

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017年10月26日(26.10.2017)



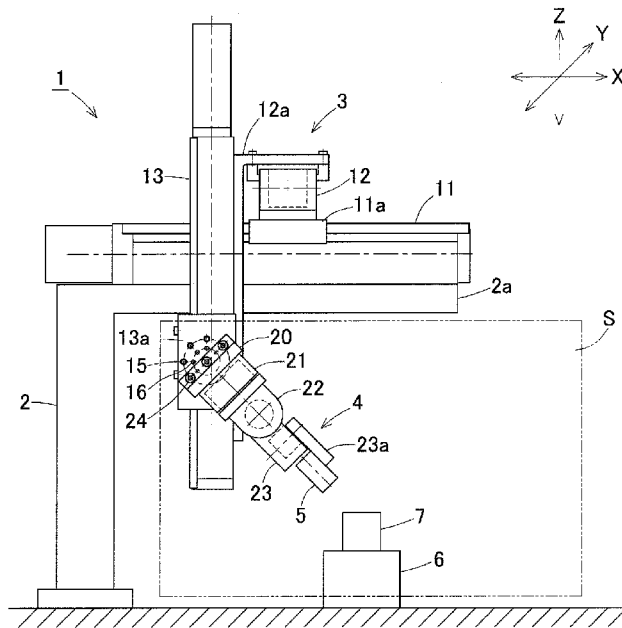
(10) 国際公開番号

WO 2017/183505 A1

- (51) 国際特許分類:  
B25J 9/02 (2006.01) F16H 21/46 (2006.01)  
B25J 17/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/014683
- (22) 国際出願日: 2017年4月10日(10.04.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2016-084171 2016年4月20日(20.04.2016) JP
- (71) 出願人: NTN株式会社(NTN CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀  
1丁目3番17号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 磯部 浩 (ISOBE, Hiroshi); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP). 野瀬 賢蔵 (NOSE, Kenzou); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP). 丸井 直樹 (MARUI, Naoki); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP). 山田 裕之 (YAMADA, Hiroyuki); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 杉本 修司, 外 (SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目10番2号 肥後橋ニッタイビル Osaka (JP).

(54) Title: WORK DEVICE AND DUAL-ARM WORK DEVICE

(54) 発明の名称: 作業装置および双腕型作業装置



(57) Abstract: A work device (1) performs operation using an end effector (5) and has a configuration of six degrees of freedom, the work device (1) including: a linear motion unit (3) having three degrees of freedom and configured by combining three linear actuators (11, 12, 13); and a rotation unit (4) having three degrees of freedom and configured by combining a plurality of rotation mechanisms (21, 22, 23) each having at least one rotational degree of freedom. The base part of the linear motion unit (3) is fixed to a pedestal (2). The base part of the rotation unit (4) is fixed to an output part



WO 2017/183505 A1

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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))

---

(13a) of the linear motion unit (3). The end effector (5) is mounted on an output part (23a) of the rotation unit (4).

(57) 要約: 作業装置 (1) は、エンドエフェクタ (5) を用いて作業を行う6自由度の構成であって、3つの直動アクチュエータ (1 1, 1 2, 1 3) を組み合わせた3自由度の直動ユニット (3) と、1自由度以上の回転自由度を持つ複数の回転機構 (2 1, 2 2, 2 3) を組み合わせた3自由度の回転ユニット (4) とを備える。直動ユニット (3) の基部が、架台 (2) に固定されている。回転ユニット (4) の基部が、直動ユニット (3) の出力部 (1 3 a) に固定されている。回転ユニット (4) の出力部 (2 3 a) にエンドエフェクタ (5) が搭載されている。

## 明 細 書

**発明の名称**：作業装置および双腕型作業装置

### 関連出願

[0001] この出願は、2016年4月20日出願の特願2016-084171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] この発明は、医療機器や産業機器等の高速、高精度の作業を必要とする機器、組立てのようなきめ細かい作業を必要とする機器、人と共存するロボット等に用いられる作動装置および双腕型作動装置に関する。

### 背景技術

[0003] 特許文献1、2に、6自由度の多関節ロボット型の作業装置が提案されている。特許文献1は単腕型の構成であり、特許文献2は双腕型の構成である。これらの作業装置は、回転1自由度の機構を6つ組み合わせることで、全体で6自由度の構成としている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-329521号公報  
特許文献2：特許第4528312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の作業装置は、すべて回転1自由度の機構の組合せで構成されているので、以下の課題1～6がある。

（課題1）先端に搭載するエンドエフェクタの姿勢を少し変更する場合や直線移動する場合、複数のモータを協調させて駆動する必要があり、きめ細かい作業を高速に行うことができない。

[0006] （課題2）エンドエフェクタの姿勢を少し変更する場合でも、手首関

節（エンドエフェクタに近い関節）だけでなく腕（エンドエフェクタから離れた部位）の移動量が大きくなってしまいますので、作業装置の一部が周囲のものと接触し易い。接触を完全に避けるためには、大きな囲いを設ける必要があります、専有面積が広がる。

（課題3）エンドエフェクタの1つの姿勢に対して複数の解が存在する場合があります、教示を行う際に各軸を動かしても先端がどのような方向に移動するかイメージし難い。このため、操作を行うには知識や経験が必要である。

[0007]（課題4）可動範囲が広いので、人や物との接触を想定して安全機能を充実させる必要があります、装置全体が高価になる。

（課題5）人や物との接触を避けるために、動作速度を落として作業を行ったり、動作範囲で能力以下に抑えて作業を行ったりする必要があります、能力を十分に発揮できない。

（課題6）安全機能が充実されていても、作業者は作業装置と接触することに対して抵抗があり、人と作業装置が共存することが難しい。

[0008] 特許文献2の作業装置も、特許文献1の作業装置と同様の課題がある。加えて、双腕型である特許文献2の作業装置には、以下の課題7, 8がある。

（課題7）各アームの可動範囲が広いので、アーム同士が干渉する領域も広い。アーム同士が接触しないように動作を行うには知識や経験が必要である。

（課題8）可動範囲が広いアームを2つ有するので、囲いを設ける場合にはさらに専有面積が広がる。

[0009] この発明の目的は、細かい作業を行うときの装置全体の動作量が小さくて済み、人と共存することができ、人が行う手作業に近い作業を自動で行うことが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、エンドエフェクタを用いて作業を行う6自由度の作業装置であって、3つの直動アクチュエータを組み合わせた3自由度の直動ユニットと、1自由度以上の回転自由度を持つ複数の回転機構を組み合わ

せた3自由度の回転ユニットとを備えている。前記直動ユニットの基部は、作業装置の架台に固定して設置されている。前記回転ユニットの基部が前記直動ユニットの出力部に固定され、かつ前記回転ユニットの出力部に前記エンドエフェクタが搭載されている。

[0011] この構成によると、主に3自由度の直動ユニットによってエンドエフェクタの位置が決められ、かつ3自由度の回転ユニットによってエンドエフェクタの姿勢が決められる。直動ユニットの各直動アクチュエータおよび回転ユニットの各回転機構が、直交座標系で表現されるエンドエフェクタの位置、姿勢に対応する。これにより、エンドエフェクタの位置、姿勢に対する各直動アクチュエータおよび各回転機構の動作をイメージし易く、姿勢指示作業等の動作パターンの設定が容易である。また、エンドエフェクタの位置、姿勢に対して、各直動アクチュエータの動作位置および各回転機構の動作角度が一意に決まる。つまり、特異点を持たない。これらのことから、熟練した知識や経験が無くても、作業装置の操作を行うことができる。

[0012] 他に、以下の作用・効果（効果1～5）が得られる。

（効果1）組立て作業のようなきめ細かい作業を行う場合、主に回転ユニットだけを動かして作業を行うことができる。そのため、直動ユニットの動作量が小さくて済み、装置全体の可動範囲を小さくできる。また、囲いを設ける必要のある面積を狭くできる。

（効果2）可動範囲に大きく影響する部分に直動アクチュエータを使用しているので、作業内容や周囲の環境に応じて、メカストップやリミットセンサを用いて容易に動作範囲を制限できる。

[0013] （効果3）直動ユニットと回転ユニットを別々に設けているので、作業装置を仕様変更する場合にどちらかのユニットのみを変更することが可能である。これにより、仕様が異なる作業装置間での部品の共通化を図れる。

（効果4）直動アクチュエータによってエンドエフェクタの位置を決めるので、エンドエフェクタの直線動作を高速かつ正確に行うことができる。

（効果5）直方体等の簡単な形状でカバー等の囲いを設置することができる

。その場合、囲いの内部空間体積と装置の可動部が移動する領域の体積とがほぼ等しい。このため、囲いを含めてもコンパクトな構成を実現できる。

[0014] この発明において、前記直動ユニットの前記各直動アクチュエータは、それぞれの進退部分からなるステージが、前記エンドエフェクタによって作業が行われる作業空間に対して外側を向くように配置されているとよい。各直動アクチュエータのステージを作業空間に対して外側を向くように配置することで、作業空間を広くすることができる。

[0015] この発明において、前記回転ユニットは前記複数の回転機構のうちの少なくとも1つが2自由度のリンク作動装置であってもよい。このリンク作動装置は、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、前記各リンク機構は、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た構成とするとよい。

[0016] リンク作動装置は、基端側のリンクハブと、先端側のリンクハブと、3組以上のリンク機構とで、基端側のリンクハブに対し先端側のリンクハブが直交2軸周りに回転自在な2自由度機構を構成する。この2自由度機構は、コンパクトでありながら、先端側のリンクハブの可動範囲を広くとれる。例えば、基端側のリンクハブの中心軸と先端側のリンクハブの中心軸の折れ角の最大値は約±90°であり、基端側のリンクハブに対する先端側のリンクハブの旋回角を0°～360°の範囲に設定できる。また、折れ角90°、旋回角360°の作動範囲において特異点を持たないスムーズな動作が可能である。

[0017] 上記のように、可動範囲が広くスムーズな動作が可能なリンク作動装置を使用することで、高速できめ細かい作業を行うことができる。また、リンク

作動装置はコンパクトな構成でありながら可動範囲が広いので、作業装置全体がコンパクトな構成になる。

[0018] 回転ユニットにリンク作動装置が含まれている場合、前記基端側のリンクハブの中心軸または前記先端側のリンクハブの中心軸と、前記リンク作動装置以外の他の回転機構の回転軸心とが同一線上に位置しているとよい。

[0019] ここで、基端側のリンクハブの中心軸は、前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸、および前記基端側の端部リンク部材と前記中央リンク部材の各回転対偶の中心軸がそれぞれ交差する点を基端側の球面リンク中心と称する場合に、この基端側の球面リンク中心を通り前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸と直角に交わる直線のことである。また、先端側のリンクハブの中心軸は、前記先端側のリンクハブと前記先端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸、および前記先端側の端部リンク部材と前記中央リンク部材の各回転対偶の中心軸がそれぞれ交差する点を先端側の球面リンク中心と称する場合に、この先端側の球面リンク中心を通り前記先端側のリンクハブと前記先端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸と直角に交わる直線のことである。

[0020] リンクハブの中心軸と他の回転機構の回転軸心とを同一線上に位置させると、座標計算が容易となる。また、作業者が作業装置の動作をイメージし易いので、簡単に操作できるようになる。例えば、直動ユニットで決定される3自由度の位置を固定し、かつ回転ユニットで決定される3自由度の角度のうち2自由度の角度を固定し、残りの1自由度の角度（例えば、先端側のリンクハブの中心軸周りの角度）だけを変更してエンドエフェクトの姿勢を変えながら作業を行うことができる。

[0021] 上記構成において、前記リンク作動装置の前記基端側のリンクハブに前記他の回転機構の回転部分が直接または間接に結合され、前記リンク作動装置の前記先端側のリンクハブに前記エンドエフェクタが搭載されていてもよい。

このように、リンク作動装置の基端側に他の回転機構を配置し、かつ先端側にエンドエフェクタを配置した場合、リンク作動装置の姿勢制御用アクチュエータ用のケーブルについて考慮する必要があるので、回転角は制限されるが、リンク作動装置の負荷を軽減できるので、リンク作動装置のコンパクト化、軽量化を実現できる。

[0022] リンク作動装置は、基端側から先端側へ回転伝達を行う場合に、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の構成である。したがって、リンク作動装置と他の回転機構との協調制御により、エンドエフェクタの姿勢を先端側のリンクハブの中心軸周りの角度だけ変えながら行う作業が容易である。

[0023] 上記構成において、前記リンク作動装置の前記2つ以上の姿勢制御用アクチュエータはロータリアクチュエータであって、その回転出力軸が前記基端側のリンクハブの中心軸と平行となるように配置され、前記回転出力軸の回転駆動力が軸直交型の減速機を介して前記リンク機構に伝達される構成であり、前記各姿勢制御用アクチュエータの並びの中心部に前記他の回転機構が配置されていてもよい。この場合、回転ユニットがコンパクトな構成になる。

[0024] 上記構成において、前記他の回転機構は、少なくとも回転する部分に軸方向に貫通する配線用孔を有していてもよい。この場合、他の回転機構の配線用孔に配線を通すことにより、リンク機構と干渉させることなくリンク作動装置の内部空間側からエンドエフェクタに配線を繋げることができる。

[0025] この発明において、前記直動ユニットの前記出力部に対する前記回転ユニットの前記基部の取付角度が変更可能であってもよい。この場合、作業内容や周囲の環境に応じて装置構成を容易に変更することができる。

[0026] この発明の双腕型作業装置は、この発明の作業装置が、互いに幾何学的に対称となるように2つ並べて配置されている。作業装置を2つ並べた双腕型とすることで、人が両手で行うような作業が可能となる。これにより、人の代わりとなる作業、特に部品の組立てのような作業を行うことができる。

[0027] 前記2つの作業装置が門形の架台に設置されていてもよい。この構成であると、作業装置の下を作業対象の部品を通過させることができる。例えば、コンベアライン上に作業装置を設置することができる。また、作業装置の幅方向の可動範囲を架台の幅方向内に制限することができるので、作業装置の占有面積が小さくて済む。さらに、作業装置の可動範囲が制限されるので、作業者が作業装置の横に居ても安心して作業することができる。

[0028] 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

[0029] この発明は、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、この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。この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実施形態にかかる作業装置の概略構成を示す正面図である。

[図2A]同作業装置の直動ユニットの正面図である。

[図2B]同作業装置の直動ユニットの平面図である。

[図3A]同作業装置の回転ユニットの正面図である。

[図3B]同作業装置の回転ユニットの平面図である。

[図4]この発明の第2実施形態にかかる作業装置の概略構成を示す正面図である。

[図5]同作業装置の回転ユニットの一部を断面で表した正面図である。

[図6]同回転ユニットのリンク作動装置の平行リンク機構の斜視図である。

[図7]同平行リンク機構の異なる状態の斜視図である。

[図8]図5のVIII-VIII線に沿った断面図である。

[図9]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10]この発明の第3実施形態にかかる作業装置の回転ユニットの正面図である。

[図11]この発明の第4実施形態にかかる作業装置の概略構成を示す図である。

[図12]同作業装置の回転ユニットの要部の正面図である。

[図13]図12のXIII-XIII線に沿った断面図である。

[図14]この発明の第5実施形態にかかる作業装置の回転ユニットの要部の正面図である。

[図15]この発明の第6にかかる双腕型作業装置の概略構成を示す図である。

[図16]同双腕型作業装置の斜視図である。

[図17]同双腕型作業装置の直動ユニットの平面図である。

[図18]この発明の第7実施形態にかかる双腕型作業装置の直動ユニットの平面図である。

### 発明を実施するための形態

[0030] 以下、図面と共にこの発明の実施形態を説明する。

図1～図3は、この発明の第1実施形態に係る作業装置を示す。図1に概略構成を示すように、この作業装置1は、架台2と、この架台2に基部を固定して設置された直動ユニット3と、この直動ユニット3の出力部に基部を固定して設置された回転ユニット4と、この回転ユニット4の出力部に搭載されたエンドエフェクタ5とを備えている。エンドエフェクタ5は、ワーク載置台6の上に載置されたワーク7に対して作業を行う。エンドエフェクタ5は、ワーク7に対して接触して作業を行うものであってもよく、被接触で作業を行うものであってもよい。エンドエフェクタ5によるワーク7に対する作業は、架台2の水平部2aの下方の作業空間Sの範囲内で可能である。

[0031] 直動ユニット3は、3つの直動アクチュエータを組み合わせた3自由度の構成である。回転ユニット4は、1自由度以上の回転自由度を持つ複数の回

転機構を組み合わせた3自由度の構成である。よって、この作業装置1は、全体で6自由度の構成である。

[0032] 図2A、図2Bは直動ユニット3の正面図と平面図である。直動ユニット3は、第1の直動アクチュエータ11と、第2の直動アクチュエータ12と、第3の直動アクチュエータ13とを備える。第1の直動アクチュエータ11は、架台2の水平部2aに設置され、左右方向(X軸方向)に進退するステージ11aを有している。第2の直動アクチュエータ12は、第1の直動アクチュエータ11のステージ11aに設置され、前後方向(Y軸方向)に進退するステージ12aを有している。第3の直動アクチュエータ13は、第2の直動アクチュエータ12のステージ12aに設置され、上下方向(Z軸方向)に進退するステージ13aを有している。

[0033] 第1～3の直動アクチュエータ11、12、13は、それぞれモータ11b、12b、13bを駆動源とする電動アクチュエータである。第1～3の直動アクチュエータ11、12、13は、それぞれのステージ11a、12a、13aが、作業空間S(図1)に対して外側を向くように配置されている。第1の直動アクチュエータ11における進退動作しない固定部分が、架台2に固定される直動ユニット3の基部を構成する。また、第3の直動アクチュエータ13のステージ13aが、回転ユニット4の基部が固定される直動ユニット3の出力部を構成する。

[0034] 図3A、図3Bは回転ユニット4の正面図と平面図である。回転ユニット4は、直動ユニット3(図1)の出力部に固定された回転ユニット取付部材20と、この回転ユニット取付部材20に取り付けられた第1の回転機構21と、この第1の回転機構21の回転部分21aに取り付けられた第2の回転機構22と、この第2の回転機構22の回転部分22aに取り付けられた第3の回転機構23とを備える。第1～3の回転機構21、22、23の回転軸心21b、22b、23bは、互いに直交している。これら各回転機構21、22、23の回転駆動源は、例えばモータ21c、22c、23cである。

- [0035] 回転ユニット取付部材20が、直動ユニット3の出力部に固定される回転ユニット4の基部を構成する。また、第3の回転機構23の回転部分23aが、エンドエフェクタ5が取り付けられる回転ユニット4の出力部を構成する。
- [0036] 図2Aに示すように、直動ユニット3の出力部である第3の直動アクチュエータ13のステージ13aには、回転ユニット取付部材20を固定するための第1ねじ孔14、第2ねじ孔15および位置決め孔16が設けられている。第1ねじ孔14は、ステージ13aにおける回転ユニット取付部材20が固定される箇所の中心部に、1つだけ設けられている。第2ねじ孔15は、ステージ13aにおける第1ねじ孔14を中心とする円周上に複数（この実施形態では8個）設けられている。位置決め孔16は、ステージ13aにおける第1ねじ孔14を中心とする円周上であって、第2ねじ孔15が設けられている円周よりも半径が小さい円周上に、第2ねじ孔15と同数だけ設けられている。
- [0037] 回転ユニット取付部材20には、第1ねじ孔14と2つの第2ねじ孔15に対応する直線上に並ぶ3つのボルト挿通孔（図示せず）と、位置決め孔16に挿通される2つの位置決め用突起（図示せず）とが設けられている。
- [0038] 第3の直動アクチュエータ13の出力部であるステージ13aに対する、回転ユニット取付部材20の固定は、以下の手順で行われる。まず、回転ユニット取付部材20の2つの位置決め用突起を、ステージ13aの2つの位置決め孔16に係合させる。これにより、ステージ13aに対する回転ユニット取付部材20の正面視の角度が決まる。
- [0039] この状態で、図1に示すように、回転ユニット取付部材20の3つのボルト挿通孔に取付ボルト24を挿通し、各取付ボルト24をステージ13aの第1ねじ孔14および2つの第2ねじ孔15に螺合させる。これにより、ステージ13aに回転ユニット取付部材20が固定される。回転ユニット取付部材20の位置決め用突起に係合されるステージ13aの位置決め孔16を変更することで、直動ユニット3の出力部に対する回転ユニット4の基部の

取付角度が変更可能である。

[0040] この作業装置 1 の作用を説明する。

この構成によると、主に 3 自由度の直動ユニット 3 によってエンドエフェクタ 5 の位置が決められ、かつ 3 自由度の回転ユニット 4 によってエンドエフェクタ 5 の姿勢が決められる。直動ユニット 3 の第 1～第 3 の直動アクチュエータ 1 1, 1 2, 1 3 および回転ユニット 4 の第 1～第 3 の回転機構 2 1, 2 2, 2 3 が、直交座標系で表現されるエンドエフェクタ 5 の位置、姿勢に対応する。したがって、エンドエフェクタ 5 の位置、姿勢に対する第 1～第 3 の直動アクチュエータ 1 1, 1 2, 1 3 および第 1～第 3 の回転機構 1 1, 1 2, 1 3 の動作をイメージし易く、姿勢教示作業等の動作パターンの設定が容易である。

[0041] また、エンドエフェクタ 5 の位置、姿勢に対して、第 1～第 3 の直動アクチュエータ 1 1, 1 2, 1 3 の動作位置および第 1～第 3 の回転機構 2 1, 2 2, 2 3 の動作角度が一意に決まる。つまり、特異点を持たない。これらのことから、教示を行う際に、各軸を動かすと先端がどのような方向に移動するかをイメージしやすい。そのため、熟練した知識や経験が無くても、作業装置 1 の操作を行うことができる。

[0042] エンドエフェクタ 5 でワーク 7 に対して組立て作業のようなきめ細かい作業を行う場合、主に回転ユニット 4 だけを動かして作業を行うことができる。そのため、直動ユニット 3 の動作量が小さくて済み、装置全体の可動範囲を小さくできる。また、囲いを設ける必要のある面積を狭くできる。

[0043] 第 1～第 3 の直動アクチュエータ 1 1, 1 2, 1 3 によってエンドエフェクタ 5 の位置を決めるので、エンドエフェクタ 5 の直線動作を高速かつ正確に行うことができる。また、可動範囲に大きく影響する部分に第 1～第 3 の直動アクチュエータ 1 1, 1 2, 1 3 が使用されているので、作業内容や周囲の環境に応じて、メカストップやリミットセンサ等を用いて容易に動作範囲を制限できる。

[0044] 直動ユニット 3 の第 1～第 3 の直動アクチュエータ 1 1, 1 2, 1 3 が作

業空間Sに対して外側を向くように配置されているので、作業空間Sを広くすることができる。

[0045] 直動ユニット3と回転ユニット4を別々に設けているため、作業装置1を仕様変更する場合にどちらかのユニットのみを変更することが可能である。例えば、回転ユニット4を、図3に示す形態から、後述の図5に示す形態、図12に示す形態、図14に示す形態等に変更することができる。これにより、仕様が異なる作業装置1間での部品の共通化を図ることができる。

[0046] また、直動ユニット3の出力部である第3の直動アクチュエータ13のステージ13aに対して、回転ユニット4の基部である回転ユニット取付部材20が、取付ボルト24によって取付角度を変更可能に取り付けられている。このため、作業内容や周囲の環境に応じて装置構成を容易に変更することができる。

[0047] 以上に説明したように、この作業装置1は、細かい作業を行うときの装置全体の動作量が小さいので、人と共存することができる。つまり、人が行う手作業に近い作業を自動で行うことができる。また、段取り替え時間や調整時間の短縮が可能で、高速動作ができることから、生産性を向上させることができる。

[0048] 作業装置1を人と共存させる場合、作業装置1を覆うカバー等の囲い（図示せず）を設置することが望ましい。作業装置1の可動範囲は、主に第1～第3の直動アクチュエータ11, 12, 13によって決定されるので、囲いは直方体等の簡単な形状とすることができる。その場合、囲いの内部空間体積と装置の可動部が移動する領域の体積とがほぼ等しい。このため、囲いを含めてもコンパクトな構成を実現できる。

[0049] 図4～図9はこの発明の第2実施形態を示す。図4に示すように、この作業装置1は、回転ユニット4が、1自由度の回転機構である第1の回転機構21と、2自由度のリンク作動装置29からなる第2の回転機構とで構成されている。つまり、図1の第1実施形態における第2の回転機構22および第3の回転機構23がリンク作動装置29に置き換わっている。第1の回転

機構 21 が、「リンク作動装置 29 以外の他の回転機構」を構成する。これ以外の構造は、図 1 の第 1 実施形態と同じである。

[0050] 図 5 に示すように、リンク作動装置 29 は、平行リンク機構 30 と、この平行リンク機構 30 を作動させる姿勢制御用アクチュエータ 31 とを有している。図 6 および図 7 は、平行リンク機構 30 の斜視図であり、互いに異なる状態を示している。これら図 5 ~ 図 7 に示すように、平行リンク機構 30 は、基端側のリンクハブ 32 と、先端側のリンクハブ 33 と、基端側のリンクハブ 32 に対して先端側のリンクハブ 33 を姿勢変更可能に連結する 3 組のリンク機構 34 とを有している。図 5 では、1 組のリンク機構 34 のみが示されている。リンク機構 34 の数は、4 組以上であっても良い。

[0051] 各リンク機構 34 は、基端側の端部リンク部材 35、先端側の端部リンク部材 36、および中央リンク部材 37 を有する、4 つの回転対偶からなる 4 節連鎖のリンク機構である。基端側および先端側の端部リンク部材 35、36 は L 字状である。基端側の端部リンク部材 35 の一端は基端側のリンクハブ 32 に回転自在に連結され、先端側の端部リンク部材 36 の一端は先端側のリンクハブ 33 に回転自在に連結されている。中央リンク部材 37 は、両端に基端側および先端側の端部リンク部材 35、36 の他端がそれぞれ回転自在に連結されている。

[0052] 平行リンク機構 30 は、2 つの球面リンク機構を組み合わせた構造であって、基端側のリンクハブ 32 と基端側の端部リンク部材 35 の回転対偶、および基端側の端部リンク部材 35 と中央リンク部材 37 の回転対偶の中心軸が、基端側の球面リンク中心 P A (図 5) で交差している。一方、先端側のリンクハブ 33 と先端側の端部リンク部材 36 の回転対偶、および先端側の端部リンク部材 36 と中央リンク部材 37 の回転対偶の中心軸が、先端側の球面リンク中心 P B (図 5) で交差している。

[0053] また、基端側のリンクハブ 32 と基端側の端部リンク部材 35 の各回転対偶から基端側の球面リンク中心 P A までの距離は同じであり、基端側の端部

リンク部材 35 と中央リンク部材 37 の各回転対偶から基端側の球面リンク中心 P A までの距離も同じである。同様に、先端側のリンクハブ 33 と先端側の端部リンク部材 36 の各回転対偶から先端側の球面リンク中心 P B までの距離も同じであり、先端側の端部リンク部材 36 と中央リンク部材 37 の各回転対偶から先端側の球面リンク中心 P B までの距離も同じである。基端側および先端側の端部リンク部材 35, 36 と中央リンク部材 37 との各回転対偶の中心軸は、ある交差角  $\gamma$  (図 5) を持っていてよいし、平行であってもよい。

[0054] 図 8 は、図 5 の VIII-VIII 断面図である。同図に、基端側のリンクハブ 32 と基端側の端部リンク部材 35 の各回転対偶の中心軸 O 1 と、中央リンク部材 37 と基端側の端部リンク部材 35 の各回転対偶の中心軸 O 2 と、基端側の球面リンク中心 P A との関係が示されている。つまり、中心軸 O 1 と中心軸 O 2 とが交差する点が、基端側の球面リンク中心 P A である。

[0055] 先端側のリンクハブ 33 および先端側の端部リンク部材 36 の形状ならびに位置関係も図 8 と同様である (図示せず)。図 8 では、リンクハブ 32 (33) と端部リンク部材 35 (36) との各回転対偶の中心軸 O 1 と、端部リンク部材 35 (36) と中央リンク部材 37 との各回転対偶の中心軸 O 2 とが成す角度  $\alpha$  が  $90^\circ$  となっている。ただし、前記角度  $\alpha$  は  $90^\circ$  以外であってもよい。

[0056] 3 組のリンク機構 34 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 9 に示すように、各リンク部材 35, 36, 37 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、中央リンク部材 37 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言う。図 9 は、一組のリンク機構 34 を直線で表現した図である。

[0057] この実施形態の平行リンク機構 30 は回転対称タイプで、基端側のリンクハブ 32 および基端側の端部リンク部材 35 と、先端側のリンクハブ 33 および先端側の端部リンク部材 36 との位置関係が、中央リンク部材 37

の中心線Cに対して回転対称となる位置関係になっている。中央リンク部材37の中央部は、共通の軌道円上に位置している。

[0058] 基端側のリンクハブ32と先端側のリンクハブ33と3組のリンク機構34とで、基端側のリンクハブ32に対し先端側のリンクハブ33が直交2軸回りに回転自在な2自由度機構を構成している。言い換えると、基端側のリンクハブ32に対して先端側のリンクハブ33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32に対する先端側のリンクハブ33の可動範囲を広くとれる。

[0059] 例えば、球面リンク中心PA, PBを通り、リンクハブ32, 33と端部リンク部材35, 36の各回転対偶の中心軸O1(図8)と直角に交わる直線をリンクハブ32, 33の中心軸QA, QBとする。この場合、基端側のリンクハブ32の中心軸QAと先端側のリンクハブ33の中心軸QBとの折れ角 $\theta$ (図9)の最大値を約 $\pm 90^\circ$ とすることができる。また、基端側のリンクハブ32に対する先端側のリンクハブ33の旋回角 $\phi$ (図9)を $0^\circ \sim 360^\circ$ の範囲に設定できる。折れ角 $\theta$ は、基端側のリンクハブ32の中心軸QAに対して先端側のリンクハブ33の中心軸QBが傾斜した垂直角度のことである。旋回角 $\phi$ は、基端側のリンクハブ32の中心軸QAに対して先端側のリンクハブ33の中心軸QBが傾斜した水平角度のことである。

[0060] 基端側のリンクハブ32に対する先端側のリンクハブ33の姿勢変更は、基端側のリンクハブ32の中心軸QAと先端側のリンクハブ33の中心軸QBとの交点Oを回転中心として行われる。図6は、基端側のリンクハブ32の中心軸QAと先端側のリンクハブ33の中心軸QBが同一線上にある状態を示す。一方、図7は、基端側のリンクハブ32の中心軸QAに対して先端側のリンクハブ33の中心軸QBが或る作動角をとった状態を示す。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(図9)は変化しない。

[0061] 各リンク機構34が以下の条件1~5を満たす場合、幾何学的対称性から

基端側のリンクハブ32および基端側の端部リンク部材35と、先端側のリンクハブ33および先端側の端部リンク部材36とは同じに動く。これにより、パラレルリンク機構30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。

[0062] 条件1：各リンク機構34におけるリンクハブ32, 33と端部リンク部材35, 36との回転対偶の中心軸O1の角度および長さが互いに等しい。

条件2：リンクハブ32, 33と端部リンク部材35, 36との回転対偶の中心軸O1および端部リンク部材35, 36と中央リンク部材37との回転対偶の中心軸O2が、基端側および先端側において球面リンク中心PA, PBで交差する。

条件3：基端側の端部リンク部材35と先端側の端部リンク部材36の幾何学的形状が等しい。

条件4：中央リンク部材37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37の対称面に対して、中央リンク部材37と端部リンク部材35, 36との角度位置関係が基端側と先端側とで同じである。

[0063] 図5～図7に示すように、基端側のリンクハブ32は、基端部材40と、この基端部材40と一体に設けられた3個の回転軸連結部材41とを有している。図8に示すように、基端部材40の中央部に円形の貫通孔40aが形成され、この貫通孔40aの周囲に3個の回転軸連結部材41が円周方向に等間隔で配置されている。貫通孔40aの中心は、基端側のリンクハブ32の中心軸QA（図5）上に位置する。各回転軸連結部材41には、軸心が基端側のリンクハブ32の中心軸QAと交差する回転軸42が回転自在に連結されている。この回転軸42に、基端側の端部リンク部材35の一端が連結されている。

[0064] 回転軸42は、2個の軸受43を介して回転軸連結部材41に回転自在に

支持されている。軸受43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。軸受43は、筒状の回転軸連結部材41の中空孔44に嵌合状態で設置され、圧入、接着、加締め等の方法で固定されている。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。

[0065] 回転軸42には、基端側の端部リンク部材35の一端と後述の扇形のかさ歯車45とが結合されており、両者は回転軸42と一体に回転する。詳しくは、基端側の端部リンク部材35の一端に切欠き部46が形成されており、この切欠き部46の両側部分である内外の回転軸支持部47、48間に回転軸連結部材41が配置されている。かさ歯車45は、内側の回転軸支持部47の内側面に当接して配置されている。

[0066] 回転軸42を内側から、かさ歯車45に形成された貫通孔、内側の回転軸支持部47に形成された貫通孔、軸受43の内輪、外側の回転軸支持部48に形成された貫通孔の順に挿通する。その後、回転軸42の頭部42aと回転軸42のねじ部42bに螺着したナット50とで、かさ歯車45、内外の回転軸支持部47、48、および軸受43の内輪を挟み込んで結合する。内外の回転軸支持部47、48と軸受43との間には、スペーサ51、52が介在されており、ナット50の螺着時に軸受43に予圧が付与される。

[0067] 基端側の端部リンク部材35の他端には、回転軸55が結合されている。回転軸55は、2つの軸受53を介して中央リンク部材37の一端に回転自在に連結されている。詳しくは、基端側の端部リンク部材35の他端に切欠き部56が形成されており、この切欠き部56の両側部分である内外の回転軸支持部57、58間に中央リンク部材37の一端が配置されている。

[0068] 回転軸55を外側から、外側の回転軸支持部58に形成された貫通孔、軸受53の内輪、内側の回転軸支持部57に形成された貫通孔の順に挿通する。その後、回転軸55の頭部55aと回転軸55のねじ部55bに螺着したナット60とで、内外の回転軸支持部57、58、および軸受53の内輪を挟み込んで結合する。内外の回転軸支持部57、58と軸受53との間にスペーサ61、62が介在されており、ナット60の螺着時に軸受53に予圧

が付与される。

- [0069] 図6、図7に示すように、先端側のリンクハブ33は、先端部材70と、この先端部材70の内面に円周方向等配で設けられた3個の回転軸連結部材71とを有している。回転軸連結部材71が配置される円周の中心は、先端側のリンクハブ33の中心軸QB上に位置する。各回転軸連結部材71には、軸心がリンクハブ中心軸QBと交差する回転軸73が回転自在に連結されている。この先端側のリンクハブ33の回転軸73に、先端側の端部リンク部材36の一端が連結されている。
- [0070] 先端側の端部リンク部材36の他端には、中央リンク部材37の他端に回転自在に連結された回転軸75が連結されている。先端側のリンクハブ33の回転軸73および中央リンク部材37の回転軸75は、上述の回転軸42, 55と同様に、2個の軸受（図示せず）を介して回転軸連結部材71および中央リンク部材37の他端にそれぞれ回転自在に連結されている。
- [0071] 図5に示すように、平行リンク機構30は、基端部材40を複数本のシャフト81を介してベース部材80と連結することで、第1の回転機構21に設置されている。基端側のリンクハブ32の中心軸QAと、第1の回転機構21の回転軸心21bとは同一線上に位置する。ベース部材80は、第1の回転機構21の回転部分21aに固定されている。基端部材40の外周縁とベース部材80の外周縁間に、カバー82が取り付けられている。基端部材40とベース部材80との間は、このカバー82により外部から遮蔽された遮蔽空間83となっている。
- [0072] 平行リンク機構30を作動させる姿勢制御用アクチュエータ31は、遮蔽空間83に配置され、基端部材40に取り付けられている。姿勢制御用アクチュエータ31の数は、リンク機構34と同数の3個である。姿勢制御用アクチュエータ31は、例えば、モータのようなロータリアクチュエータである。姿勢制御用アクチュエータ31の回転出力軸31aに取り付けられたかさ歯車76と、基端側のリンクハブ32の回転軸42に取り付けられた扇形のかさ歯車45とが噛み合っている。つまり、かさ歯車76と扇形のか

さ歯車45とで軸直交型の減速機77を構成する。かさ歯車以外の機構（例えばウォーム機構）を用いて軸直交型の減速機を構成してもよい。

[0073] 第2実施形態では、リンク機構34と同数の姿勢制御用アクチュエータ31が設けられているが、3組のリンク機構34のうち少なくとも2組に姿勢制御用アクチュエータ31が設けられていればよい。これにより、基端側のリンクハブ32に対する先端側のリンクハブ33の姿勢を確定することができる。

[0074] リンク作動装置29は、各姿勢制御用アクチュエータ31を回転駆動することで、平行リンク機構30を作動させる。詳しくは、姿勢制御用アクチュエータ31が回転駆動すると、その回転が軸直交型の減速機77を介して減速されて回転軸42に伝達され、基端側のリンクハブ32に対する基端側の端部リンク部材35の角度が変更する。これにより、基端側のリンクハブ32に対する先端側のリンクハブ33の位置および姿勢が決まる。基端側のリンクハブ32の中心軸QAと第1の回転機構21の回転軸心21bとが同一線上に位置するため、座標計算が容易である。

[0075] また、基端側のリンクハブ32の中心軸QAと第1の回転機構21の回転軸心21bとが同一線上に位置すると、作業者が作業装置1の動作をイメージし易いので、簡単に操作できる。例えば、直動ユニット3で決定される3自由度の位置を固定し、かつ回転ユニット4で決定される3自由度の角度のうち2自由度の角度を固定し、残りの1自由度の角度（例えば、先端側のリンクハブ33の中心軸QB周りの角度）だけを変更してエンドエフェクト5の姿勢を変えながら作業を行うことができる。

[0076] 上述のように、リンク作動装置29は可動範囲が広くスムーズな動作が可能であるので、回転ユニット4にリンク作動装置29が含まれていると、高速できめ細かい作業を行うことができる。また、リンク作動装置29はコンパクトな構成でありながら可動範囲が広いので、作業装置1の全体がコンパクトな構成になる。

[0077] この第2実施形態のように、リンク作動装置29の基端側に第1の回転機

構 2 1 を配置し、先端側のリンクハブ 3 3 にエンドエフェクタ 5 を搭載した構成であると、リンク作動装置 2 9 の負荷を軽減できる。このため、リンク作動装置 2 9 のコンパクト化、軽量化を実現できる。リンク作動装置 2 9 の平行リンク機構 3 0 は等速自在継手の構成である。したがって、リンク作動装置 2 9 と第 1 の回転機構 2 1 との協調制御により、エンドエフェクタ 5 の姿勢を、先端側のリンクハブ 3 3 の中心軸 Q B 周りの角度のみ変えながら行う作業が容易である。ただし、姿勢制御用アクチュエータ 3 1 に接続するケーブルについて考慮する必要があるので、回転角は制限される。

[0078] 図 1 0 の第 3 実施形態は、第 1 の回転機構 2 1 とリンク作動装置 2 9 の並びとを図 5 の第 2 実施形態とは逆にした回転ユニット 4 を示す。第 3 実施形態の場合、リンク作動装置 2 9 の先端側のリンクハブ 3 3 の中心軸 Q B と、第 1 の回転機構 2 1 の回転軸心 2 1 b とが同一線上に位置している。その他の構成は、図 5 の第 2 実施形態と同じである。

[0079] 第 3 実施形態の回転ユニット 4 によれば、姿勢制御用アクチュエータ 3 1 に接続されるケーブルの配線が容易であり、回転角の制限を受け難い。反面、リンク作動装置 2 9 の負荷が増大するという欠点がある。その他は、図 5 の第 2 実施形態と同じ作用・効果が得られる。

[0080] 図 1 1 ~ 図 1 3 はこの発明の第 4 実施形態を示す。図 1 1 に示すように、この作業装置 1 も、図 4 の第 2 実施形態と同様に、回転ユニット 4 が、1 自由度の回転機構である第 1 の回転機構 2 1 と、2 自由度の回転機構であるリンク作動装置 2 9 とを有している。第 4 実施形態の作業装置 1 が、図 4 の第 2 実施形態と異なる点は、リンク作動装置 2 9 の各姿勢制御用アクチュエータ 3 1 の中心部に、第 1 の回転機構 2 1 が配置されていることである。

[0081] 図 1 2 に示すように、第 1 の回転機構 2 1 は、ベース部材 8 0 に固定された固定部分 9 0 と、リンク作動装置 2 9 の基端部材 4 0 に固定された回転部分 9 1 と、固定部分 9 0 に対して回転部分 9 1 を回転自在に支持する 2 つの軸受 9 2 と、固定部分 9 0 に設置された駆動源であるモータ 9 3 と、このモータ 9 3 の回転を回転部分 9 1 に伝達する一对の平歯車 9 4, 9 5 とを備え

ている。

[0082] ベース部材 80 は、回転ユニット取付部材 20 に固定されている。固定部分 90 は、ベース部材 80 に固定された断面馬蹄形の第 1 取付部材 96 と、この第 1 取付部材 96 に底部 97 a で固定された第 2 取付部材 97 とを有している。第 2 取付部材 97 は、底部 97 a の外周縁から図 12 の上方に延びた筒状部 97 b を有している。回転部分 91 は、その回転軸心 91 a が基端側のリンクハブ 32 の中心軸 QA と同軸上に位置するように、基端側のリンクハブ 32 の基端部材 40 に固定されている。2 つの軸受 92 は、第 2 取付部材 97 の筒状部 97 b の内周に配置されている。

[0083] モータ 93 は、断面馬蹄形の第 1 取付部材 96 の凹部 96 a に配置され、第 2 取付部材 97 の底部 97 a に固定されている。モータ 93 の出力軸 93 a は、第 2 取付部材 97 の底部 97 a を貫通して上方へ延び、その上端に駆動側の平歯車 94 が取り付けられている。駆動側の平歯車 94 は、回転部分 91 に取り付けられた従動側の平歯車 95 と噛み合っている。従動側の平歯車 95 は、回転部分 91 の外周に嵌合している。回転部分 91 の下端に、ねじ部が設けられており、このねじ部に螺合したナット 98 によって、平歯車 95 が回転部分 91 に締付け固定されている。

[0084] 第 2 取付部材 97 の底部 97 a、回転部分 91 および基端部材 40 には、回転部分 91 の回転軸心 91 a に沿って貫通する配線用孔 100, 101, 102 がそれぞれ設けられている。基端部材 40 の外周縁には、ベース部材 80 の外周縁近傍にかけて延びるカバー 82 が取り付けられている。カバー 82 とベース部材 80 とは結合されていない。

[0085] 図 5 の第 2 実施形態と同様に、リンク作動装置 29 の 3 つの姿勢制御用アクチュエータ 31 は、基端部材 40 における仮想の円周上に配置され、各姿勢制御用アクチュエータ 31 の回転出力軸 31 a の回転駆動力は軸直交型の減速機 77 を介してリンク機構 34 に伝達される。このような姿勢制御用アクチュエータ 31 の配置によれば、第 4 実施形態のように、各姿勢制御用アクチュエータ 31 の並びの中心部に第 1 の回転機構 21 を配置することができ

る。これにより、回転ユニット4がコンパクトな構成になる。

[0086] モータ93が駆動すると、回転部分91と共にリンク作動装置29の全体およびカバー82が回転する。配線用孔100, 101, 102に配線を通すことで、リンク機構34に干渉することなく、リンク作動装置29の内部空間側からエンドエフェクタ5に配線を繋げることができる。このため、姿勢制御用アクチュエータ31に接続されるケーブルの配線に関する制約が少なくなる。リンク作動装置29の内部空間とは、基端側のリンクハブ32、先端側のリンクハブ33および各リンク機構34で囲まれた空間を指す。

[0087] 図14は、この発明の第5実施形態にかかる作業装置の回転ユニットの要部の正面図である。第5実施形態の回転ユニット4では、リンク作動装置29の各姿勢制御用アクチュエータ31の中心部に、第1の回転機構21が配置されている。この点は図12に示す第4実施形態と同じであるが、第1の回転機構21の駆動源が中空軸モータ110である点が、図12に示す第4実施形態と異なっている。

[0088] 中空軸モータ110は、そのモータ本体110aがモータ取付部材111を介してベース部材80に固定されている。中空軸モータ110の出力軸110bに、基端側のリンクハブ32の基端部材40が固定されている。中空軸モータ110は、モータ本体110aおよび出力軸110bを軸方向に貫通する配線用孔112を有している。また、基端側のリンクハブ32の基端部材40にも、配線用孔112と同軸上に配線用孔113が設けられている。これ以外の構成は、図12に示す第4実施形態と同じであり、第4実施形態と同様の作用、効果が得られる。

[0089] 図15～図17は、この発明の第6実施形態にかかる双腕型の作業装置の概略構成を示す。図15の正面図、図16の斜視図に示すように、この双腕型作業装置120では、図11に示す第4実施形態の作業装置1が幾何学的に対称となるように2つ並べて配置されている。各作業装置1の架台2, 2は、それぞれの水平部2a, 2aの先端同士が繋がっており、全体で門形の架台2Aとなっている。この第6実施形態は、図11に示す第4実施形態の

作業装置 1 を使用しているが、他の実施形態の作業装置を用いてもよい。

[0090] このように、作業装置 1 を 2 つ並べた双腕型とすることで、人が両手で行うような作業が可能となる。これにより、人の代わりとなる作業、特に部品の組立てのような作業を行うことができる。

[0091] 2 つの作業装置 1, 1 が門形の架台 2 A に設置されていると、作業装置 1, 1 の下を作業対象のワーク 7 が通過することができる。例えば、ワーク載置台 6 を図 1 5 における紙面と直交する方向にワーク 7 を搬送可能なコンベア装置とし、そのコンベアライン上に作業装置 1, 1 を設置することができる。また、作業装置 1, 1 の幅方向の可動範囲を架台 2 A の幅方向内に制限することができるので、作業装置 1, 1 の占有面積が小さくて済む。さらに、作業装置 1, 1 の可動範囲が制限されるので、作業者が作業装置 1, 1 の横に居ても安心して作業することができる。

[0092] 図 1 7 は、図 1 5、図 1 6 に示す双腕型作業装置 1 2 0 の直動ユニット 3, 3 の平面図である。これらの直動ユニット 3, 3 は、図 1、図 4、図 1 1 に示す各作業装置 1 の直動ユニット 3 と同様に、第 1 の直動アクチュエータ 1 1 および第 2 の直動アクチュエータ 1 2 の各モータ 1 1 b, 1 2 b が、直動アクチュエータ 1 1, 1 2 の中心軸上に配置されている。

[0093] 図 1 8 は、直動ユニット 3, 3 の別の実施形態を示す平面図である。図 1 8 の直動ユニット 3, 3 は、第 1 の直動アクチュエータ 1 1 および第 2 の直動アクチュエータ 1 2 の各モータ 1 1 b, 1 2 b が、直動アクチュエータ 1 1, 1 2 の中心軸からオフセットして配置されており、モータ 1 1 b, 1 2 b の回転がチェーンのような動力伝達手段 1 2 1 を介して直動アクチュエータ 1 1, 1 2 の駆動部へ伝達されている。このように、双腕型作業装置 1 2 0 の仕様に応じて、直動ユニット 3 を図 1 7 の第 6 実施形態または図 1 8 の第 7 実施形態に変更することが可能である。直動ユニット 3 と回転ユニット 4 が別々に設けられているので、このような変更が容易である。

[0094] 以上のとおり、図面を参照しながら好適な実施形態を説明したが、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

図内で、種々の追加、変更または削除が可能である。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…作業装置
- 2…架台
- 2 A…門形の架台
- 3…直動ユニット
- 4…回転ユニット
- 5…エンドエフェクタ
- 1 1…第1の直動アクチュエータ
- 1 1 a…ステージ
- 1 2…第2の直動アクチュエータ
- 1 2 a…ステージ
- 1 3…第3の直動アクチュエータ
- 1 3 a…ステージ（直動ユニットの出力部）
- 2 0…回転ユニット取付部材（回転ユニットの基部）
- 2 1…第1の回転機構
- 2 2…第2の回転機構
- 2 3…第3の回転機構
- 2 3 a…ステージ（回転ユニットの出力部）
- 2 9…リンク作動装置
- 3 1…姿勢制御用アクチュエータ
- 3 2…基端側のリンクハブ
- 3 3…先端側のリンクハブ
- 3 4…リンク機構
- 3 5…基端側の端部リンク部材
- 3 6…先端側の端部リンク部材
- 3 7…中央リンク部材

100, 101, 102, 112, 113…配線用孔

120…双腕型作業装置

O1…リンクハブと端部リンク部材の回転対偶の中心軸

O2…端部リンク部材と中央リンク部材の回転対偶の中心軸

PA, PB…球面リンク中心

QA, QB…リンクハブの中心軸

S…作業空間

## 請求の範囲

- [請求項1] エンドエフェクタを用いて作業を行う6自由度の作業装置であって、
- 、
- 3つの直動アクチュエータを組み合わせた3自由度の直動ユニットと、
- 1自由度以上の回転自由度を持つ複数の回転機構を組み合わせた3自由度の回転ユニットと、を備え、
- 前記直動ユニットの基部が、前記作業装置の架台に固定され、
- 前記回転ユニットの基部が前記直動ユニットの出力部に固定され、かつ前記回転ユニットの出力部に前記エンドエフェクタが搭載されている作業装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の作業装置において、前記直動ユニットの前記各直動アクチュエータは、それぞれの進退部分からなるステージが、前記エンドエフェクタによって作業が行われる作業空間に対して外側を向くように配置されている作業装置。
- [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、
- 前記回転ユニットは、前記複数の回転機構のうちの少なくとも1つが2自由度のリンク作動装置であり、
- このリンク作動装置は、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、
- 前記各リンク機構は、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ている作業装置。

## [請求項4]

請求項3に記載の作業装置において、

前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸、および前記基端側の端部リンク部材と前記中央リンク部材の各回転対偶の中心軸がそれぞれ交差する点が基端側の球面リンク中心と称され、

この基端側の球面リンク中心を通り前記基端側のリンクハブと前記基端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸と直角に交わる直線が基端側のリンクハブの中心軸と称され、

前記先端側のリンクハブと前記先端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸、および前記先端側の端部リンク部材と前記中央リンク部材の各回転対偶の中心軸がそれぞれ交差する点が先端側の球面リンク中心と称され、

この先端側の球面リンク中心を通り前記先端側のリンクハブと前記先端側の端部リンク部材の各回転対偶の中心軸と直角に交わる直線が先端側のリンクハブの中心軸と称され、

前記基端側のリンクハブの中心軸または前記先端側のリンクハブの中心軸と、前記リンク作動装置以外の他の回転機構の回転軸心とが同一線上に位置する作業装置。

## [請求項5]

請求項4に記載の作業装置において、前記リンク作動装置の前記基端側のリンクハブに前記他の回転機構の回転部分が直接または間接に結合され、

前記リンク作動装置の前記先端側のリンクハブに、前記エンドエフェクタが搭載されている作業装置。

## [請求項6]

請求項5に記載の作業装置において、前記リンク作動装置の前記2つ以上の姿勢制御用アクチュエータはロータリアクチュエータであって、

前記ロータリアクチュエータの回転出力軸が、前記基端側のリンクハブの中心軸と平行となるように配置され、

前記回転出力軸の回転駆動力が、軸直交型の減速機を介して前記リンク機構に伝達され、

前記各姿勢制御用アクチュエータの並びの中心部に、前記他の回転機構が配置されている作業装置。

[請求項7] 請求項4から請求項6のいずれか一項に記載の作業装置において、前記他の回転機構は、少なくとも回転する部分に軸方向に貫通する配線用孔を有する作業装置。

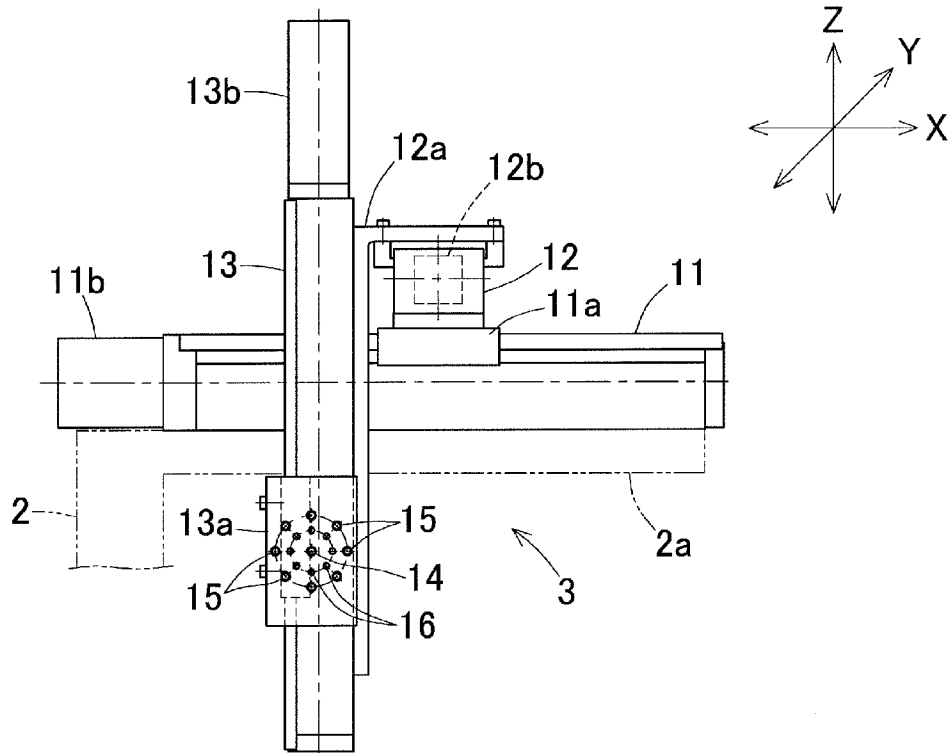
[請求項8] 請求項1から請求項7のいずれか一項に記載の作業装置において、前記直動ユニットの前記出力部に対する前記回転ユニットの前記基部の取付角度が変更可能である作業装置。

[請求項9] 請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の作業装置が、互いに幾何学的に対称となるように2つ並べて配置された双腕型である作業装置。

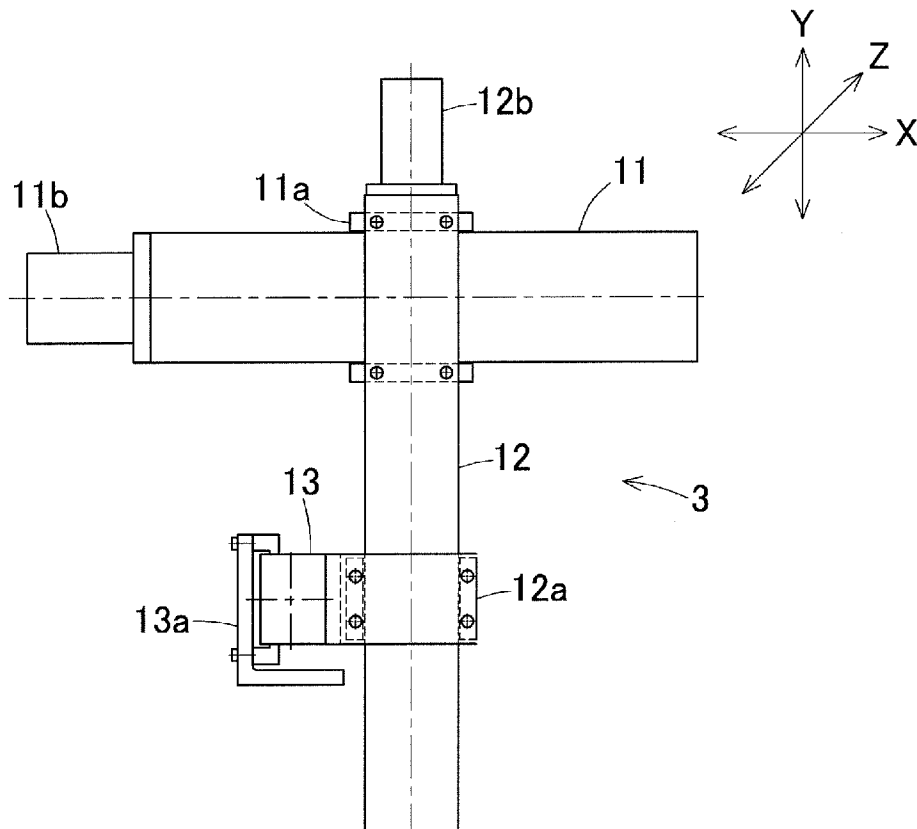
[請求項10] 請求項9に記載の作業装置において、前記2つの作業装置が門形の前記架台に設置されている作業装置。



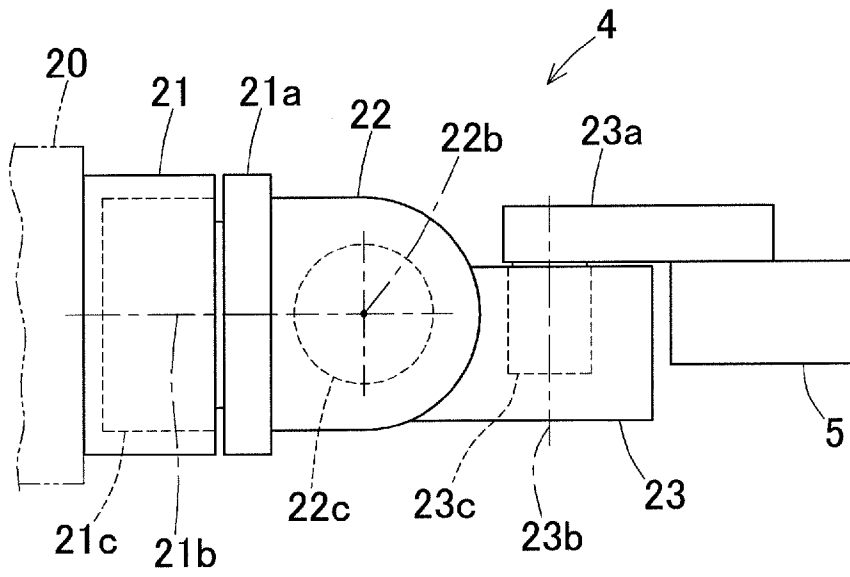
[図2A]



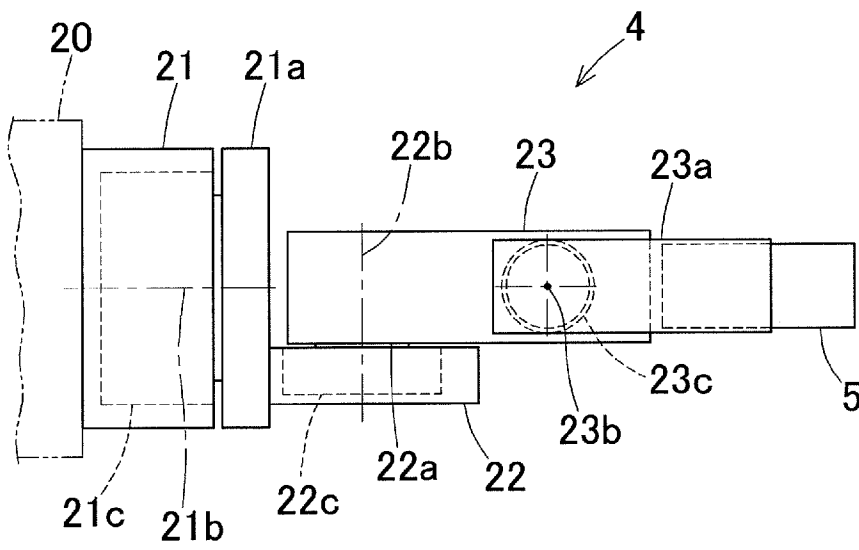
[図2B]



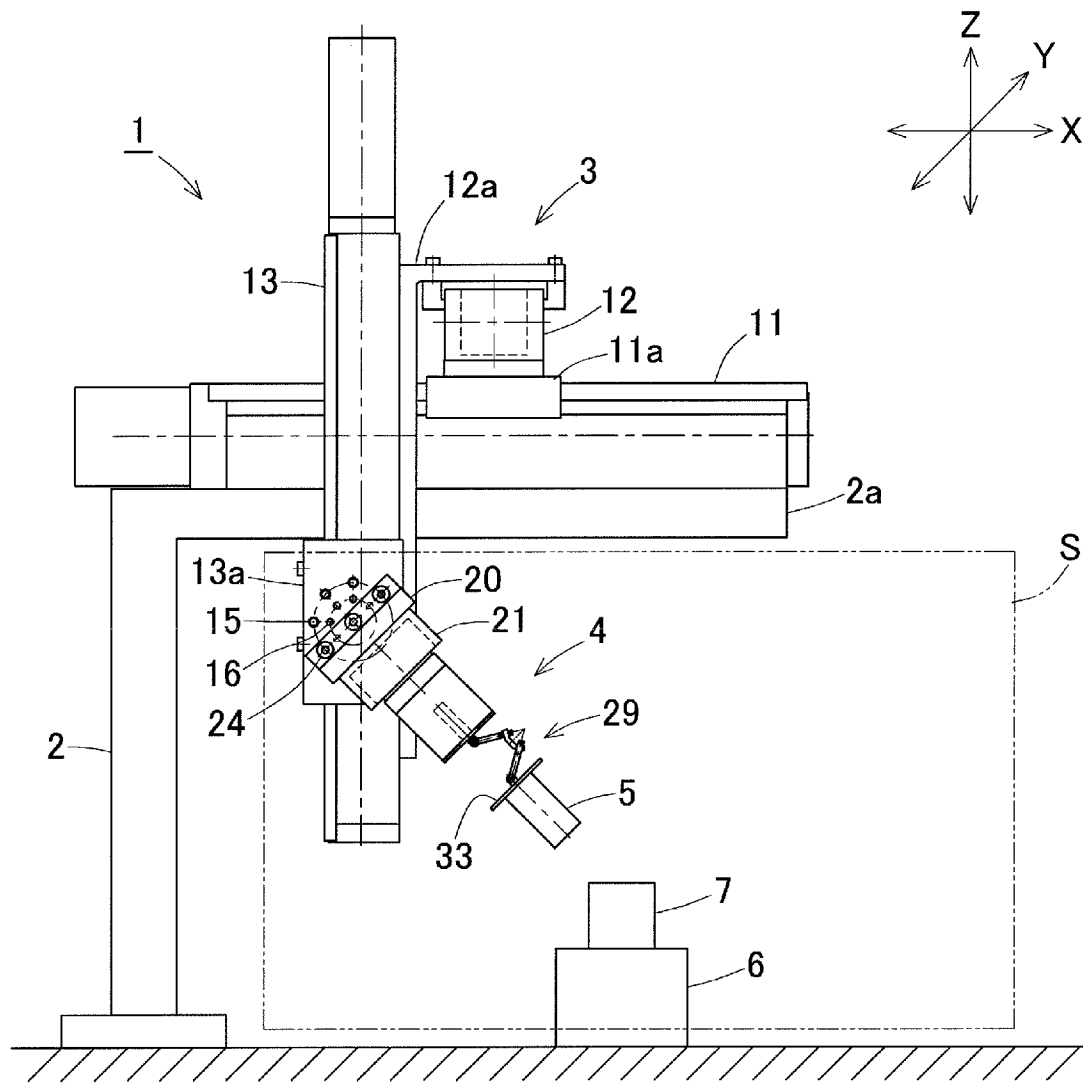
[図3A]



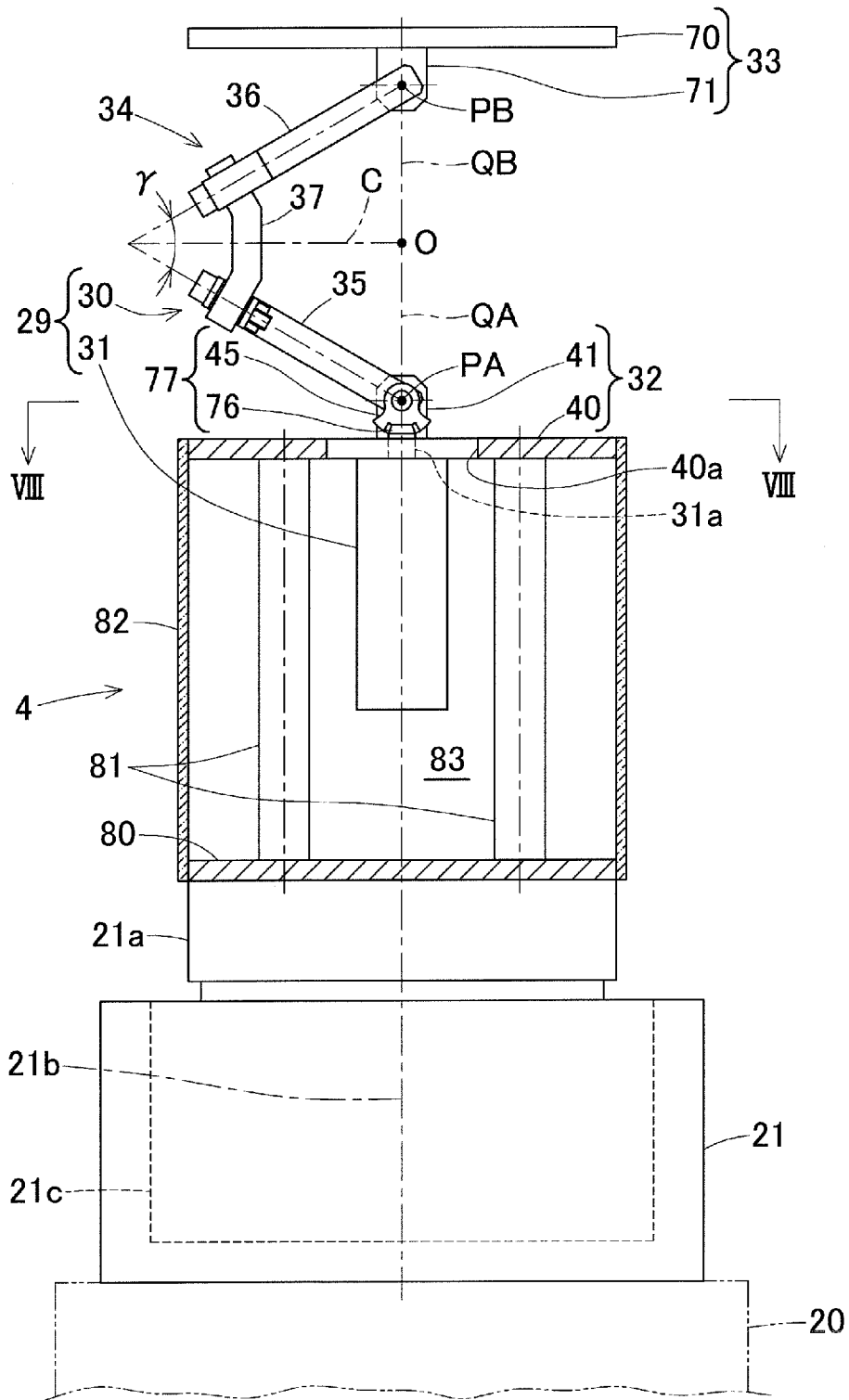
[図3B]



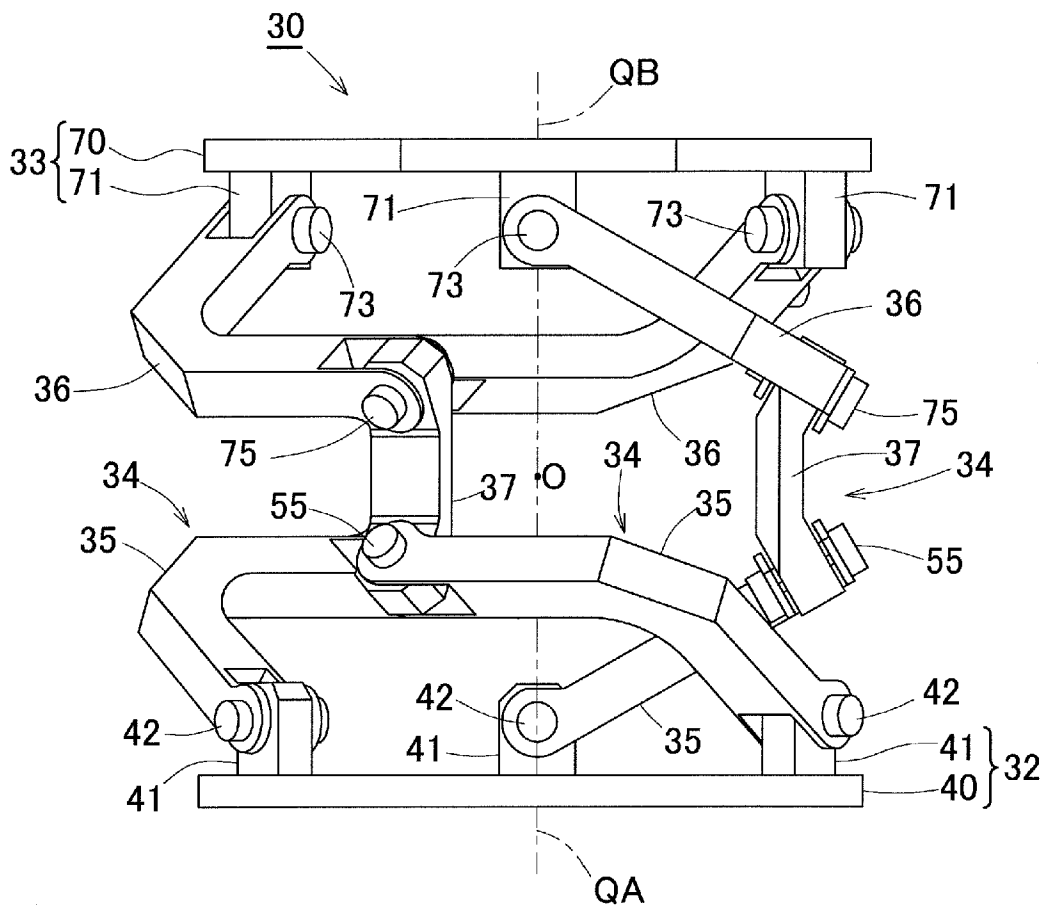
[図4]



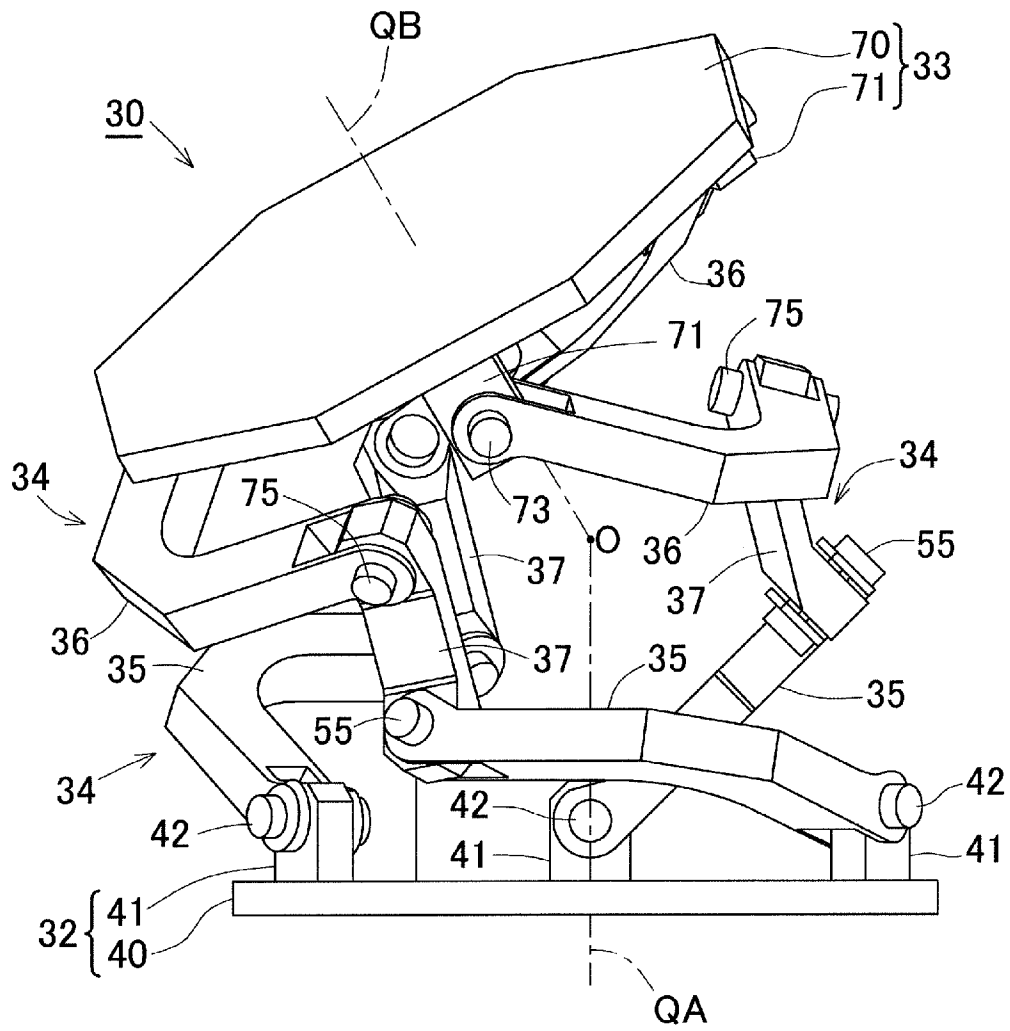
[図5]



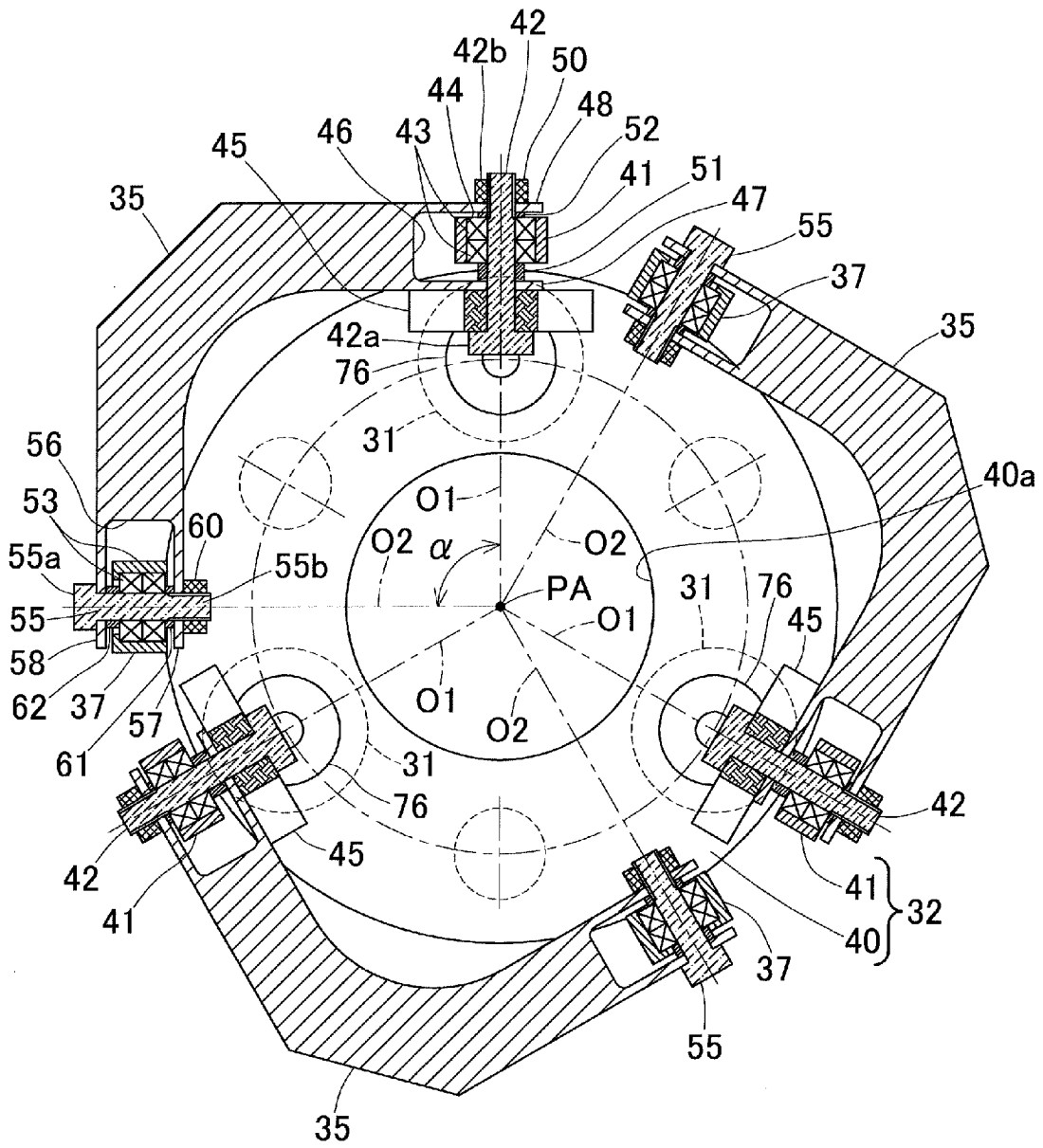
[図6]



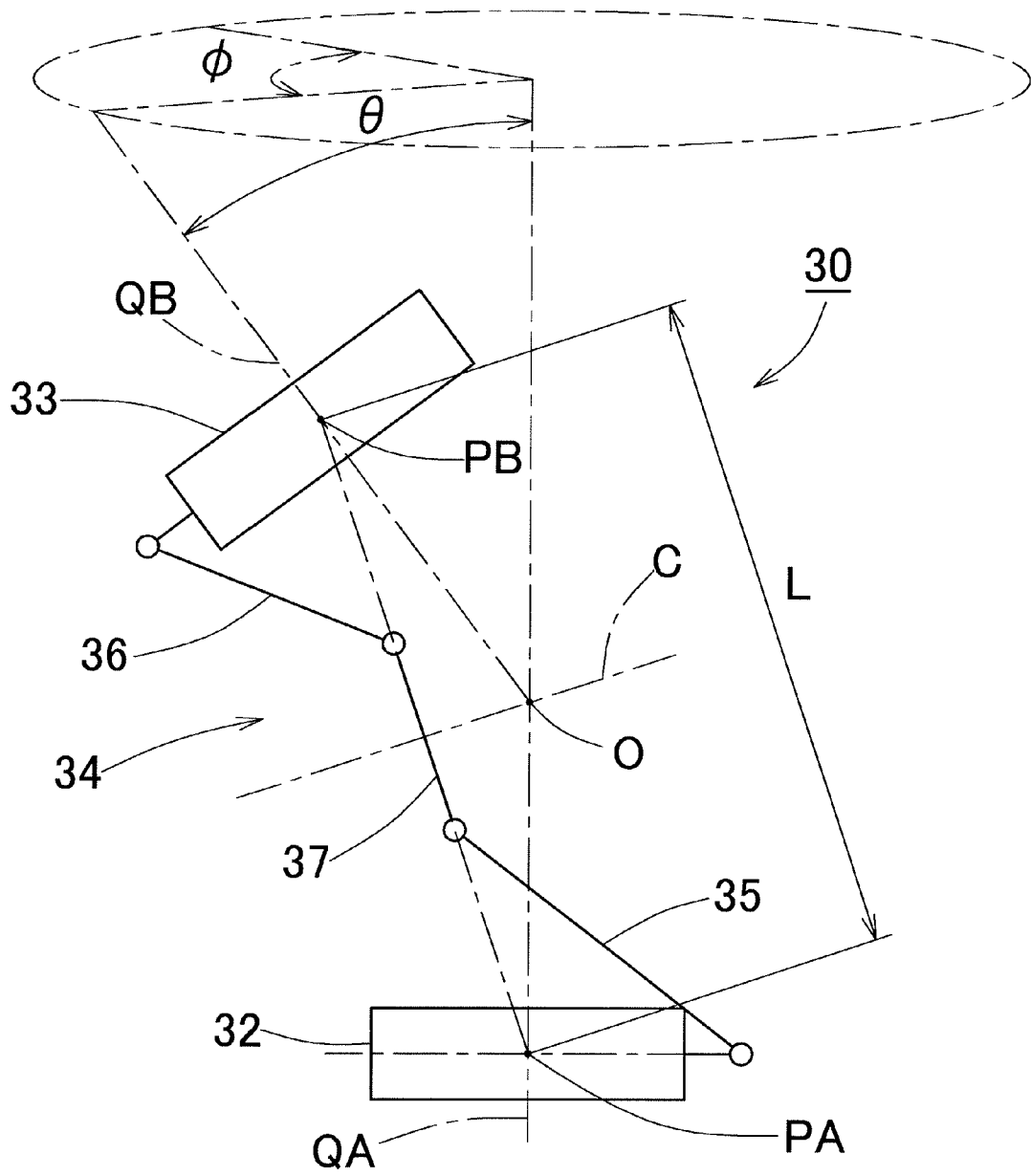
[図7]



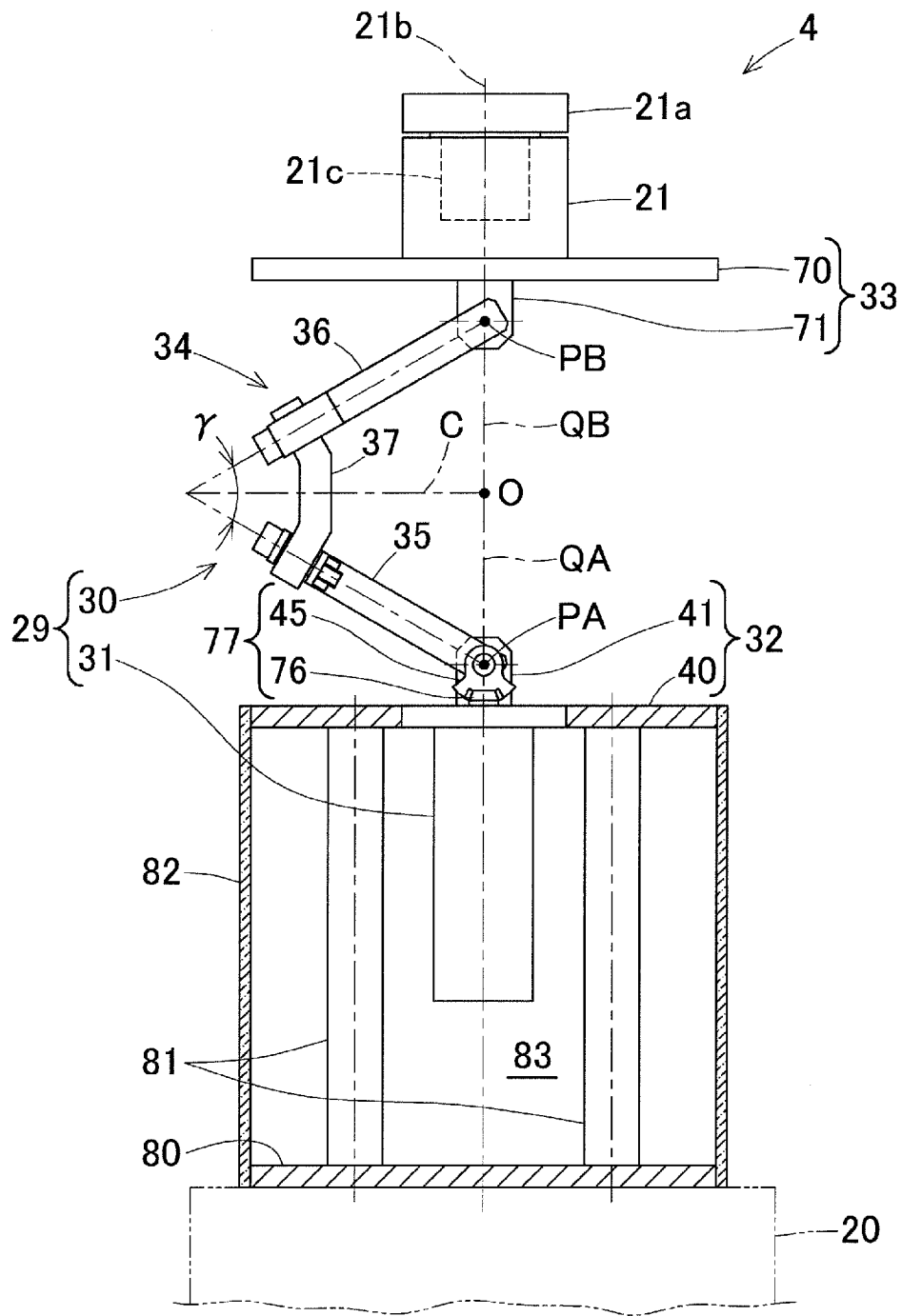
[図8]



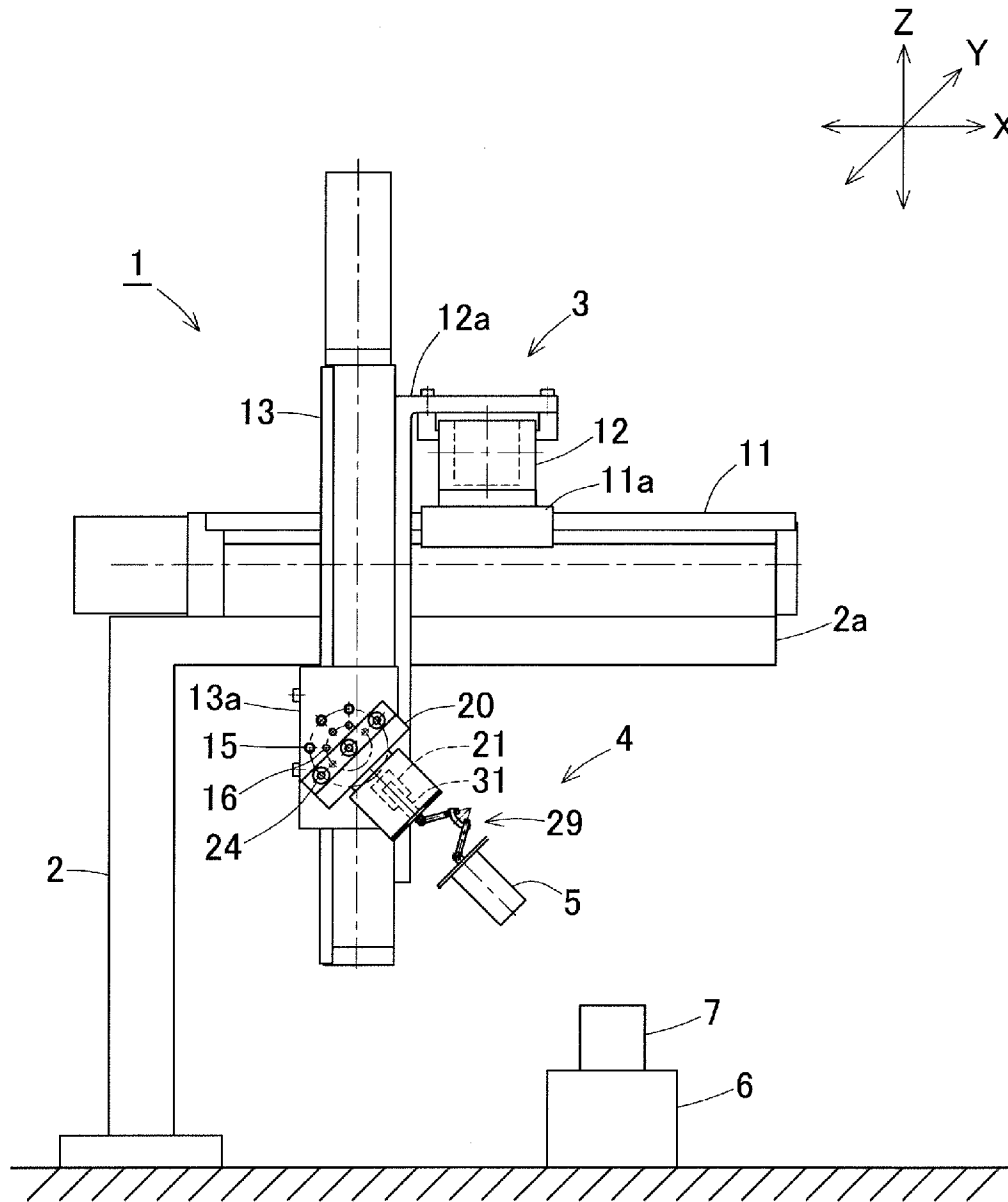
[図9]



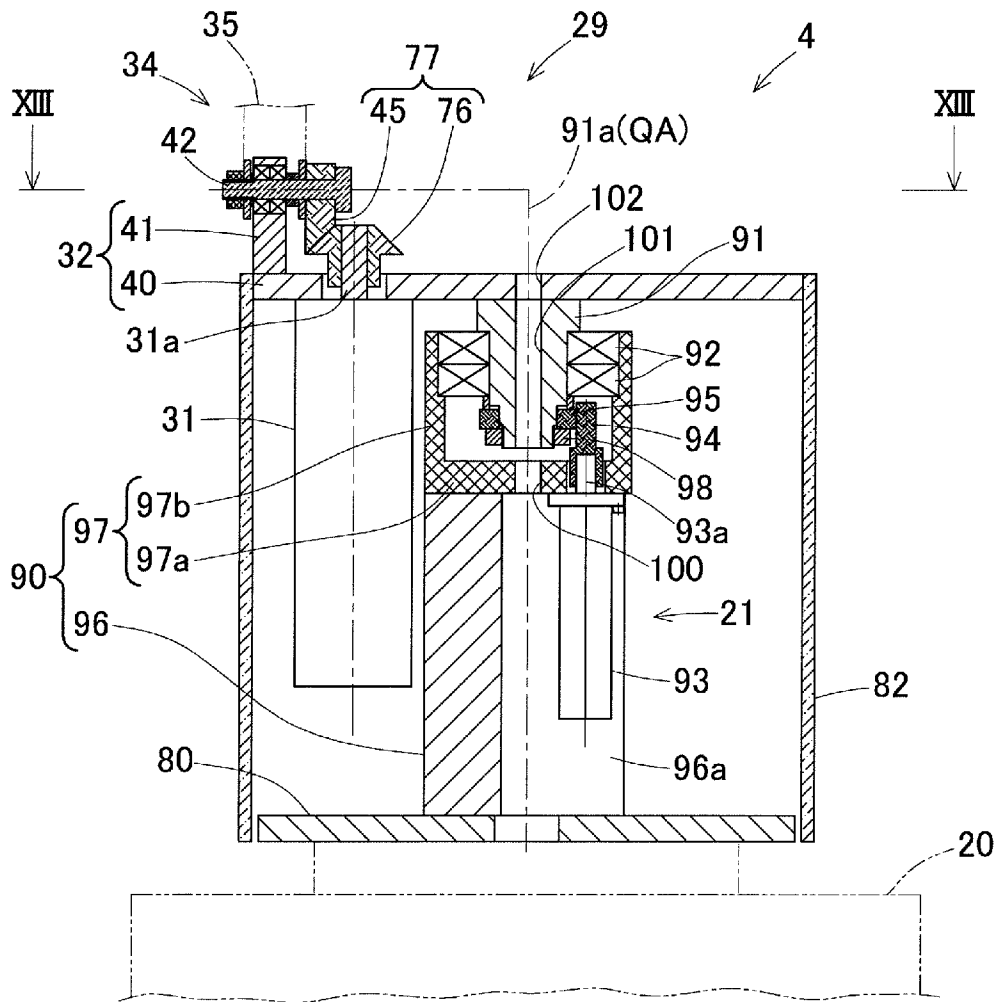
[図10]



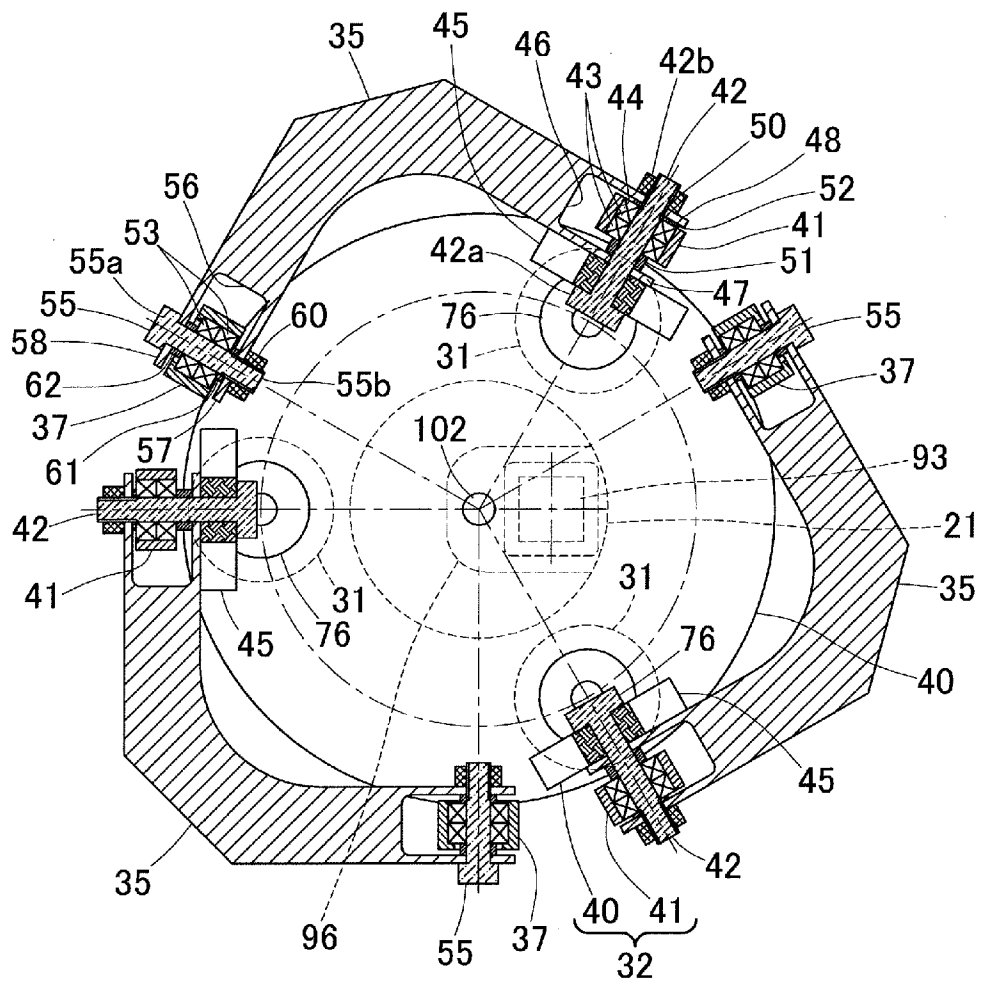
[図11]



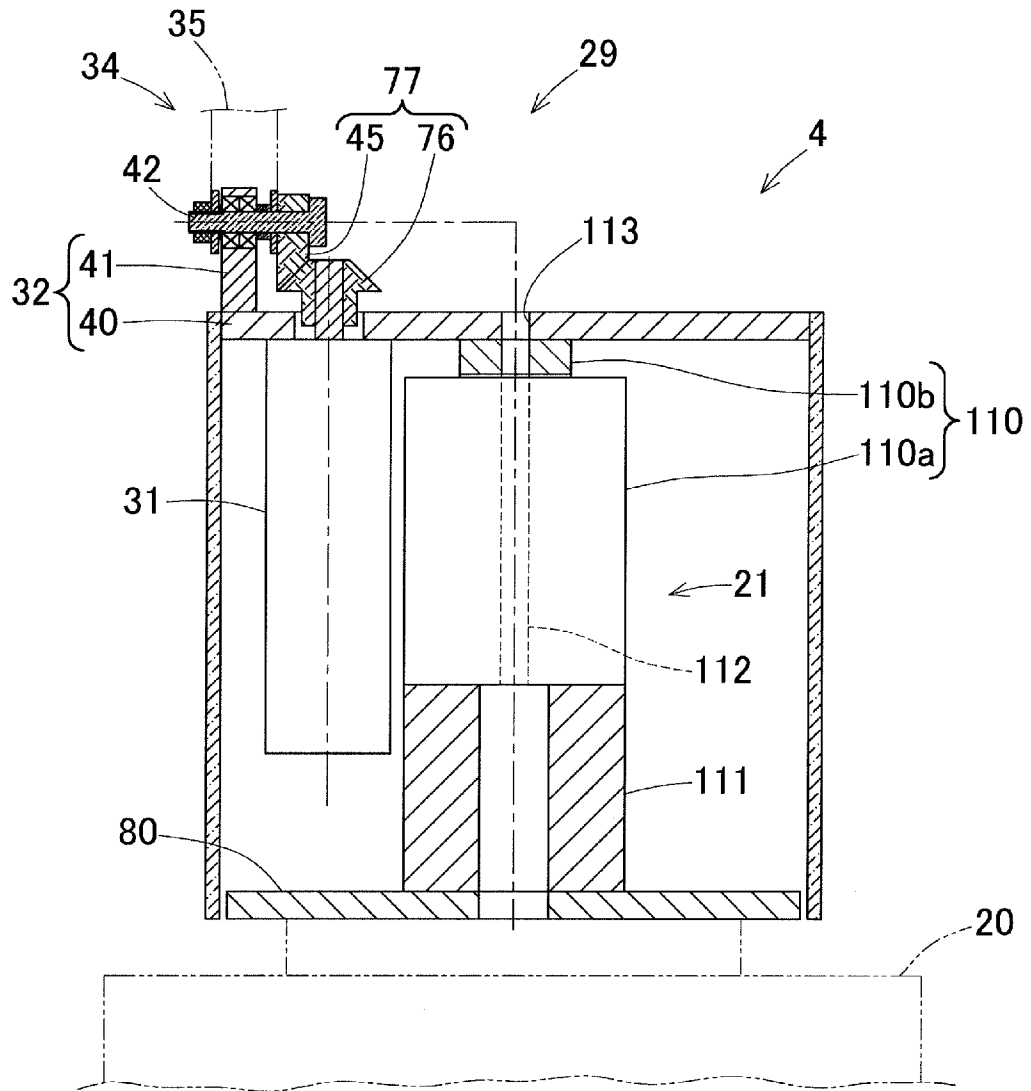
[図12]



[図13]

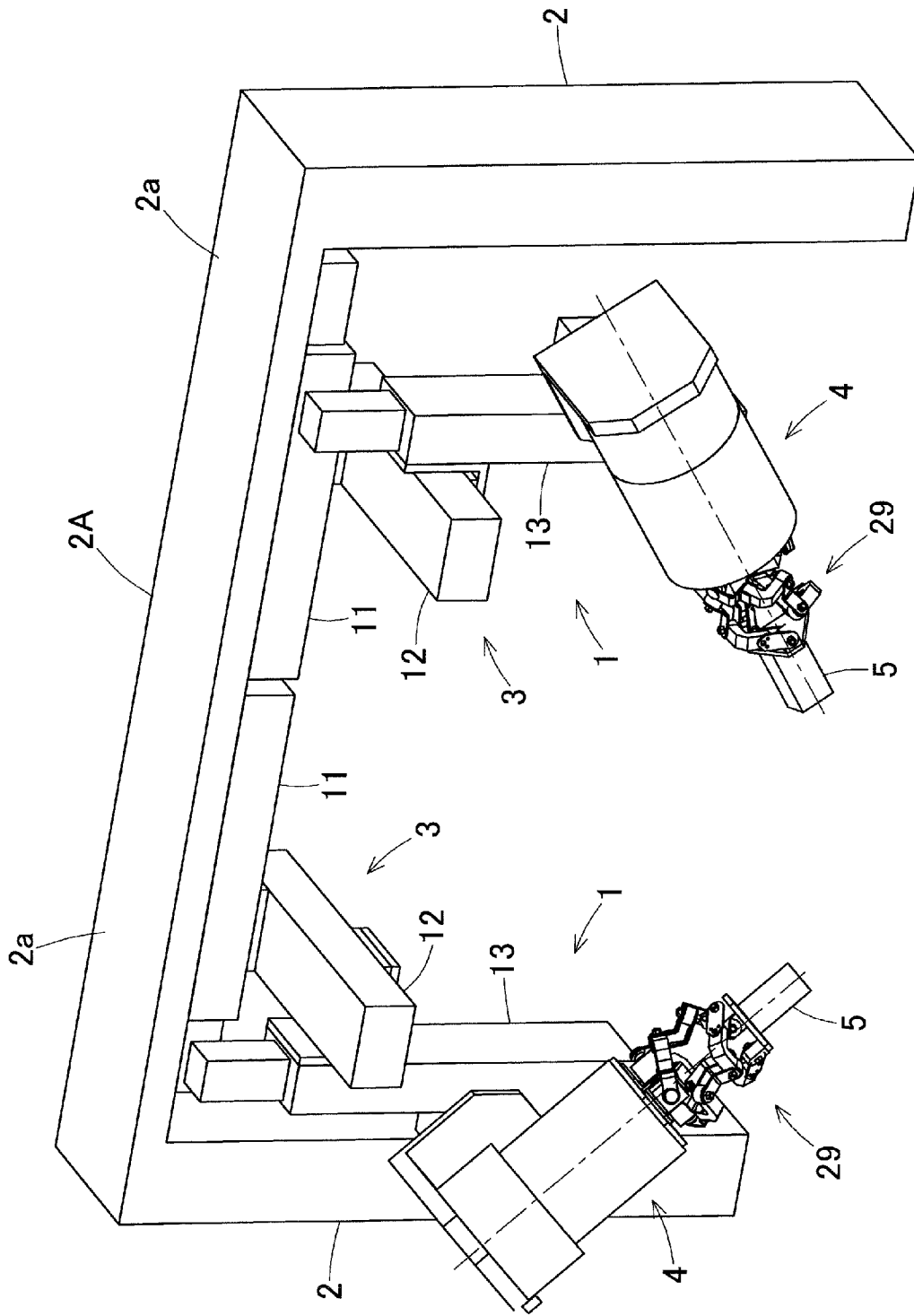


[図14]

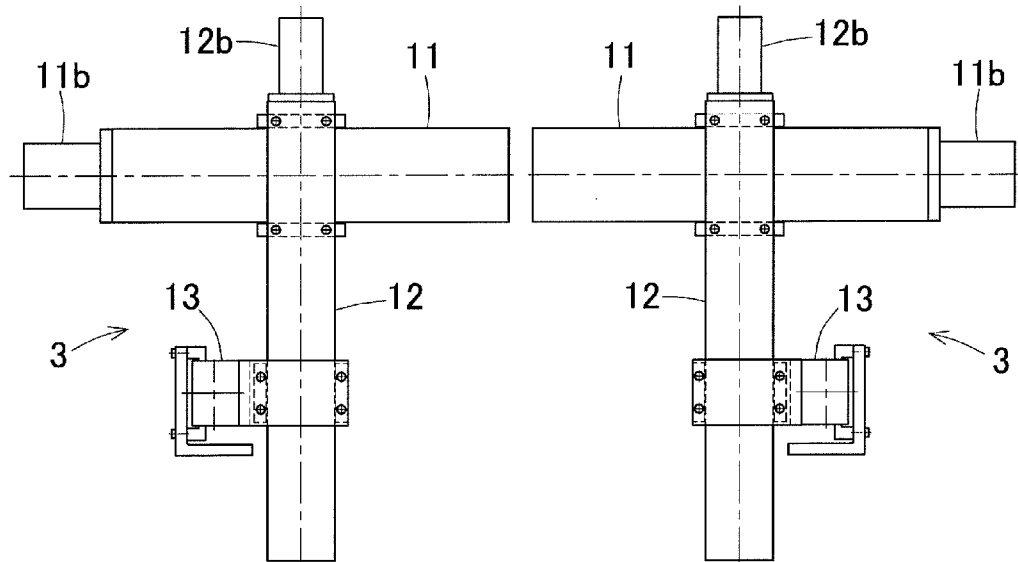




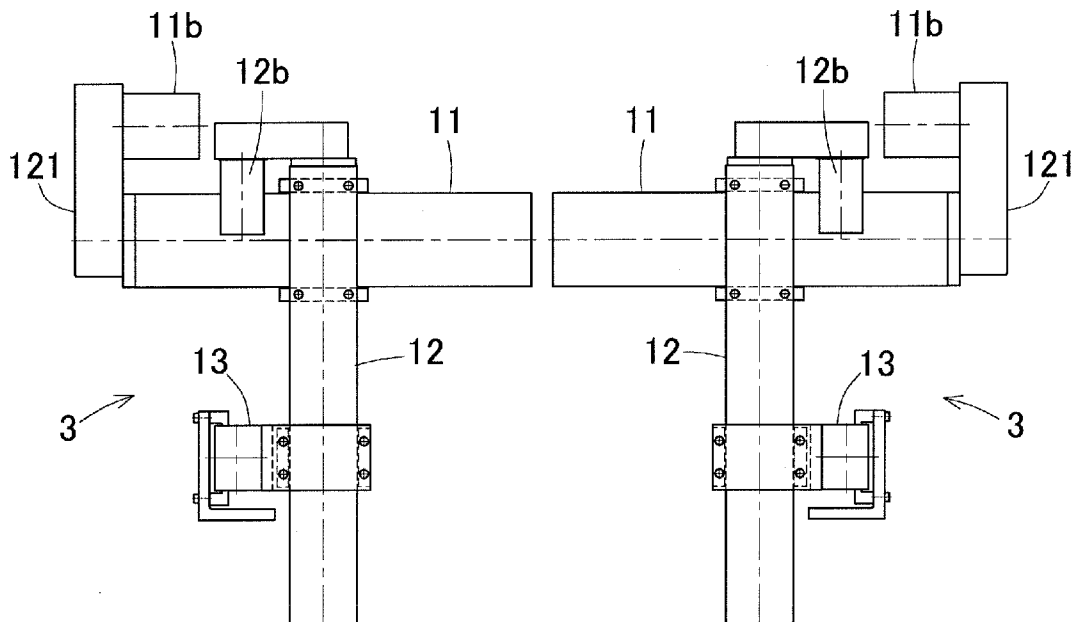
[図16]



[図17]



[図18]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/014683

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
B25J9/02(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)  
B25J1/00-21/02, 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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X Y	JP 7-178684 A (Toshiba Corp.), 18 July 1995 (18.07.1995), paragraphs [0012] to [0031]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-2 3-10
Y	JP 2014-119069 A (NTN Corp.), 30 June 2014 (30.06.2014), paragraphs [0001], [0022] to [0054], [0074]; fig. 1 to 8, 14 (Family: none)	3-7
Y	JP 2009-202331 A (NSK Ltd.), 10 September 2009 (10.09.2009), paragraphs [0196] to [0202]; fig. 30 to 31 (Family: none)	8

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 27 June 2017 (27.06.17)	Date of mailing of the international search report 11 July 2017 (11.07.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/014683

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-10935 A (Ryoei Engineering Kabushiki Kaisha), 16 January 1996 (16.01.1996), paragraphs [0006] to [0008]; fig. 1 to 4 (Family: none)	9-10
Y	JP 2002-336994 A (Hitachi Zosen Corp.), 26 November 2002 (26.11.2002), paragraphs [0019] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	9-10
A	JP 2015-85427 A (Denso Wave Inc.), 07 May 2015 (07.05.2015), entire text; all drawings & US 2015/0120059 A1 Whole Document & DE 102014113268 A1	1-10
A	WO 2010/002043 A1 (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY FOUNDATION), 07 January 2010 (07.01.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B25J9/02(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（IPC）） Int.Cl. B25J1/00-21/02, 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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2017年 日本国実用新案登録公報 1996-2017年 日本国登録実用新案公報 1994-2017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
X Y	JP 7-178684 A（株式会社東芝） 1995.07.18, 段落 [0012] - [0031], 図1-3 (ファミリーなし)	1-2 3-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 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 27.06.2017	国際調査報告の発送日 11.07.2017	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 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） 貞光 大樹 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3U 7870

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
Y	JP 2014-119069 A (NTN株式会社) 2014.06.30, 段落 [0001], [0022] - [0054], [0074], 図1-8, 14 (ファミリーなし)	3-7
Y	JP 2009-202331 A (日本精工株式会社) 2009.09.10, 段落 [0196] - [0202], 図30-31 (ファミリーなし)	8
Y	JP 8-10935 A (菱栄エンジニアリング株式会社) 1996.01.16, 段落 [0006] - [0008], 図1-4 (ファミリーなし)	9-10
Y	JP 2002-336994 A (日立造船株式会社) 2002.11.26, 段落 [0019] - [0023], 図1 (ファミリーなし)	9-10
A	JP 2015-85427 A (株式会社デンソーウェーブ) 2015.05.07, 全文, 全図 & US 2015/0120059 A1, Whole Document & DE 102014113268 A1	1-10
A	WO 2010/002043 A1 (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY FOUNDATION) 2010.01.07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10