

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6799950号  
(P6799950)

(45) 発行日 令和2年12月16日(2020.12.16)

(24) 登録日 令和2年11月26日(2020.11.26)

(51) Int.Cl.		F 1
<b>B 2 5 J</b>	<b>19/06</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>F 1 6 H</b>	<b>21/50</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>F 1 6 P</b>	<b>3/12</b>	<b>(2006.01)</b>

請求項の数 9 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2016-118617 (P2016-118617)	(73) 特許権者	000102692
(22) 出願日	平成28年6月15日(2016.6.15)		NTN株式会社
(65) 公開番号	特開2017-221998 (P2017-221998A)		大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
(43) 公開日	平成29年12月21日(2017.12.21)	(74) 代理人	100086793
審査請求日	令和1年5月28日(2019.5.28)		弁理士 野田 雅士
		(74) 代理人	100087941
			弁理士 杉本 修司
		(72) 発明者	磯部 浩
			静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN
			株式会社内
		(72) 発明者	坂田 清悟
			静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN
			株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業装置および双腕型作業装置

(57) 【特許請求の範囲】

【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、作業装置本体と、この作業装置本体に作業者の身体が不要に接触することを防止する安全措置手段とを備え、

前記作業装置本体は、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、前記直動ユニットは基部を架台に固定して設置され、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して設置され、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、

前記安全措置手段は、前記作業装置本体が設置された空間である作業領域と、この作業領域の外側の空間である非作業領域とを分離するものであり、前記非作業領域から前記作業領域に作業者の身体の少なくとも一部が侵入可能な侵入可能部と、この侵入可能部から前記作業領域に作業者の身体の少なくとも一部が侵入したことを検知する侵入検知センサとを有し、

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

10

20

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て、

前記姿勢制御用アクチュエータはそれぞれがトルク検出手段を有し、このトルク検出手段の検出信号から前記回転ユニットに作業者の身体が接触したことを検知する接触検知手段が設けられた

ことを特徴とする作業装置。

【請求項2】

請求項1に記載の作業装置において、前記安全措置手段は、複数の面材を備え、前記複数の面材が前記作業装置本体を囲む安全カバーであり、前記複数の面材のそれぞれは、前記3つの直動アクチュエータの3つの可動方向のうち2つの可動方向と平行である作業装置。

10

【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、前記侵入可能部は、この侵入可能部が存在する平面に平行な2つの前記直動アクチュエータの可動方向の各長さが、それぞれ前記2つの直動アクチュエータの可動範囲よりも小さい作業装置。

【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、前記基端側のリンクハブと前記先端側のリンクハブとの間の内部空間に作業者の身体の少なくとも一部が侵入することを防止する侵入防止カバーが設けられた作業装置。

20

【請求項5】

請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の作業装置において、前記回転ユニットに、作業者の身体と接触したときの衝撃を軽減する緩衝材が設けられた作業装置。

【請求項6】

請求項1ないし請求項5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7】

請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の作業装置において、前記侵入検知センサが前記作業領域に作業者の身体の少なくとも一部が侵入したことを検知すると、前記作業装置本体の動作速度を低下させるか、または動作を停止させるように制御する制御装置が設けられた作業装置。

30

【請求項8】

請求項1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、前記安全措置手段に、前記作業領域と前記非作業領域間でワークを搬出・搬入するためのワーク搬出入部が1つ以上設けられ、かつ前記ワーク搬出入部から前記作業領域に作業者の身体の少なくとも一部が侵入したことを検知するワーク搬出入部用の侵入検知センサが設けられた作業装置。

【請求項9】

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、それぞれがエンドエフェクタを用いて作業を行う6自由度の作業装置本体と、これら2つの作業装置本体に作業者の身体が不要に接触することを防止する安全措置手段とを備え、

40

前記作業装置本体は、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、前記直動ユニットは基部を架台に固定して設置され、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して設置され、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、

前記安全措置手段は、前記2つの作業装置本体が設置された空間である作業領域と、この作業領域の外側の空間である非作業領域とを分離するものであり、前記非作業領域から

50

前記作業領域に作業者の身体の少なくとも一部が侵入可能な侵入可能部と、この侵入可能部から前記作業領域に作業者の身体の少なくとも一部が侵入したことを検知する侵入検知センサとを有し、

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て、

前記姿勢制御用アクチュエータはそれぞれがトルク検出手段を有し、このトルク検出手段の検出信号から前記回転ユニットに作業者の身体が接触したことを検知する接触検知手段が設けられた

ことを特徴とする双腕型作業装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

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、組立てのような木目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業装置および双腕型作業装置に関する。

【背景技術】

【0002】

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】

【0003】

【特許文献1】特開2005-329521号公報

【特許文献2】特許第4528312号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

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ため、以下の課題がある。

- ・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、木目細かい作業を高速に行うことができない。

- ・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うため、作業装置の一部が周囲の人や物と接触し易い。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、専有面積が広がる。

- ・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。

- ・可動範囲が広い場合、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、装置全体が高価になる。

- ・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、動作範囲であっても能力以下に抑えて作業を行ったりする必要があり、能力を十分に発揮できない。

10

20

30

40

50

・安全機能が充実していても、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のが難しい。

【0005】

特許文献2の作業装置も、すべて回転1自由度の機構の組合せで構成されているため、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、以下の課題がある。

- ・各アームの可動範囲が広いと、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。
- ・可動範囲が広いアームを2つ有するため、囲いを設ける場合にはさらに専有面積が広くなる。

10

【0006】

この発明の目的は、細かい作業を行うときの作業装置本体の動作量が小さくて済み、かつ作業装置本体に作業者の身体が接触すること防止することで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可能な作業装置を提供することである。

この発明の他の目的は、細かい作業を行うときの作業装置本体の動作量が小さくて済み、かつ作業装置本体に作業者の身体が接触すること防止することで人と共存することができ、人が両手を使って行うような作業が可能な双腕型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】

【0007】

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、作業装置本体と、この作業装置本体に作業者の身体が不要に接触することを防止する安全措置手段とを備え、

20

前記作業装置本体は、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、前記直動ユニットは基部を架台に固定して設置され、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して設置され、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、

前記安全措置手段は、前記作業装置本体が設置された空間である作業領域と、この作業領域の外側の空間である非作業領域とを分離するものであり、前記非作業領域から前記作業領域に作業者の身体の一部が侵入可能な侵入可能部と、この侵入可能部から前記作業領域に作業者の身体の一部が侵入したことを検知する侵入検知センサとを有する。

30

【0008】

この構成の作業装置本体によると、エンドエフェクタで作業を行う際に、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を決め、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を決める。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、および極座標系で表現されるエンドエフェクタの姿勢にそれぞれ対応するため、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、姿勢教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。

40

【0009】

他に、以下の作用・効果が得られる。

- ・組立て作業のような木目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、作業装置本体全体の稼働量を小さくでき、安全である。また、囲い等の安全措置手段を設置する必要のある面積を狭くできる。

- ・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ため、作業内容や

50

周囲の環境に応じて、メカストッパ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。

- ・直動ユニットと回転ユニットを別々に設けているため、作業装置本体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本体間での部品の共通化を図れる。

- ・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。

#### 【 0 0 1 0 】

また、安全措置手段は以下のように作用をする。

- ・安全措置手段に侵入可能部が設けられ、この侵入可能部以外からは作業者の身体の一部が作業領域に侵入することができないため、人と作業装置本体とが接触できる範囲が限定され、安全性が高い。

- ・侵入検知センサが設けられているため、作業者の身体の一部が作業領域に侵入したことを確実に検知できる。侵入検知センサが侵入を検知した場合、作業装置本体の動作を停止させるか、または減速させる等の適切な措置をとることができる。これにより、侵入検知センサによる侵入の検知がなく、作業者の身体の一部が作業装置本体に近づいていない状態では、作業装置本体を高速で動作でき、生産性が向上する。

#### 【 0 0 1 3 】

前記回転ユニットは前記複数の回転機構のうち少なくとも1つが2自由度のリンク作動装置である。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。

#### 【 0 0 1 4 】

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 $\pm 90^\circ$ 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 $0^\circ \sim 360^\circ$ の範囲に設定できる。また、折れ角 $90^\circ$ 、旋回角 $360^\circ$ 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。

#### 【 0 0 1 5 】

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回転ユニットに使用することで、高速で木目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ため、作業装置全体がコンパクトな構成になる。

#### 【 0 0 1 6 】

前記姿勢制御用アクチュエータはそれぞれがトルク検出手段を有し、このトルク検出手段の検出信号から前記回転ユニットに作業者の身体が接触したことを検知する接触検知手段が設けられている。

リンク作動装置は、その可動範囲内において、特異点無く全方向にスムーズに動ける構成であるため、先端側のリンクハブに対して異物が様々な方向から接触しても、姿勢制御用アクチュエータに確実にトルクが伝達される。このため、トルク検出手段は様々な方向のトルクを検出可能であり、作業者の身体が接触したことを接触検知手段が正確に検知することができる。このように姿勢制御用アクチュエータに設けられているトルク検出手段を接触の検知に利用することで、別の接触検知用のセンサを設ける必要がなくなり、作業装置本体のコンパクト化やコスト低減に繋がる。

10

20

30

40

50

## 【0017】

この発明の作業装置において、前記安全措置手段は、複数の面材を備え、前記複数の面材が前記作業装置本体を囲む安全カバーであり、前記複数の面材のそれぞれは、前記3つの直動アクチュエータの3つの可動方向のうち2つの可動方向と平行であると良い。

安全措置手段を上記形状の安全カバーとすると、安全カバーの内部空間の体積と作業装置本体の可動部が移動する領域の体積とをほぼ等しくできる。このため、安全措置手段を含めても、作業装置のコンパクトな構成を実現できる。

侵入可能部から侵入する以外に作業者の身体と作業装置本体とが接触することがないため、作業者が作業装置の近くにいても安心して作業できる。

この発明の作業装置において、前記侵入可能部は、この侵入可能部が存在する平面に平行な2つの前記直動アクチュエータの可動方向の各長さが、それぞれ前記2つの直動アクチュエータの可動範囲よりも小さいのが望ましい。

この構成であると、安全カバーと作業装置本体との間に作業者の身体の一部を入れることができないため、安全である。

前記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と前記先端側のリンクハブとの間の内部空間に作業者の身体の一部が侵入することを防止する侵入防止カバーが設けられていると良い。

侵入防止カバーを設けることで、誤って作業者の身体の一部が前記内部空間に入り込むのを防ぐことができ、安全である。

## 【0018】

この発明の作業装置において、前記回転ユニットに、作業者の身体と接触したときの衝撃を軽減する緩衝材が設けられていると良い。

安全措置手段の侵入可能部からのみ作業領域に侵入可能であるため、作業者の身体と接触する可能性のある作業装置本体の部分は、ほぼ回転ユニットだけに限定される。このため、回転ユニットのみに緩衝材が設けられていれば、作業者の安全を確保することができる。これにより、安全用設備の設置が最小限で済み、装置全体が安価になる。

## 【0019】

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良い。

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だけでなく、作業空間内に手を入れた場合等の安全性が高まる。

## 【0020】

この発明において、前記侵入検知センサが前記作業領域に作業者の身体の一部が侵入したことを検知すると、前記作業装置本体の動作速度を低下させるか、または動作を停止させるように制御する制御装置が設けられていると良い。

侵入検知センサの検知結果に従って制御装置によって作業装置本体の動作を制御することで、作業領域へのワークの搬出・搬入作業や、作業装置本体の補助作業を作業者が安心して行える。

## 【0021】

この発明において、前記安全措置手段に、前記作業領域と前記非作業領域間でワークを搬出・搬入するためのワーク搬出入部が1つ以上設けられ、かつ前記ワーク搬出入部から前記作業領域に作業者の身体の一部が侵入したことを検知するワーク搬出入部の侵入検知センサが設けられていると良い。

安全措置手段にワーク搬出入部が設けられていると、作業領域にワークを搬出・搬入する装置、例えばコンベア装置のライン上に作業装置本体を設置することができる。作業装置本体の補助作業は侵入可能部から手を入れて行うので、通常ではワーク搬出入部から作業領域に作業者の身体の一部が侵入することはない。よって、ワーク搬出入部の侵入検知センサを設けることで、ワーク搬出入部から作業領域に作業者の身体の一部が侵入したという異常事態を検知して、迅速な対応をとることが可能である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

この発明の双腕型作業装置は、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、それぞれがエンドエフェクタを用いて作業を行う6自由度の作業装置本体と、これら2つの作業装置本体に作業者の身体が不要に接触することを防止する安全措置手段とを備え、

前記作業装置本体は、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、前記直動ユニットは基部を架台に固定して設置され、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して設置され、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、

前記安全措置手段は、前記2つの作業装置本体が設置された空間である作業領域と、この作業領域の外側の空間である非作業領域とを分離するものであり、前記非作業領域から前記作業領域に作業者の身体の少なくとも一部が侵入可能な侵入可能部と、この侵入可能部から前記作業領域に作業者の身体の少なくとも一部が侵入したことを検知する侵入検知センサとを有する。

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る。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。

前記姿勢制御用アクチュエータはそれぞれがトルク検出手段を有し、このトルク検出手段の検出信号から前記回転ユニットに作業者の身体が接触したことを検知する接触検知手段が設けられている。

## 【 0 0 2 3 】

この構成の双腕型作業装置の2つの作業装置本体も、それぞれ前記作業装置の作業装置本体と同様に作用する。双腕型作業装置は、作業装置本体を2つ並べたことで、人が両手を使って行うような作業が可能である。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。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 4 】

この発明の作業装置は、細かい作業を行うときの作業装置本体の動作量が小さくて済み、かつ作業装置本体に作業者の身体が接触すること防止することで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可能である。

## 【 0 0 2 5 】

この発明の双腕型作業装置は、細かい作業を行うときの作業装置本体の動作量が小さくて済み、かつ作業装置本体に作業者の身体が接触すること防止することで人と共存することができ、人が両手を使って行うような作業が可能である。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 提案例にかかる作業装置の一部を断面で表した正面図である。

【 図 2 】 同作業装置の作業装置本体の直動ユニットの ( A ) 正面図、および ( B ) 平面図である。

【 図 3 】 同作業装置本体の回転ユニットの ( A ) 正面図、および ( B ) 平面図である。

【 図 4 】 同作業装置の安全カバーからなる安全措置手段の外観斜視図に制御系のブロック図を付加した図である。

【 図 5 】 同制御系の制御装置による制御の一例のフローチャートである。

【 図 6 】 同制御系の制御装置による制御の他の例のフローチャートである。

【図 7】他の安全カバーからなる安全措置手段の外観斜視図に制御系のブロック図を付加した図である。

【図 8】同制御系の制御装置による制御の一例のフローチャートである。

【図 9】他の安全措置手段の外観斜視図に制御系のブロック図を付加した図である。

【図 10】この発明の一実施形態にかかる作業装置の一部を断面で表した正面図である。

【図 11】同作業装置の作業装置本体の回転ユニットの一部を断面で表した正面図である。

【図 12】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 13】同平行リンク機構の異なる状態の斜視図である。

【図 14】図 11 のXIV - XIV 断面図である。

10

【図 15】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 16】同作業装置のコントローラの構成を示すブロック図である。

【図 17】この発明の他の実施形態にかかる作業装置の作業装置本体の回転ユニットの一部を断面で表した正面図である。

【図 18】この発明のさらに他の実施形態にかかる作業装置の一部を断面で表した正面図である。

【図 19】同作業装置の作業装置本体の回転ユニットの要部を示す正面図である。

【図 20】図 19 のXX - XX断面図である。

【図 21】この発明のさらに他の実施形態にかかる作業装置の作業装置本体の回転ユニットの要部を示す正面図である。

20

【図 22】この発明の一実施形態にかかる双腕型作業装置の一部を断面で表した正面図である。

【図 23】同双腕型作業装置の作業装置本体の斜視図である。

【図 24】( A ) 同作業装置本体の直動ユニットの平面図、( B ) は直動ユニットの別の形態の平面図である。

【図 25】同双腕型作業装置の安全カバーからなる安全措置手段の外観斜視図である。

【図 26】他の安全カバーからなる安全措置手段の外観斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、図面と共にこの発明の実施形態およびこの発明と関連する提案例を説明する。

30

〔提案例 1〕

図 1 ~ 図 5 は、提案例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、作業装置本体 1 A と、この作業装置本体 1 A を囲む安全カバー 1 3 0 とを備える。安全カバー 1 3 0 は、作業装置本体 1 A に作業者 P の身体が不要に接触することを防止する安全措置手段である。

【0028】

作業装置本体 1 A 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、非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、作業空間 S の範囲内で可能である。

40

【0029】

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。この提案例では、1 自由の回転機構を 3 つ組み合わせて回転ユニット 4 が構成されている。よって、この作業装置本体 1 A は、全体で 6 自由度の構成である。

【0030】

図 2 ( A ) , ( B ) 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

50



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、ステージ11aが左右方向(X軸方向)に進退する(有効ストローク $s_x$ )。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、ステージ12aが前後方向(Y軸方向)に進退する(有効ストローク $s_y$ )。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、ステージ13aが上下方向(Z軸方向)に進退する(有効ストローク $s_z$ )。各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。これらの各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、前記作業空間S(図1)に対して外側を向くように配置されている。

10

なお、架台2に固定される前記直動ユニット3の基部は第1の直動アクチュエータ11のうち進退しない部分のことであり、回転ユニット4の基部が固定される前記直動ユニット3の出力部は第3の直動アクチュエータ13のステージ13aのことである。

#### 【0031】

図3(A), (B)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1参照)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、第2、第3の各回転機構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。

20

なお、直動ユニット3の出力部に固定される前記回転ユニット4の基部は回転ユニット取付部材20のことであり、エンドエフェクタ5が取り付けられる前記回転ユニット4の出力部は第3の回転機構23の回転部分23aのことである。

#### 【0032】

図2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を固定するためのねじ孔14, 15および位置決め孔16が設けられている。ねじ孔14は、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。ねじ孔15は、前記中心部のねじ孔14を中心とする円周上に複数設けられている。位置決め孔16は、ねじ孔15が設けられている円周よりも半径が小さい同心円周上に、ねじ孔15と同数だけ設けられている。

30

回転ユニット取付部材20には、前記ねじ孔14, 15に対応する一直線に並ぶ3つのボルト挿通孔(図示せず)と、前記位置決め孔16に対応する2つの位置決め用突起(図示せず)とが設けられている。

#### 【0033】

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に回転ユニット取付部材20を固定するにあたっては、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における中央部のねじ孔14を挟んで対峙する2つ位置決め孔16に係合させることで、ステージ13aに対する回転ユニット取付部材20の正面視の角度を決める。その状態で、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それぞれ取付ボルト24を挿通し、各取付ボルト24をステージ13aの中央部のねじ孔14およびその両側の2つのねじ孔15に螺合させることで、ステージ13aに回転ユニット取付部材20を固定する。回転ユニット取付部材20の2つの位置決め用突起に係合させるステージ13aの2つ位置決め孔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。

40

#### 【0034】

この作業装置本体1A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

50

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の各直動アクチュエータ11, 12, 13および回転ユニット4の各回転機構21, 22, 23が、直交座標系で表現されるエンドエフェクタ5の位置、および極座標系で表現されるエンドエフェクタ5の姿勢にそれぞれ対応するため、エンドエフェクタ5の位置、姿勢に対する各直動アクチュエータ11, 12, 13および各回転機構21, 22, 23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。また、エンドエフェクタ5の位置、姿勢に対して、各直動アクチュエータ11, 12, 13の動作位置および各回転機構21, 22, 23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、作業装置本体1Aの操作を行うことができる。

10

**【0035】**

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木目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、作業装置本体1Aの全体の可動範囲を小さくでき、安全である。また、安全カバー130の設置面積を狭くできる。

**【0036】**

直動アクチュエータ11, 12, 13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直動アクチュエータ11, 12, 13が使用されているため、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。

20

**【0037】**

直動ユニット3の各直動アクチュエータ11, 12, 13は、その進退部分からなるステージ11a, 12a, 13a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ため、作業空間Sを広くすることができる。また、作業空間S内に手を入れた場合等の安全性が高まる。

**【0038】**

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、作業装置本体1A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、後で説明する図11に示す形態、図17に示す形態、図19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本体1A間での部品の共通化を図れる。

30

**【0039】**

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。

**【0040】**

以上に説明したように、この作業装置本体1Aは、細かい作業を行うときの作業装置本体1Aの全体の動作量が小さいため、動作の安全性が高く、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、生産性が向上する。

40

**【0041】**

図4に示すように、安全カバー130は、隣合う2つの面材が互いに直交するように配置された4つの立面材(面材)131, 132, 133, 134と1つの天面材(面材)135とからなる。つまり、下方を向く面が開放した直方体の形状である。安全カバー130で作業装置本体1Aを囲むことで、作業装置本体1Aが設置された空間である作業領域R1(図1)が、この作業領域R1の外側の空間である非作業領域R2(図1)から分離される。

**【0042】**

50

安全カバー 130 は、4つの立面材 131 ~ 134 および 1つの天面材 135 が、それぞれ前記 3つの直動アクチュエータ 11, 12, 13 (図 1) の 3つの可動方向のうち 2つの可動方向と平行となるように設置されている。具体的には、立面材 131, 133 は第 1の直動アクチュエータ 11 および第 3の直動アクチュエータ 13 の各可動方向 (X 軸方向、Z 軸方向) と平行であり、立面材 132, 134 は第 2の直動アクチュエータ 12 および第 3の直動アクチュエータ 13 の各可動方向 (Y 軸方向、Z 軸方向) と平行であり、天面材 135 は第 1の直動アクチュエータ 11 および第 2の直動アクチュエータ 13 の各可動方向 (X 軸方向、Y 軸方向) と平行である。

【 0043 】

側面を向く立面材 132 の下部には、非作業領域 R2 から作業領域 R1 に作業者の身体の一部 (例えば手) を侵入させることが可能な侵入可能部 136 が設けられている。この侵入可能部 136 は長方形の開口であり、その高さ寸法 H は第 3の直動アクチュエータ 13 の可動範囲 (有効ストローク  $s_z$ ; 図 2) よりも小さく、かつその幅寸法 W は第 2の直動アクチュエータ 12 の可動範囲 (有効ストローク  $s_y$ ; 図 2) よりも小さくしてある。

【 0044 】

安全カバー 130 には、前記侵入可能部 136 から作業領域 R1 に作業者の身体の一部が侵入したことを検知する侵入検知センサ 137 が設けられている。侵入検知センサ 137 は、例えば侵入可能部 136 の上下に発光部 137a と受光部 137b とを並べ (対向するように) て配置した光学式センサからなる。侵入検知センサ 137 は制御装置 138 に接続されている。制御装置 138 は、コンピュータによる数値制御式のものであり、侵入検知センサ 137 が侵入を検知すると、直動ユニット 3 および回転ユニット 4 の各モータ 11b, 12b, 13b, 21c, 22c, 23c の駆動を制限するように制御する。

【 0045 】

図 5 は、制御装置 138 による制御の一例を示すフローチャートである。初期状態では、動作指令が OFF、動作完了が ON となっている。動作指令および動作完了の信号は、作業者のスイッチ操作等により出力される。初期状態から動作指令が ON になる (動作完了は OFF になる) と、作業装置本体 1A が動作を開始する (ステップ 1)。

【 0046 】

作業装置本体 1A の動作中、動作完了が ON であるか否かを判定する (ステップ 2)。ON である場合は作業装置本体 1A の動作を停止して作業を終了し、ON でない場合は作業装置本体 1A の動作を継続する。

【 0047 】

また、作業装置本体 1A の動作中、侵入検知センサ 137 が ON であるか否かを判定する (ステップ 3)。ON である場合は作業装置本体 1A の動作を停止 (ステップ 4) し、ON でない場合は作業装置本体 1A の通常動作を継続する (ステップ 5)。通常動作とは、指令された動作を指令された速度で行う動作のことである。侵入検知センサ 137 が ON になって作業装置本体 1A の動作を停止させた場合でも、侵入検知センサ 137 が ON でなくなれば、作業装置本体 1A の動作を再開する (ステップ 5)。

【 0048 】

つまり、図 5 の制御によると、侵入可能部 136 から作業者の身体の一部が作業領域 R1 (図 1 参照) に侵入したら、作業装置本体 1A の動作サイクルを停止させる。このように制御することで、作業領域 R1 へワーク 7 の搬出・搬入作業や、作業装置本体 1 の補助作業を行う場合、作業装置本体 1A が停止状態に維持される。このため、上記作業を安心して行える。また、作業装置本体 1A の動作中、誤って作業者が侵入可能部 136 から作業領域 R1 に手を入れてしまった場合にも、侵入検知センサ 137 が ON となり (ステップ 3)、作業装置本体 1A が自動的に停止する (ステップ 4)。このため、安全である。その後、作業領域 R1 から手を引き出せば、侵入検知センサ 137 が OFF になり (ステップ 3)、作業装置本体 1A が動作を再開する (ステップ 5)。

【 0049 】

10

20

30

40

50

図6は、制御装置138による制御の他の例を示すフローチャートである。この制御は、図5の制御と比べて、侵入検知センサ137がONである場合に(ステップ3)、作業装置本体1Aの動作を停止させるのではなく、作業装置本体1Aの動作を減速させる点が異なる(ステップ4)。作業装置本体1Aの動作を減速した後、侵入検知センサ137がONでなくなれば、作業装置本体1Aを通常動作に戻す(ステップ5)。ただし、減速動作中において、動作完了信号がONになれば(ステップ2でYES)作動装置本体1Aの動作を停止し、作業を終了する。他は、図5の制御と同じである。

【0050】

つまり、図6の制御によると、侵入可能部136から作業者Pの身体の一部が作業領域R1(図1参照)に侵入したら、作業装置本体1Aの動作を減速させる。このように制御することによっても、図5の制御と同様に、作業領域R1へのワーク7の搬出・搬入作業や、作業装置本体1の補助作業を安心して行える。

【0051】

図4において、安全カバー130は、4つの立面材131, 132, 133, 134および1つの天面材135が、それぞれ3つの直動アクチュエータ11, 12, 13の3つの可動方向のうち2つの可動方向と平行であるため、安全カバー130の内部空間体積と作業装置本体1Aの可動部が移動する領域の体積とをほぼ等しくできる。このため、安全カバー130を含めても、作業装置1のコンパクトな構成を実現できる。また、侵入可能部136以外で人と作業装置本体1とが接触することがないため、作業者が作業装置の近くにいても安心して作業できる。

【0052】

なお、本提案例では、3つの直動アクチュエータ11, 12, 13の可動方向が互いに直交し、安全カバー130が、隣合う2つの面材が互いに直交するように配置された4つの立面材131, 132, 133, 134と1つの天面材135とからなる構成について示した。しかしながら、3つの直動アクチュエータ11, 12, 13および安全カバー130の構成はこれに限られるものではない。

すなわち、3つの直動アクチュエータ11, 12, 13の可動方向は、互いに直交していなくてもよい。そのような場合には、4つの立面材131, 132, 133, 134および1つの天面材135は、それぞれが3つの直動アクチュエータ11, 12, 13の3つの可動方向のうち2つの可動方向と平行であり、作業装置本体部1Aを囲うように配置されていれば良い。このような構成であっても安全カバー130の内部空間体積と作業装置本体1Aの可動部が移動する領域の体積とをほぼ等しくでき、作業装置1のコンパクトな構成を実現できる。

【0053】

さらに、侵入可能部136の高さ寸法Hが第3の直動アクチュエータ13の可動範囲(有効ストローク $s_z$ )よりも小さく、かつ幅寸法Wが第2の直動アクチュエータ12の可動範囲(有効ストローク $s_y$ )よりも小さくしてあるため、安全カバー130と作業装置本体1との間に作業者の身体の一部を入れることができず、安全である。

【0054】

図7は、安全カバーからなる安全措置手段の変形例を示す。この安全カバー130は、侵入可能部136とは別に、2つのワーク搬出入部141, 142が設けられている。2つのワーク搬出入部141, 142は、侵入可能部136が設けられている立面材132と直交し互いに対向する立面材131, 133の下部に、左右方向(X軸方向)および上下方向(Z軸方向)の位置を揃えて配置されている。

【0055】

ワーク搬出入部141, 142が設けられていると、安全カバー130内の作業領域R1(図1参照)にワークを搬出・搬入させる装置、例えばコンベア装置を、ワーク搬出入部141, 142を貫通するように設置し、そのコンベア装置のライン上に作業装置本体1A(図1参照)を設置することができる。

【0056】

10

20

30

40

50

前記ワーク搬出入部 141, 142 には、このワーク搬出入部 141, 142 から作業領域 R1 に作業者の身体の少なくとも一部が侵入したことを検知するワーク搬出入部用の侵入検知センサ 143, 144 を設けるのが望ましい。これらワーク搬出入部用の侵入検知センサ 143, 144 は、侵入可能部用の侵入検知センサ 137 と同様に、例えば発光部 143a, 144a と受光部 143b, 144b とを有する光学式センサとすることができる。ワーク搬出入部用の侵入検知センサ 143, 144 も、侵入可能部用の侵入検知センサ 137 と共に、制御装置 138 に接続されている。

#### 【0057】

図 8 は、制御装置 138 による制御の一例を示すフローチャートである。この制御は、図 6 の制御におけるステップ 2 とステップ 3 の間に、ワーク搬出入部用の侵入検知センサ 143, 144 が ON であるか否かを判定する過程（ステップ 3）が追加されている。このステップ 3 において、ワーク搬出入部用の侵入検知センサ 143, 144 の少なくともどちらかが ON である場合、動作完了を ON にして（ステップ 4）、作業装置本体 1A の動作を停止して作業を終了する。ワーク搬出入部用の侵入検知センサ 143, 144 がいずれも OFF である場合は、侵入可能部用の侵入検知センサ 137 が ON であるか否かを判定する（ステップ 5）。図 6 の制御と同様に、侵入検知センサ 137 が ON である場合は作業装置本体 1A の動作を減速し（ステップ 6）し、OFF である場合は作業装置本体 1A の通常動作を継続する（ステップ 5）。

#### 【0058】

つまり、図 8 の制御によると、侵入可能部 136 から作業者の身体の少なくとも一部が作業領域 R1（図 1 参照）に侵入したら、作業装置本体 1A の動作を減速し、かつワーク搬出入部 141, 142 から作業者の身体の少なくとも一部が作業領域 R1 に侵入したら、作業装置本体 1A の動作サイクルを停止する。作業装置本体 1A の補助作業は侵入可能部 136 から手を入れて行うので、通常ではワーク搬出入部 141, 142 から作業領域 R1 に作業者の身体の少なくとも一部が侵入することはない。よって、ワーク搬出入部用の侵入検知センサ 143, 144 を設けることで、ワーク搬出入部 141, 142 から作業領域 R1 に作業者の身体の少なくとも一部が侵入したという異常事態を検知して、作業装置本体 1A の動作サイクルを停止するという迅速な対応をとることが可能である。

#### 【0059】

図 9 は、他の安全措置手段の構成を示す。この安全措置手段 170 は、作業領域 R1 を完全に囲むカバー形状ではなく、作業領域 R1 と非作業領域 R2 の境界部が開放した形態である。すなわち、複数本の棒材を組み合わせて直方体状のフレーム 171 とし、このフレーム 171 の内側の空間を作業領域 R1 としている。フレーム 171 は、平面視で長方形の角部に立てられた 4 本の縦材 171a と、これら 4 本の縦材 171a の互いに隣合う縦材の上端間に架け渡された 4 本の水平材 171b とで構成される。フレーム 171 の作業員から見て正面側となる立面に立面材 132 が取り付けられ、この立面材 132 の下部に、作業領域 R1 に作業者の身体の一部が侵入することが可能な前記同様の侵入可能部 136 が設けられている。

#### 【0060】

侵入可能部 136 には、この侵入可能部 136 から作業領域 R1 に作業者の身体の少なくとも一部が侵入したことを検知する侵入検知センサ 137 が設けられている。また、フレーム 171 の 4 本の水平材 171b には、フレーム 151 の開放部分から作業領域 R1 に作業者の身体の少なくとも一部が侵入したことを検知する侵入検知センサ 172, 172, 172, 173 が設けられている。3 つの侵入検知センサ 172 は、フレーム 171 の開放した 3 面の立面からの侵入をそれぞれ検知する。侵入検知センサ 173 は、フレーム 171 の開放した天面からの侵入を検知する。これら開放部分用の侵入検知センサ 172, 173 としては、例えば赤外線カメラ等が使用される。侵入可能部用の侵入検知センサ 137、および開放部分用の侵入検知センサ 172, 173 は制御装置 138 に接続されており、制御装置 138 によって図 8 に示す制御と同様の制御が行われる。

#### 【0061】

10

20

30

40

50

この安全措置手段 170 の構成によると、作業領域 R1 と非作業領域 R2 とが密閉されていないので、フレーム 171 の開放部分から作業者の身体の一部が作業領域 R1 に侵入することを物理的には規制できない。しかし、侵入検知センサ 137, 172, 173 の検知に従って、制御装置 138 によって直動ユニット 3 および回転ユニット 4 の各モータ 11b, 12b, 13b, 21c, 22c, 23c を制御することで、作業領域 R1 へのワーク 7 の搬出・搬入作業や作業装置本体 1 の補助作業の安全を確保することができる。

【0062】

〔実施形態 1〕

図 10 ~ 図 16 はこの発明の一実施形態を示す。図 10 に示すように、この作業装置 1 の作業装置本体 1A 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 の提案例における第 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。これ以外は図 1 の提案例と同じである。

10

【0063】

図 11 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 とで構成される。図 12 および図 13 は、平行リンク機構 30 だけを取り出して表わした斜視図であり、互いに異なる状態を示している。これら図 11 ~ 図 13 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 に対し先端側のリンクハブ 33 を 3 組のリンク機構 34 を介して姿勢変更可能に連結してなる。なお、図 11 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。

20

【0064】

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 で構成され、4 つの回転対偶からなる 4 節連鎖のリンク機構をなす。基端側および先端側の端部リンク部材 35, 36 は L 字状をなし、一端がそれぞれ基端側のリンクハブ 32 および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。

【0065】

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、リンクハブ 32, 33 と端部リンク部材 35, 36 の各回転対偶、および端部リンク部材 35, 36 と中央リンク部材 37 の各回転対偶の中心軸が、基端側と先端側においてそれぞれの球面リンク中心 PA, PB (図 11) で交差している。また、基端側と先端側において、リンクハブ 32, 33 と端部リンク部材 35, 36 の各回転対偶とそれぞれの球面リンク中心 PA, PB からの距離も同じであり、端部リンク部材 35, 36 と中央リンク部材 37 の各回転対偶とそれぞれの球面リンク中心 PA, PB からの距離も同じである。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 (図 11) を持っていてよいし、平行であってもよい。

30

【0066】

図 14 は図 11 の XIV-XIV 断面図であって、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 O1 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 O2 と、基端側の球面リンク中心 PA との関係が示されている。つまり、中心軸 O1 と中心軸 O2 とが交差する点が球面リンク中心 PA である。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 14 と同様である (図示せず)。図の例では、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 O1 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 O2 とが成す角度  $\theta$  が  $90^\circ$  とされているが、前記角度  $\theta$  は  $90^\circ$  以外であっても良い。

40

【0067】

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 1

50

5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15は、一組のリンク機構34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構成になっている。各中央リンク部材37の中央部は、共通の軌道円D上に位置している。

【0068】

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自由度機構が構成される。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。

10

【0069】

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14)と直角に交わる直線をリンクハブ32, 33の中心軸QA, QBとした場合、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(図15)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(図15)を $0^\circ \sim 360^\circ$ の範囲に設定できる。折れ角は、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り、旋回角は、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。

20

【0070】

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12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し、図13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15)は変化しない。

30

【0071】

各リンク機構34が次の各条件を満たす場合、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。よって、平行リンク機構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。

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。

40

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。

50

## 【 0 0 7 2 】

図 1 1 ~ 図 1 3 に示すように、基端側のリンクハブ 3 2 は、基端部材 4 0 と、この基端部材 4 0 と一体に設けられた 3 個の回転軸連結部材 4 1 とで構成される。図 1 4 に示すように、基端部材 4 0 は中央部に円形の貫通孔 4 0 a を有し、この貫通孔 4 0 a の周囲に 3 個の回転軸連結部材 4 1 が円周方向に等間隔で配置されている。貫通孔 4 0 a の中心は、基端側のリンクハブ 3 2 の中心軸 Q A ( 図 1 1 ) 上に位置する。各回転軸連結部材 4 1 には、軸心が基端側のリンクハブ 3 2 の中心軸 Q A と交差する回転軸 4 2 が回転自在に連結されている。この回転軸 4 2 に、基端側の端部リンク部材 3 5 の一端が連結される。

## 【 0 0 7 3 】

図 1 4 に示すように、回転軸 4 2 は、2 個の軸受 4 3 を介して回転軸連結部材 4 1 に回転自在に支持されている。軸受 4 3 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 4 3 は、回転軸連結部材 4 1 に設けられた内径孔 4 4 に嵌合状態で設置され、圧入、接着、加締め等の方法で固定してある。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。

## 【 0 0 7 4 】

回転軸 4 2 には、この回転軸 4 2 と一体に回転するように、基端側の端部リンク部材 3 5 の一端と後記扇形のかさ歯車 4 5 とが結合されている。詳しくは、基端側の端部リンク部材 3 5 の一端に切欠き部 4 6 が形成されており、この切欠き部 4 6 の両側部分である内外の回転軸支持部 4 7 , 4 8 間に回転軸連結部材 4 1 が配置される。かさ歯車 4 5 は、内側の回転軸支持部 4 7 の内側面に当接して配置される。そして、回転軸 4 2 を内側から、かさ歯車 4 5 に形成された貫通孔、内側の回転軸支持部 4 7 に形成された貫通孔、軸受 4 3 の内輪、外側の回転軸支持部 4 8 に形成された貫通孔の順に挿通し、回転軸 4 2 の頭部 4 2 a と回転軸 4 2 のねじ部 4 2 b に螺着したナット 5 0 とで、かさ歯車 4 5 、内外の回転軸支持部 4 7 , 4 8 、および軸受 4 3 の内輪をそれぞれ挟み込んでこれらを互いに結合する。内外の回転軸支持部 4 7 , 4 8 と軸受 4 3 との間にスペーサ 5 1 , 5 2 が介在させてあり、ナット 5 0 の螺着時に軸受 4 3 に予圧を付与する構成である。

## 【 0 0 7 5 】

基端側の端部リンク部材 3 5 の他端には、回転軸 5 5 が結合される。回転軸 5 5 は、2 個の軸受 5 3 を介して中央リンク部材 3 7 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 3 5 の他端に切欠き部 5 6 が形成されており、この切欠き部 5 6 の両側部分である内外の回転軸支持部 5 7 , 5 8 間に中央リンク部材 3 7 の一端が配置される。そして、回転軸 5 5 を外側から、外側の回転軸支持部 5 8 に形成された貫通孔、軸受 5 3 の内輪、内側の回転軸支持部 5 7 に形成された貫通孔の順に挿通し、回転軸 5 5 の頭部 5 5 a と回転軸 5 5 のねじ部 5 5 b に螺着したナット 6 0 とで、内外の回転軸支持部 5 7 , 5 8 、および軸受 5 3 の内輪をそれぞれ挟み込んでこれらを互いに結合する。内外の回転軸支持部 5 7 , 5 8 と軸受 5 3 との間にスペーサ 6 1 , 6 2 が介在させてあり、ナット 6 0 の螺着時に軸受 5 3 に予圧を付与する構成である。

## 【 0 0 7 6 】

図 1 2、図 1 3 に示すように、先端側のリンクハブ 3 3 は、先端部材 7 0 と、この先端部材 7 0 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 7 1 とで構成される。各回転軸連結部材 7 1 が配置される円周の中心は、先端側のリンクハブ 3 3 の中心軸 Q B 上に位置する。各回転軸連結部材 7 1 は、軸心がリンクハブ中心軸 Q B と交差する回転軸 7 3 が回転自在に連結されている。この先端側のリンクハブ 3 3 の回転軸 7 3 に、先端側の端部リンク部材 3 6 の一端が連結される。先端側の端部リンク部材 3 6 の他端には、中央リンク部材 3 7 の他端に回転自在に連結された回転軸 7 5 が連結される。先端側のリンクハブ 3 3 の回転軸 7 3 および中央リンク部材 3 7 の回転軸 7 5 は、それぞれ前記回転軸 4 2 , 5 5 と同じように 2 個の軸受 ( 図示せず ) を介して回転軸連結部材 7 1 および中央リンク部材 3 7 の他端にそれぞれ回転自在に連結されている。

## 【 0 0 7 7 】

図 1 1 に示すように、パラレルリンク機構 3 0 は、基端部材 4 0 とベース部材 8 0 を複

10

20

30

40

50



数本のシャフト81を介して連結することで、第1の回転機構21に設置される。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。前記ベース部材80は、第1の回転機構21の回転部分21aに固定された部材である。

【0078】

リンク作動装置29の周囲には、このリンク作動装置29を覆う筒状の保護カバー82が設けられている。保護カバー82はゴム等の弾性材からなり、ベース部材80の外周縁と、基端部材40の外周縁と、先端部材70の外周縁とに取り付けられている。基端側のリンクハブ32に対する先端側のリンクハブ33の姿勢変更に応じて、保護カバー82が変形可能である。保護カバー82は、基端側のリンクハブ32と先端側のリンクハブ33との間の内部空間83、および基端側のリンクハブ32とベース部材80との間の遮蔽空間84に作業者の身体の少なくとも一部が侵入することを防止する侵入防止カバーとして機能する。

10

【0079】

また、第1の回転機構21の固定部分の外周面には、ゴム等の衝撃吸収性を有する材料からなる保護カバー85が貼り付け状態で設けられている。この保護カバー85は、作業者の身体が接触したときの衝撃を軽減する緩衝材として機能する。

【0080】

パラレルリンク機構30を作動させる姿勢制御用アクチュエータ31は、前記遮蔽空間84に配置され、前記基端部材40に設置されている。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はモータ等のロータリアクチュエータからなり、その回転出力軸31aに取り付けたかさ歯車76と基端側のリンクハブ32の前記回転軸42に取り付けられた前記扇形のかさ歯車45とが噛み合っている。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が構成される。かさ歯車ではない他の機構(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良い。

20

【0081】

なお、この例では、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、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。

30

【0082】

リンク作動装置31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、パラレルリンク機構30を作動させる。詳しくは、姿勢制御用アクチュエータ31を回転駆動すると、その回転が軸直交型の減速機77を介して減速して回転軸42に伝達されて、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。それにより、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。

【0083】

40

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、作業者が作業装置本体1Aの動作をイメージし易いため、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、前記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。

【0084】

先に説明したように、リンク作動装置31は可動範囲が広くスムーズな動作が可能であるため、回転ユニット4にリンク作動装置29が含まれていると、高速で木目細かい作業を行うことができる。また、リンク作動装置31はコンパクトな構成でありながら可動範

50

囲が広い場合、作業装置本体 1 A の全体がコンパクトな構成になる。

【 0 0 8 5 】

この実施形態のように、リンク作動装置 2 9 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 のパラレルリンク機構 3 0 は等速自在継手の構成であるため、前述した 1 自由度の角度だけを変更してエンドエフェクタ 5 の姿勢を変えながら行う作業が容易である。但し、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ため、回転角は制限される。

【 0 0 8 6 】

図 1 6 は、各姿勢制御用アクチュエータ 3 1 を制御するコントローラ 2 0 0 の構成を示す。コントローラ 2 0 0 は、姿勢制御手段 2 0 1 と接触検出手段 2 0 2 とを有する。

【 0 0 8 7 】

姿勢制御手段 2 0 1 は、上位の制御手段（図示せず）または手入力の操作手段（図示せず）から与えられた姿勢変更の指令に従って、各姿勢制御用アクチュエータ 3 1 に指令を出力する。

【 0 0 8 8 】

接触検出手段 2 0 2 は、各姿勢制御用アクチュエータ 3 1 に設けられたトルク検出手段 2 0 3 の検出信号に基づいて、回転ユニット 4 に作業者の身体が接触したことを検知する。具体的には、トルク検出手段 2 0 3 の検出信号から先端側のリンクハブ 3 3 に作用する荷重の推定し、その荷重の大きさから回転ユニット 4 に作業者の身体が接触したか否かを判定する。先端側のリンクハブ 3 3 の作用荷重の推定は、必ずしも数値として推定しなくても良く、例えば接触が生じたか否かの判定を行える程度の段階的な推定であっても良い。トルク検出手段 2 0 3 は、例えば、各姿勢制御用アクチュエータ 3 1 に流れる電流を検出する電流センサ等からなる。

【 0 0 8 9 】

リンク作動装置 2 9 は、その可動範囲内において、特異点無く全方向にスムーズに動ける構成であるため、先端側のリンクハブ 3 3 に対して異物が様々な方向から接触しても、姿勢制御用アクチュエータ 3 1 に確実にトルクが伝達される。このため、トルク検出手段 2 0 3 は様々な方向のトルクを検出可能であり、作業者の身体が接触したことを接触検知手段 2 0 2 が正確に検知することができる。接触検知手段 2 0 2 が接触を検知した場合、姿勢制御手段 2 0 1 により各姿勢制御用アクチュエータ 3 1 への出力を停止するにすれば、作業者の安全を確保できる。このように、各姿勢制御用アクチュエータ 3 1 のトルク検出手段 2 0 3 を接触の検知に利用することで、別の接触検知用のセンサを設ける必要がなくなり、装置のコンパクト化やコスト低減に繋がる。

【 0 0 9 0 】

リンク作動装置 2 9 の周囲に侵入防止カバーとしての保護カバー 8 2 が設けられているため、誤って作業者の身体の一部が基端側のリンクハブ 3 2 と先端側のリンクハブ 3 3 との間の内部空間 8 3 に入り込むことを防ぐことができ、安全である。また、第 1 の回転機構 2 1 の外周面に緩衝材としての保護カバー 8 5 が設けられているため、作業者の身体の一部が第 1 の回転機構 2 1 に接触したとしても、その衝撃が軽減される。

【 0 0 9 1 】

安全カバー 1 3 0 内の作業領域 R 1 には侵入可能部 1 3 6 からのみ侵入可能であるため、作業者の身体と接触する可能性のある作業装置本体 1 A の部分は、ほぼ回転ユニット 4 だけに限定される。このため、回転ユニット 4 のみに緩衝材が設けられていれば、作業者の安全を確保することができる。これにより、安全用の設備の設置が最小限で済み、装置全体が安価になる。

【 0 0 9 2 】

図 1 7 は第 1 の回転機構 2 1 とリンク作動装置 2 9 の並びを図 1 1 の構成と逆にした回転ユニット 4 を示す。この回転ユニット 4 では、リンク作動装置 2 9 の先端側のリンクハ

10

20

30

40

50

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。図の例では、リンク作動装置 2 9 の周囲に侵入防止カバーとしての保護カバー 8 2 が設けられているが、第 1 の回転機構 2 1 の外周面には緩衝材としての保護カバーが設けられていない。第 1 の回転機構 2 1 の外周面に、緩衝材としての保護カバーを設けてもよい。他は、図 1 1 の構成と同じである。

#### 【 0 0 9 3 】

この回転ユニット 4 の構成であると、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索が容易であり、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。他は、図 1 1 の構成と同じ作用・効果が得られる。

#### 【 0 0 9 4 】

##### 〔実施形態 3〕

図 1 8 ~ 図 2 0 はこの発明のさらに異なる実施形態を示す。図 1 8 に示すように、この作業装置 1 も、図 1 0 の実施形態と同様に、作業装置本体 1 A の回転ユニット 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 とで構成されている。この作業装置 1 が図 1 0 の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。

#### 【 0 0 9 5 】

図 1 9 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 とを備える。

#### 【 0 0 9 6 】

前記ベース部材 8 0 は、回転ユニット取付部材 2 0 に固定されている。前記固定部分 9 0 は、ベース部材 8 0 に固定された断面馬蹄形の第 1 取付部材 9 6 と、この第 1 取付部材 9 6 に底部 9 7 a で固定され底部 9 7 a の外周縁から筒状部 9 7 b が図 1 9 の上方に延びた第 2 取付部材 9 7 とでなる。前記回転部分 9 1 は、その回転軸心 9 1 a が基端側のリンクハブ 3 2 の中心軸 Q A と同軸上に位置するように、基端側のリンクハブ 3 2 の基端部材 4 0 に固定されている。前記 2 つの軸受 9 2 は、第 2 取付部材 9 7 の筒状部 9 7 b の内周に配置されている。

#### 【 0 0 9 7 】

前記モータ 9 3 は、断面馬蹄形をした第 1 取付部材 9 6 の凹部 9 6 a に配置され、第 2 取付部材 9 7 の底部 9 7 a に固定されている。モータ 9 3 の出力軸 9 3 a は第 2 取付部材 9 7 に底部 9 7 a を貫通して上方へ延び、その上端に駆動側の平歯車 9 4 が取り付けられている。駆動側の平歯車 9 4 は、回転部分 9 1 に取り付けられた従動側の平歯車 9 5 と噛み合っている。従動側の平歯車 9 5 は、回転部分 9 1 の外周に嵌合し、回転部分 9 1 の下端に設けられたねじ部に螺合したナット 9 8 によって締付け固定される。

#### 【 0 0 9 8 】

第 2 取付部材 9 7 の底部 9 7 a、回転部分 9 1、および基端部材 4 0 には、回転部分 9 1 の回転軸心 9 1 a に沿って貫通する配線用孔 1 0 0 , 1 0 1 , 1 0 2 がそれぞれ設けられている。基端部材 4 0 の外周縁と先端部材 ( 図示せず ) の外周縁に、弾性材からなる筒状の保護カバー 8 2 が取り付けられている。この保護カバー 8 2 は、基端側のリンクハブ 3 2 と先端側のリンクハブ ( 図示せず ) との間の内部空間 8 3、および基端側のリンクハブ 3 2 とベース部材 8 0 との間の遮蔽空間 8 4 に作業者の身体の少なくとも一部が侵入することを防止する侵入防止カバーとして機能する。保護カバー 8 2 はベース部材 8 0 の外周縁近傍にかけて延びているが、ベース部材 8 0 とは結合されていない。

#### 【 0 0 9 9 】

図 1 1 の構成と同様に、リンク作動装置 2 9 の 3 つの姿勢制御用アクチュエータ 3 1 は、基端部材 4 0 における仮想の円周上に配置されており、各姿勢制御用アクチュエータ 3

10

20

30

40

50

1の回転出力軸31aの回転駆動力が軸直交型の減速機77を介してリンク機構34に伝達される構成である。姿勢制御用アクチュエータ31が上記配置である場合、この実施形態のように、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。

【0100】

モータ93を駆動すると、回転部分91と共にリンク作動装置29の全体および保護カバー82が回転する。前記配線用孔100, 101, 102に配線を通すことで、リンク機構34と干渉させることなくリンク作動装置29の内部空間83の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等の配索に関する制約が少なくなる。

10

【0101】

〔実施形態4〕

図21は、この発明のさらに他の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。この回転ユニット4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19に示す構成と同じであるが、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19に示す構成と異なっている。

【0102】

前記中空軸モータ110は、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、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を有する。また、基端側のリンクハブ32の基端部材40にも、前記配線用孔112と同軸上に配線用孔113が設けられている。これ以外は図19に示す構成と同じであり、図19に示す構成と同様の作用・効果が得られる。

20

【0103】

図22～図25は、この発明の一実施形態にかかる双腕型作業装置を示す。図22の全体正面図に示すように、この双腕型作業装置120は、2つの作業装置本体1A, 1Aと、これら2つの作業装置本体1A, 1Aを囲む安全カバー150とを備える。安全カバー150は、作業装置本体1A, 1Aに作業者の身体が不要に接触することを防止する安全措置手段である。

30

【0104】

図22の正面図、図23の斜視図に示すように、2つの作業装置本体1A, 1Aは、互いに幾何学的に対称となるように2つ並べて配置してある。各作業装置本体1A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いて、全体で門形の架台2Aとなっている。この実施形態では、図18に示す実施形態の作業装置本体1Aを使用しているが、他の実施形態の作業装置本体を使用しても良い。

【0105】

このように、作業装置本体1Aを2つ並べた双腕型とすることで、人が両手を使って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。

40

2つの作業装置本体1A, 1Aが門型の架台2Aに設置されていると、作業装置本体1A, 1Aの下を作業対象のワーク7を通過させることができる。例えば、ワーク載置台6を図22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本体1A, 1Aを設置することができる。また、作業装置本体1A, 1Aの幅方向の可動範囲を架台2Aの幅方向内に制限することができるため、作業装置本体1A, 1Aの占有面積が小さくて済む。さらに、作業装置本体1A, 1Aの可動範囲が制限されるため、作業者が作業装置本体1A, 1Aの横に居ても安心して作業することができる。

【0106】

図24(A)は、2つの作業装置本体1Aの各直動ユニット3, 3の平面図である。こ

50

これらの直動ユニット 3, 3 は、図 1、図 10、図 18 に示す各作業装置本体 1 A 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。

【0107】

図 24 (B) は、直動ユニット 3, 3 の別の形態を示す平面図である。これらの直動ユニット 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 の中心軸からずらして配置されており、モータ 1 1 b, 1 2 b の回転がチェーン等の動力伝達手段 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るようになっている。

10

【0108】

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 24 (A) の形態または図 24 (B) の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ため、上記の形態の変更が容易である。

【0109】

図 25 は安全カバー 1 5 0 の斜視図である。安全カバー 1 5 0 は、隣合う 2 つの面材が互いに直交するように配置された 4 つの立面材 (面材) 1 5 1, 1 5 2, 1 5 3, 1 5 4 と 1 つの天面材 (面材) 1 5 5 とからなる。つまり、下方を向く面が開放した直方体の形状である。図 22 に示すように、安全カバー 1 5 0 で 2 つ作業装置本体 1 A, 1 A を囲むことで、作業装置本体 1 A, 1 A が設置された空間である作業領域 R 1 が、この作業領域 R 1 の外側の空間である非作業領域 R 2 から分離されている。

20

【0110】

安全カバー 1 5 0 は、4 つの立面材 1 5 1 ~ 1 5 4 (図 25) および 1 つの天面材 1 5 5 が、それぞれ作業装置本体 1 A の 3 つの直動アクチュエータ 1 1, 1 2, 1 3 (図 22) の 3 つの可動方向のうち 2 つの可動方向と平行となるように設置されている。具体的には、立面材 1 5 1, 1 5 3 は第 1 の直動アクチュエータ 1 1 および第 3 の直動アクチュエータ 1 3 の各可動方向 (X 軸方向、Z 軸方向) と平行であり、立面材 1 5 2, 1 5 4 は第 2 の直動アクチュエータ 1 2 および第 3 の直動アクチュエータ 1 3 の各可動方向 (Y 軸方向、Z 軸方向) と平行であり、天面材 1 5 5 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 の各可動方向 (X 軸方向、Y 軸方向) と平行である。

30

【0111】

正面の立面材 1 5 1 の下部には、非作業領域 R 2 から作業領域 R 1 に作業者の身体の一部 (例えば手) を侵入させることが可能な侵入可能部 1 5 6 が設けられている。この侵入可能部 1 5 6 は長方形の開口であり、その高さ寸法 H は第 3 の直動アクチュエータ 1 3 の可動範囲 (有効ストローク  $s_z$ ; 図 2 (A) 参照) よりも小さく、かつその幅寸法 W は第 1 の直動アクチュエータ 1 1 の可動範囲 (有効ストローク  $s_x + s_x$ ; 図 2 (B) 参照) よりも小さくしてある。

【0112】

侵入可能部 1 5 6 には、この侵入可能部 1 5 6 から作業領域 R 1 に作業者の身体の一部の少なくとも一部が侵入したことを検知する侵入検知センサ 1 5 7 が設けられている。侵入検知センサ 1 5 7 は、単腕型の作業装置 1 の前記侵入検知センサ 1 3 7 と同様のものであり、制御装置 (図示せず) に接続されている。単腕型の作業装置 1 の場合と同様に、侵入検知センサ 1 5 7 の検出信号に応じて、制御装置で直動ユニット 3 および回転ユニット 4 の各モータを制御することで、作業領域 R 1 へのワーク 7 の搬出・搬入作業や、作業装置本体 1 A の補助作業の安全を確保する。

40

【0113】

4 つの立面材 1 5 1, 1 5 2, 1 5 3, 1 5 4 および 1 つの天面材 1 5 5 が、それぞれ 3 つの直動アクチュエータ 1 1, 1 2, 1 3 の 3 つの可動方向のうち 2 つの可動方向と平行であるため、安全カバー 1 5 0 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をほぼ等しくできる。このため、安全カバー 1 5 0 を含めた安全措置手段をコンパクトな

50

構成を実現できる。また、侵入可能部 156 以外で作業者と作業装置本体 1A とが接触することがないため、作業者が作業装置 1 の近くにいても安心して作業できる。

【0114】

さらに、侵入可能部 146 の高さ寸法 H が第 3 の直動アクチュエータ 13 の可動範囲（有効ストローク  $s_z$ ）よりも小さく、かつ幅寸法 W は第 1 の直動アクチュエータ 11 の可動範囲（有効ストローク  $s_x + s_x$ ）よりも小さくしてあるため、安全カバー 150 と作業装置本体 1A との間に作業者の身体の一部を入れることができず、安全である。

【0115】

図 26 は、安全カバーの他の実施形態を示す。この安全カバー 150 は、侵入可能部 156 とは別に、2 つのワーク搬出入部 161, 162 が設けられている。2 つのワーク搬出入部 161, 162 は、侵入可能部 156 が設けられている正面の立面材 151 と直交し互いに対向する側面の立面材 152, 154 の下部に、前後方向（Y 軸方向）および上下方向（Z 軸方向）の位置を揃えてそれぞれ配置されている。

10

【0116】

ワーク搬出入部 161, 162 が設けられていると、安全カバー 150 内の作業領域 R1（図 22 参照）にワークを搬出・搬入させる装置、例えばコンベア装置を、ワーク搬出入部 161, 162 を貫通するように設置し、そのコンベア装置のライン上に作業装置本体 1A, 1A（図 22 参照）を設置することができる。

【0117】

前記ワーク搬出入部 161, 162 には、このワーク搬出入部 161, 162 から作業領域 R1 に作業者の身体の一部が侵入したことを検知するワーク搬出入部用の侵入検知センサ 163, 164 を設けるのが望ましい。これにより、単腕型の作業装置 1 の場合と同様に制御することで（図 6 参照）、ワーク搬出入部 161, 162 から作業領域 R1 に作業者の身体の一部が侵入したという異常事態を検知して、作業装置本体 1A, 1A の動作サイクルを停止するという迅速な対応をとることが可能である。

20

【0118】

以上、実施例に基づいて本発明を実施するための形態を説明したが、ここで開示した実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

30

【符号の説明】

【0119】

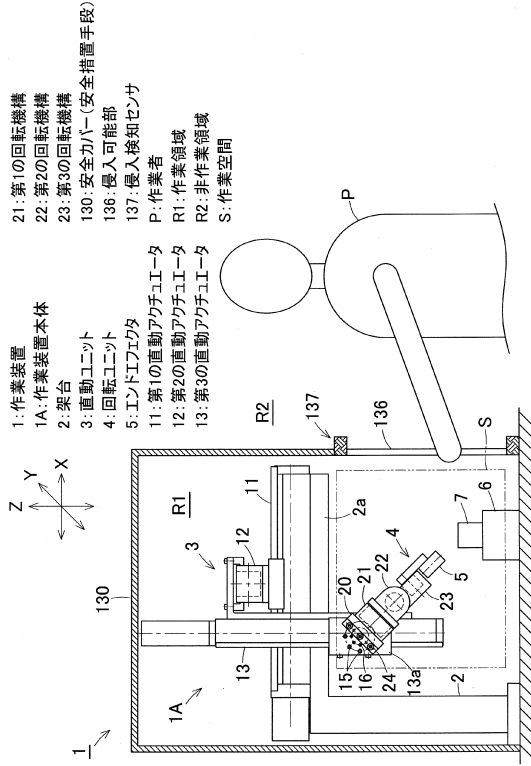
- 1 ... 作業装置
- 1A ... 作業装置本体
- 2 ... 架台
- 3 ... 直動ユニット
- 4 ... 回転ユニット
- 5 ... エンドエフェクタ
- 11 ... 第 1 の直動アクチュエータ
- 11a ... ステージ
- 12 ... 第 2 の直動アクチュエータ
- 12a ... ステージ
- 13 ... 第 3 の直動アクチュエータ
- 13a ... ステージ
- 21 ... 第 1 の回転機構
- 22 ... 第 2 の回転機構
- 23 ... 第 3 の回転機構
- 23a ... 回転部分（回転ユニットの出力部）
- 29 ... リンク作動装置
- 31 ... 姿勢制御用アクチュエータ

40

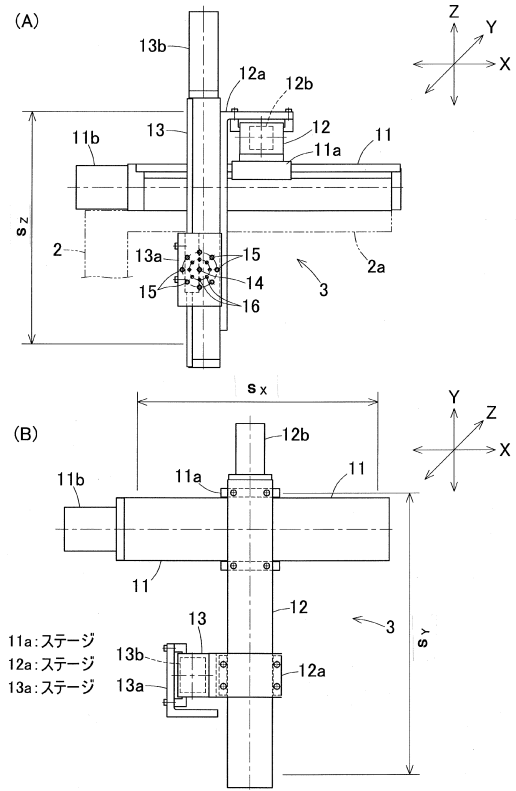
50

3 2 ... 基端側のリンクハブ	
3 3 ... 先端側のリンクハブ (回転ユニットの出力部)	
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	
8 2 ... 保護カバー (侵入防止カバー)	
8 3 ... 内部空間	
8 5 ... 保護カバー (緩衝材)	
1 2 0 ... 双腕型作業装置	10
1 3 0 ... 安全カバー (安全措置手段)	
1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3 , 1 3 4 ... 立面材 (面材)	
1 3 5 ... 天面材 (面材)	
1 3 6 ... 侵入可能部	
1 3 7 ... 侵入可能部用の侵入検知センサ	
1 3 8 ... 制御装置	
1 4 1 , 1 4 2 ... ワーク搬出入部	
1 4 3 , 1 4 4 ... ワーク搬出入部用の侵入検知センサ	
1 5 0 ... 安全カバー (安全措置手段)	
1 5 1 , 1 5 2 , 1 5 3 , 1 5 4 ... 立面材 (面材)	20
1 5 5 ... 天面材 (面材)	
1 5 6 ... 侵入可能部	
1 5 7 ... 侵入可能部用の侵入検知センサ	
1 6 1 , 1 6 2 ... ワーク搬出入部	
1 6 3 , 1 6 4 ... ワーク搬出入部用の侵入検知センサ	
1 7 0 ... 安全措置手段	
2 0 2 ... 接触制御手段	
2 0 3 ... トルク検出手段	
P ... 作業者	
R 1 ... 作業領域	30
R 2 ... 非作業領域	
S ... 作業空間	

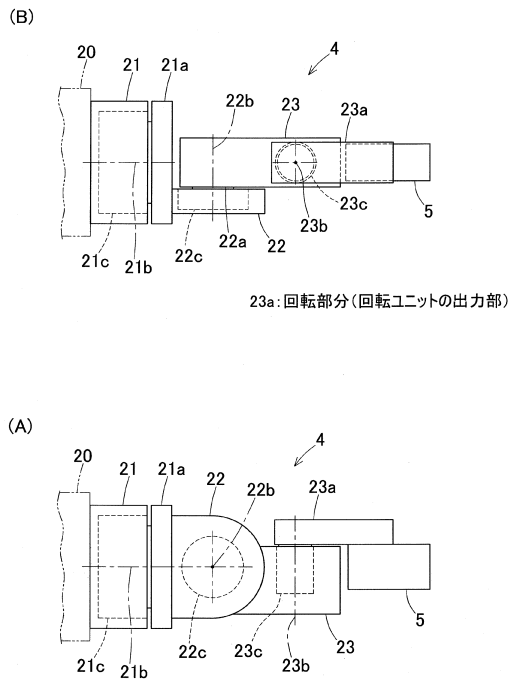
【図1】



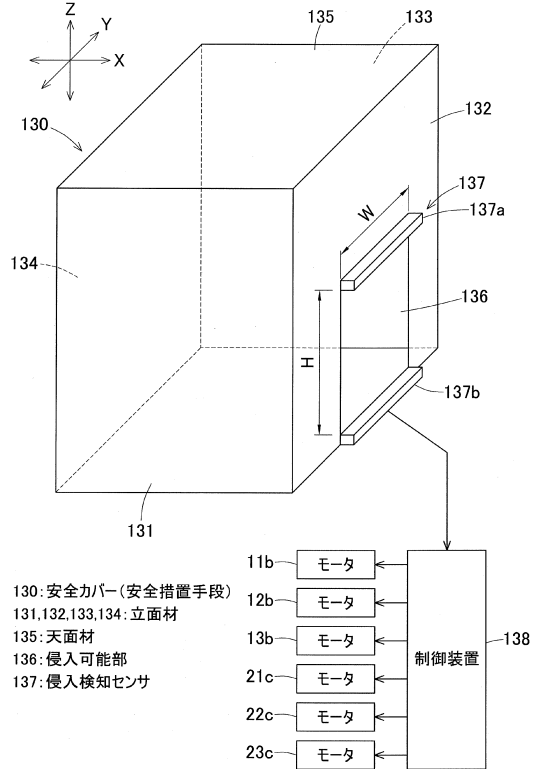
【図2】



【図3】

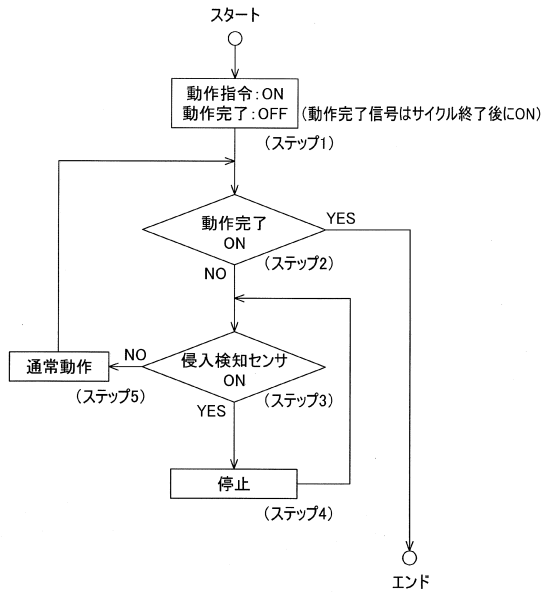


【図4】

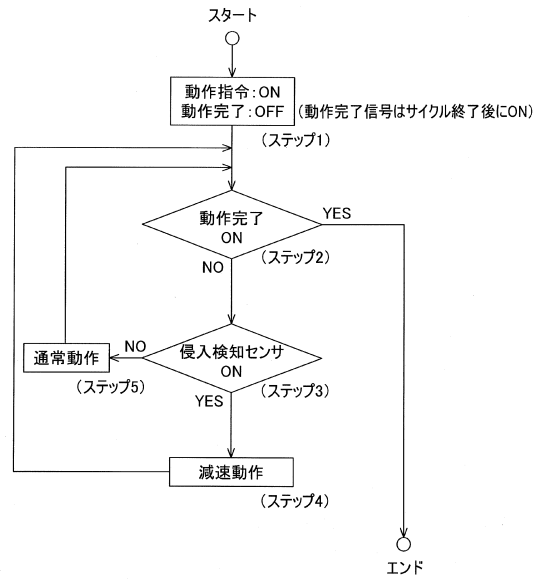




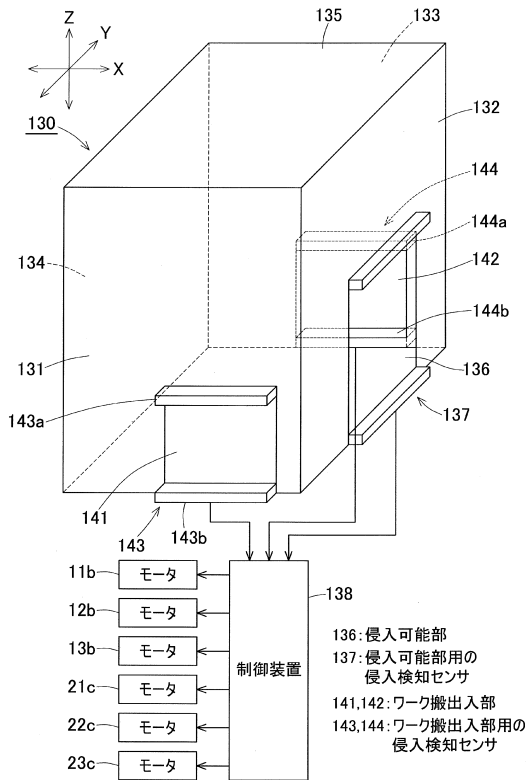
【図5】



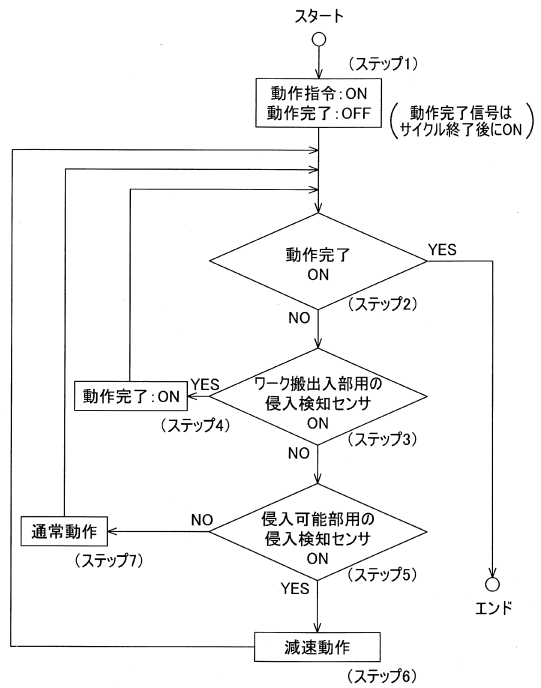
【図6】



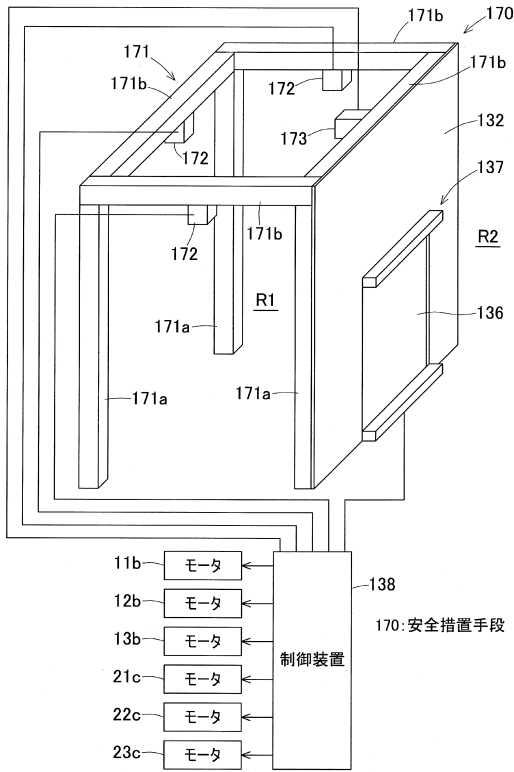
【図7】



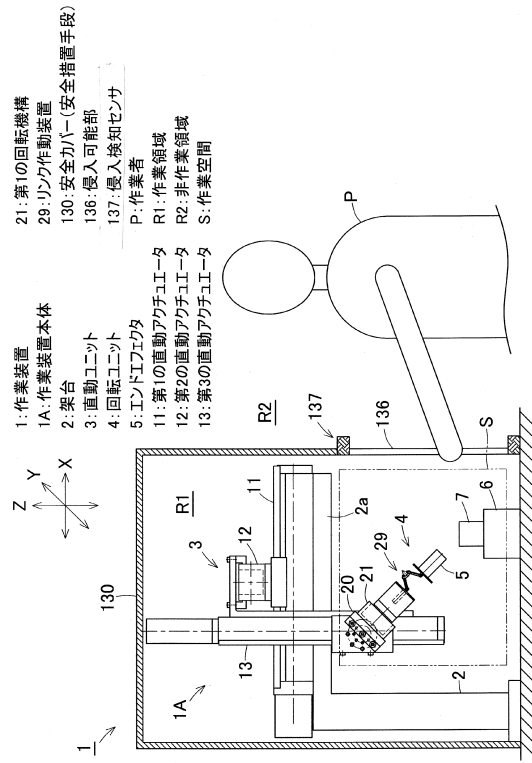
【図8】



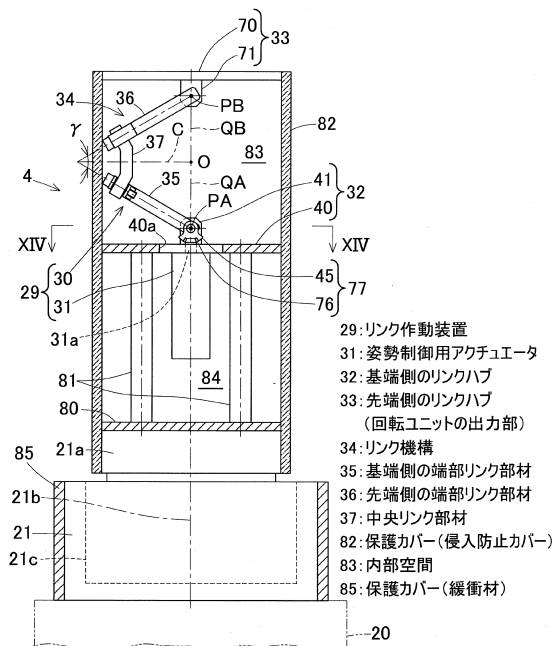
【図9】



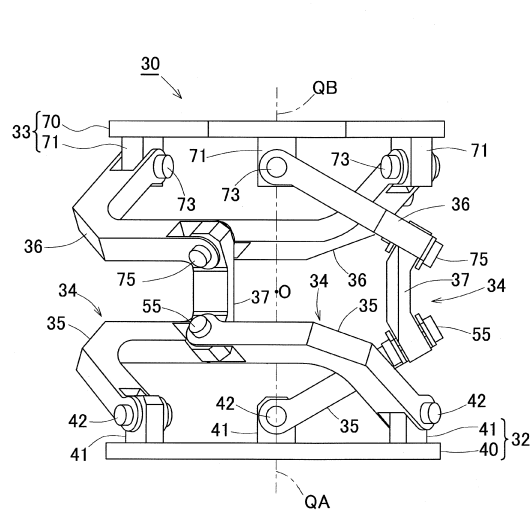
【図10】



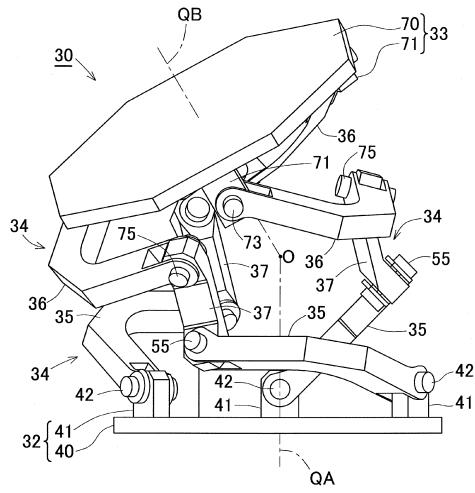
【図11】



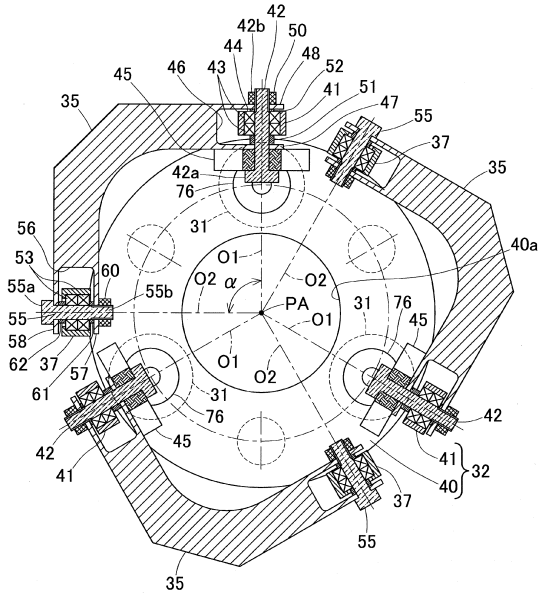
【図12】



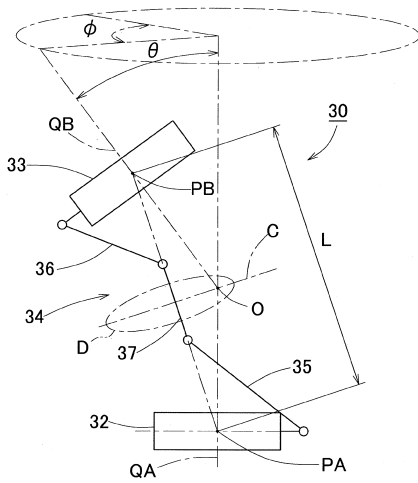
【図13】



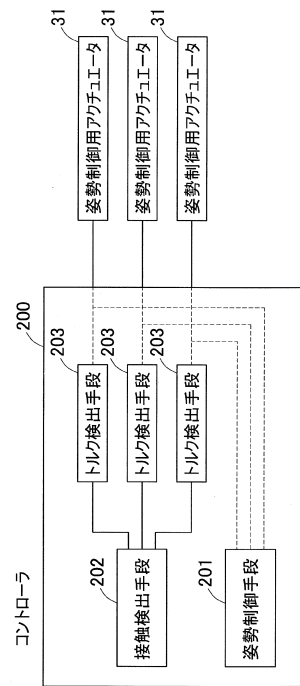
【図14】



【図15】

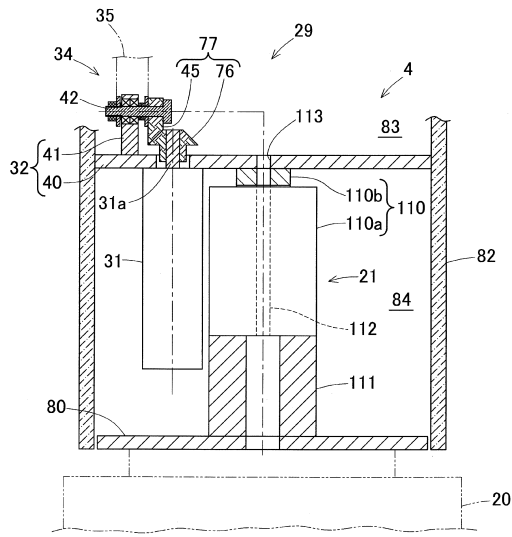


【図16】

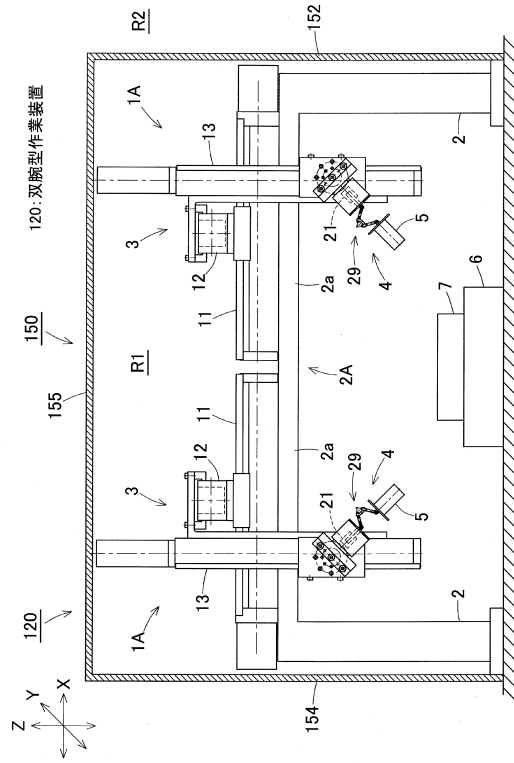




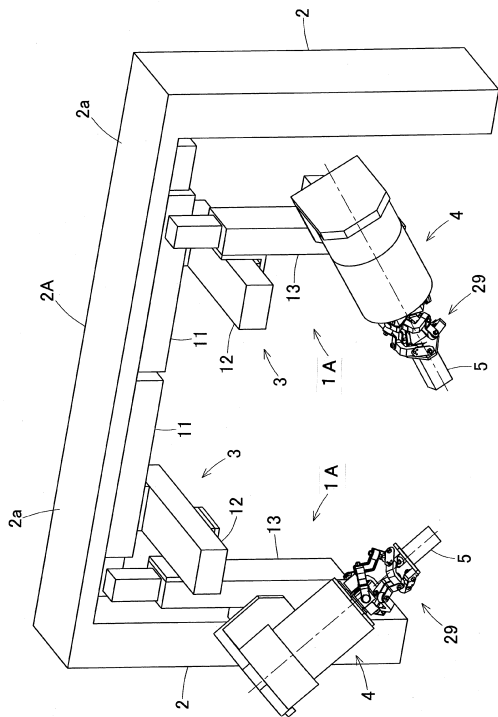
【図 2 1】



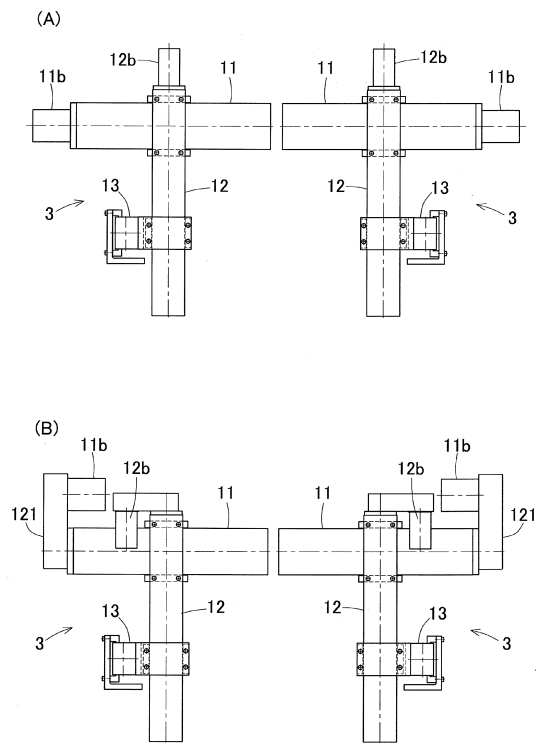
【図 2 2】



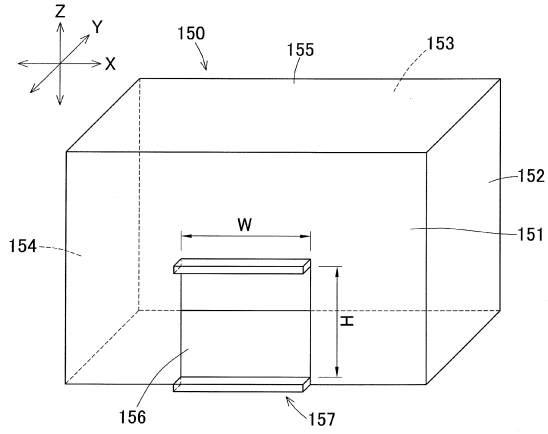
【図 2 3】



【図 2 4】

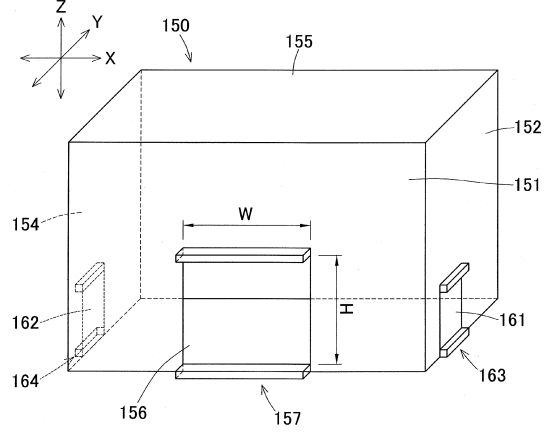


【図 25】



- 150: 安全カバー(安全措置手段)
- 151,152,153,154: 立面材
- 155: 天面材
- 156: 侵入可能部
- 157: 侵入検知センサ

【図 26】



- 156: 侵入可能部
- 157: 侵入可能部用の侵入検知センサ
- 161,162: ワーク搬出入部
- 163,164: ワーク搬出入部用の侵入検知センサ

---

フロントページの続き

(72)発明者 志村 祐紀  
静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内

審査官 白井 卓巳

(56)参考文献 特開平07-178684(JP,A)  
特開2004-036776(JP,A)  
実開平05-089337(JP,U)  
特開2014-119069(JP,A)  
特開2014-065098(JP,A)  
特開2015-055262(JP,A)  
特開平08-011085(JP,A)  
特開平08-010935(JP,A)  
特開2002-336994(JP,A)  
特開昭61-033894(JP,A)  
特開2014-087922(JP,A)  
特開2015-145057(JP,A)  
国際公開第2005/009691(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 9/02 - 19/06  
F16H 21/50 - 21/52  
F16P 3/12