそれぞれ回転可能に連結された中央リンク部材とを有し、前記3組以上のリンク機構のうちの2組以上のリンク機構に、前記基端側のリンクハブに対する前記先端側のリンクハブの姿勢を任意に変更させる姿勢制御用アクチュエータが設けられ、

前記リンク作動装置は、前記回転アクチュエータの回転軸に対して、前記基端側のリンクハブの中心軸が角度 θ_t を成すように、前記回転アクチュエータの出力部に取り付けられ、

前記直動ユニットは、出力部となる直動アクチュエータを有し、この直動アクチュエータに前記回転ユニットが取り付けられている。

[0011] この構成によると、リンク作動装置の基端側のリンクハブの中心軸と、回転アクチュエータの回転軸とが角度 θ_t を成すように配置することで、リンク作動装置による作業範囲をオフセットさせることができる。例えば、最大折れ角 90° のリンク作動装置を真下方向に取り付けた場合、ワークに対するリンク作動装置の作業範囲は北半球方向のみであるが、基端側のリンクハブの中心軸と、回転アクチュエータの回転軸とが角度 θ_t を成すように配置

すると、角度 θ_t を成す方向のみ南半球方向からも作業を行うことができるようになる。

[0012] さらに、角度 θ_t をつけた状態で回転アクチュエータによりリンク作動装置を回転させることで、角度 θ_t を成す方向を旋回方向に回転させることができる。このため、回転アクチュエータをこの回転軸回りに $\pm 180^\circ$ 回転させれば、ワークに対して全周から南半球方向から作業できるようになる。その結果、従来よりもワークに対する作業範囲を大きくとれ、段取り替え作業の短縮を図ることが可能となる。また、リンク作動装置を使用しているので、高速、高精度で、人の手作業のように木目細かい作業を実現できる。

[0013] 前記リンク作動装置の2つ以上の姿勢制御用アクチュエータは、それらの回転軸が前記基端側のリンクハブの中心軸と直交するように配置され、前記2つ以上の姿勢制御用アクチュエータの回転軸の交点が、前記角度 θ_t を成す前記基端側のリンクハブの中心軸上にあり、前記2つ以上の姿勢制御用アクチュエータのうち2つの姿勢制御用アクチュエータの回転軸の二等分線が、前記回転アクチュエータの回転軸と前記基端側のリンクハブの中心軸が成す平面上にあり、前記回転アクチュエータの回転軸と前記基端側のリンクハブの中心軸が成す角度の鋭角側に前記二等分線が位置してもよい。

[0014] この構成によると、リンク作動装置を他の方向に傾けた構成よりも、リンク作動装置の姿勢制御用アクチュエータと回転アクチュエータが干渉しにくくなり、回転アクチュエータとリンク作動装置間の距離が短くなるように配置できる。その結果、作業装置全体のコンパクト化を実現できる。また、回転アクチュエータの慣性モーメントが小さくなり、回転ユニットが軽量化するので、作業装置全体の高速動作を実現できる。

[0015] 前記回転アクチュエータは、回転制御用のアクチュエータ本体と、このアクチュエータ本体の回転を減速する減速機とを有し、少なくとも前記姿勢制御用アクチュエータから延びるケーブルを保護し案内するケーブルペア（登録商標）が、前記回転アクチュエータの周りに回転方向に摺動するように設けられていてもよい。この構成によると、回転アクチュエータが、回転制御

用のアクチュエータ本体と減速機とを有するので、減速機のない回転駆動方式の回転アクチュエータよりも、回転アクチュエータの径方向のコンパクト化を実現できる。空きスペースである回転アクチュエータの周りに、回転方向に摺動するケーブルベアを設けたことで、リンク作動装置の姿勢制御用アクチュエータ等に接続するケーブルをケーブルベアにコンパクトに収納できる。このため、ケーブルの取り回しが容易になり、ケーブルの断線等の心配も軽減できる。

[0016] 前記直動ユニットは、架台に取り付けられる第1の直動アクチュエータと、第2の直動アクチュエータと、前記直動ユニットの出力部となる前記第3の直動アクチュエータとを有し、この第3の直動アクチュエータに前記回転ユニットが取り付けられていてもよい。この構成によると、コンベア等で搬送されてくるワークに対して作業を行うことができるようになり、例えば、コンベアラインを変更せずに1つのユニットとして設置できるようになる。

[0017] 前記直動ユニットは、前記架台に取り付けられる第1の被摺動部およびこの第1の被摺動部に沿って進退駆動される第1の摺動部を有する前記第1の直動アクチュエータと、前記第1の摺動部に連結される第2の被摺動部およびこの第2の被摺動部に沿って進退駆動される第2の摺動部を有する前記第2の直動アクチュエータと、前記第2の摺動部に連結される第3の被摺動部およびこの第3の被摺動部に沿って進退駆動される第3の摺動部を有する前記第3の直動アクチュエータとを有してもよい。この構成によると、直動ユニットは、第1の摺動部に第2の被摺動部が連結され、第2の摺動部に第3の被摺動部が連結されている。したがって、既存のコンベアラインに対して作業装置を容易に設置し得る。このため、作業装置の汎用性を高めることができる。

[0018] 前記第1および第2の直動アクチュエータは、前記第1および第2の摺動部の進退方向が直交するように配置され、前記第3の直動アクチュエータは、前記第3の摺動部の進退方向が、前記第1および第2の摺動部の進退方向に直交するように配置されていてもよい。このように直動ユニットを直交3

軸方向に動くように配置することで、作業装置を直感的に操作できる。このため、操作性が向上するだけでなく、作業装置のバランスが安定し、高速動作を実現できる。

[0019] 前記第3の直動アクチュエータは、前記第3の摺動部の進退方向が上下方向となるように配置し、前記第3の摺動部は前記直動アクチュエータのガイドであり、前記第3の被摺動部は前記直動アクチュエータのスライドテーブルとしてもよい。この構成によると、ワークと直動ユニットの第3の摺動部の干渉を回避しやすくなり、作業装置全体のサイズをコンパクトにできる。上記構成では、ワークに対する作業範囲を広くとれるので、特に、直動ユニットの出力部となる第3の直動アクチュエータは、第3の摺動部がワークと接触しやすくなる。この構成のように第3の摺動部であるガイドを上下方向に移動させる構成であれば、ワークに対し第3の摺動部を干渉回避位置に移動させながら、直動ユニットを様々な方向に高速に移動することができる。

[0020] 前記回転アクチュエータは、その回転軸が前記第3の摺動部の進退方向に平行になるように配置されていてもよい。この構成によると、コンベア等で搬送されてくるワークに対する作業が容易となる。コンベア等で搬送されてくるワークに対して作業を行う場合、ワークの上面と側面に対する作業がメインとなり、ワークの下面等に作業を行いたい場合はワークを反転させて対応する場合が多い。この構成では、ワークの上面および側面だけでなく、下面側からも作業を実施できるようになり、段取り替え等も不要になる。

[0021] 前記リンク作動装置は、前記基端側のリンクハブの中心軸と、前記先端側のリンクハブの中心軸との最大折れ角が 90° 以上であってもよい。この構成によると、リンク作動装置における基端側のリンクハブの中心軸と、回転アクチュエータの回転軸との成す角度 θ_t が小さくても、ワークに対する作業範囲を大きくとれる。

[0022] 前記リンク作動装置は、前記回転アクチュエータの回転軸に対して、前記基端側のリンクハブの中心軸が直交するように取り付けられていてもよい。最大折れ角が 90° 以上のリンク作動装置を使用し、かつ、回転アクチュエ

ータの回転軸に対して、基端側のリンクハブの中心軸が直交するように配置することで、ワークに対して上面も下面の垂直方向から作業できるようになり、ワークの全面に対して作業できるようになる。

[0023] この作業装置は、前記リンク作動装置に画像処理機器が搭載された外観検査装置であってもよい。この構成によると、これまで人が様々な方向から目視検査していた外観検査工程を、高速、高精度で、自動的にできるようになる。さらに、カメラおよび照明等の画像処理機器に接続されるケーブル類をリンク作動装置の内部空間に通すことができる場合には、前記ケーブル類の取り回しが容易になり、旋回方向動作を繰り返してもケーブル類が振れることがなく、断線等の不具合も低減できる。

[0024] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも2つの構成のどのような組合せも、この発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の2つ以上のどのような組合せも、この発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0025] 本発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明からより明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、本発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。本発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の部品番号は、同一または相当部分を示す。

[図1]この発明の第1の実施形態に係る作業装置の正面図である。

[図2]同作業装置の回転ユニットの部分拡大図である。

[図3]同回転ユニットのリンク作動装置の斜視図である。

[図4]同リンク作動装置の2つのリンク機構を省略した簡易モデルの正面図である。

[図5]図4のV-V線の一部断面図である。

[図6]同リンク作動装置の1つのリンク機構を直線で表現した図である。

[図7]同リンク作動装置の最大折れ角等を示す図である。

[図8A]同回転ユニットの回転アクチュエータの水平断面図である。

[図8B]同回転アクチュエータの縦断面図である。

[図9]同作業装置の直動ユニットの正面図である。

[図10]同直動ユニットの平面図である。

[図11]ワークの上面に対して作業を行う状態を示す同作業装置の正面図である。

[図12]ワークの下面に対して作業を行う状態を示す同作業装置の正面図である。

[図13]ワークの右側面に対して作業を行う状態を示す同作業装置の正面図である。

[図14]リンク作動装置に画像処理機器が搭載された外観検査装置の正面図である。

[図15]この発明の第2の実施形態に係る作業装置の正面図である。

[図16]ワークの上面に対して作業を行う状態を示す同作業装置の正面図である。

[図17]ワークの下面に対して作業を行う状態を示す同作業装置の正面図である。

[図18]ワークの右側面に対して作業を行う状態を示す同作業装置の正面図である。

[図19]この発明の第3の実施形態に係る作業装置の正面図である。

[図20]この発明の第4の実施形態に係る作業装置の正面図である。

[図21]この発明の第5の実施形態に係る作業装置の正面図である。

発明を実施するための形態

[0026] [第1の実施形態]

回転ユニットと直動ユニットとを組み合わせた作業装置を図1ないし図14と共に説明する。

<作業装置の概略構造>

図1に示すように、地面である床に固定された架台62に直動ユニット6

3が設置され、直動ユニット63の出力部となる第3の直動アクチュエータ67のガイド（第3の摺動部）67bに、回転ユニットRuが取り付けられている。回転ユニットRuは、回転アクチュエータRaとリンク作動装置7とを備える。回転アクチュエータRaの回転軸Caは、第3の直動アクチュエータ67のガイド67bの進退方向（この例では上下方向）に対し平行になるように配置されている。

[0027] 図2に示すように、このリンク作動装置7は、回転アクチュエータRaの回転軸Caに対して、リンク作動装置7における基端側のリンクハブ（後述する）12の中心軸QAと、回転アクチュエータRaの回転軸Caとが角度 θ_t を成すように、回転アクチュエータRaの出力部Ra aに、取付部材3およびスペーサ4を介して取り付けられている。以下の説明において、前記角度 θ_t を「取付角度 θ_t 」と称する場合がある。

[0028] 図1に示すように、被作業体であるワーク2は、コンベア等の搬送機器5によりワーク設置台8に載置されて搬送される。ワーク設置台8にワーク2を載置するのではなく、作業工程にきたらワーク昇降装置8Aによりワーク2を搬送機器5から持ち上げてよい。また、搬送機器5でワーク2を搬送するのではなく、ワーク設置台8に作業員または他のロボットがワーク2を載置してもよい。

[0029] 作業装置1は、リンク作動装置7の先端部材40に取り付けられたエンドエフェクタEeを、ワーク2に対し位置決めして作業を行う。回転ユニットRuと直動ユニット63は、例えば、共通のコントローラに接続され、このコントローラにより同期制御する。なお、回転ユニットRuと直動ユニット63を非同期で制御してもよい。

[0030] <リンク作動装置について>

図3および図4に示すように、リンク作動装置7は、平行リンク機構9と、この平行リンク機構9を作動させる姿勢制御用アクチュエータ10とを備える。

[0031] <平行リンク機構>

パラレルリンク機構 9 は、基端側のリンクハブ 1 2 に対し先端側のリンクハブ 1 3 を 3 組のリンク機構 1 4 を介して姿勢変更可能に連結している。リンク機構 1 4 は 4 組以上であってもよい。なお、図 4 では、1 組のリンク機構 1 4 のみが示され、残りの 2 つのリンク機構が省略されている。

[0032] 各リンク機構 1 4 は、基端側の端部リンク部材 1 5、先端側の端部リンク部材 1 6、および中央リンク部材 1 7 を有し、4 つの回転対偶からなる 4 節連鎖のリンク機構を構成している。基端側および先端側の端部リンク部材 1 5、1 6 は L 字形状であり、一端がそれぞれ基端側のリンクハブ 1 2 および先端側のリンクハブ 1 3 に回転可能に連結されている。中央リンク部材 1 7 は、両端に基端側および先端側の端部リンク部材 1 5、1 6 の他端がそれぞれ回転可能に連結されている。

[0033] パラレルリンク機構 9 は、2 つの球面リンク機構を組み合わせた構造である。基端側のリンクハブ 1 2 と基端側の端部リンク部材 1 5 の各回転対偶、および基端側の端部リンク部材 1 5 と中央リンク部材 1 7 の各回転対偶の中心軸が、基端側の球面リンク中心 P A で交差している。同様に、先端側のリンクハブ 1 3 と先端側の端部リンク部材 1 6 の各回転対偶、および先端側の端部リンク部材 1 6 と中央リンク部材 1 7 の各回転対偶の中心軸が、先端側の球面リンク中心 P B で交差している。

[0034] また、基端側のリンクハブ 1 2 と基端側の端部リンク部材 1 5 との回転対偶の中心と基端側の球面リンク中心 P A 間の距離は同じである。基端側の端部リンク部材 1 5 と中央リンク部材 1 7 との回転対偶の中心と基端側の球面リンク中心 P A 間の距離は同じである。同様に、先端側のリンクハブ 1 3 と先端側の端部リンク部材 1 6 との回転対偶の中心と先端側の球面リンク中心 P B 間の距離は同じである。先端側の端部リンク部材 1 6 と中央リンク部材 1 7 との回転対偶の中心と先端側の球面リンク中心 P B 間の距離は同じである。基端側および先端側の端部リンク部材 1 5、1 6 と中央リンク部材 1 7 との各回転対偶の中心軸は、ある交差角 γ を持ってもよいし、平行であってもよい。

[0035] 図5に、基端側のリンクハブ12と基端側の端部リンク部材15の各回転対偶の中心軸O1と、球面リンク中心PAとの関係が示されている。先端側のリンクハブ13（図4）および先端側の端部リンク部材16（図4）の形状ならびに位置関係も、図示しないが図5と同様である。図5では、基端側のリンクハブ12と基端側の端部リンク部材15との各回転対偶の中心軸O1と、基端側の端部リンク部材15と中央リンク部材17との各回転対偶の中心軸O2とが成す角度 α が 90° である。但し、前記角度 α は 90° 以外であってもよい。

[0036] 3組のリンク機構14は、幾何学的に同一形状をなす。幾何学的に同一形状とは、図6に示すように、各リンク部材15、16、17を直線で表現した幾何学モデル、すなわち各回転対偶と、これら回転対偶間を結ぶ直線とで表現したモデルが、どのような姿勢をとっていても、中央リンク部材17の中央部に対する基端側部分と先端側部分が対称を成す形状であることをいう。図6は、1組のリンク機構14を直線で表現した図である。この実施形態の平行リンク機構9は回転対称タイプで、基端側のリンクハブ12および基端側の端部リンク部材15からなる基端側部分と、先端側のリンクハブ13および先端側の端部リンク部材16からなる先端側部分との位置関係が、中央リンク部材17の中心線Cに対して回転対称となる位置構成になっている。各中央リンク部材17の中央部は、共通の軌道円D上に位置している。

[0037] 基端側のリンクハブ12と先端側のリンクハブ13と3組のリンク機構14とで、基端側のリンクハブ12に対し先端側のリンクハブ13が直交2軸周りに回転自在な2自由度機構が構成されている。言い換えると、基端側のリンクハブ12に対して先端側のリンクハブ13を、回転が2自由度で姿勢変更自在な機構である。この2自由度機構は、コンパクトでありながら、基端側のリンクハブ12に対する先端側のリンクハブ13の可動範囲を広くとれる。

[0038] 例えば、基端側および先端側の球面リンク中心PA、PBを通り、基端側

および先端側のリンクハブ12, 13と基端側および先端側の端部リンク部材15, 16の各回転対偶の中心軸O1（図5）と直角に交わる直線を基端側および先端側のリンクハブ12, 13の中心軸QA, QBとした場合、基端側のリンクハブ12の中心軸QAと先端側のリンクハブ13の中心軸QBとの折れ角 θ の最大値である最大折れ角 θ_{max} を約 $\pm 90^\circ$ とすることができる。また、基端側のリンクハブ12に対する先端側のリンクハブ13の旋回角 ϕ を $0^\circ \sim 360^\circ$ の範囲に設定できる。折れ角 θ は、基端側のリンクハブ12の中心軸QAに対して先端側のリンクハブ13の中心軸QBが傾斜した垂直角度のことである。一方、旋回角 ϕ は、基端側のリンクハブ12の中心軸QAに対して先端側のリンクハブ13の中心軸QBが傾斜した水平角度のことである。なお、最大折れ角 θ_{max} が 90° 以上であってよい。

[0039] 基端側のリンクハブ12に対する先端側のリンクハブ13の姿勢変更は、基端側のリンクハブ12の中心軸QAと先端側のリンクハブ13の中心軸QBとの交点Oを回転中心として行われる。図7の実線は、基端側のリンクハブ12の中心軸QAと先端側のリンクハブ13の中心軸QBが同一線上にある状態を示し、図7の二点鎖線は、基端側のリンクハブ12の中心軸QAに対して先端側のリンクハブ13の中心軸QBが或る作動角（折れ角）をとった状態を示す。図6に示すように、基端側のリンクハブ12に対する先端側のリンクハブ13の姿勢が変化しても、基端側と先端側の球面リンク中心PA, PB間の距離Lは変化しない。

[0040] 図5および図6に示すように、この平行リンク機構9において、以下の条件1～5を全て満たすとき、幾何学的対称性から基端側のリンクハブ12および基端側の端部リンク部材15からなる基端側部分と、先端側のリンクハブ13および先端側の端部リンク部材16からなる先端側部分とは同じに動く。よって、平行リンク機構9は、基端側から先端側へ回転伝達を行う場合、基端側と先端側は同じ回転角になって等速で回転する等速自在継手として機能する。

[0041] 条件1：各リンク機構14における基端側および先端側のリンクハブ12

、 13 と基端側および先端側の端部リンク部材 15、16 の回転対偶の中心軸 O1 の角度および基端側および先端側の球面リンク中心 P A、P B からの長さが互いに等しい。

条件 2：各リンク機構 14 の基端側および先端側のリンクハブ 12、13 と基端側および先端側の端部リンク部材 15、16 の回転対偶の中心軸 O1、および基端側および先端側の端部リンク部材 15、16 と中央リンク部材 17 の回転対偶の中心軸 O2 が、基端側および先端側において基端側および先端側の球面リンク中心 P A、P B と交差する。

条件 3：基端側の端部リンク部材 15 と先端側の端部リンク部材 16 の幾何学的形状が等しい。

条件 4：中央リンク部材 17 における基端側部分と先端側部分の幾何学的形状が等しい。

条件 5：中央リンク部材 17 の対称面に対して、中央リンク部材 17 と基端側および先端側の端部リンク部材 15、16 との角度位置関係が基端側と先端側とで同じである。

[0042] 図 3 および図 4 に示すように、基端側のリンクハブ 12 は、平板状の基端部材 6 と、この基端部材 6 と一体に設けられた 3 個の回転軸連結部材 21 とを有する。図 5 に示すように、基端部材 6 は中央部に円形の貫通孔 6a を有し、この貫通孔 6a の周囲に 3 個の回転軸連結部材 21 が円周方向に等間隔で配置されている。図 4 および図 5 に示すように、貫通孔 6a の中心は、基端側のリンクハブ 12 の中心軸 Q A 上に位置する。各回転軸連結部材 21 には、軸心が基端側のリンクハブ 12 の中心軸 Q A と交差する回転軸 22 が回転自在に連結されている。この回転軸 22 に、基端側の端部リンク部材 15 の一端が連結されている。

[0043] 図 5 に示すように、回転軸 22 は、軸方向に沿って順次、大径部 22a、小径部 22b、および雄ねじ部 22c を有し、小径部 22b で 2 個の軸受 23 を介して回転軸連結部材 21 に回転自在に支持されている。軸受 23 は、例えば深溝玉軸受、アンギュラ玉軸受等の玉軸受である。これらの軸受 23

は、回転軸連結部材 2 1 に設けられた内径溝に外輪外周面が嵌合状態で設置され固定されている。他の回転対偶部に設けられる軸受の種類および設置方法も同様である。

[0044] 回転軸 2 2 は、大径部 2 2 a で後述の減速機構 5 2 の出力軸 5 2 a に同心軸上に配置されている。回転軸 2 2 には、この回転軸 2 2 と一体に回転するように、基端側の端部リンク部材 1 5 の一端が連結されている。基端側の端部リンク部材 1 5 の一端に切欠き部 2 5 が形成され、この切欠き部 2 5 の両側部分が内外一对の回転軸支持部 2 6, 2 7 を構成している。これら一对の回転軸支持部 2 6, 2 7 に貫通孔がそれぞれ形成されている。回転軸連結部材 2 1 が切欠き部 2 5 内に配置され、回転軸 2 2 の小径部 2 2 b が前記貫通孔および軸受 2 3 の内輪内周面に挿通されている。回転軸 2 2 の雄ねじ部 2 2 c は、内側の回転軸支持部 2 7 よりも内側に突出している。

[0045] 回転軸 2 2 の大径部 2 2 a の外周にスペーサ 2 8 が嵌合され、このスペーサ 2 8 を介して基端側の端部リンク部材 1 5 と減速機構 5 2 の出力軸 5 2 a とがボルト 2 9 で固定されている。さらに、回転軸 2 2 の雄ねじ部 2 2 c にナットが螺着されている。軸受 2 3 の内輪端面と一对の回転軸支持部 2 6, 2 7 との間に、スペーサが介在されており、前記ナットの螺着時に軸受 2 3 に予圧が付与される。

[0046] 基端側の端部リンク部材 1 5 の他端には、中央リンク部材 1 7 の一端に回転自在に連結された回転軸 3 5 が連結されている。この回転軸 3 5 は、基端側のリンクハブ 1 2 の回転軸 2 2 と同様に、大径部 3 5 a、小径部 3 5 b、および雄ねじ部 3 5 c を有し、小径部 3 5 b で 2 個の軸受 3 6 を介して中央リンク部材 1 7 の一端に回転自在に支持されている。基端側の端部リンク部材 1 5 の他端に切欠き部 3 7 が形成され、この切欠き部 3 7 の両側部分が内外一对の回転軸支持部 3 8, 3 9 を構成している。これら回転軸支持部 3 8, 3 9 に貫通孔がそれぞれ形成されている。雄ねじ部 3 5 c は、内側の回転軸支持部 3 9 よりも内側に突出している。

[0047] 切欠き部 3 7 内に中央リンク部材 1 7 の一端が配置され、前記小径部 3 5

bが前記貫通孔および軸受36の内輪内周面に挿通されている。さらに、雄ねじ部35cにナットが螺着されている。軸受36の内輪端面と一对の回転軸支持部38, 39との間に、スペーサが介在されており、前記ナットの螺着時に軸受36に予圧が付与される。

[0048] 図3および図7に示すように、先端側のリンクハブ13は、平板状の先端部材40と、この先端部材40の底面に円周方向等配で設けられた3個の回転軸連結部材41とを有する。各回転軸連結部材41が配置される円周の中心は、先端側のリンクハブ13の中心軸QB上に位置する。各回転軸連結部材41には、軸心が先端側のリンクハブ13の中心軸QBと交差する回転軸43が回転自在に連結されている。この回転軸43に、先端側の端部リンク部材16の一端が連結されている。先端側の端部リンク部材16の他端には、中央リンク部材17の他端に回転自在に連結された回転軸45が連結されている。

[0049] 先端側のリンクハブ13の回転軸43および中央リンク部材17の回転軸45も、前記回転軸35と同じ形状であり、かつ2個の軸受（図示せず）を介して回転軸連結部材41および中央リンク部材17の他端にそれぞれ回転自在に連結されている。

[0050] <姿勢制御用アクチュエータ>

図3および図5に示すように、姿勢制御用アクチュエータ10は、減速機構52を備えたロータリアクチュエータであり、基端側のリンクハブ12の基端部材6の下面に前記回転軸22と同軸上に設置されている。姿勢制御用アクチュエータ10と減速機構52は一体に設けられ、モータ固定部材53により減速機構52が基端部材6に固定されている。なお、姿勢制御用アクチュエータ10は、ブレーキ付きのものを使用してもよい。

[0051] この例では、3組のリンク機構14のすべてに姿勢制御用アクチュエータ10が設けられているが、3組のリンク機構14のうち少なくとも2組に姿勢制御用アクチュエータ10を設ければ、基端側のリンクハブ12に対する先端側のリンクハブ13の姿勢を確定することができる。

[0052] 3つの姿勢制御用アクチュエータ10は、それらの回転軸22が基端側リンクハブ12の中心軸QA（図4）と直交するように配置されている。これらの姿勢制御用アクチュエータ10の回転軸22の交点である中央位置P10は、前記角度 θ_t （図2）を成す基端側のリンクハブ12の中心軸QA（図4）上にある。また、3つの姿勢制御用アクチュエータ10のうち2つの姿勢制御用アクチュエータ10の回転軸22の二等分線22Lが、回転アクチュエータRaの回転軸Caと基端側のリンクハブ12の中心軸QAが成す平面上にある。前記二等分線22Lは、「回転軸22」の軸心に直交し、且つ、「回転軸22」の大径部22aの基端部と雄ねじ部22cの先端部との長手方向中間部を通る線である。さらに、回転アクチュエータRaの回転軸Caと基端側のリンクハブ12の中心軸QAが成す角度の鋭角側に前記二等分線22Lが位置している。

[0053] 図5に示すように、減速機構52はフランジ出力であって、大径の出力軸52aを有する。出力軸52aの先端面は、出力軸52aの中心線と直交する平面状のフランジ面54となっている。出力軸52aは、前記スペーサ28を介して、基端側の端部リンク部材15の回転軸支持部26にボルト29で接続されている。基端側のリンクハブ12（図4）と基端側の端部リンク部材15の回転対偶部を構成する、回転軸22の大径部22aが、減速機構52の出力軸52aに設けられた内径溝57に嵌っている。

[0054] 図4および図5に示すように、リンク作動装置7は、各姿勢制御用アクチュエータ10を回転駆動することで、平行リンク機構9が作動する。詳しくは、姿勢制御用アクチュエータ10を回転駆動すると、その回転が減速機構52を介して減速して回転軸22に伝達される。それにより、基端側のリンクハブ12に対する基端側の端部リンク部材15の角度が変わり、基端側のリンクハブ12に対する先端側のリンクハブ13の姿勢が任意に変更される。

[0055] <回転アクチュエータ>

図1に示すように、回転アクチュエータRaは、後述する直動ユニット6

3の出力部に取り付けられている。図2、図8Aおよび図8Bに示すように、回転アクチュエータR aは、回転制御用のアクチュエータ本体18と、このアクチュエータ本体18の回転を減速する減速機19とを有する。この例の回転アクチュエータR aとして、アクチュエータ本体18と減速機19とが一体に設けられた減速機付きモータが適用されている。また、この例では、リンク作動装置7の基端側リンクハブ12の中心軸Q Aと回転アクチュエータR aの回転軸C aは、交差するように取り付けられているが、交差せずに取り付けられてもよい。

[0056] 前記直動ユニット63の出力部(図1)に取り付けられる連結部材20に、複数本の支柱24が平行に立設されている。これら支柱24の先端部に回転アクチュエータ固定部材30が設置され、この回転アクチュエータ固定部材30に、前記減速機付きモータが固定されている。回転アクチュエータR aの出力部R a aは、この回転軸C a回りに回転角 θp だけ回転する。回転角 θp の範囲は最大 $\pm 180^\circ$ である。

[0057] 回転アクチュエータR aの出力部R a aである減速機19の出力軸には、ボルト等により取付部材3が固定されている。回転アクチュエータR aの前記出力軸には、取付部材3によりリンク作動装置7が角度 θt 傾けた状態で設置されている。具体的には、取付部材3の先端部に、回転アクチュエータR aの回転軸C aに対して所定角度で傾斜する傾斜面3 aが設けられている。この傾斜面3 aに対して、スペーサ4を介して、基端側リンクハブ12の基端部材6がボルト等で固定されている。

[0058] 前記角度 θt は 0° より大きく 90° 以下($0^\circ < \theta t \leq 90^\circ$)の角度範囲に設定される。この例では、角度 θt は 45° であるが、これに限定されない。また、リンク作動装置7における基端側のリンクハブ12の中心軸Q Aと、回転アクチュエータR aの回転軸C aとは交差するように取り付けられている。このような構成により、リンク作動装置7は、前記回転軸C aに対し角度 θt 傾いた状態で回転アクチュエータR aの回転軸C A周りを回転する。

[0059] <エンドエフェクタ>

先端側のリンクハブ13の先端部材40に、エンドエフェクタEeが取り付けられている。エンドエフェクタEeは、例えば、グリッパを含むハンド、洗浄用ノズル、ディスペンサ、溶接トーチ、画像処理機器Eg（図14）等である。

[0060] 図14に示す画像処理機器Egは、例えば、ワーク2を撮像するカメラCr、およびワーク2を照らす照明具Le等を含む。この場合の作業装置は、リンク作動装置7に画像処理機器Egが搭載された外観検査装置1Aである。カメラCrおよび照明具Leは、配線を介してカメラ制御システム（図示せず）と繋がっており、前記カメラ制御システムにより撮影時の各種制御が行われる。

[0061] <カバー、ケーブルベア等>

図8Aおよび図8Bに示すように、回転アクチュエータRaの周りにはカバー31が設けられている。カバー31は、それぞれ円筒状のカバー固定体32とカバー回転体33とを有している。これらカバー固定体32とカバー回転体33は、互いに同軸で且つ回転アクチュエータRaの回転軸Caに同軸に配置されている。さらに、カバー回転体33は、カバー固定体32よりも大径に形成され、カバー固定体32に対し相対回転可能に設けられている。

[0062] カバー固定体32は、回転アクチュエータ固定部材30にボルト等で固定される円筒部32aと、この円筒部32aの基端側部分から径方向外側に延びるフランジ部32bとを有する。回転アクチュエータ固定部材30の外周面に、円筒部32aの内周面における基端側部分が固定されている。

[0063] カバー回転体33は、円筒部33aと、この円筒部33aの基端側部分から径方向内側に延びるフランジ部33bとを有する。回転アクチュエータRaの出力部Ra aに取り付けられた取付部材3に、円板状の回転体取付部材34が設けられている。この回転体取付部材34は回転アクチュエータRaの回転軸Caと同軸に配置されている。回転体取付部材34の外周側部に、

スパーサ42を介して、カバー回転体33のフランジ部33bが設置されている。よって、カバー回転体33は、回転アクチュエータRaの出力部Ra-aに同期して回転する。前記フランジ部33bの内周側縁部と、カバー固定体32のフランジ部32bの外周側縁部との間に、両フランジ部33b, 32bの干渉を防ぐための環状隙間 $\delta 1$ が設けられている。

[0064] カバー回転体33とカバー固定体32とで囲まれる環状空間に、ケーブルベア44が配置されている。ケーブルベア44は、姿勢制御用アクチュエータ10およびエンドエフェクタEe（図2）から延びるケーブルCbを保護し案内する。なお、図8Bではケーブルベアが省略されている。このケーブルベア44は、回転アクチュエータRaの周りに回転方向に摺動するように設けられている。ケーブルベア44の長手方向一端部がカバー回転体33の一部に、長手方向他端部がカバー固定体32の一部に、それぞれボルト等で固定されている。これにより、ケーブルベア44はそれぞれの円筒部32a, 33aおよびフランジ部32b, 33bで案内される。前記ケーブルCbとしては、具体的には、姿勢制御用アクチュエータ10に接続するエンコーダケーブルおよび電源ケーブル等を含む。

[0065] <直動ユニット>

図1、図9および図10に示すように、直動ユニット63には、直交3軸方向に移動するXYZステージを有している。直動ユニット63は、第1, 第2および第3の直動アクチュエータ65, 66, 67を有する。第1の直動アクチュエータ65はX軸方向（図1左右方向）に進退する。第2の直動アクチュエータ66は、X軸方向に直交する前後方向であるY軸方向に進退する。第3の直動アクチュエータ67は、X軸方向およびY軸方向にそれぞれ直交するZ軸方向に進退する。この例では、前記Z軸方向が上下方向となるように設定されている。

[0066] 第1, 第2および第3の直動アクチュエータ65, 66, 67は、それぞれ駆動源であるモータ65a, 66a, 67aで駆動され、各モータ65a, 66a, 67aの回転を直線往復動作に変換するボールねじ等の変換機構

(図示せず)を有する。第1の直動アクチュエータ65は、第1の被摺動部であるガイド65bと、第1の摺動部であるスライドテーブル65cと、モータ65aとを有する。第1の被摺動部であるガイド65bはX軸方向に沿って延びる。

[0067] 第2の直動アクチュエータ66は、第2の被摺動部であるガイド66bと、第2の摺動部であるスライドテーブル66cと、モータ66aとを有する。第2の被摺動部であるガイド66bはY軸方向に沿って延びる。第1、第2の直動アクチュエータ65、66は、第1、第2の摺動部であるスライドテーブル65c、66cの進退方向が直交するように配置される。

[0068] 第3の直動アクチュエータ67は、第3の被摺動部であるスライドテーブル67cと、第3の摺動部であるガイド67bと、モータ67aとを有する。第3の摺動部であるガイド67bはZ軸方向に沿って延びる。第3の直動アクチュエータ67は、第3の摺動部であるガイド67bの進退方向が、第1および第2の摺動部であるスライドテーブル65c、66cの進退方向に直交するように配置されている。

[0069] 架台62に第1の直動アクチュエータ65のガイド65bが取り付けられ、X軸方向に延びる前記ガイド65bに沿ってスライドテーブル65cが進退駆動される。このスライドテーブル65cに、連結固定部材68を介して第2の直動アクチュエータ66のガイド66bが連結されている。Y軸方向に延びる前記ガイド66bに沿ってスライドテーブル66cが進退駆動され、このスライドテーブル66cに連結固定部材69を介してスライドテーブル67cが連結されている。なお、第3の直動アクチュエータ67のスライドテーブル67cは、第2の直動アクチュエータ66のスライドテーブル66cに直接固定されてもよい。スライドテーブル67cに対し進退駆動される第3の直動アクチュエータ67のガイド67bが直動ユニット63の出力部となる。

[0070] この出力部となるガイド67bに、回転ユニットRuが取り付けられている。つまり前記ガイド67bの下端部に回転アクチュエータRaが取り付け

られ、この回転アクチュエータ R_a の回転軸 C_a が、第3の直動アクチュエータ 67 の進退方向（この例では上下方向）と平行になるように取り付けられている。本実施形態の場合、第3の直動アクチュエータ 67 のガイド 67 b の下端部に回転ユニット R_u が設置され、第3の直動アクチュエータ 67 のガイド 67 b と回転ユニット R_u が連動して動く。このため、回転ユニット R_u の周辺の部品が少なくなり、作業領域を広くとることができる。なお、回転アクチュエータ R_a の回転軸 C_a は、第3の直動アクチュエータ 67 の進退方向に対し角度を成して取り付けてもよい。

[0071] 本実施形態では、第3の直動アクチュエータ 67 のガイド 67 b の下端部に回転ユニット R_u を設置しているが、第3の直動アクチュエータ 67 におけるガイド 67 b のうち、前記下端部以外の場所に、回転ユニット R_u を設置してもよい。第1または第2の直動アクチュエータ 65, 66 を直動ユニット 63 の出力部としてもよい。さらに、ガイド 67 b を第2のアクチュエータ 66 に固定して、スライドテーブル 67 c に回転ユニット R_u を固定して移動させてもよい。この場合、前記ガイド 67 b が第3の被摺動部に相当し、前記スライドテーブル 67 c が第3の摺動部に相当する。

[0072] <作業装置による作業例>

図1では、エンドエフェクタ E_e が真横を向き、ワーク2の左側面に対して作業を行う状態を示す。このリンク作動装置7は、折れ角 $\theta = 45^\circ$ 、旋回角 $\phi = 0^\circ$ の状態である。なお、本実施形態では、この状態での回転アクチュエータ R_a の回転角 θ_p を 0° とし、平面視における反時計回りを＋方向と定義する。

[0073] 図11は、ワーク2の上面に対して作業を行う状態を示す。リンク作動装置7は、折れ角 $\theta = 45^\circ$ 、旋回角 $\phi = 180^\circ$ の状態であり、エンドエフェクタ E_e が真下を向いている。回転アクチュエータ R_a の回転角 θ_p は、図1の状態に対して動作なしである。

[0074] 図12は、ワーク2の下面に対して作業を行う状態を示す。リンク作動装置7は、折れ角 $\theta = 90^\circ$ 、旋回角 $\phi = 0^\circ$ の状態であり、エンドエフェク

タ E e が斜め上方向を向いている。回転アクチュエータ R a の回転角 θ_p は、図 1 の状態に対して動作なしである。

[0075] 図 1 3 は、ワーク 2 の右側面に対して作業を行う状態を示す。リンク作動装置 7 は、図 1 と同様に、 $\theta =$ 折れ角 45° 、旋回角 $\phi = 0^\circ$ の状態であり、エンドエフェクタ E e が真横を向いているが、回転アクチュエータ R a が 180° （回転角 $\theta_p = 180^\circ$ ）回転している。

[0076] 図示はしないが、ワーク 2 の奥側の側面に対して作業を行う場合は、図 1 の状態から回転アクチュエータ R a を時計回りに 90° （回転角 $\theta_p = -90^\circ$ ）回転させる。ワーク 2 の手前側の側面に対して作業を行う場合は、図 1 の状態から回転アクチュエータ R a を反時計回りに 90° （回転角 $\theta_p = 90^\circ$ ）回転させればよい。

[0077] ここでは直方体のワーク 2 に対する作業例を示しているが、円筒形または複雑な形状のワークに対しても、ワーク形状に合わせて回転アクチュエータ R a の回転角 θ_p およびリンク作動装置 7 の姿勢（折れ角 θ 、旋回角 ϕ ）を決めることができる。このため、どのような形状のワーク 2 に対しても作業を行うことができる。本実施形態では、取付角度 $\theta_t = 45^\circ$ の例を示しているが、どのような取付角度 θ_t であってもよい。X 軸を第 1 の直動アクチュエータとして架台に固定しているが、他の軸を第 1 の直動アクチュエータとして架台等に固定してもよい。また、架台を地面（床）に固定しているが、天井または壁等に固定してもよい。

[0078] <作用効果>

以上説明した作業装置 1 によれば、直動ユニット 6 3 の出力部に取り付けた回転アクチュエータ R a に対して、角度 θ_t を付けてリンク作動装置 7 を回転させながら作業させることで、リンク作動装置 7 の最大折れ角 θ_{max} が 90° であってもワーク 2 に対して半球面方向以上からアプローチできるようになる。例えば、回転アクチュエータ R a を鉛直下向きに配置して角度 θ_t を付けてリンク作動装置 7 を取り付けた場合、北半球方向からだけでなく、南半球方向からもアプローチできるようになる。そのため、従来よりも

ワーク 2 に対する作業範囲を大きくとれ、段取り替え作業の短縮を図ることが可能となる。また、回転ユニット R_u がリンク作動装置 7 を備えているため、高速、高精度で、人の手作業のように木目細かい作業を実現できる。

[0079] 2つ以上の姿勢制御用アクチュエータ 10 は、それらの回転軸 22 が前記基端側のリンクハブ 12 の中心軸 Q_A と直交するように配置され、前記 2 つの姿勢制御用アクチュエータ 10 の回転軸 22 の交点（中央位置 P_{10} ）が、前記角度 θ_t を成す前記基端側のリンクハブ 12 の中心軸 Q_A 上にある。さらに、前記 2 つ以上の姿勢制御用アクチュエータ 10 のうち 2 つの姿勢制御用アクチュエータ 10 の回転軸 22 の二等分線 22_L が、回転アクチュエータ R_a の回転軸 C_a と基端側のリンクハブ 12 の中心軸 Q_A が成す平面上にあり、回転アクチュエータ R_a の回転軸 C_a と基端側のリンクハブ 12 の中心軸 Q_A が成す角度 θ_t の鋭角側に前記二等分線 22_L が位置している。

[0080] この構成によると、リンク作動装置を他の方向に傾けた構成よりも、リンク作動装置 7 の姿勢制御用アクチュエータ 10 と回転アクチュエータ R_a が干渉しにくくなり、回転アクチュエータ R_a とリンク作動装置 7 間の距離が短くなるように配置できる。このため、作業装置全体のコンパクト化を実現できる。また、回転アクチュエータ R_a の慣性モーメントが小さくなり、回転ユニット R_u が軽量化するので、作業装置全体の高速動作を実現できる。

[0081] 回転アクチュエータ R_a が、回転制御用のアクチュエータ本体 18 と減速機 19 とを有するので、減速機のない回転駆動方式の回転アクチュエータよりも、回転アクチュエータ R_a の径方向のコンパクト化を実現できる。空きスペースである回転アクチュエータ R_a の周りに、回転方向に摺動するケーブルベア 44 を設けたことで、リンク作動装置 7 の姿勢制御用アクチュエータ 10 等に接続するケーブル C_b をケーブルベア 44 にコンパクトに収納できる。このため、ケーブル C_b の取り回しが容易になり、ケーブル C_b の断線等の心配も軽減できる。

[0082] 直動ユニット 63 は、架台 62 に取り付けられる第 1 の直動アクチュエータ 65 と、第 2 の直動アクチュエータ 66 と、直動ユニット 63 の出力部と

なる第3の直動アクチュエータ67とを有している。これにより、コンベア等で搬送されてくるワーク2に対して作業を行うことができるようになり、コンベアラインを変更せずに1つのユニットとして設置できるようになる。

[0083] 直動ユニット63を直交3軸方向に動くように配置することで、作業装置1を直感的に操作できる。このため、操作性が向上するだけでなく、作業装置1のバランスが安定し、高速動作を実現できる。

[0084] 第3の直動アクチュエータ67は、前記第3の摺動部となるガイド67bの進退方向が上下方向となるように配置し、第3の被摺動部は直動アクチュエータ67のスライドテーブル67cである。このため、ワーク2と、直動ユニット63における第3の摺動部との干渉を回避しやすくなり、作業装置全体のサイズをコンパクトにできる。上記構成では、ワーク2に対する作業範囲を広くとれるので、特に、直動ユニット63の出力部となる第3の直動アクチュエータ67は、第3の摺動部がワーク2と接触しやすくなる。この構成のように第3の摺動部であるガイド67bを上下方向に移動させる場合、ワーク2に対しガイド67bを干渉回避位置に移動させながら、直動ユニット63を様々な方向に高速に移動することができる。

[0085] 回転アクチュエータRaは、その回転軸Caが第3の摺動部の進退方向に平行になるように配置されている。このため、コンベア等で搬送されてくるワーク2に対する作業が容易となる。コンベア等で搬送されてくるワークに対して作業を行う場合、ワークの上面と側面に対する作業がメインとなり、ワークの下面等に作業を行いたい場合はワークを反転させて対応する場合が多い。上記構成では、ワーク2の上面および側面だけでなく、下面側からも作業を実施できるようになり、段取り替え等も不要になる。

[0086] リンク作動装置7は、基端側のリンクハブ12の中心軸QAと、先端側のリンクハブ16の中心軸QBとの最大折れ角 θ_{max} が 90° 以上であってもよい。この場合、リンク作動装置7における基端側のリンクハブ12の中心軸QAと、回転アクチュエータRaの回転軸Caとの成す角度 θ_t が小さくても、ワーク2に対する作業範囲を大きくとれる。

[0087] リンク作動装置 7 に画像処理機器 E g が搭載された外観検査装置 1 A である場合、これまで人が様々な方向から目視検査していた外観検査工程を、高速、高精度で、自動的にできるようになる。また、ワーク 2 に対して様々な方向からキズまたは打痕、部品の有無等の外観検査を実施できる。さらに、カメラ C r および照明 L e 等の画像処理機器 E g に接続されるケーブル類をリンク作動装置 7 の内部空間に通すことができる場合、前記ケーブル類の取り回しが容易になり、旋回方向動作を繰り返してもケーブル類が振れることなく、断線等の不具合も低減できる。

[0088] <他の実施形態について>

以下の説明においては、各実施の形態で先行して説明している事項に対応している部分には同一の参照符号を付し、重複する説明を略する。構成の一部のみを説明している場合、構成の他の部分は、特に記載のない限り先行して説明している形態と同様とする。同一の構成から同一の作用効果を奏する。実施の各形態で具体的に説明している部分の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、実施の形態同士を部分的に組合せることも可能である。

[0089] [第 2 の実施形態]

第 2 の実施形態に係る作業装置を図 15 ないし図 18 と共に説明する。

この作業装置 1 B は、前述の実施形態（図 1）に対して、リンク作動装置 7 の取付角度 θ_t を 45° から 90° に変更した例を示す。つまりリンク作動装置 7 は、回転アクチュエータ R a の回転軸 C a に対して、基端側のリンクハブ 12 の中心軸 Q A が直交するように取り付けられている。実際には、さらにリンク作動装置 7 をその基端側のリンクハブ 12 の中心軸周りに 180° 回転させて取付部材 3 に取り付けられている。

[0090] <リンク作動装置の姿勢>

図 15 : 折れ角 $\theta = 0^\circ$ 、旋回角 $\phi = 0^\circ$ 、回転角 $\theta_p = 0^\circ$

図 16 : 折れ角 $\theta = 90^\circ$ 、旋回角 $\phi = 0^\circ$ 、回転角 $\theta_p = 0^\circ$

図 17 : 折れ角 $\theta = 90^\circ$ 、旋回角 $\phi = 180^\circ$ 、回転角 $\theta_p = 0$

図18：折れ角 $\theta = 0^\circ$ 、旋回角 $\phi = 0^\circ$ 、回転角 $\theta_p = 180^\circ$

第2の実施形態によれば、最大折れ角 θ_{max} が 90° 以上のリンク作動装置7を使用し、かつ、回転アクチュエータRaの回転軸Caに対して、基端側のリンクハブ12の中心軸QAが直交するように配置している。これにより、エンドエフェクタEeを、ワーク2の様々な面に対してその面の垂線方向からアプローチさせて作業を行うことができるようになる。その他の構成は、前述の第1の実施形態と同じであり、第1の実施形態と同様の作用効果を奏する。

[0091] [第3の実施形態：作業装置1C]

図19に示すように、Z軸方向に進退する第3の直動アクチュエータ67をワーク2側に配置してもよい。第3の実施形態では、第2の直動アクチュエータ66のスライドテーブル66cに、回転アクチュエータRaが取り付けられている。この回転アクチュエータRaの回転軸Caが、第3の直動アクチュエータ67の進退方向（上下方向）と平行である点は、前述の第1および第2の実施形態と同じである。この場合、回転ユニットRuとこの回転ユニットRuを支持する直動アクチュエータ（この例では、第2の直動アクチュエータ66）とを備えた組立品の軽量化を図れ、作業装置全体の高速動作を実現できる。また、直動ユニット63の可動範囲をコンパクトに収めることが可能となり、作業装置全体のコンパクト化を実現し易くなる。

[0092] [第4の実施形態：作業装置1D]

図20に示すように、X軸、Y軸方向に進退する第1、第2の直動アクチュエータ65、66をワーク2側に設置してもよい。この例では、地面（床）に第1の直動アクチュエータ65が設置され、このスライドテーブル65cに連結固定部材68を介して第2の直動アクチュエータ66のガイド66bが固定されている。このガイド66bに沿って進退駆動されるスライドテーブル66cに、ワーク設置台8またはワーク昇降装置8Aを介してワーク2が載置される。架台62には、連結固定部材69を介して、Z軸方向に進退する第3の直動アクチュエータ67が取り付けられている。この場合、回

転ユニット R u とこの回転ユニット R u を支持する直動アクチュエータ（この例では、第 3 の直動アクチュエータ 6 7）とを備えた組立品の軽量化を図れ、作業装置全体の高速動作を実現できる。

[0093] [第 5 の実施形態：作業装置 1 E]

図 2 1 に示すように、直動ユニット 6 3 をワーク 2 側に配置し、架台 6 2 に回転アクチュエータ R a を取り付けてもよい。この場合、回転ユニット R u を直動ユニット 6 3 とは独立して支持できるため、作業装置全体の高速動作を実現できる。

[0094] 本発明は、以上の実施形態に限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で、種々の追加、変更または削除が可能である。例えば、上記実施形態では、回転アクチュエータとして、減速機付きモータが適用されているが、ダイレクトドライブまたは減速機の付かないサーボモータ等、その他の構成であってもよい。また、回転アクチュエータの周りに設けられるカバーは、回転アクチュエータの固定部等に固定される固定式のカバーであってもよく、このカバー内にケーブルベアが配置されてもよい。さらに、カバーなしで、単にケーブルベアが回転アクチュエータの周りに回転方向に摺動するように設けられてもよい。したがって、そのようなものも本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

[0095] 1 B, 1 C, 1 D, 1 E…作業装置

1 A…外観検査装置

7…リンク作動装置

1 0…姿勢制御用アクチュエータ

1 2…基端側のリンクハブ

1 3…先端側のリンクハブ

1 4…リンク機構

1 5…基端側の端部リンク部材

1 6…先端側の端部リンク部材

1 7 …中央リンク部材
1 8 …アクチュエータ本体
1 9 …減速機
4 4 …ケーブルベア
6 2 …架台
6 3 …直動ユニット
6 5, 6 6, 6 7 …第 1, 第 2, 第 3 の直動アクチュエータ
6 5 b …ガイド (第 1 の被摺動部)
6 5 c …スライドテーブル (第 1 の摺動部)
6 6 b …ガイド (第 2 の被摺動部)
6 6 c …スライドテーブル (第 2 の摺動部)
6 7 b …ガイド (第 3 の摺動部)
6 7 c …スライドテーブル (第 3 の被摺動部)
C b …ケーブル
E g …画像処理機器
R a …回転アクチュエータ
R u …回転ユニット

請求の範囲

[請求項1]

回転ユニットと直動ユニットとを組み合わせた作業装置であって、
前記回転ユニットは、リンク作動装置と回転アクチュエータとを備え、

前記リンク作動装置は、基端側のリンクハブに対し先端側のリンクハブが3組以上のリンク機構を介して姿勢を変更可能に連結され、前記各リンク機構が、それぞれ前記基端側のリンクハブおよび前記先端側のリンクハブに一端が回転可能に連結された基端側および先端側の端部リンク部材と、これら基端側および先端側の端部リンク部材の他端に両端がそれぞれ回転可能に連結された中央リンク部材とを有し、前記3組以上のリンク機構のうちの2組以上のリンク機構に、前記基端側のリンクハブに対する前記先端側のリンクハブの姿勢を任意に変更させる姿勢制御用アクチュエータが設けられ、

前記リンク作動装置は、前記回転アクチュエータの回転軸に対して、前記基端側のリンクハブの中心軸が角度 θ_t を成すように、前記回転アクチュエータの出力部に取り付けられ、

前記直動ユニットは、出力部となる直動アクチュエータを有し、この直動アクチュエータに前記回転ユニットが取り付けられている作業装置。

[請求項2]

請求項1に記載の作業装置において、前記リンク作動装置の2つ以上の姿勢制御用アクチュエータは、それらの回転軸が前記基端側のリンクハブの中心軸と直交するように配置され、

前記2つ以上の姿勢制御用アクチュエータの回転軸の交点が、前記角度 θ_t を成す前記基端側のリンクハブの中心軸上にあり、

前記2つ以上の姿勢制御用アクチュエータのうち2つの姿勢制御用アクチュエータの回転軸の二等分線が、前記回転アクチュエータの回転軸と前記基端側のリンクハブの中心軸が成す平面上にあり、

前記回転アクチュエータの回転軸と前記基端側のリンクハブの中心

軸が成す角度の鋭角側に前記二等分線が位置する作業装置。

[請求項3] 請求項1または請求項2に記載の作業装置において、前記回転アクチュエータは、回転制御用のアクチュエータ本体と、このアクチュエータ本体の回転を減速する減速機とを有し、

少なくとも前記姿勢制御用アクチュエータから延びるケーブルを保護し案内するケーブルベアが、前記回転アクチュエータの周りに回転方向に摺動するように設けられている作業装置。

[請求項4] 請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の作業装置において、前記直動ユニットは、架台に取り付けられる第1の直動アクチュエータと、第2の直動アクチュエータと、前記直動ユニットの出力部となる前記第3の直動アクチュエータとを有し、この第3の直動アクチュエータに前記回転ユニットが取り付けられている作業装置。

[請求項5] 請求項4に記載の作業装置において、前記直動ユニットは、
前記架台に取り付けられる第1の被摺動部およびこの第1の被摺動部に沿って進退駆動される第1の摺動部を有する前記第1の直動アクチュエータと、

前記第1の摺動部に連結される第2の被摺動部およびこの第2の被摺動部に沿って進退駆動される第2の摺動部を有する前記第2の直動アクチュエータと、

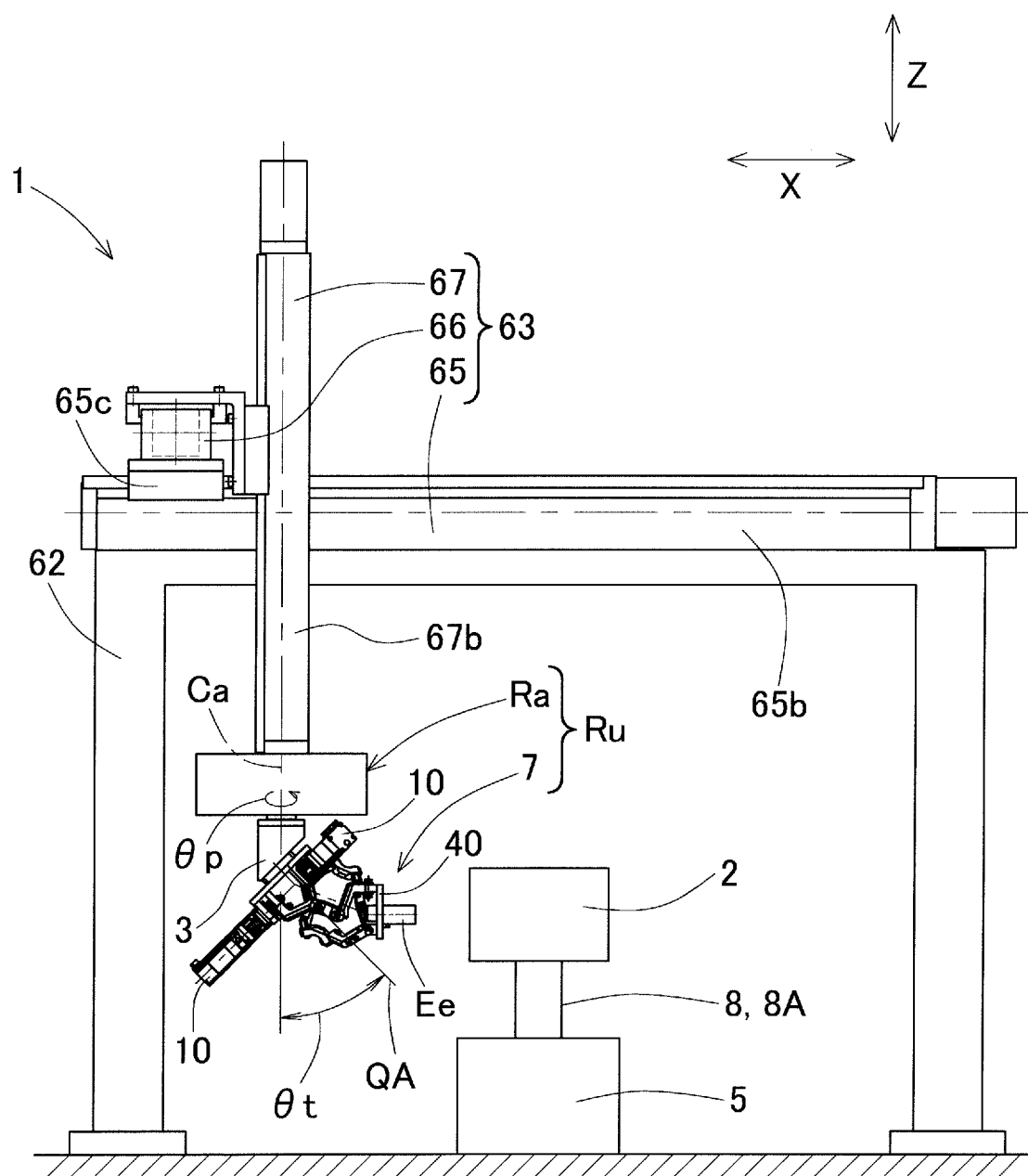
前記第2の摺動部に連結される第3の被摺動部およびこの第3の被摺動部に沿って進退駆動される第3の摺動部を有する前記第3の直動アクチュエータと、を有する作業装置。

[請求項6] 請求項5に記載の作業装置において、前記第1および第2の直動アクチュエータは、前記第1および第2の摺動部の進退方向が直交するように配置され、

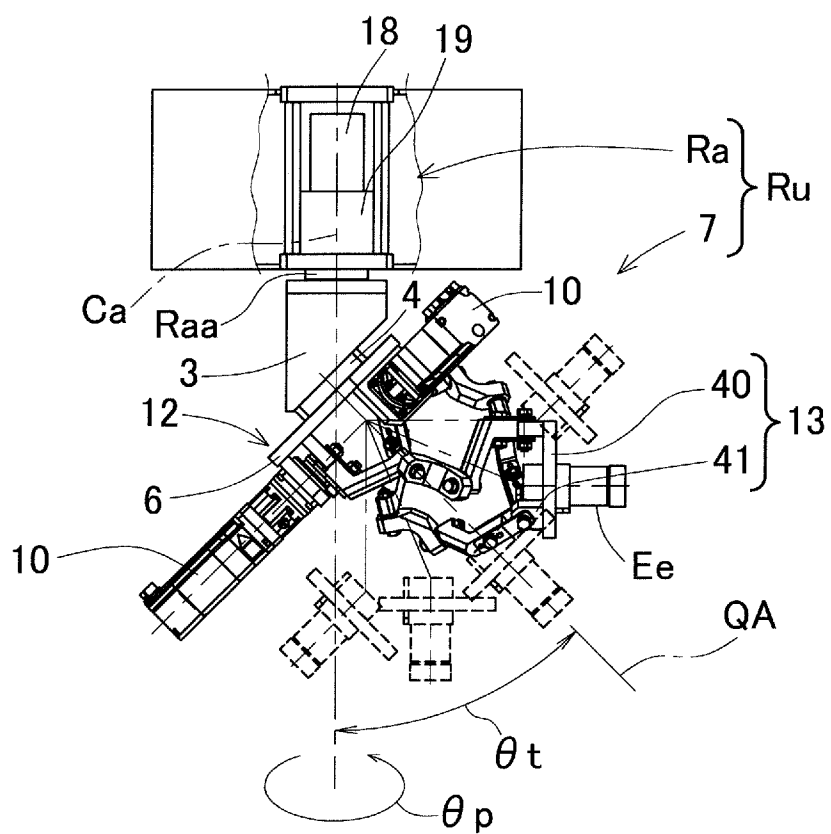
前記第3の直動アクチュエータは、前記第3の摺動部の進退方向が、前記第1および第2の摺動部の進退方向に直交するように配置されている作業装置。

- [請求項7] 請求項5または請求項6に記載の作業装置において、前記第3の直動アクチュエータは、前記第3の摺動部の進退方向が上下方向となるように配置され、
- 前記第3の摺動部は前記直動アクチュエータのガイドであり、前記第3の被摺動部は前記直動アクチュエータのスライドテーブルである作業装置。
- [請求項8] 請求項5ないし請求項7のいずれか1項に記載の作業装置において、前記回転アクチュエータは、その回転軸が前記第3の摺動部の進退方向に平行に配置されている作業装置。
- [請求項9] 請求項1ないし請求項8のいずれか1項に記載の作業装置において、前記リンク作動装置は、前記基端側のリンクハブの中心軸と、前記先端側のリンクハブの中心軸との最大折れ角が90°以上である作業装置。
- [請求項10] 請求項9に記載の作業装置において、前記リンク作動装置は、前記回転アクチュエータの回転軸に対して、前記基端側のリンクハブの中心軸が直交するように取り付けられている作業装置。
- [請求項11] 請求項1ないし請求項10のいずれか1項に記載の作業装置において、この作業装置は、前記リンク作動装置に画像処理機器が搭載された外観検査装置である作業装置。

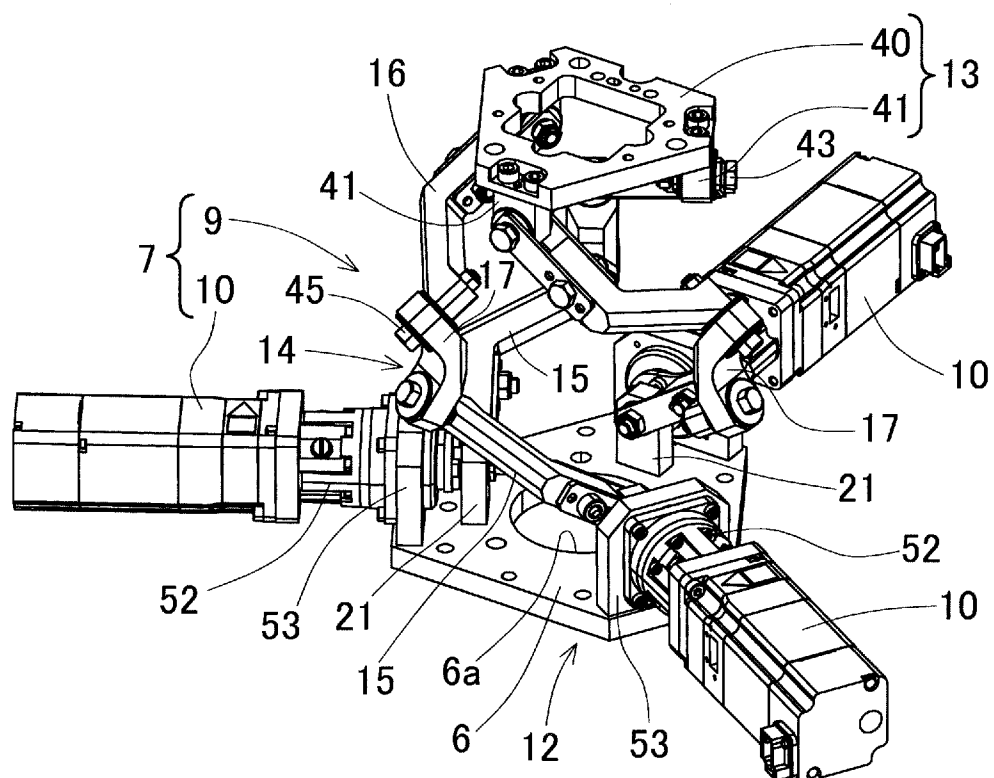
[図1]



[図2]

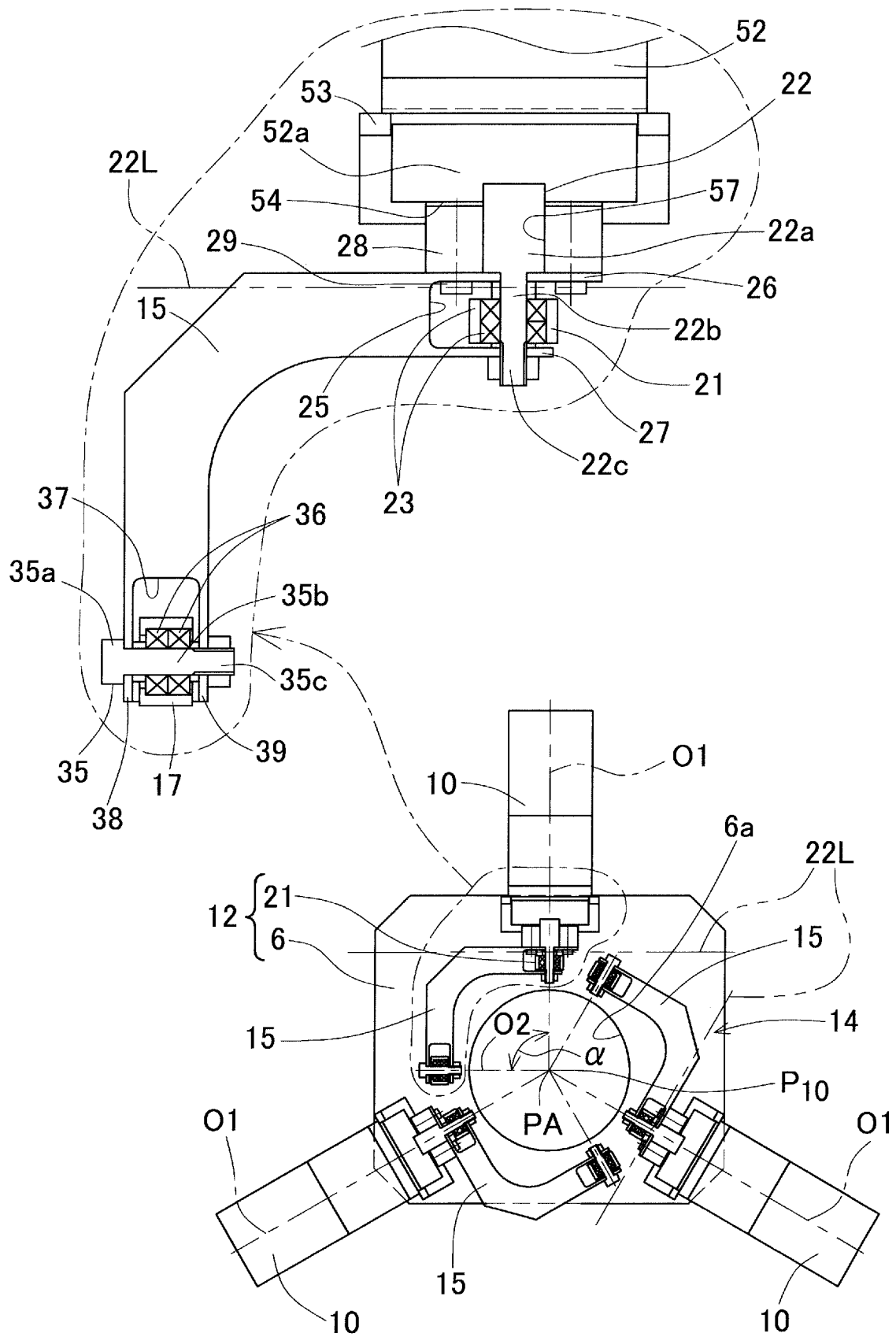


[図3]

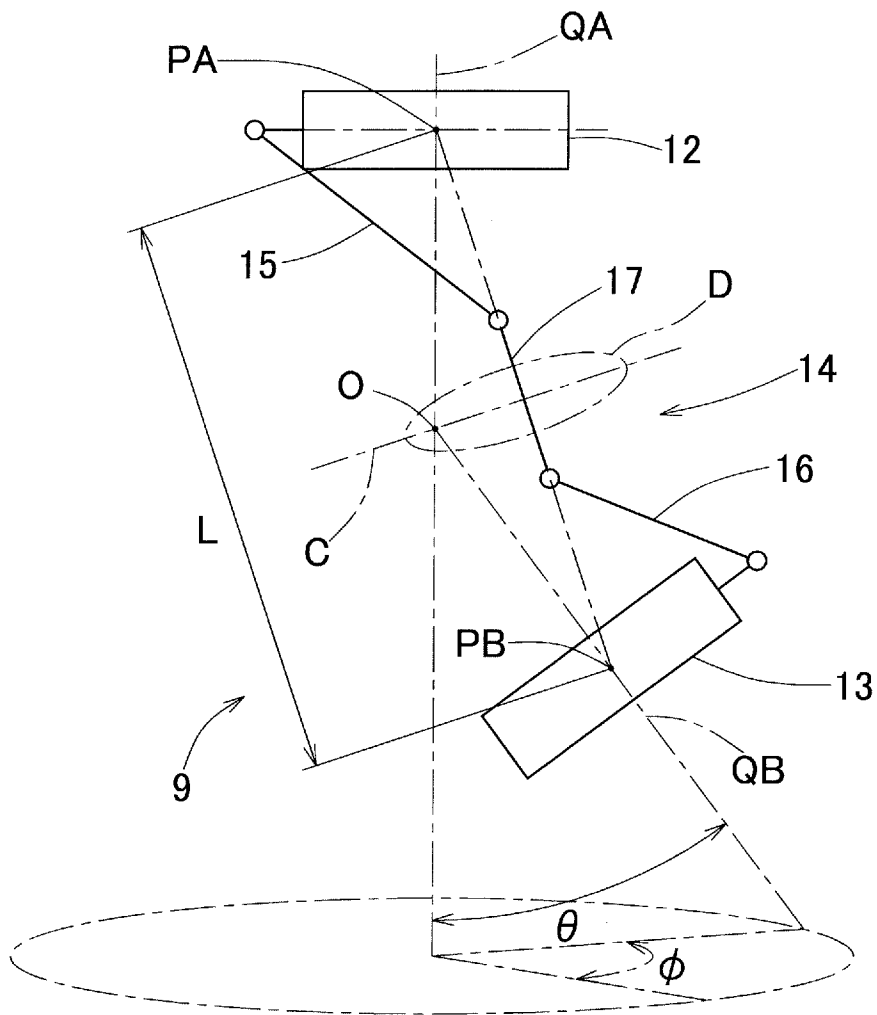


A schematic diagram of a mechanical assembly 7. It features two main arms, 16 and 14, which are part of a larger mechanism 9. Arm 16 is pivoted at point PB and extends upwards and to the left. Arm 14 is pivoted at point PA and extends downwards and to the left. The two arms are connected at point 17. A vertical support structure 13 is positioned between the arms, consisting of a base 6 and a top section 6a. A horizontal dashed line passes through point PA, and another horizontal dashed line passes through point PB. The distance between these two lines is labeled L. The angle between arm 16 and the horizontal dashed line passing through PB is labeled γ. Other labels include 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, and 41, indicating various components and joints.

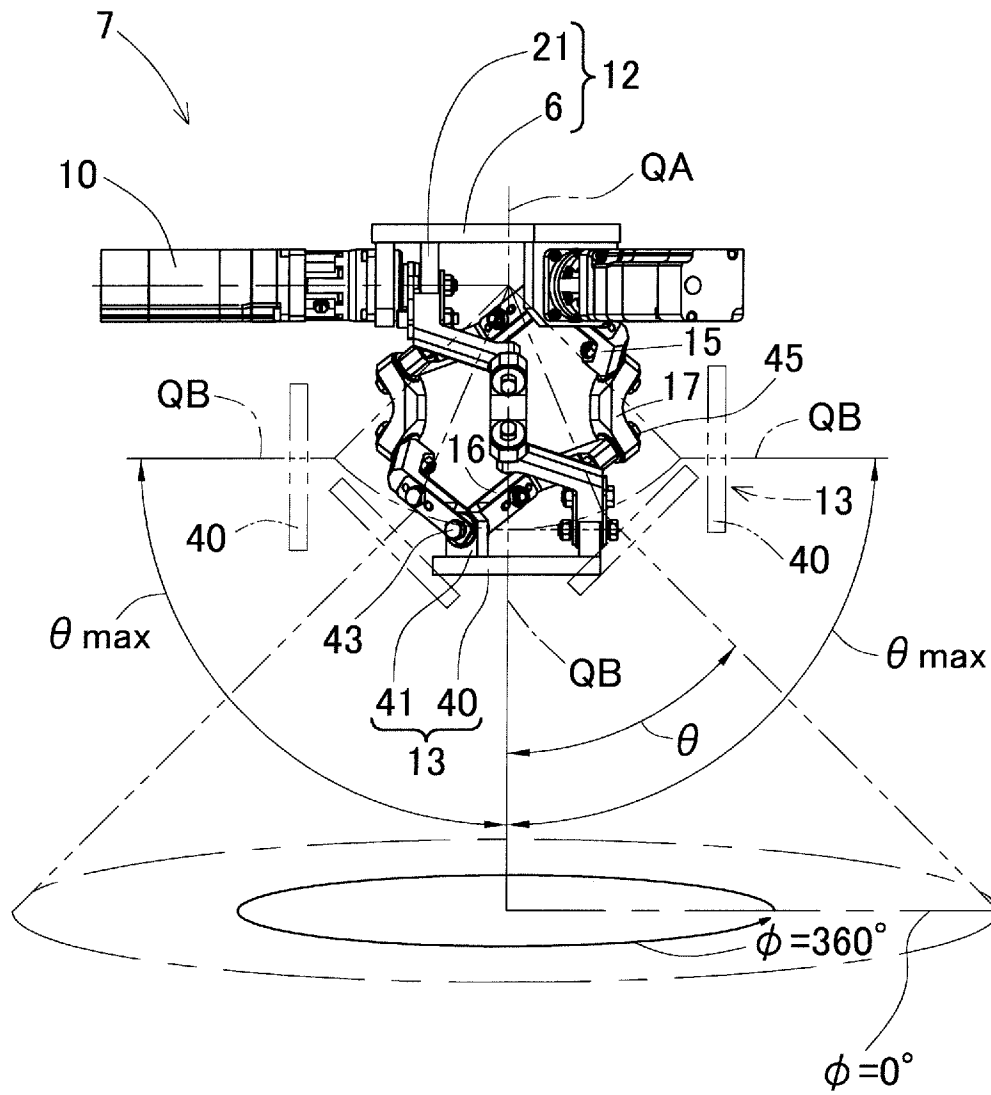
[図5]



[図6]

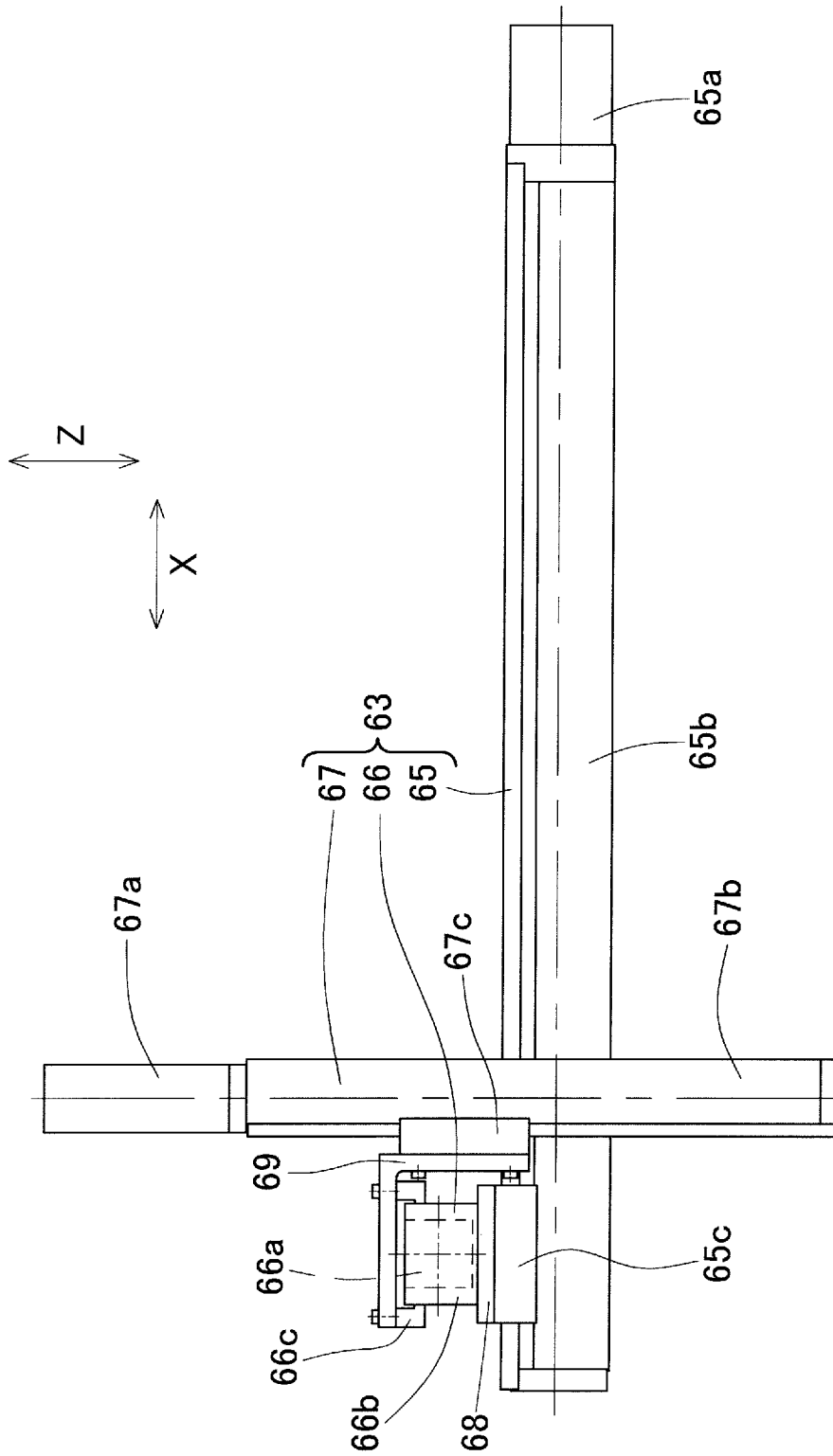


[図7]

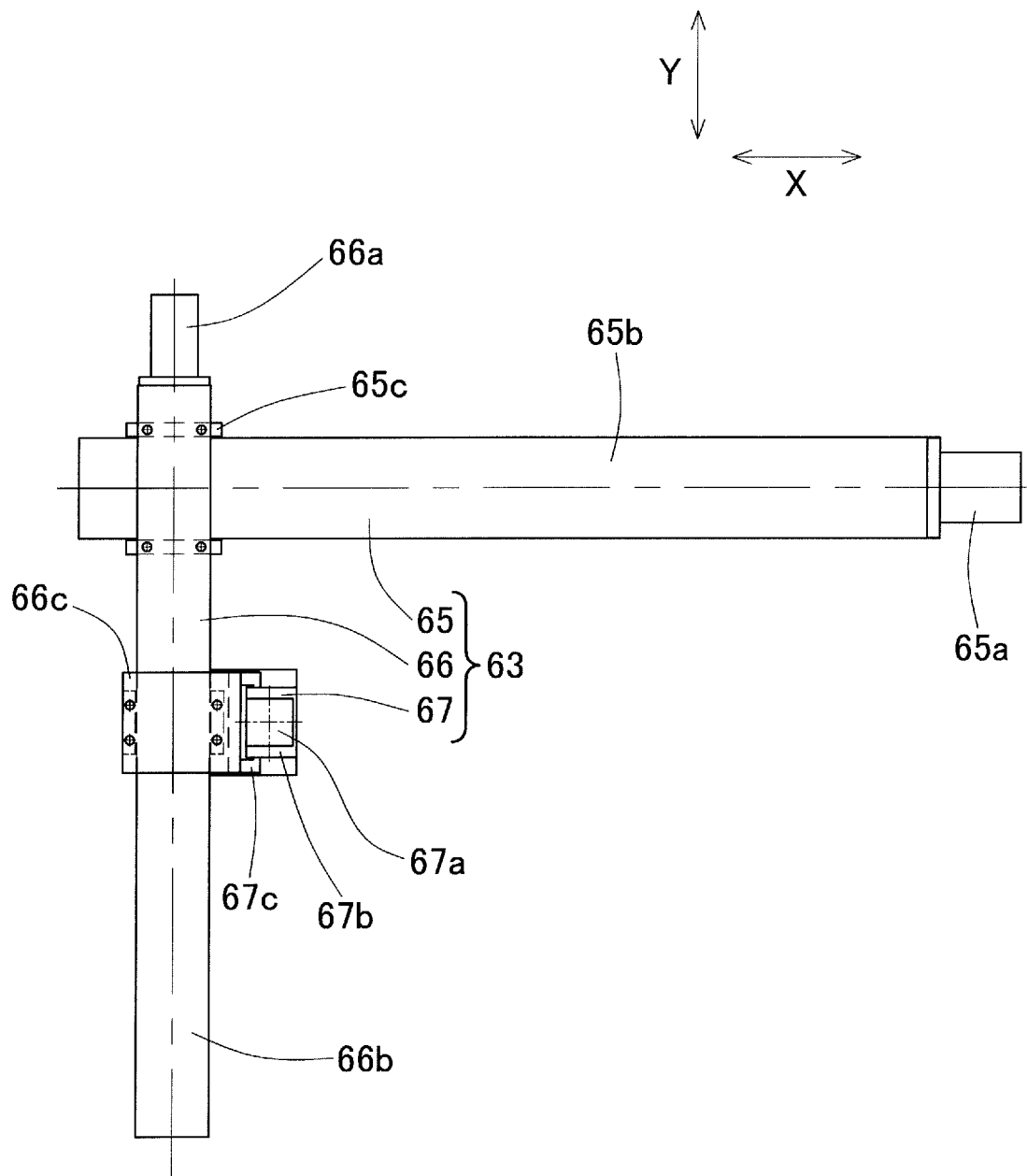


[illegible]

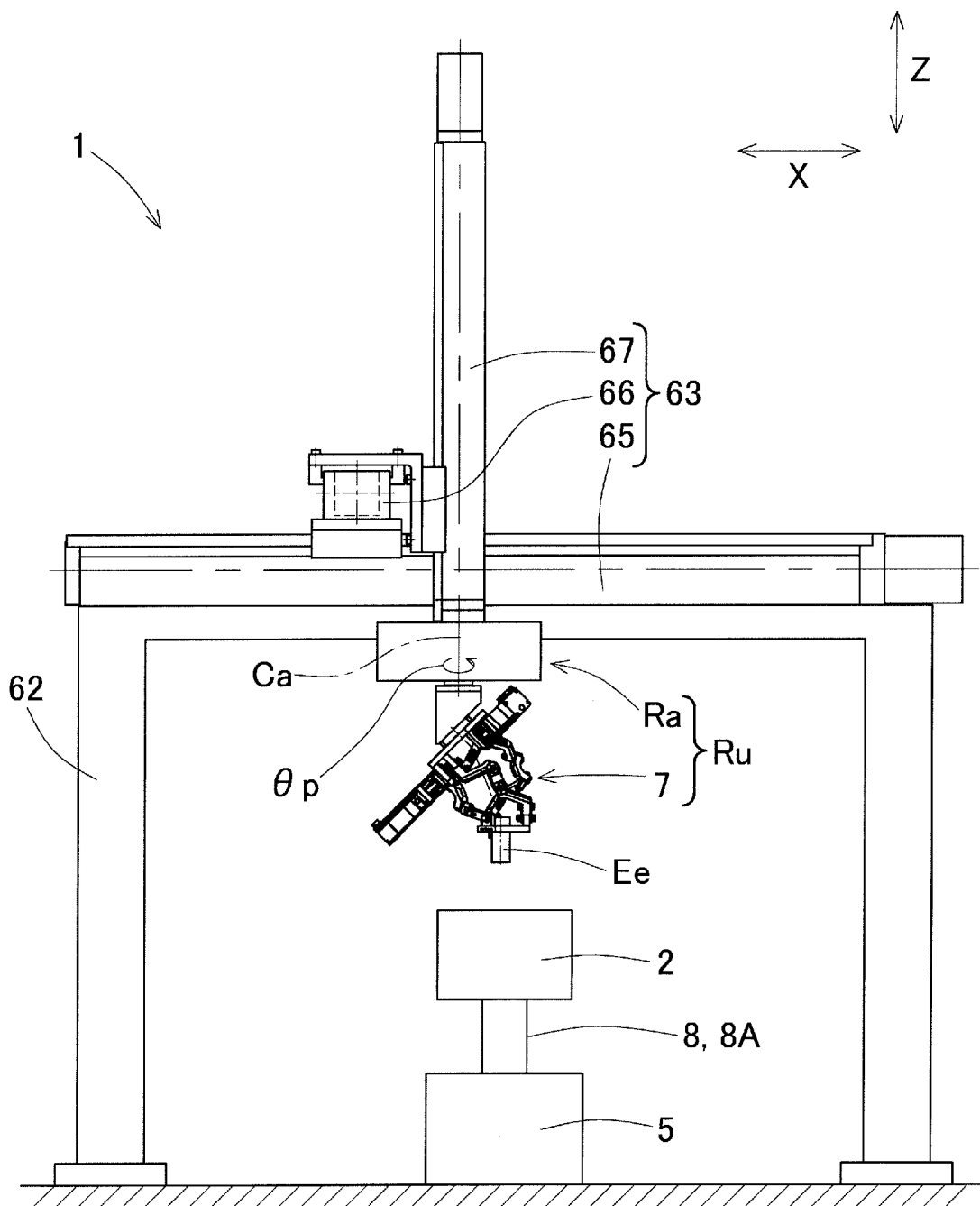
[図9]



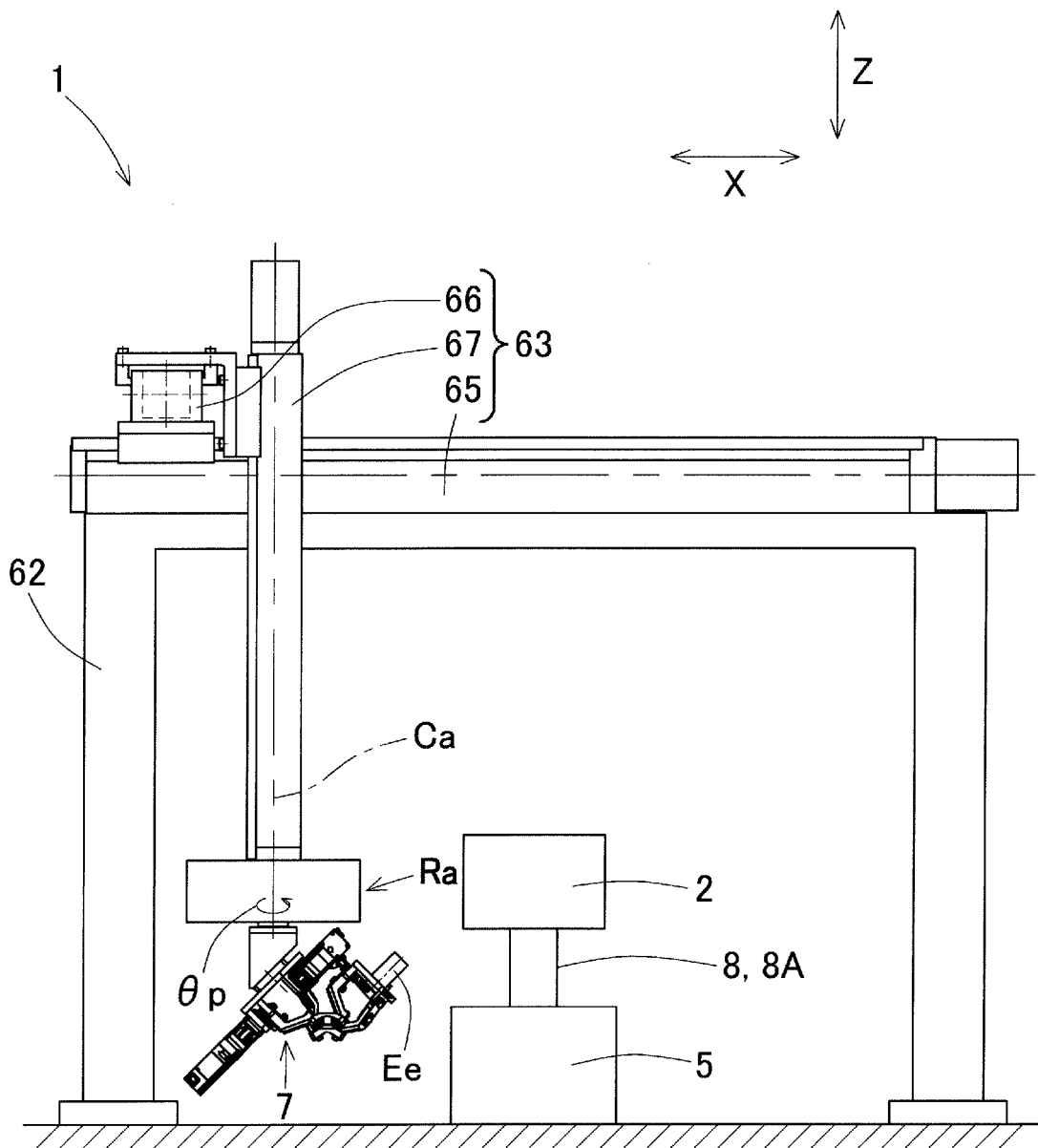
[図10]



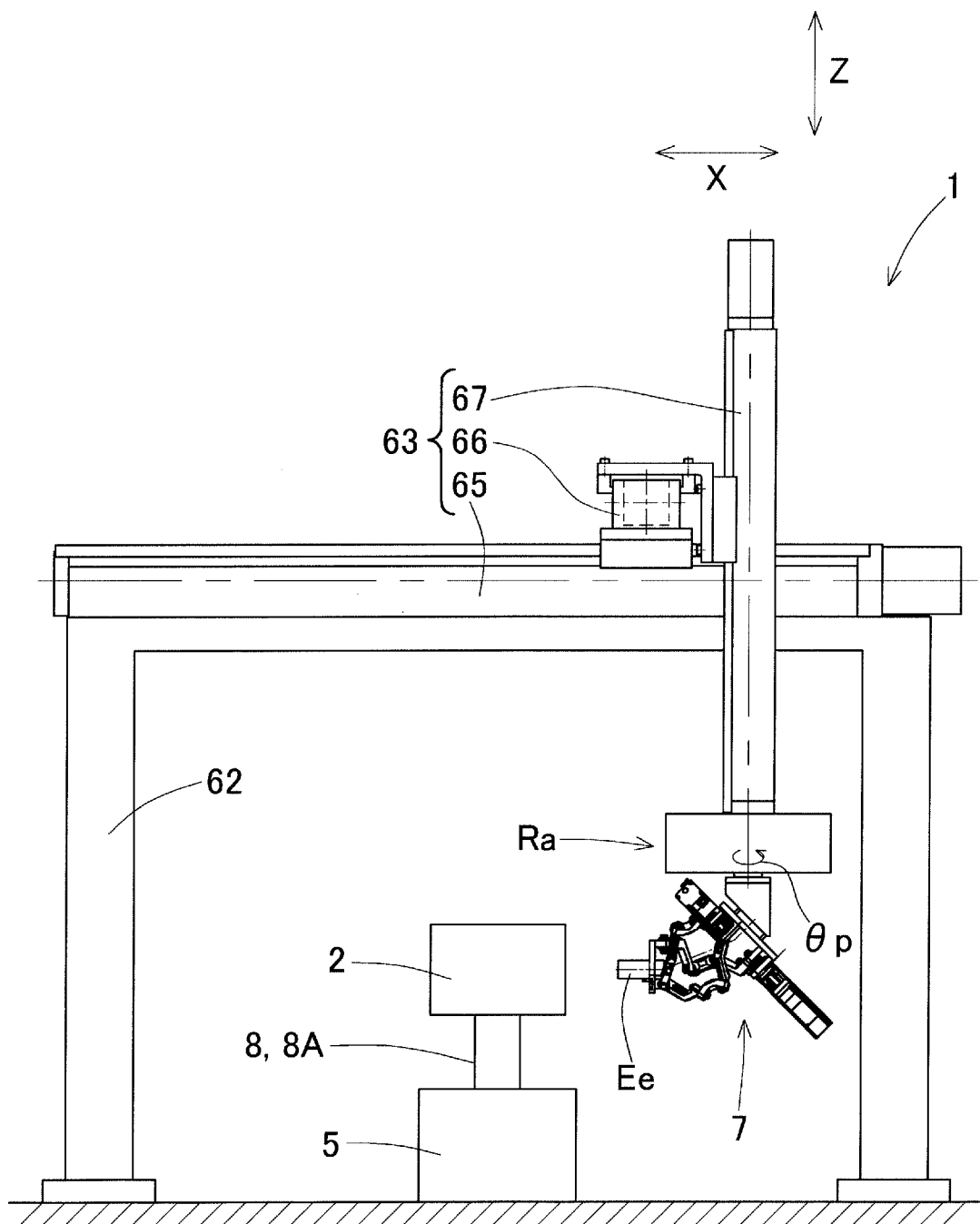
[図11]



[図12]



[図13]



1A

62

63

65

66

67

67b

Ca

3

24

24

Le

Cr

Eg

2

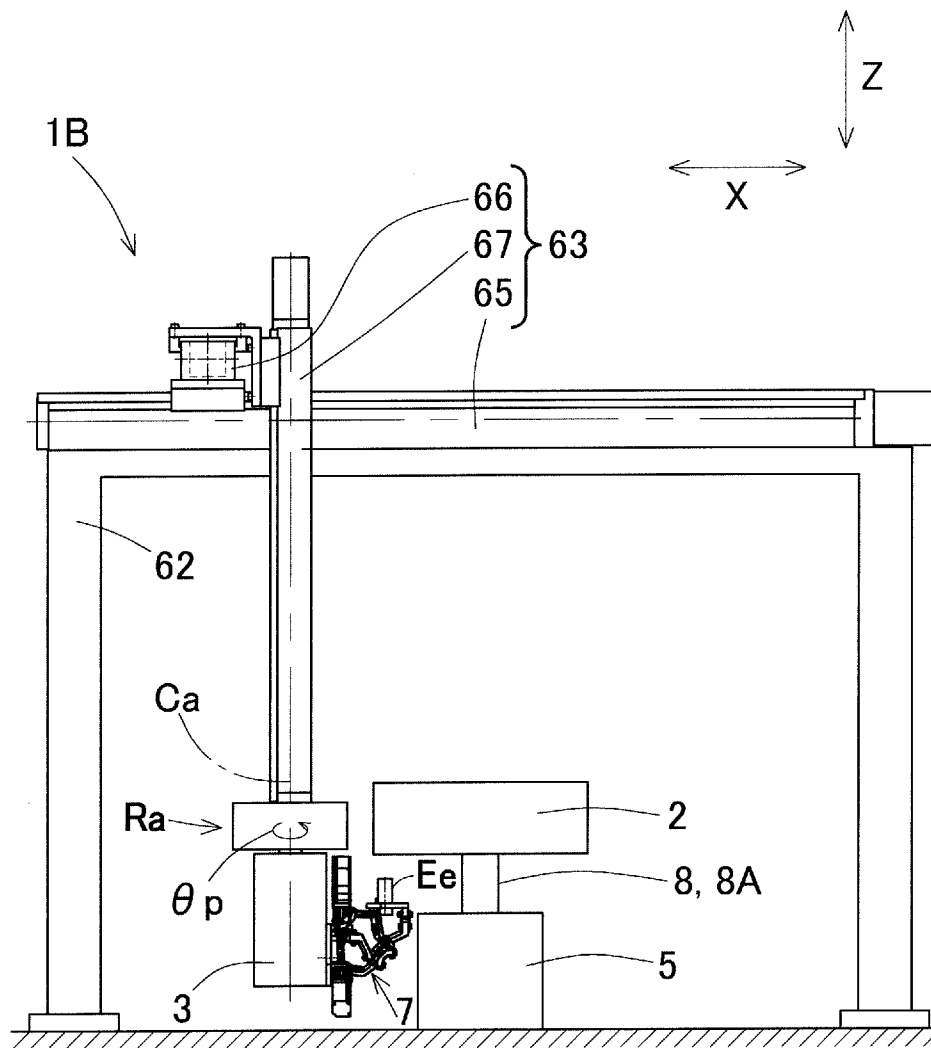
8, 8A

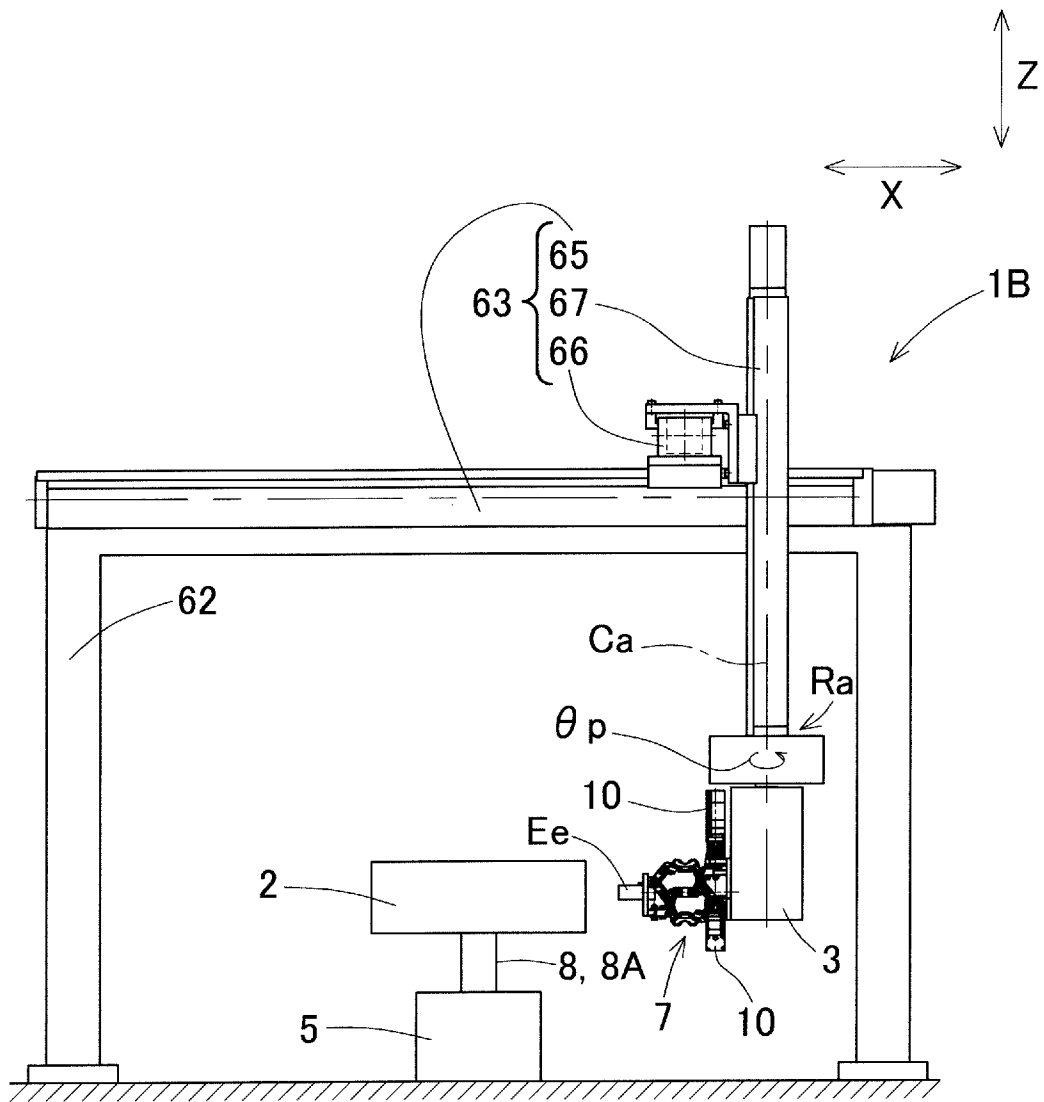
5

X

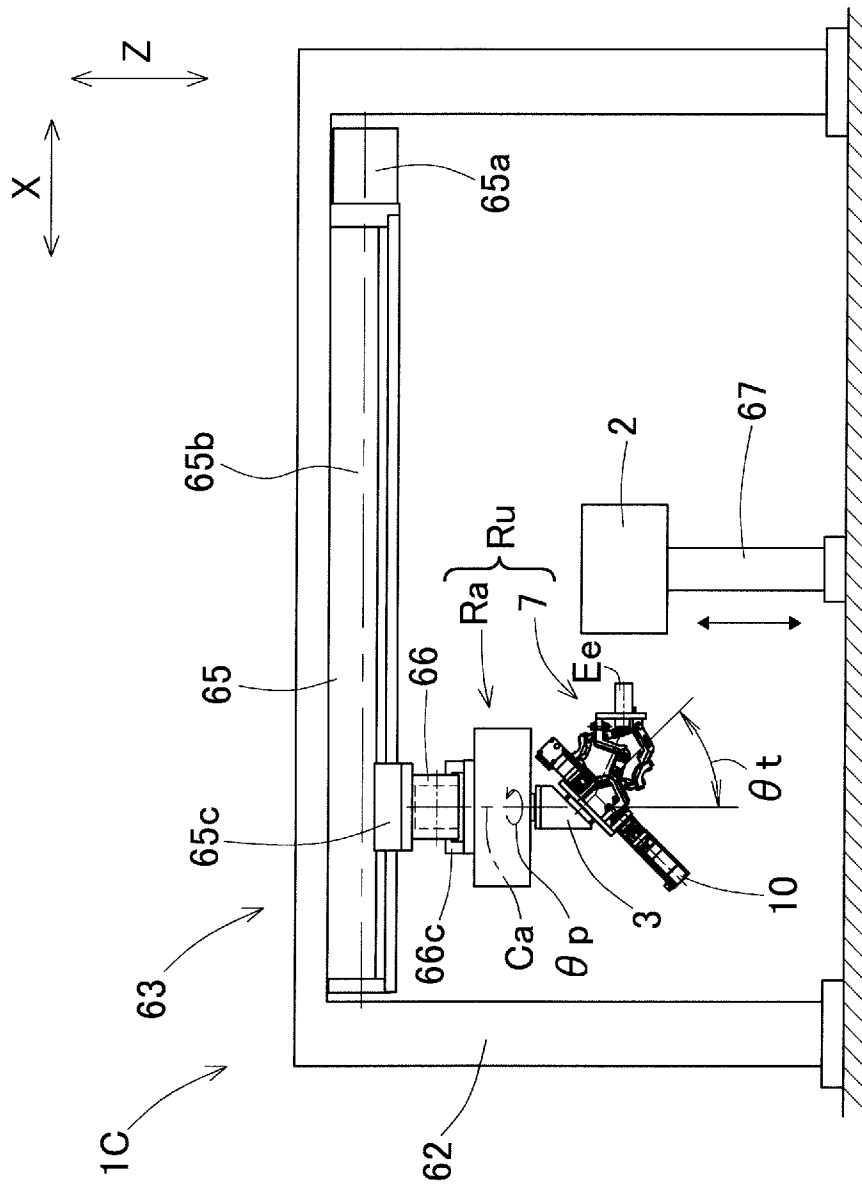
Z

[図17]

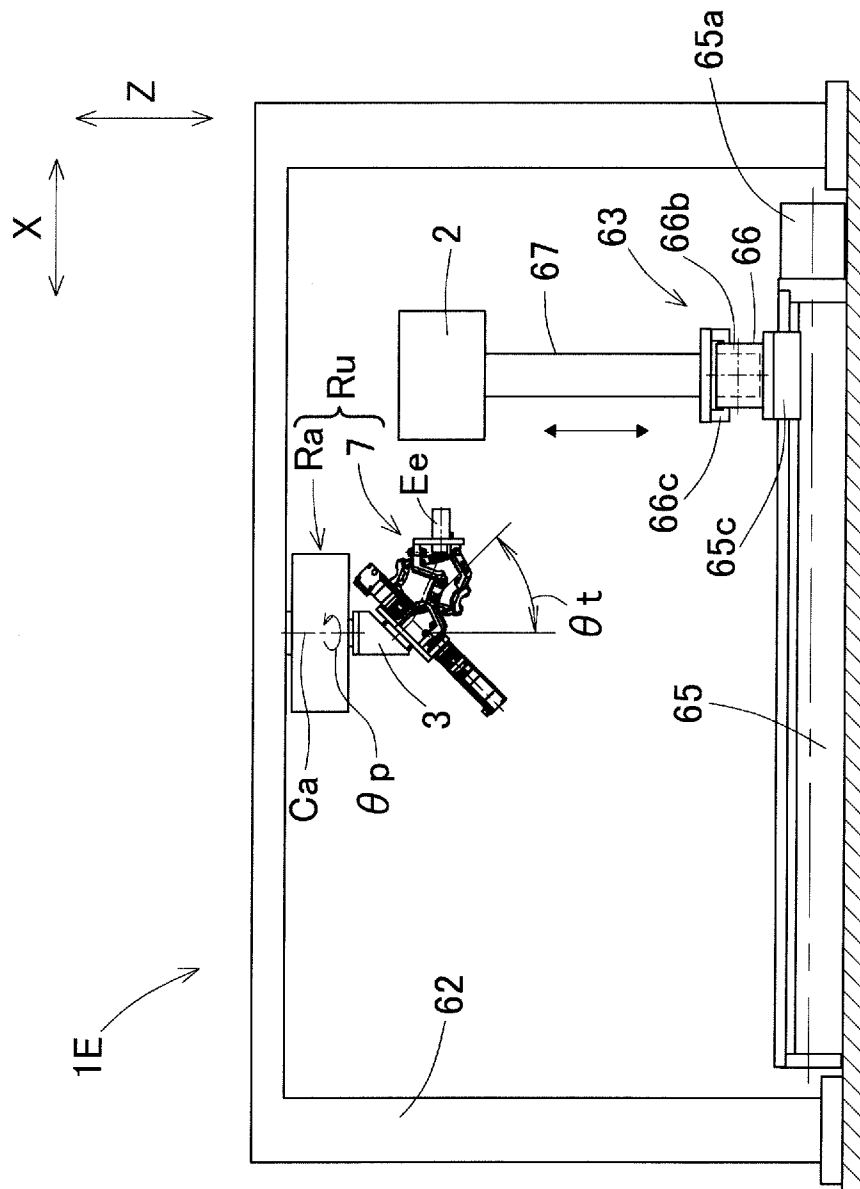




[図19]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/041293

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B25J 11/00**(2006.01)i

FI: B25J11/00 D

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)

B25J11/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2017-193009 A (NTN CORP.) 26 October 2017 (2017-10-26) paragraphs [0025]-[0069], fig. 1-13	1, 3-11
Y	JP 2018-167350 A (NTN CORP.) 01 November 2018 (2018-11-01) paragraphs [0018]-[0041], [0047]-[0048], fig. 1-7, 11	1, 3-11
Y	JP 2018-194443 A (NTN CORP.) 06 December 2018 (2018-12-06) paragraphs [0026]-[0057], fig. 1-7	11
A	JP 2019-049311 A (NTN CORP.) 28 March 2019 (2019-03-28) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2019-198960 A (NTN CORP.) 21 November 2019 (2019-11-21) entire text, all drawings	1-11

☐ 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

21 January 2022

Date of mailing of the international search report

01 February 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/041293

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2017-193009	A	26 October 2017	US	2019/0047159	A1	
				paragraphs [0062]-[0123], fig. 1-13			
				WO	2017/183505	A1	
				EP	3446836	A1	
				CN	109070341	A	
JP	2018-167350	A	01 November 2018	WO	2018/181040	A1	
JP	2018-194443	A	06 December 2018	WO	2018/212058	A1	
JP	2019-049311	A	28 March 2019	WO	2019/049994	A1	
JP	2019-198960	A	21 November 2019	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B25J 11/00(2006.01)i FI: B25J11/00 D														
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（IPC）） B25J11/00 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年													
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 2017-193009 A (NTN株式会社) 26.10.2017 (2017 - 10 - 26) 段落[0025]-[0069], 図1-13	1, 3-11												
Y	JP 2018-167350 A (NTN株式会社) 01.11.2018 (2018 - 11 - 01) 段落[0018]-[0041], [0047]-[0048], 図1-7, 11	1, 3-11												
Y	JP 2018-194443 A (NTN株式会社) 06.12.2018 (2018 - 12 - 06) 段落[0026]-[0057], 図1-7	11												
A	JP 2019-049311 A (NTN株式会社) 28.03.2019 (2019 - 03 - 28) 全文、全図	1-11												
A	JP 2019-198960 A (NTN株式会社) 21.11.2019 (2019 - 11 - 21) 全文、全図	1-11												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 21.01.2022	国際調査報告の発送日 01.02.2022													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 白井 卓巳 3U 4550 電話番号 03-3581-1101 内線 3364													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/041293

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2017-193009	A	26.10.2017	US	2019/0047159	A1	
				段落[0062]-[0123], FIGS. 1-13			
				WO	2017/183505	A1	
				EP	3446836	A1	
				CN	109070341	A	
JP	2018-167350	A	01.11.2018	WO	2018/181040	A1	
JP	2018-194443	A	06.12.2018	WO	2018/212058	A1	
JP	2019-049311	A	28.03.2019	WO	2019/049994	A1	
JP	2019-198960	A	21.11.2019	(ファミリーなし)			