

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-233773

(P2014-233773A)

(43) 公開日 平成26年12月15日(2014.12.15)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
B 2 5 J 9/10 (2006.01) B 2 5 J 9/10 A 3 C 7 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2013-115088 (P2013-115088)	(71) 出願人	000002059
(22) 出願日	平成25年5月31日 (2013.5.31)		シンフォニアテクノロジー株式会社 東京都港区芝大門一丁目1番30号
		(74) 代理人	100137486 弁理士 大西 雅直
		(72) 発明者	三重野 靖理 東京都港区芝大門一丁目1番30号 シン フォニアテクノロジー株式会社内
		(72) 発明者	占部 雄士 東京都港区芝大門一丁目1番30号 シン フォニアテクノロジー株式会社内
		Fターム(参考)	3C707 AS01 AS24 BS15 CV07 CW07 CX01 CX03 CX05 CY06 CY09 CY12 CY13 CY37 DS01 ES03 ES17 HS27 HT02 LT17

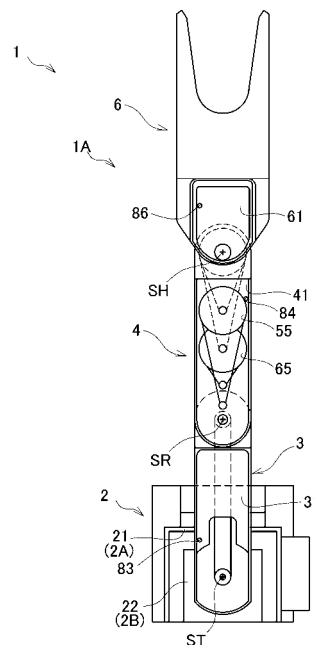
(54) 【発明の名称】 多関節ロボット

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 作業者の熟練度によることなく簡単且つ精度良く各アーム要素の原点位置を合わせることができる多関節ロボットを提供する。

【解決手段】 ベース2を基点として複数のアーム要素3～6を順次接続させつつ相対回転可能とした多関節ロボット1であって、ベース2におけるアーム要素3～6の接続側に設けた有底穴と、各アーム要素3～6にそれぞれ設けた貫通孔83～86と、を備えており、各アーム要素3～6を所定の姿勢である基準位置にした状態においてベース2の有底穴と各アーム要素3～6の貫通孔83～86とが同一直線上に並ぶようにすることで、これら有底穴及び貫通孔83～86に同一のシャフトを挿入させることによりベース2及び各アーム要素3～6の位置決めを可能に構成した。

【選択図】 図17



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ベースを基点として複数のアーム要素を順次接続させつつ相対回転可能とした多関節ロボットであって、

前記ベースにおける前記アーム要素の接続側に設けた有底穴と、

各アーム要素にそれぞれ設けた貫通孔と、を備えており、

各アーム要素を所定の姿勢にした状態においてベースの有底穴と各アーム要素の貫通孔とが同一直線上に並ぶようにすることで、これら有底穴及び貫通孔に同一のシャフトを挿入させることによりベース及び各アーム要素の位置決めを可能にしたことを特徴とする多関節ロボット。

10

【請求項 2】

前記有底穴及び前記貫通孔が同一直径の円形のものであることを特徴とする請求項 1 記載の多関節ロボット。

【請求項 3】

各アーム要素を回転軸方向より見た場合において、当該アーム要素の中心線より所定距離離れた位置に前記貫通孔が配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の多関節ロボット。

【請求項 4】

前記貫通孔を覆うためのカバーを、アーム要素の少なくとも一部に着脱可能に設けていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の多関節ロボット。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体ウェーハ等の精密加工品を搬送するために用いられる多関節ロボットに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来より、半導体製造に用いるウェーハ等の精密加工品をワークとして搬送するためにワーク搬送ロボットが使用されている。これらの多くは、下記特許文献 1 に開示されるように、昇降可能に構成されたベースを基点として、3つのアーム要素を水平回転可能としながら順次接続させたアームを備えた多関節ロボットとして構成されている。具体的には、ベース上に第 1 アーム要素を回転可能に設けるとともに、この第 1 アームの先端には第 2 アーム要素が回転可能に設けられる。さらに、第 2 アームの先端には第 3 アーム要素としての 2 つのハンドが上下に平行となるように設けられ、同一の軸心回りに回転可能に構成されている。

30

【0003】

上記のような多関節ロボットは、ガラス基板の搬送等、半導体製造以外にも多く用いられているが、精密加工品を取り扱う場面で使用されることが多いため、優れた位置精度が要求されている。また、搬送時間を短縮するために高速化のニーズも大きい。さらには、クリーンルーム内で使用されることも多いことから粉塵を飛ばさないことも必要とされる。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2012 - 161858 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ところで、半導体等の分野においては、ますますのコストダウンを図るため、被加工品となるウェーハの大型化や製造時間の短縮が必要とされている。

【0006】

50

ウェーハの大型化を行う場合には、これに伴ってウェーハを載置するポートや加工処理機の間隔も大きくなるため、ウェーハの搬送に用いる多関節ロボットのアームの長さを大きくすることが必要となる。また、ウェーハは大型化することで重量も増大することから、アームの先端に作用する荷重も大きくなることになる。そのため、アームの撓みが大きくなる傾向にあり、搬送時の位置精度の低下や、ウェーハの搬送ラック等との干渉も問題となる。そのため、これまで以上にアームの剛性を確保することが必要となる。

【0007】

アームの剛性を向上させる場合、一般には各アーム要素の重量が増大することになるため、これらを動作させるための駆動機構においてはより大きな出力が得られるものにする必要がある。また、上述したように製造時間の短縮も必要とされているため、ウェーハが大型化した場合でも、ウェーハの搬送に要する時間が長くなることは避けなければならない。このことは、ウェーハを載置するポートや加工処理機の間隔が大きくなることからすると、相対的にアームの動作速度を大きくすることを意味する。従って、アーム要素の駆動機構にとっては、これまで以上に高出力・高速化が要求されるものとなっている。

10

【0008】

また、半導体製造においてはますますの高精細化も求められており、ウェーハを搬送する多関節ロボットには上記の要求に加え、高精度化も必要とされている。そのため、多関節ロボットを構成する各アーム要素の相対位置を一層精密に位置決めして、原点調整を行うことも必要となっている。さらには、多関節ロボットを組み立てた後であっても、長期の使用によって変形や各部の摩耗のためアーム要素間に位置ズレが生じる場合もあることから、定期的に原点調整を行うことが必要であり、こうした作業をより簡便かつ高精度に行うことができるようにすることも必要といえる。

20

【0009】

このような多関節ロボットの原点調整を行う場合、治具を用いて各アーム要素を特定の位置にした上で、アーム要素を駆動させるモータに設けられたエンコーダの原点位置をリセットすることが一般的に行われている。さらに、各アーム要素の位置決めを行うため、各アーム要素の側面等の特定の位置に基準面を形成しておき、アーム要素を回転させながら基準面を治具に当接させる手段もよく知られている。

【0010】

しかしながら、こうしてアーム要素の位置決めを行う場合には、アーム要素に合わせた複雑な形状を有する治具が必要になるとともに、治具に対するアーム要素の当接のさせ方によっては原点位置にズレが生じることになるため、作業者によってバラツキが生じることになる。

30

【0011】

本発明は、このような課題を有効に解決することを目的としており、具体的には簡単に各アーム要素の位置決めを行いつつ原点調整を行うことが可能となるとともに、作業者の熟練度によることなく精度良く原点位置を合わせることが可能となる多関節ロボットを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、かかる目的を達成するために、次のような手段を講じたものである。

40

【0013】

すなわち、本発明の多関節ロボットは、ベースを基点として複数のアーム要素を順次接続させつつ相対回転可能とした多関節ロボットであって、前記ベースにおける前記アーム要素の接続側に設けた有底穴と、各アーム要素にそれぞれ設けた貫通孔と、を備えており、各アーム要素を所定の姿勢にした状態においてベースの有底穴と各アーム要素の貫通孔とが同一直線上に並ぶようにすることで、これら有底穴及び貫通孔に同一のシャフトを挿入させることによりベース及び各アーム要素の位置決めを可能に構成したことを特徴とする。

【0014】

50

このように構成すると、ベースに対して各アーム要素の位置を調整しつつ、有底穴及び貫通孔の内部に位置決め用のシャフトを挿入させることで、簡便にベース及び各アーム要素の位置合わせを行うことが可能となる。そのため、こうした位置を各アーム要素の基準位置として設定し、この状態でエンコーダのリセットを行うようにすれば、簡単かつ迅速に原点調整作業を行うことが可能となる。また、原点調整に係る作業内容を単純化することができるために、作業者の熟練度に依存せず原点位置の高精度化を実現することも可能となる。

【0015】

さらに、位置決め用の治具となるシャフトの製造コストを低減することができるとともに、治具の使い勝手を向上してより原点調整作業の効率化を図ることを可能とするためには、前記有底穴及び前記貫通孔が同一直径の円形のものであるように構成することが好適である。

10

【0016】

また、各アーム要素の内部に設ける駆動機構と、貫通孔を挿通させる治具との干渉を容易に避け、設計や組立・調整作業の手間を減らして製造及びメンテナンスに係る費用を低減可能とするためには、各アーム要素を回転軸方向より見た場合において、当該アーム要素の中心線より所定距離離れた位置に前記貫通孔が配置されるように構成することが好適である。

【0017】

さらに、アーム要素の駆動機構等より発生する摩耗粉等による塵埃が、貫通孔を介して外部に放出されることを抑制するためには、前記貫通孔を覆うためのカバーを、アーム要素の少なくとも一部に着脱可能に設けるように構成することが好適である。

20

【発明の効果】

【0018】

以上説明した本発明によれば、簡単に各アーム要素の位置決めを行いつつ原点調整を行うことができるとともに、作業者の熟練度によることなく精度良く原点位置を合わせることができる多関節ロボットを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の一実施形態に係る多関節ロボットの斜視図。

30

【図2】同多関節ロボットの側断面図。

【図3】同多関節ロボットにおけるベース近傍を拡大して示す側断面図。

【図4】同多関節ロボットにおける第1アーム要素と第2アーム要素との接続部近傍を拡大して示す側断面図。

【図5】同多関節ロボットにおけるハンドの駆動機構を拡大して示す側断面図。

【図6】同多関節ロボットにおける第2アーム要素よりカバーを取り外した状態を拡大して示す平面図。

【図7】同多関節ロボットにおける第2アーム要素よりカバーを取り外した状態を拡大して示す底面図。

【図8】図6に示したA-A断面矢視図。

40

【図9】図6に示したB-B断面矢視図。

【図10】同多関節ロボットにおける第2アーム要素とハンドとの接続部近傍を拡大して示す側断面図。

【図11】同多関節ロボットにおける第2アーム要素に設けられた先端側上カバーを一部切断した状態を示す要部の拡大斜視図。

【図12】図10に示したC-C断面に相当する模式図。

【図13】図12の状態より平面視時計回りに下側ハンドを回転させた状態を示す模式図。

【図14】図12の状態より平面視反時計回りに下側ハンドを回転させた状態を示す模式図。

50

【図15】同多関節ロボットにおける上側ハンドよりカバーを取り外した状態を拡大して示す平面図。

【図16】同多関節ロボットにおけるハンドに設けられたクランプ機構を拡大して示す側断面図。

【図17】同多関節ロボットにおける各アーム要素のカバーを取り外した状態を模式的に示す平面図。

【図18】同多関節ロボットにおける各アーム要素を回転させた状態を模式的に示す説明図。

【図19】同多関節ロボットにおける各アーム要素を基準位置にした状態を模式的に示す平面図。

【図20】同多関節ロボットにおける各アーム要素を基準位置にした状態を模式的に示す要部拡大側面図。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

【0021】

この実施形態の多関節ロボット1は、図1に示すように、半導体製造に用いる円板状のワークであるウェーハWを搬送するワーク搬送ロボットとして構成したものである。この図は、多関節ロボットのアーム1Aをベース2より最も伸展させた状態を示すものであり、本実施形態においては、このアーム1Aの伸びる方向を前側として、これと反対側を後側として定義する。また、ベース2を基点としてアーム1Aを伸展させた際の、後述する各アーム要素3～6の位置を伸展位置と称する

【0022】

この多関節ロボット1は、ベース2を基点として、アーム1Aを構成する第1アーム要素3、第2アーム要素4、第3アーム要素としてのハンド5,6を順次回転可能に接続したものとなっている。ベース2は、固定ベース2Aと、この固定ベース2Aにより昇降可能に支持された可動ベース2Bとから構成されている。

【0023】

可動ベース2B上では、第1アーム要素3がその基端部3aにおいて支持されており、鉛直方向に設定された回転軸心STを中心として回転可能とされている。そして、第1アーム要素3の先端3bでは、第2アーム要素4がその基端部4aにおいて支持されており、鉛直方向に設定された回転軸心SRを中心として回転可能とされている。さらには、第2アーム要素4の先端4bでは、第3アーム要素としての下側ハンド5と上側ハンド6とが上下に平行に配置されつつ、同一の回転軸心SHを中心として回転可能に支持されている。第1のハンドとなる下側ハンド5と、第2のハンドとなる上側ハンド6とは、それぞれウェーハWを載置するための載置プレート52,62が、フレームとして構成された本体部51,61より延在するように構成されており、後述するクランプ機構7A,7B(図2参照)によって載置プレート52,62上でウェーハWをそれぞれ保持することが可能となっている。

【0024】

図2は、この多関節ロボット1の側断面図を示すものである。可動ベース2Bは、固定ベース2Aの内部において昇降機構2Eを介して接続されている。第1アーム要素3は可動ベース2Bによって回転自在に支持されるとともに、可動ベース2Bの内部に設けられた駆動機構3Rによって回転可能とされている。また、第1アーム要素3の先端部3bには第2アーム要素4が支持されるとともに、これを回転させるための駆動機構4Rが第1アーム要素3の内部に収容されている。さらに、第2アーム要素4の先端部4bには下側ハンド5と上側ハンド6が同一の回転軸心SHを中心に回転可能に支持されるとともに、これらを回転させるための駆動機構5R,6Rが第2アーム要素4の内部にそれぞれ収容されている。また、各ハンド5,6は、本体部51,61の内部を中心として、それぞれクランプ機構7A,7Bを備えている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

第 1 アーム要素 3 は、フレーム 3 1 を中心として、上カバー 3 2 及び下カバー 3 3 が着脱自在に取り付けられており、これらを取り外した際には上記駆動機構 4 R を露出させることができるようになっている。また、第 2 アーム要素 4 は、フレーム 4 1 を中心として、上カバー 4 2 及び下カバー 4 3 が着脱自在に取り付けられており、これらを取り外した際には上記駆動機構 5 R , 6 R を露出させることができるようになっている。さらに、下側ハンド 5 と上側ハンド 6 における本体部 5 1 , 6 1 も、着脱自在にカバー 5 1 a , 6 1 a が設けられており、これらを取り外した場合にはクランプ機構 7 A , 7 B の全体を露出させることができるようになっている。

【 0 0 2 6 】

以下、それぞれの部位について、詳細に説明を行っていく。

【 0 0 2 7 】

まず、図 3 は、同多関節ロボット 1 におけるベース 2 を拡大して示した側断面図である。上述したように、ベース 2 は、固定ベース 2 A と可動ベース 2 B より構成されており、可動ベース 2 B は固定ベース 2 A の内部で昇降可能に支持されている。

【 0 0 2 8 】

具体的には、固定ベース 2 A は、側断面視において底壁 2 1 1 より立壁 2 1 2 を立ち上げた逆 T 字状に形成されたフレーム 2 1 を中心として、前側に前面カバー 2 1 a、後側に背面カバー 2 1 b を設けるとともに、紙面奥行き方向に図示しない側面カバーを設けることで外周を覆い、上方が開放された内部空間 2 A 1 を備える枠体状に構成されている。

【 0 0 2 9 】

同様に、可動ベース 2 B もフレーム 2 2 を中心としてカバー 2 2 a を設けることで、内部空間 2 B 1 を備える枠体状に構成されている。フレーム 2 2 は、上記立壁 2 1 2 と平行に配置された側壁 2 2 1 と、これと直交して略水平となるように配置された上部壁 2 2 2 を備えるものとなっている。

【 0 0 3 0 】

可動ベース 2 B は、リニアガイド 2 3 を構成する上下方向に延びるガイドレール 2 3 b と、これに噛み合うリニアブロック 2 3 a を介して固定ベース 2 A に接続されており、ガイドレール 2 3 b に沿って上下方向に直動可能となっている。また、ボールネジ 2 4 を構成するネジ軸 2 4 a が上下方向に沿って固定ベース 2 A 側に設けられるとともに、このネジ軸 2 4 a と噛み合うガイドブロック 2 4 b が可動ベース 2 B 側に設けられており、ネジ軸 2 4 a が回転することによって可動ベース 2 B の昇降を行うことができるようになっている。より具体的には、ネジ軸 2 4 a の下端にはプーリ 2 5 が一体的に設けられるとともに、ネジ軸 2 4 a と平行にモータ 2 6 が配置され、この軸先端に設けたプーリ 2 6 a と上記プーリ 2 5 とが無限軌道体である無端ベルト 2 7 によって接続されている。こうすることで、モータ 2 6 を駆動してネジ軸 2 4 a を回転させることにより、ガイドブロック 2 4 b を移動させ、ガイドレール 2 3 b に沿って可動ベース 2 B を昇降させることができるようになっている。

【 0 0 3 1 】

このように、リニアガイド 2 3、ボールネジ 2 4、モータ 2 6、プーリ 2 5 , 2 6 a 及び無端ベルト 2 7 によって、上述した可動ベース 2 B を昇降させるための昇降機構 2 E が構成されている。

【 0 0 3 2 】

ここで、モータ 2 6 が、リニアガイド 2 3 およびボールネジ 2 4 を挟んで、可動ベース 2 B のフレーム 2 2 とは反対側に設けられていることから、高出力が得られる大型のものとした場合であっても、可動ベース 2 B における内部空間 2 B 1 に影響を及ぼすことなく、この内部空間 2 B 1 を広く確保することが可能となっている。

【 0 0 3 3 】

また、可動ベース 2 B を構成するフレーム 2 2 における上部壁 2 2 2 の上面には、減速機 3 5 が設けられ、その入力軸 3 5 a は上部壁 2 2 2 より下方に向けて突出されてプーリ

10

20

30

40

50

36が一体的に設けられている。さらに、このプーリ36の軸心と平行にモータ37が配置され、その軸先端に設けたプーリ37aと上記プーリ36とを無限軌道体である無端ベルト38によって接続するようにしている。減速機35の上部にある出力軸35bは、円筒状に形成された回転軸34と接続され、この回転軸34の上部には第1アーム要素3を構成するフレーム31が接続されている。すなわち、モータ37が回転することによって、プーリ36を介して減速機35の入力軸35aに駆動力が伝達され、減速機35の出力軸35bと回転軸34及び第1アーム要素3とが一体となって回転するようになっている。

【0034】

このように、減速機35、モータ37、プーリ36、37a、無端ベルト38によって上述した第1アーム要素3を回転させるための駆動機構3Rが構成されている。

10

【0035】

可動ベース2Bの内部空間2B1の一部をなす上部壁222の下方の空間は、モータ37、及び、図示しない配線配管を収容するための空間として利用されている。ここで、配線配管とは、駆動用電力または検出信号を伝達するための電気配線ケーブルや、シリンダ等の駆動に用いるエアやオイル等を供給あるいは吸引するための配管チューブのうちのいずれか一方、あるいは双方を合わせて称するものである。

【0036】

上部壁222の上方の空間は、減速機35および第1アーム要素3を支持する回転軸34を収容するための空間として利用されている。さらには、回転軸34の内部空間34aには、第2アーム要素4(図2参照)を駆動するためのモータ46を収容しているため、内部空間2B1は、回転軸34を通じて間接的にこのモータ46を収容するための空間としても利用されている。

20

【0037】

上述したように、可動ベース2Bの昇降に用いるモータ26が、リニアガイド23およびボールネジ24を挟んで可動ベース2Bのフレーム22とは反対側に配置されていることから、可動ベース2Bにおける内部空間2B1を広く確保することが可能になっているため、この内部空間2B1に、モータ37、減速機35、回転軸34、モータ46及び図示しない配線配管を、余裕を持たせつつ配置することが可能となっている。そのため、高出力・高速化を目的にモータ37やモータ46として大型のものを用いた場合でも、ベース2の高さ寸法が大きくなることを避けることができる。こうすることで、ウェーハWが大型化した場合であっても、可動ベース2Bが最も低い位置になった場合におけるアーム1Aの最低高さを低くすることができ、搬送するウェーハWを保管するためのフープ等の搬送ラックの高さ寸法の増大を防ぐことが可能となる。

30

【0038】

次に、第1アーム要素3と第2アーム要素4との間の接続構造について、図4を用いて説明を行う。図4は、多関節ロボット1における第1アーム要素3と第2アーム要素4との接続部近傍を拡大して示す側断面図である。後述するように第1アーム要素3側より駆動力を与えることで第2アーム要素4の回転を行うことが可能とされている。すなわち、第1アーム要素3と第2アーム要素4との関係に着目した場合、第1アーム要素3は相対回転を行わせるための駆動力のみを与えた場合には回転動作を行わない固定側アーム要素となっている。また、第2アーム要素4は、相対回転を行わせるための駆動力のみを与えた場合に、回転動作を行う相対回転側アーム要素となっている。

40

【0039】

第1アーム要素3を構成するフレーム31の先端部3bにおいては、上下方向に軸方向を一致させた円筒状に形成された円筒壁部31aと、上下方向、すなわち第1アーム要素3における厚み方向の中心よりやや下方で略水平に形成された中間壁部31bとを備えている。

【0040】

円筒壁部31aの内部には、第2アーム要素4を支持するための回転支持体としての減

50

速機 4 4 を収容するための内部空間 S 1 が形成されており、この内部空間 S 1 は、第 2 アーム要素 4 側に向けて開放、すなわち開口が形成されたものとなっている。円筒壁部 3 1 a の内部においては、中間壁部 3 1 b の上面に減速機 4 4 が設けられており、この減速機 4 4 の入力軸 4 4 a が、円筒壁部 3 1 a の中心に対応する位置において中間壁部 3 1 b に設けられた中心孔 3 1 b 1 を通じて下方に突出してプーリ 4 5 と接続されている。また、減速機 4 4 の上方に突出する出力軸 4 4 b は、第 2 アーム要素 4 を構成するフレーム 4 1 の底壁 4 1 a に接続され、第 2 アーム要素 4 と一体となって回転可能となっている。なお、図中における減速機 4 4 は模式的に示したものに過ぎず、実際の断面構造とは異なるものである。

【 0 0 4 1 】

この減速機 4 4 の入力軸 4 4 a に駆動力を与えるものは、図 3 に記載した上述のモータ 4 6 となっている。モータ 4 6 は、第 1 アーム要素 3 を構成するフレーム 3 1 の一部に固定されており、その回転軸にはプーリ 4 6 a が設けられている。そして、このプーリ 4 6 a と図 4 に示すプーリ 4 5 とが無端軌道体である無端ベルト 4 7 によって接続されている。こうすることで、モータ 4 6 (図 3 参照) を駆動することにより、プーリ 4 6 a , 4 5 が無端ベルト 4 7 を介して同期回転し、減速機 4 4 の出力軸 4 4 b とともに第 2 アーム要素 4 を回転させることが可能となっている。

【 0 0 4 2 】

このように、モータ 4 6、プーリ 4 5、4 6 a、無端ベルト 4 7、減速機 4 4 によって、上述した第 2 アーム要素 4 を回転させるための駆動機構 4 R が構成されている。

【 0 0 4 3 】

上記駆動機構 4 R は内部において転がり又は摺動する部分を備えているため、摩耗による粉塵が発生することになり、こうした傾向は汎用品を用いる限り高出力・高速になるにつれて顕著になっていく。無端ベルト 4 7 とプーリ 4 5 との間の摩擦に起因する粉塵は、無端ベルト 4 7 及びプーリ 4 5 が中間壁部 3 1 b よりも下方に配置されており、これらが配置されている空間は下カバー 3 3 によって封止されていることから、第 1 アーム要素 3 の外部へと放出することは少ない。

【 0 0 4 4 】

しかしながら、減速機 4 4 の内部で生じる粉塵は、内部空間 S 1 を構成する円筒壁部 3 1 a と第 2 アーム要素 4 を構成するフレーム 4 1 における底壁 4 1 a との間で形成される空隙 X を介して外部に放出される可能性がある。減速機 4 4 は、一般的な構成として内部のグリスを保持するためのオイルシール 4 4 c を備えているものの、回転時における摺動部からの発塵を効果的に抑制することはできず、上述したような高出力・高速化に対応する場合、さらには半導体の高精細化に対応する場合には、発塵対策として不十分といえる。そのため、本実施形態においては、底壁 4 1 a の下面においてリング状のシール部材 4 9 を設けており、これを円筒壁部 3 1 a の内側に近接させるようにして空隙 X を小さくするようにしている。すなわち、このシール部材 4 9 は、空隙 X を小さくすることで、内部空間 S 1 の開口を略封止する封止部として機能している。

【 0 0 4 5 】

また、中間壁部 3 1 b には、円筒壁部 3 1 a 近くの位置において貫通孔が吸引部 3 1 b 2 として設けられており、この吸引部 3 1 b 2 に接続された図示しない配管チューブを介して内部空間 S 1 内の気体を吸引することができるようになっている。この配管チューブは、第 2 アーム要素 4 より第 1 アーム要素 3 内へと引き込まれた配線配管 C T と一緒になって第 1 アーム要素 3 内を引き回され、ベース 2 (図 2 参照) を通じて多関節口ポット 1 の外部へと引き出されている。こうすることで、吸引部 3 1 b 2 より吸引された気体は、多関節口ポット 1 の外部に設けられた所定の排出先へと排出されて処理され、多関節口ポット 1 の存在する周辺環境へと粉塵を放出しないようにすることが可能となっている。また、内部空間 S 1 において気体を吸引することで内部空間 S 1 における圧力を下げることにもなるため、空隙 X を介して気体及びこれに含まれる粉塵が外部に放出されることを一層抑制することが可能となっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

次に、第2アーム要素4と、第3アーム要素となる下側ハンド5及び上側ハンド6との間での接続構造について図5及び図10を用いて説明を行う。図5は、下側ハンド5及び上側ハンド6を回転させるために第2アーム要素4内に設けた駆動機構5R, 6Rを拡大して示す側断面図であり、図10は、多関節ロボット1における第2アーム要素4と下側ハンド5及び上側ハンド6との接続部近傍をさらに拡大して示す側断面図である。後述するように、第2アーム要素4側より駆動力を与えることで下側ハンド5及び上側ハンド6は回転を行うことが可能とされている。すなわち、第2アーム要素4と下側ハンド5又は上側ハンド6との関係に着目した場合、第2アーム要素4は、相対回転を行わせるための駆動力のみを与えた場合には回転動作を行わない固定側アーム要素となっており、下側ハンド5又は上側ハンド6は、相対回転を行わせるための駆動力のみを与えた場合に回転動作を行う相対回転側アーム要素となっている。

10

【 0 0 4 7 】

第2アーム要素4を構成するフレーム41の先端部4bにおいては、上下方向に軸方向を一致させた円筒状に形成された円筒壁部41bと、上下方向、すなわち第2アーム要素4における厚み方向の中心よりやや上方で略水平に形成された中間壁部41cとを備えている。

【 0 0 4 8 】

下側ハンド5を構成する本体部51は、略円筒状に形成された第1の回転軸としての回転軸53に接続され、この回転軸53は円筒壁部41bの内部において、中間壁部41cに対して軸受54aを介し回転可能に支持されている。そして、回転軸53の下端にはプーリ54が接続されており、プーリ54の回転とともに回転軸53及び下側ハンド5が一体的に回転するようになっている。

20

【 0 0 4 9 】

回転軸53の軸心に形成された貫通孔53aと連通するように、本体部51にも孔部51dが形成されており、これらの内部を第2の回転軸としての回転軸63が挿通するように配置されている。回転軸63の下端はプーリ54よりも下方にまで延び、このプーリ54の下方に平行に配置されたプーリ64と接続されている。プーリ64は、円筒壁部41bの下端近傍において軸受64aを介して回転可能に支持されている。そのため、プーリ64の回転とともに回転軸63及び上側ハンド6が一体的に回転するようになっている。回転軸63は回転軸53と軸心が同一になるように配置されていることから、上側ハンド6は下側ハンド5と共通の回転軸心SH(図2参照)を中心に回転するようになっている。

30

【 0 0 5 0 】

軸受54a, 64aとしては、外輪側をフレーム41に対し固定されて内輪側を回転自在とされたクロスローベアリングを用いていることから、回転軸53, 63をその下端近くの1箇所のみでそれぞれ支持しているにもかかわらず効果的にモーメントを受けることが可能となっており、各ハンド5, 6の先端が垂れ下がるようにして回転中心が傾く現象を抑制することが可能となっている。なお、クロスローベアリングに代えて4点接触玉軸受を用いて同様の構成とすることも可能である。

40

【 0 0 5 1 】

各ハンド5, 6を回転させるため、回転軸53, 63と一体化されているプーリ54, 64に対して駆動力を与える機構は、次のように構成されている。

【 0 0 5 2 】

すなわち、回転軸53に対して駆動力を与える第1のモータ56は、第2アーム要素4の内部における基端部4aよりの位置に設けられている。そして、このモータ56の駆動力が第1の中間伝達軸55を介して回転軸53に伝達されるようになっている。同様に、回転軸63に対して駆動力を与える第2のモータ66は、第2アーム要素4の内部において上記第1のモータ56よりもやや先端部4b側の位置に設けられている。そして、この第2のモータ66の駆動力が、第2のモータ66と第1の中間伝達軸55との間に配置さ

50

れた第2の中間伝達軸65を介して回転軸63に伝達されるようになっている。

【0053】

なお、モータ56, 66及び中間伝達軸55, 65は、平面視においてこれらが設けられている第2アーム要素4の延在する方向に沿って、回転軸53, 63に向かって直線上に配置されている(図6, 7参照)。

【0054】

モータ56, 66としては同一の仕様のものを用いており、それぞれをブラケット56c, 66cを用いて第2アーム要素4のフレーム41に固定している。この際、双方のモータ軸56a, 66aはともに上方向に延びる向きとしているが、第1のモータ56が第2のモータ66に対して若干、上側に位置するようにしている。また、これらのモータ軸56a, 66aには、同一直径のプーリ56b, 66bが設けられている。

10

【0055】

中間伝達軸55, 65は、軸本体55s, 65sを軸受ユニット55c, 65cを用いてフレーム41に固定し、この軸受ユニット55s, 65sより上方向に突出した位置において大径のプーリ55a, 65aを設けるとともに、軸受ユニット55s, 65sより下方向に突出した位置において、小径のプーリ55b, 65bを設けている。なお、回転軸53, 63に設けたプーリ54, 64は、上述した大径のプーリ55a, 65aと同一の直径としている。軸受ユニット55c, 65cは、それぞれ内部に軸受を備えていることで、軸本体を55s, 65sを回転自在に支承することが可能となっている。

【0056】

第1の中間伝達軸55は、具体的には、図8に示すような形態でフレーム41に取り付けられている。図8は、図6に示すA-A断面矢視図を示すものである。このようにフレーム41は、第2アーム要素が延在する方向に直交する平面で切断する場合において略H形の断面形状をしているとともに、中間壁部41cの中心に開口41dが形成されており、この開口41dを上下に挿通させるように第1の中間伝達軸55は設けられている。すなわち、第1の中間伝達軸55における軸本体55sを回転自在に支持する軸受ユニット55cを下方より中間壁部41cに対してネジ止めすることで、中間壁部41cを挿通する形態で軸本体55sを起立させる。そして、この軸本体55sの上端と下端に、上述したプーリ55a, 55bを設けることにより、中間壁部41cよりも上方においてプーリ55aを配し、下方においてプーリ55bを配する。

20

30

【0057】

同様に、第2の中間伝達軸65は、図9に示すような形態でフレーム41に取り付けられている。図9は、図6に示すB-B断面矢視図を示すものである。略H形の断面形状をなすフレーム41の中間壁部41cの中心に開口41dが形成されており、この開口41dを上下に挿通させるように第2の中間伝達軸65は設けられている。すなわち、第2の中間伝達軸65における軸本体65sを回転自在に支持する軸受ユニット65cを下方より中間壁部41cに対してネジ止めすることで、中間壁部41cを挿通する形態で軸本体65sを起立させる。そして、この軸本体65sの上端と下端に、上述したプーリ65a, 65bを設けることにより、中間壁部41cよりも上方においてプーリ65aを配し、下方においてプーリ65bを配する。

40

【0058】

図5及び図10に戻って、第1の中間伝達軸55は、第2の中間伝達軸65に対してやや上方にずらして配置されており、この第1の中間伝達軸55に設けている大径のプーリ55aは、第1のモータ56に設けたプーリ56bと上下方向に対応する位置とされ、両者の間は第1の無限軌道体としての無端ベルト57によって接続されている。同様に、第2の中間伝達軸65に設けている大径のプーリ65aは、第2のモータ66に設けたプーリ66bとの間で上下方向に対応する位置とされ、両者の間は第2の無限軌道体としての無端ベルト67によって接続されている。

【0059】

また、第1の中間伝達軸55において軸受ユニット55cを挟んで、大径のプーリ55

50

aと反対側に設けられた小径のプーリ55bは、回転軸53に設けたプーリ54と上下方向に対応する位置に配されており、両者の間は第3の無限軌道体としての無端ベルト58によって接続されている。同様に、第2の中間伝達軸65において軸受ユニット65cを挟んで、大径のプーリ65aと反対側に設けられた小径のプーリ65bは、回転軸63に設けたプーリ64と上下方向に対応する位置に配されており、両者の間は第4の無限軌道体としての無端ベルト68によって接続されている。

【0060】

このようにして、4つの無端ベルト57, 58, 67, 68は、回転軸53, 63の軸方向にそれぞれ異なる位置にずらして配されていることから、互いに干渉することがないようになっている。

10

【0061】

図6及び図7は、それぞれ第2アーム要素4より上カバー42、下カバー43(図2参照)を取り外した部分を拡大して、平面図及び底面図として示したものである。

【0062】

これらより分かるように、4つの無端ベルト57, 58, 67, 68のうち、無端ベルト57, 67はフレーム41における中間壁部41cよりも上側に配置され、無端ベルト58, 68は中間壁部41cよりも下側に配置されている。すなわち、組み立て時においてはフレーム41の上方向から2つの無端ベルト57, 67の取り付け・調整を行い、フレーム41の下方向から2つの無端ベルト58, 68の取り付け・調整を行うだけで良いため、作業性が良く、組み立て工数を減らすことが可能となっている。

20

【0063】

より具体的には、図6より分かるように、プーリ66b, 65aは、プーリ56b, 55aの間に配置されるとともに、これらより低い位置に設定されている。そのため、下方の無端ベルト67の取り付け・調整を行った後に上方の無端ベルト57の取り付け・調整を行うことで、簡単に作業を行うことができる上に、無端ベルト57, 67の相互干渉を防止することも可能となっている。

【0064】

上記と同様、図7より分かるように、プーリ55bは、プーリ65b, 64の間に配置されるとともに、これらより高い位置、すなわちフレーム41の中間壁部41c寄りの位置に設定されている。そのため、上方の無端ベルト58の取り付け・調整を行った後に下方の無端ベルト68の取り付け・調整を行うことで、簡単に作業を行うことができる上に、無端ベルト58, 68の相互干渉を防止することも可能となっている。

30

【0065】

上記のように、図5に示す第1のモータ56が第1の中間伝達軸55と無端ベルト57によって接続されるとともに、第1の中間伝達軸55が回転軸53とプーリ54を介して無端ベルト58によって接続されていることから、第1のモータ56の駆動力によって、回転軸53及び下側ハンド5を回転させることが可能となっている。すなわち、第1のモータ56及びプーリ56b、並びに、第1の中間伝達軸55、プーリ54、無端ベルト57, 58は、下側ハンド5を回転させるための駆動機構5Rを構成している。

【0066】

同様に、第2のモータ66は第2の中間伝達軸65と無端ベルト67によって接続されるとともに、第2の中間伝達軸65が回転軸63とプーリ64を介して無端ベルト68によって接続されていることから、第2のモータ66の駆動力によって、回転軸63及び上側ハンド6を回転させることが可能となっている。すなわち、第2のモータ66及びプーリ66b、並びに、第2の中間伝達軸65、プーリ64、無端ベルト67, 68は、上側ハンド6を回転させるための駆動機構6Rを構成している。

40

【0067】

このようにハンド5, 6を回転させるに際し、モータ56, 66の回転が2段階で大きく減速されて伝達されることになるため、減速機等の特殊な装置を用いる必要がなく、汎用的な部品を用いて低コスト化を図るとともに、高出力を得ながら、高い位置決め精度を

50

得ることが可能となっている。

【0068】

ここで、ハンド5, 6は、上述したウェーハWを保持するためのクランプ機構7A, 7Bを備えていることから、これを動作させるための配線配管CTが本体部51, 61の内部に引き回されるようになっている。そして、この配線配管CTは、第2アーム要素4の内部を通り、第1アーム要素3(図2参照)の内部を経由して、ベース2にまで引き回されるようになっている。

【0069】

上側ハンド6の本体部61における配線配管CTは、回転軸63の軸中心に設けられた貫通孔63aを通じて下方に引き出され、第2アーム要素4の内部に至るようになっている。このように上側ハンド6の回転中心に配線配管CTを配することにより、上側ハンド6の回転によっても、配線配管CTと第2アーム要素4との相対位置は変化することがない。従って、配線配管CTの引き回しを容易に行うことができるとともに、他の部品への引っ掛かりや配線配管CT同士の絡まりを抑制して、損傷を防ぐことが可能となっている。

10

【0070】

他方、下側ハンド5の本体部51における配線配管CTは軸中心を通すことができないため、次のように構成している。すなわち、回転軸53の外周において、収容ケース48を第2アーム要素4に対して一体的に設けている。収容ケース48は上カバー42の内側に設けられており、上側を開放された有底円筒状の形態とされている。この内周壁48aは、回転軸53の外周に対向しており、回転軸53との間でリング状の配線配管空間S3を形成する。なお、収容ケース48は内周壁48a側が円周面を形成するように構成している限り外周側の形状を問わず、第2アーム要素4内に収まるならば如何なる形状としてもよく、複数に分割した構成としても差し支えない。

20

【0071】

配線配管空間S3は、回転軸53の外周に向けて鐳状をなすように設けられた封止部としてのシール部材53cによって略封止されている。こうすることで、配線配管空間S3を閉止する底面と外周面は収容ケース48により構成されることで、第2アーム要素4側に固定される一方で、内周面、上面はそれぞれ回転軸53、シール部材53cにより構成されることで、下側ハンド5側に固定される。

30

【0072】

また、配線配管空間S3の中心側の位置において、回転軸53の上部に挿通路としての挿通孔53bが形成されており、この挿通孔53bを介してハンド5の本体部51より配線配管空間S3の内側へと配線配管CTを引き入れるようにしている。

【0073】

ここで、図10におけるC-C断面を図12において模式的に示す。配線配管空間S3の外周側においては、内周壁48aの一部が開口されることにより挿通路としての挿通孔48bが形成されており、この挿通孔48bを介して配線配管空間S3より第2アーム要素4の内部に配線配管を引き出すようにしている。

【0074】

配線配管空間S3内においては、中心側に設けられた挿通孔53bより引き込まれた配線配管CTが、回転軸53を中心に1周半ほどゼンマイバネのように渦巻き状に配され、外周側に設けられた挿通孔48bより引き出されるようになっている。また、挿通孔53b, 48bに対して配線配管CTは固定されている。

40

【0075】

こうすることで、図13に示すように、下側ハンド5が平面視時計回りに回転することで中心側の挿通孔53bの位置が相対的に変化した場合において、配線配管CTの相対位置も変化し、配線配管空間S3内における回転軸53周りの配線配管CTの周回数は減少するが、渦巻き状に配されていた配線配管CTが収容ケース48の内周壁48aに向けて位置を変化することから、配線配管CTの位置変化による影響を吸収することができる。

50

【0076】

これとは逆に、図14に示すように、下側ハンド5が平面視反時計回りに回転することで中心側の挿通孔53bの位置が相対的に変化した場合において、配線配管CTの相対位置も変化し、配線配管空間S3内における回転軸53周りの配線配管CTの周回数は増加するが、渦巻き状に配されていた配線配管CTが回転軸53に巻き付くように内側に向けて位置を変化することから、配線配管CTの位置変化による影響を吸収することができる。

【0077】

このように、收容ケース48内で配線配管CTが渦巻き状に配置されており、これがあたかもゼンマイバネのように変形することにより、下側ハンド5の回転に伴う挿通孔53bの位置変化によって生じる配線配管CTの位置変化の影響を吸収することが可能となる。この際、各挿通孔53b, 48bに対して配線配管CTは固定されていることから、收容ケース48よりも前後においては、下側ハンド5及び第2アーム要素4の内部で配線配管CTの位置は変化することがなく、これらの部分における配線配管CTの擦れや引っ掛かりを抑制することが可能となっている。

10

【0078】

また、本実施形態において使用する配線配管CTは、複数のものが並列となって一体化され带状の形態をなした、いわゆるフラットチューブやフラットケーブル等を使用している。そのため、渦巻き状にした際の形態がより安定化するとともに、配線配管相互の擦れ等による損傷を抑えることも可能となっている。また、複数の配線配管が一体化されることで、単独の配線配管に比べて高い剛性を有していることから、上記ゼンマイバネのような変形をより円滑に行うことが可能となっている。

20

【0079】

図10に戻って、ハンド5, 6と、第2アーム要素4との間における接続部においても、第2アーム要素4の内部から外部へと粉塵の放出を抑制するための構造も備えている。

【0080】

第2アーム要素4における上カバー42は、基端側上カバー42aと先端側上カバー42bより構成されており、この先端側上カバー42bは回転軸53の外周に設けられていることから、これら先端側上カバー42bと回転軸53の間では第2アーム要素4の内部より外部に至る空隙Yが形成されている。前述した回転軸53に設けられたシール部材53cは、收容ケース48内の配線配管空間S3を封止するとともに、その内周側においては、先端側上カバー42bに近接して設けられることで空隙Yを狭めるようにしている。

30

【0081】

すなわち、これらの関係に着目すると、相対固定側のアーム要素としての第2アーム要素4が備える内部空間S2に、相対回転側のアーム要素である下側ハンド5を支持する回転支持部として、軸受54aとこれにより支持された回転軸53とが設けられており、シール部材53cは、回転軸53と先端側上カバー42bとの間で形成される空隙Yを狭めることで、回転軸53の外周において内部空間S2が備える開口を略封止する封止部として機能している。

40

【0082】

さらには、シール部材53cの外周側においては、先端側上カバー42bの下面に、薄板状の別のシール部材42cが取り付けられている。このシール部材42cは、底面がシール部材53cと近接して設けられることで、空隙Yをさらに狭めるようになっている。すなわち、このシール部材42cも内部空間S2が備える開口を略封止するための封止部として機能している。

【0083】

また、図11に示すように、シール部材42cは、内側の一部を段差状に下げられて凹部42dが形成されており、先端側上カバー42bとの間で僅かな空間が形成されるようになっている。さらに、凹部42dの端部には貫通孔が吸引部42d1として設けられて

50

おり、この吸引部 4 2 d 1 に接続された図示しない配管チューブを介して内部空間 S 2 内の気体を吸引して、上述した吸引部 3 1 b 2 (図 4 参照) と同一の所定の排出先へと排出することが可能となっている。また、内部空間 S 1 と同様、内部空間 S 2 における圧力を下げ、空隙 Y を介して気体及びこれに含まれる粉塵が外部に放出されることも抑制することも可能となっている。

【 0 0 8 4 】

また、上述した配線配管空間 S 3 を形成する配線配管 S T の収容部としての収容ケース 4 8 が、上記軸受 5 4 a とシール部材 4 2 c , 5 3 c との間に設けられていることから、配線配管空間 S 3 内において配線配管 C T が摺動することによる粉塵が生じたとしても、この粉塵の外部への放出も効果的に防止することが可能となっている。また、軸受 5 4 a が比較的下方に位置し、シール部材 4 2 c , 5 3 c より大きく離間した位置に配されていることから、より粉塵の放出を抑制することも可能となっている。さらには、軸受 5 4 a を挟んで、シール部材 4 2 c , 5 3 c とは反対側の位置にプーリ 5 4 を設けていることから、プーリ 5 4 と無端ベルト 5 8 との間での摺動に伴う粉塵の放出も、効果的に抑制することが可能となっている。

【 0 0 8 5 】

また、上側ハンド 6 を支持する回転軸 6 3 と、これをプーリ 6 4 を介して回転自在に支持する軸受 6 4 a に着目した場合、これらから生じる粉塵は回転軸 5 3 と先端側上カバー 4 2 b との間で形成される空隙 Y 以外に、上側ハンド 6 と下側ハンド 5 との間で形成される空隙 Z から放出され得る。しかしながら、本実施形態においては、プーリ 5 4 , 6 4 同士の間隔を狭めるとともに、回転軸 5 3 の中心に設けた貫通孔 5 3 a と回転軸 6 3 の外周との間を狭めてあることで、内部空間 S 2 より連続する空隙 Z を小さくするとともに、隙間の小さな範囲を広くしている。さらには、この空隙 Z を折れ曲がった形状とすることによって、内部からの粉塵の放出を一層抑制することが可能となっている。

【 0 0 8 6 】

次に、下側ハンド 5 及び上側ハンド 6 が備えるクランプ機構 7 A , 7 B (図 2 参照) について説明を行う。クランプ機構 7 A , 7 B は、原則として高さ方向における各部品の相対位置の設定が異なるのみであり、平面視した場合には部品間の位置関係はほぼ同一になっている。そのため、代表して上側ハンド 6 におけるクランプ機構 7 B を例にとり、各部の説明を行う。

【 0 0 8 7 】

図 1 5 は、上側ハンド 6 が備えるカバー 6 1 a (図 2 参照) を取り外した状態を拡大して示す平面図である。上側ハンド 6 は、上述したように本体部 6 1 に対して、載置プレート 6 2 を取り付けられたものとなっている。本体部 6 1 は、カバー 6 1 a を取外した状態とすることにより、ウェーハ W を載置プレート 6 2 上で保持するためのクランプ機構 7 B が露出するようになっている。

【 0 0 8 8 】

載置プレート 6 2 には二股に分かれた先端側に 2 つ、基端側には 2 つの合計 4 つ、ワーク載置台としての固定ブロック 7 1 が設けられており、これらは矩形状に配置され、協働して 1 つのウェーハ W を載置可能としている。各固定ブロック 7 1 は平面視において略長方形形状に形成されており、載置するウェーハ W の中心に向かう方向に長手方向が合致するように配されている。また、各固定ブロック 7 1 には、ウェーハ W の中心方向に向かって下向きに傾斜する上向きテーパ面 7 1 a が設けられるとともに、外側の位置には他の部分よりも僅かに高さを大きくした段差部 7 1 b が設けられている。

【 0 0 8 9 】

クランプ機構 7 B は、固定ブロック 7 1 上に載置されたウェーハ W を固定ブロック 7 1 と協働して保持するものである。

【 0 0 9 0 】

クランプ機構 7 B は、載置プレート 6 2 の基端側に設けられた開口 6 2 a の内部に配置される可動ブロック 7 2 を備えており、この可動ブロック 7 2 をウェーハ W の中心、すな

10

20

30

40

50

わち、各固定ブロック71が配置されることになす矩形の中心に向かって進退させるように構成されている。可動ブロック72は、ウェーハWの中心方向に向かって上向きに傾斜する下向きテーパ面72a（図16参照）を備えており、この可動ブロック72を進出させることで、先端側の2つの固定ブロック71、71の段差部71bにウェーハWの縁部を当接させることで精密に位置合わせを行うとともに、下向きテーパ面72a（図16参照）によって、ウェーハWを下方に押しつけつつ保持することができるようになっている。

【0091】

可動ブロック72は、ブロック状に形成された支持部材73Bによって適宜の高さ位置で支持されている。そして、棒状に形成された本体部61の内部において、ハンド6の延在方向に沿って直動自在とされたスライドガイド76と、このスライドガイド76により支持された連結部材75Bとを備えており、連結部材75Bと上記支持部材73Bとは、スライドガイド76の直動する方向に平行とされつつ水平方向に離間して配置されるとともに、本体部61の壁面に設けられた開口61dを挿通するように配置された一対のシャフト74、74によって連結されている。開口61dには、シャフト74との隙間を塞ぐシール部材78が設けられており、本体部61の内部において摩擦等による粉塵が生じたとしても、これが外部に放出されないようにしている。

10

【0092】

さらに、上記スライドガイド76は、本体部61の内部に設置されたシリンダ77のシリンダ軸77aと接続されており、このシリンダ77の動作中心線77bとスライドガイド76の直動方向が平行になるように配置している。シリンダ77としては、圧力媒体としての圧縮空気によって作動する単動式のものを採用しており、図示しない供給源より圧縮空気を供給することによって、シリンダ軸77aが引き込まれ、圧縮空気を排出することで内部に備えるパネによってシリンダ軸77が突出するようになっている。

20

【0093】

そのため、シリンダ77に圧縮空気を供給した状態より排出状態へと移行してシリンダ軸77aを突出させることで、スライドガイド76、連結部材75B、シャフト74、74及び支持部材73Bとともに、可動ブロック72をウェーハWの中心に向かって進出させてウェーハWを保持することが可能となっている。また、シリンダ77に圧縮空気を供給してシリンダ軸77aを引き込むことで、スライドガイド76、連結部材75B、シャフト74、74及び支持部材73Bとともに、可動ブロック72をウェーハWの中心とは反対側に動作させてウェーハWの保持を解除することができる。

30

【0094】

このように、圧縮空気の供給がない場合にウェーハWの保持を行うように設定していることから、予期せず圧縮空気の供給が停止された場合であっても、不意にウェーハWの保持が解除される危険が生じないようにしている。

【0095】

ここで、各ハンド5、6における各クランプ機構7A、7Bの側断面図を図16に示す。上側ハンド6においては、本体部61の下面61bと載置プレート62の下面62bとが略同一平面となるように設定されているが、下側ハンド5においては本体部51の下面51bに対して、載置プレート52の下面52bが上方にオフセットされた位置となっており、本体部51の厚み方向中心よりも上側に位置するようになっている。そのため、下側ハンド5における載置プレート52と、上側ハンド6における載置プレート62とは、ハンド5、6の相対回転時においても互いに干渉することがない範囲で、高さ方向に近接して配置されている。

40

【0096】

また、下側ハンド5、上側ハンド6における各クランプ機構7A、7Bの構成要素は同一であるものの、支持部材73A、73B及び連結部材75A、75Bの形状が異なることで、本体部61、71に対する載置プレート52、62の高さ位置の相違に対応することが可能となっている。

50

【0097】

具体的には、まず、各ハンド5, 6におけるシリンダ77, 77は、本体部51, 61の内部上面51c, 61cのほぼ同一の位置に設けられている。同様に、シリンダ77, 77と接続されるスライドガイド76, 76も、内部上面51c, 61cのほぼ同一の位置に設けられており、このスライドガイド76, 76上に連結部材75A, 75Bがともに設けられている。

【0098】

ここで、下側ハンド5のクランプ機構7Aを構成する連結部材75Aにおいては、上記シリンダ77の動作中心線77bよりも上方の位置でシャフト74と接続されている。また、このシャフト74に接続されつつ可動ブロック72の位置を決定付ける支持部材73Aは、可動ブロック72の重心位置がシャフト74よりも上方になるように取付位置が設定されている。そのため、下側ハンド5においてはシリンダ77の動作中心線77bよりも、可動ブロック72の重心位置を上方に設定することが可能となっている。こうすることで、載置プレート52を本体部51に対して上方にオフセットした位置としても、これに対応してクランプ機構7Aを構成することが可能となっている。

10

【0099】

他方、上側ハンド6のクランプ機構7Bを構成する連結部材75Bにおいては、上記シリンダ77の動作中心線77bよりも下方の位置でシャフト74と接続されている。また、このシャフト74に接続されつつ可動ブロック72の位置を決定付ける支持部材73Bは、可動ブロック72の重心位置がシャフト74よりも下方になるように取付位置が設定されている。そのため、上側ハンド6においてはシリンダ77の動作中心線77bよりも、可動ブロック72の重心位置を下方に設定することが可能となっている。こうすることで、載置プレート62を本体部61の下面61bとほぼ同一の高さ位置にある場合であっても、これに対応してクランプ機構7Bを構成することが可能となっている。

20

【0100】

上記のように、各クランプ機構7A, 7Bにおいて、シリンダ77の動作中心線77bと、可動ブロック72の重心位置を高さ方向に異ならせ、この重心位置近傍でウェーハWの側面に当接させるようにした場合、ウェーハWの保持に際してモーメントが作用することになる。こうしたモーメントは、スライドガイド76によって吸収することができるため、シリンダ77より可動ブロック72までの間に接続される各部に対し負担を生じさせることがなく、位置決め精度を向上することも可能となっている。

30

【0101】

このようにクランプ機構7A, 7Bを構成したことで、ウェーハWの重量増加に対応してシリンダ77の大型化を図った場合でも、本体部51, 61の内部にシリンダ77をはじめとしたクランプ機構7A, 7Bの主要部を収容させつつ、好適なウェーハWの保持力を得ることができるとともに、載置プレート52, 62を上下方向に近接させて配置することができるようになってきている。そのため、この載置プレート52, 62を用いて保持するウェーハW同士の間隔を小さくすることができ、ウェーハWの搬送や交換に要する時間を短縮することが可能となる。また、載置プレート52, 62により保持されるウェーハW同士の間隔の減少に伴って、搬送ラック内に収容するウェーハWのピッチを減少することが許容される場合には、同一の搬送ラックであればウェーハWの収容枚数を増加させることが可能となる。さらには、同一の収容枚数を維持する場合には搬送ラック全体の上下寸法を小さくし、これに対応させて多関節ロボット1全体の昇降ストロークを小さくすることで、ウェーハWの移動に要する時間をさらに短縮させるとともに、装置全体を小型化して設置スペースを低減することも可能となる。

40

【0102】

上記のように構成した本実施形態における多関節ロボット1(図2参照)は、ベース2を基点として第1アーム要素3、第2アーム要素4、各ハンド(第3アーム要素)5, 6の位置を精密に制御可能とするために、これらの原点位置を正確に設定できるようにしている。

50

【 0 1 0 3 】

図 1 7、図 1 8 は、各アーム要素 3 ~ 6 よりカバー 3 2 , 4 2 a , 5 1 a , 6 1 a (図 2 , 図 1 0 参照) を取り外してフレーム 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 が露出した状態を模式的に示した平面図である。

【 0 1 0 4 】

まず、図 1 7 で示したように、ベース 2 を基点としてアーム 1 A を伸展させた伸展位置とした場合、第 1 アーム要素 3 を構成するフレーム 3 1 では、回転軸心 S T よりもこのフレーム 3 1 が延在する方向に対して約 3 0 ° 反時計回りに位相をずらした位置に、鉛直方向に沿って形成された円形断面の貫通孔 8 3 を設けている。

【 0 1 0 5 】

この第 1 アーム要素 3 の下方に位置するベース 2 に対しては、アーム要素 3 ~ 6 の接続側である上側に、図 1 8 (b) のように有底穴 8 2 を設けている。具体的には、この有底穴 8 2 は、固定ベース 2 A を構成するフレーム 2 1 に対して可動ベース 2 B を構成するフレーム 2 2 を支持するブロック 2 8 の上面に設けられており、第 1 アーム要素 3 を伸展位置とした場合において、その貫通孔 8 3 と重なりあう位置に設けられている。また、有底穴 8 2 は貫通孔 8 3 と同一直径の円形をなすものとされている。

【 0 1 0 6 】

図 1 7 に戻って、第 2 アーム要素 4 においても、フレーム 4 1 に貫通孔 8 4 が設けられている。この貫通孔 8 4 は、上記貫通孔 8 3 と同一直径の円形をなすものとされるとともに、平面視において回転軸心 S R を中心として上記貫通孔 8 3 と 1 8 0 ° 反対の位置に形成されている。

【 0 1 0 7 】

同様に、上側ハンド 6 における本体部 6 1 においても貫通孔 8 6 が形成されている。この貫通孔 8 6 は、上記貫通孔 8 4 と同一直径の円形をなすものとされるとともに、平面視において回転軸心 S H を中心として上記貫通孔 8 4 と 1 8 0 ° 反対の位置に形成されている。

【 0 1 0 8 】

また、図 1 8 (a) に示すように、上側ハンド 6 における貫通孔 8 6 と対応する位置において、下側ハンド 5 の本体部 5 1 にも貫通孔 8 5 が形成されている。なお、貫通孔 8 5 の形状も貫通孔 8 6 と同一のものにしている。

【 0 1 0 9 】

上記の有底穴 8 2 や貫通孔 8 3 ~ 8 6 は、各アーム要素 3 ~ 6 を伸展位置として平面視、すなわちアーム要素 3 ~ 6 の回転軸方向より見た場合において、回転各回転軸心 S T ~ S H を通過する各アーム要素 3 ~ 6 の中心線よりも左右に所定距離ずれた位置に形成されている。この中心線上には各アーム要素 3 ~ 6 を回転させるための駆動機構 4 R ~ 6 R や、ウェーハ W を保持するためのクランプ機構 7 A , 7 B の各構成要素が配置されているため、上記のように有底穴 8 2 や貫通孔 8 3 ~ 8 6 を中心線より所定距離ずれた位置とすることによって、各構成要素と重なり合うことを容易に避けることが可能となっている。なお、この所定距離とは、アーム要素 3 ~ 6 内に備える駆動機構 4 R ~ 6 R の構成要素の中で最も大きいプーリ 5 5 , 6 5 の半径とほぼ同一となるように設定しており、こうすることでより容易に重なり合いを避けることが可能となっている。

【 0 1 1 0 】

図 1 9 は、このアーム 1 A を折り畳んで縮ませた基準位置とした状態を示すものである。ベース 2 に対して第 1 アーム要素 3 は伸展位置と同じ位置になっているが、第 2 アーム要素 4 は先端が 1 8 0 ° 反対方向に回転し、下側ハンド 5 及び下側ハンド 6 は先端が第 1 アーム要素 3 と同一の紙面上方向を向くようになっている。こうすることで、上側ハンド 6 における貫通孔 8 6 と、各貫通孔 8 3 ~ 8 5 及び有底穴 8 2 とは、鉛直方向に重なり合うようにして同一直線上に並ぶことになる。

【 0 1 1 1 】

図 2 0 は、各アーム要素 3 ~ 6 を基準位置にした場合における側面図を、一部を破断し

10

20

30

40

50

て示したものである。このように、同一の直径として設定した有底穴 8 2 及び貫通孔 8 3 ~ 8 6 が上下方向で同一の位置に並ぶことから、上方から円形断面のシャフトとして形成した位置決め用の治具 8 1 を挿し通すことにより、同時に各アーム要素 3 ~ 6 の位置を厳密に位置合わせすることができる。上述したように、有底穴 8 2 や貫通孔 8 3 ~ 8 6 が各アーム要素 3 ~ 6 の中心線よりずれた位置に設けられていることから、駆動機構 4 R ~ 6 R やクランプ機構 7 A , 7 B の各構成要素と治具 8 1 との干渉を避けることが可能となっている。なお、この治具 8 1 を容易に挿し通すために、有底穴 8 2 や貫通孔 8 3 ~ 8 6 における開口縁に面取りを設けることも好適である。

【 0 1 1 2 】

上記作業を行う場合、具体的には、各アーム要素 3 ~ 6 の位置を制御するために用いるモータ 3 7 , 4 6 , 5 6 , 6 6 (図 3 , 5 参照) への電源供給を停止して位置保持を解除し、各アーム要素 3 ~ 6 を手動にて回転可能とした状態において、有底穴 8 2 及び貫通孔 8 3 ~ 8 6 に対して治具 8 1 を上方より挿し通す。そして、各モータ 3 7 , 4 6 , 5 6 , 6 6 に対応する回転角度検出用のエンコーダ (図示せず) 等の原点リセットを行うことで、原点調整を行うことができる。

10

【 0 1 1 3 】

治具 8 1 の使用に際しては、有底穴 8 2 に突き当たるまで挿し通すだけで簡単に各アーム要素 3 ~ 6 の位置合わせを行うことができる上に、全てのアーム要素 3 ~ 6 の位置調整作業を同時に行うことができるため、作業を簡単に行うことが可能となる。また、従来用いていた治具のように、アーム要素を回転させながらアーム要素の側面を当接させることで位置合わせを行うものに比べて、作業者の熟練度の影響を受けることが少なく、原点調整時の位置精度を向上させることも可能となる。さらには、治具 8 1 を単純な円形断面形状とすることができるため、製作費用を低減することも可能であるとともに、使用に際しては方向性を有しないことから、より使い勝手を向上させることが可能となっている。

20

【 0 1 1 4 】

また、原点調整作業を終えた後には、各アーム要素 3 ~ 6 にカバー 3 2 , 3 3 , 4 2 , 4 3 , 5 1 a , 6 1 a を取り付けるのみで、直ぐに使用可能な状態に復旧することが可能となる。カバー 3 2 , 3 3 , 4 2 , 4 3 , 5 1 a , 6 1 a を取り付けることにより、貫通孔 8 3 ~ 8 6 を覆って、内部から摩耗による粉塵等が放出されることも抑制し、搬送するウェーハ W の汚れを防止することも可能となっている。

30

【 0 1 1 5 】

上記のように構成した本実施形態の多関節ロボット 1 は、図示しない制御装置を用いることで、ベース 2 に対する下側ハンド 5 及び上側ハンド 6 の位置及び向き、並びに、ウェーハ W の保持及び保持の解除を行うことが可能とされている。

【 0 1 1 6 】

すなわち、図 2 ~ 図 4 に示すように、昇降機構 2 E を構成するモータ 2 6 の制御を行うことによって、ボールネジ 2 4 を駆動させ、固定ベース 2 A に対して可動ベース 2 B を昇降させることが可能となっている。また、駆動機構 3 R を構成するモータ 3 7 の制御を行うことで、可動ベース 2 B に対して第 1 アーム要素 3 を回転させるとともに、駆動機構 4 R を構成するモータ 4 6 の制御を行うことで、第 1 アーム要素 3 に対して第 2 アーム要素 4 を回転させることが可能となっている。さらには、駆動機構 5 R を構成するモータ 5 6 及び駆動機構 6 R を構成するモータ 6 6 の制御を行うことで、第 2 アーム要素 4 に対して第 3 アーム要素としての下側ハンド 5 及び上側ハンド 6 を回転させることが可能となっている。加えて、下側ハンド 5 及び上側ハンド 6 が備えるクランプ機構 7 A , 7 B を構成するシリンダ 7 7 , 7 7 に対して圧縮空気を非供給とする、すなわち圧縮空気の排除を行うことにより、ウェーハ W の保持を行うとともに、圧縮空気を供給することでウェーハ W の保持解除を行うが可能となっている。

40

【 0 1 1 7 】

こうした動作を行うことによって、ハンド 5 , 6 により保持したウェーハ W を所定の位置より他の位置へと移送させたり、所定の位置にあるウェーハ W の交換を行ったりするこ

50

とが可能となっている。

【0118】

以上のように、本実施形態における多関節ロボット1は、ベース2を基点として複数のアーム要素3～6を順次接続させつつ相対回転可能とした多関節ロボット1であって、ベース2におけるアーム要素3～6の接続側に設けた有底穴82と、各アーム要素3～6にそれぞれ設けた貫通孔83～86と、を備えており、各アーム要素3～6を所定の姿勢である基準位置にした状態においてベース2の有底穴82と各アーム要素3～6の貫通孔83～86とが同一直線上に並ぶようにすることで、これら有底穴82及び貫通孔83～86に同一のシャフト81を挿入させることによりベース2及び各アーム要素3～6の位置決めを可能に構成したものである。

10

【0119】

このように構成することで、ベース2に対して各アーム要素3～6の位置を調整しつつ、有底穴82及び貫通孔83～86の内部に位置決め用の治具としてのシャフト81を挿入させることで、簡便にベース2及び各アーム要素3～6の位置合わせを行うことが可能となっている。そのため、こうした位置を各アーム要素3～6の基準位置として、この状態で各アーム要素3～6の回転角度を検出するエンコーダのリセットを行うようにすれば、簡単かつ迅速に原点調整作業を行うことができる。また、原点調整に係る作業内容を単純化することができるために、作業者の熟練度に依存せずより高精度に原点調整を行うことが可能となっている。

【0120】

また、有底穴82及び貫通孔83～86が同一直径の円形のものとなるように構成していることから、位置決め用の治具であるシャフト81を単純な円形断面のものにすることができるため、治具の製造コストを低減することができるとともに、作業時においてはシャフト81の方向性が問われなくなるため貫通孔83～86及び有底穴82への挿脱も容易となって、より原点調整作業の効率化を図ることが可能となっている。

20

【0121】

また、各アーム要素3～6を回転軸方向より見た場合において、アーム要素3～6の中心線より所定距離、すなわちプーリ55, 65の半径と略同一となる距離を離間した位置に貫通孔83～86が配置されるように構成していることから、アーム要素3～6の内部に設ける駆動機構4R～6Rと、貫通孔83～86を挿通させるシャフト81との干渉を簡単に抑えることができるため、駆動機構4R～6Rの配置や配線配管CTのレイアウト等にかかる設計や、組立・調整作業の手間を減らすことで製造及びメンテナンス費用を低減することが可能となっている。

30

【0122】

さらに、貫通孔83～86を覆うためのカバー32, 33, 42, 43, 51a, 61aを、アーム要素3～6の少なくとも一部に着脱可能に設けるように構成していることから、アーム要素3～6の駆動機構3R～6R等より発生する摩耗粉等による粉塵が、貫通孔83～86を介して外部に放出されることを抑制することが可能となっている。

【0123】

なお、各部の具体的な構成は、上述した実施形態のみに限定されるものではない。

40

【0124】

例えば、上記の実施形態においては、ベース2を基点に、第1アーム要素3、第2アーム要素4、第3アーム要素5、6を順次上方向に接続していたが、ベース2を天井より吊り下げて順次アーム要素3～6を下方に接続した構成とすることも可能である。

【0125】

また、上記の実施形態では、アーム1Aを完全に折り畳んだ状態を各アーム要素3～6における基準位置として設定していたが、有底穴82及び貫通孔83～86が同一直線上に並ぶようにすることができる限り、アーム1Aが異なる姿勢となった場合を基準位置として設定することも可能である。

【0126】

50

さらに、各アーム要素 3 ~ 6 に設けたカバー 3 2 , 3 3 , 4 2 , 4 3 , 5 1 a , 6 1 a は、適宜形状を変更することが可能であり、貫通孔 8 3 ~ 8 6 からの粉塵の放出を避けることのみを目的とする場合には、上述の実施形態で用いたものよりさらに小さなものにすることもできる。

【 0 1 2 7 】

また、貫通孔 8 3 ~ 8 6 をアーム要素 3 ~ 6 の駆動機構 3 R ~ 6 R より十分に離間した位置に形成し、駆動機構 3 R ~ 6 R が収容される各アーム要素 3 ~ 6 内の空間と連通することがないように構成できる場合には、貫通孔 8 3 ~ 8 6 を通じて内部より粉塵が放出される恐れが少ないため、必ずしもこれら貫通孔 8 3 ~ 8 6 をカバーによって覆うことを要しない。その場合には、各アーム要素 3 ~ 6 に設けるカバーを、駆動機構 3 R ~ 6 R をそれぞれ覆うことができる程度の小さなものとして、製造コストをさらに低減することが可能となる。また、原点調整作業にあたりカバーを取り外す必要が無くなるために、さらに作業効率を向上させることが可能となる。

10

【 0 1 2 8 】

また、本実施形態における多関節ロボット 1 は、半導体製造に用いるウェーハ W を搬送するために用いるものとして構成したが、ウェーハ W 以外の一般的なワークを取り扱う多様な構成の多関節ロボットに適用することが可能である。

【 0 1 2 9 】

その他の構成も、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

【 符号の説明 】

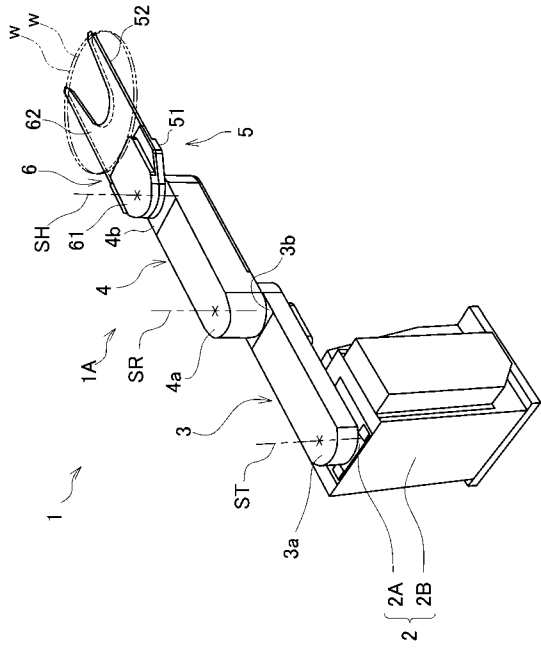
20

【 0 1 3 0 】

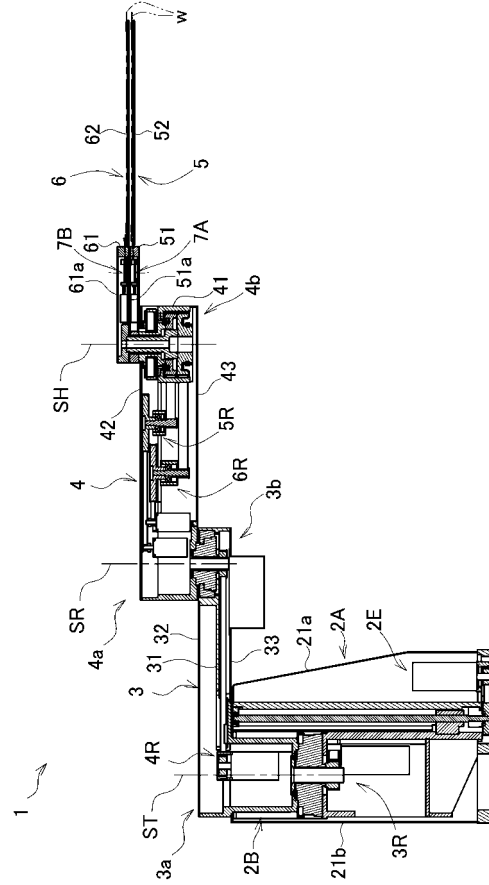
- 1 ... 多関節ロボット (ワーク搬送ロボット)
- 1 A ... アーム
- 2 ... ベース
- 3 ... 第 1 アーム要素
- 3 R ~ 6 R ... 駆動機構
- 4 ... 第 2 アーム要素
- 5 ... 下側ハンド (第 3 アーム要素)
- 6 ... 上側ハンド (第 3 アーム要素)
- 3 2 , 3 3 , 4 2 , 4 3 , 5 1 a , 6 1 a ... カバー
- 5 5 ... プーリ
- 6 5 ... プーリ
- 8 1 ... シャフト (治具)
- 8 2 ... 有底穴
- 8 3 ~ 8 6 ... 貫通孔
- C T ... 配線配管
- W ... ウェーハ (ワーク)

30

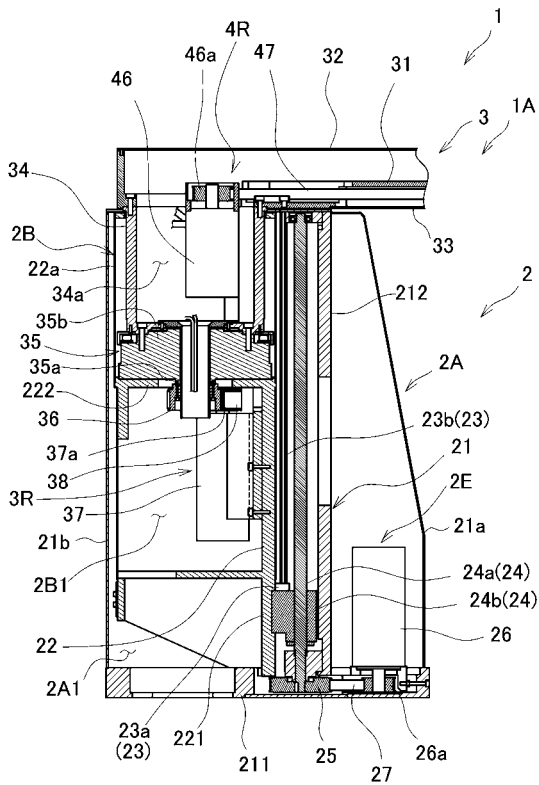
【 図 1 】



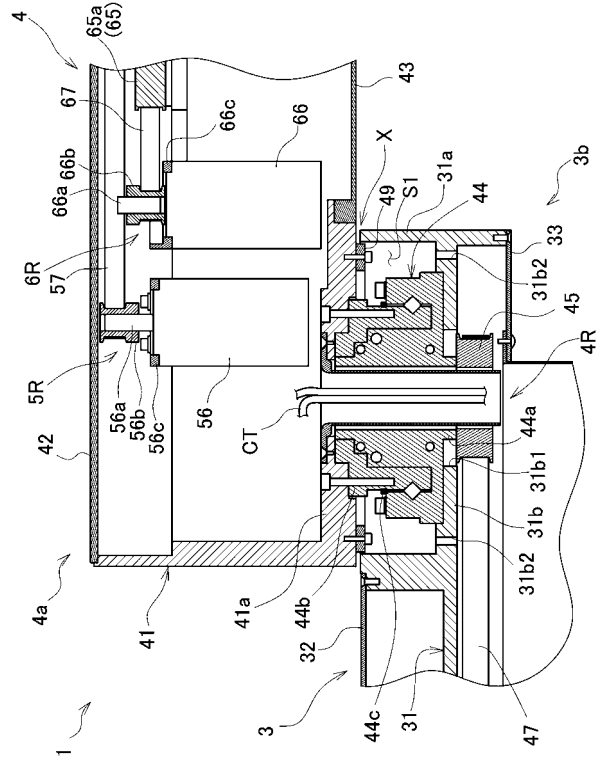
【 図 2 】



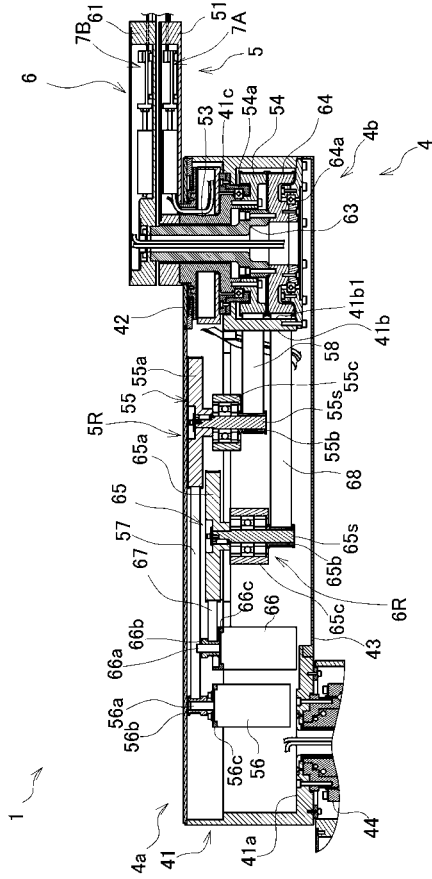
【 図 3 】



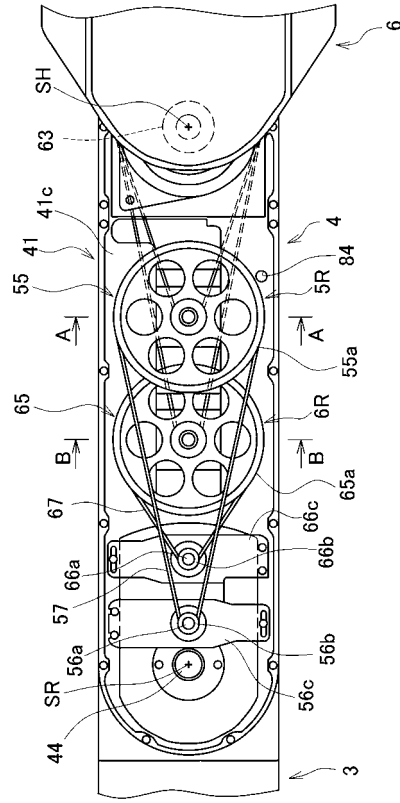
【 図 4 】



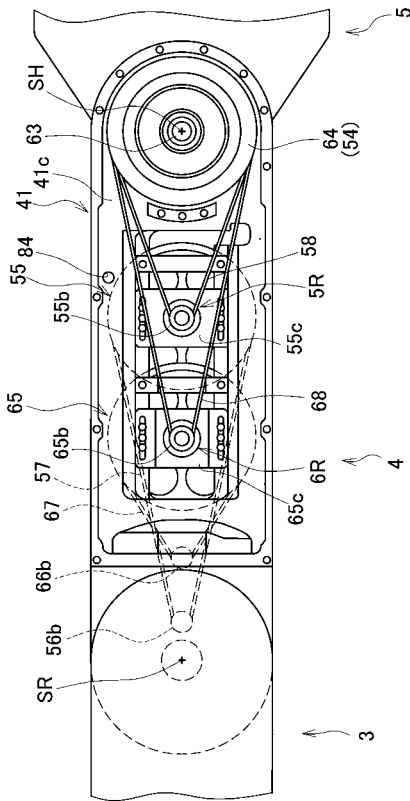
【 図 5 】



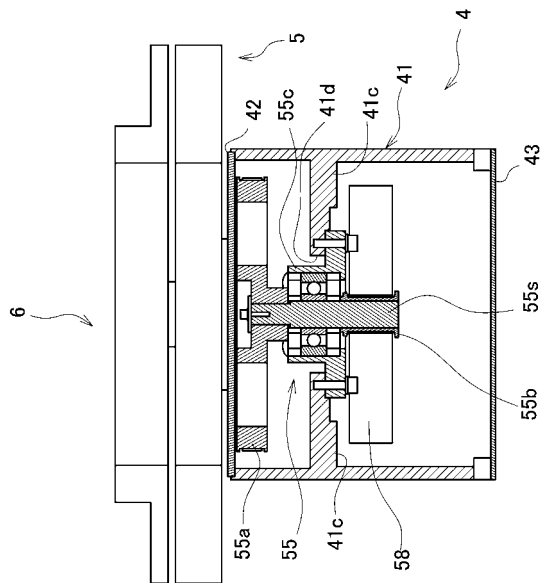
【 図 6 】



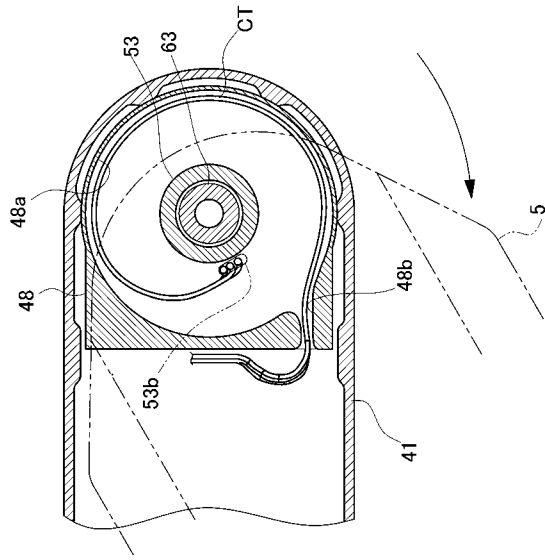
【 図 7 】



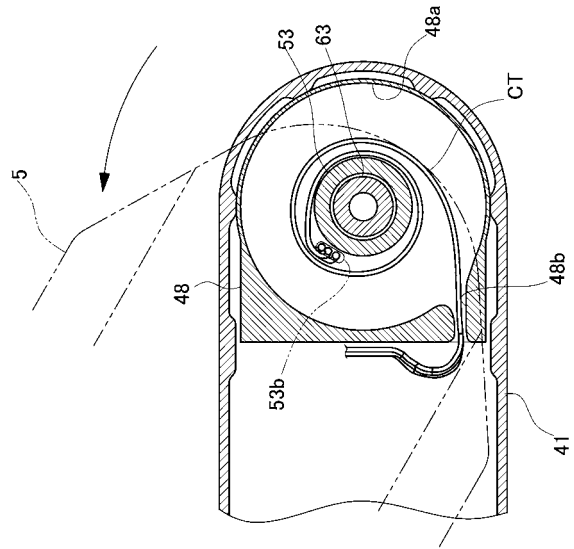
【 図 8 】



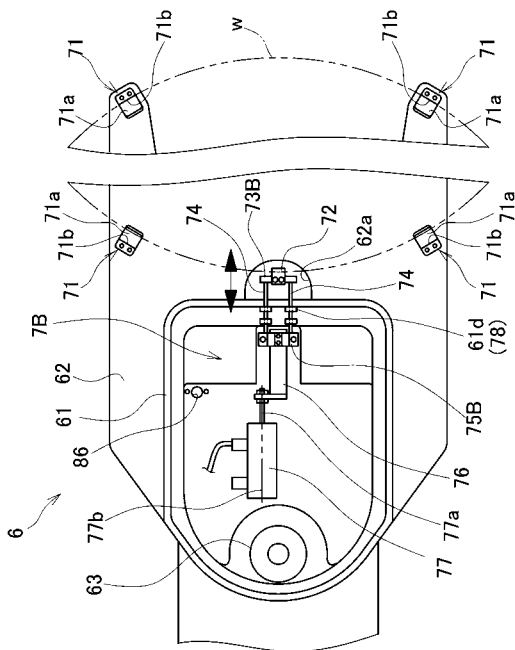
【 図 1 3 】



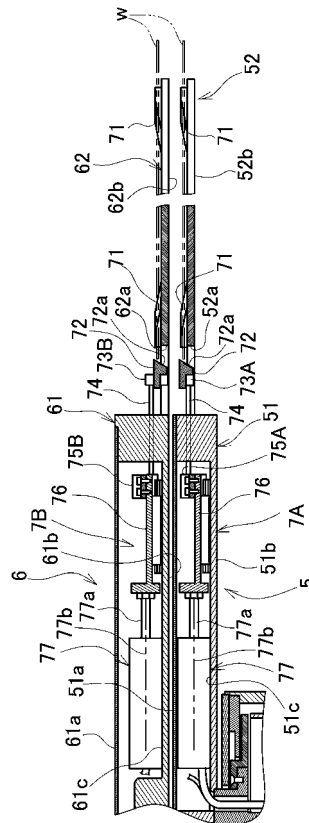
【 図 1 4 】



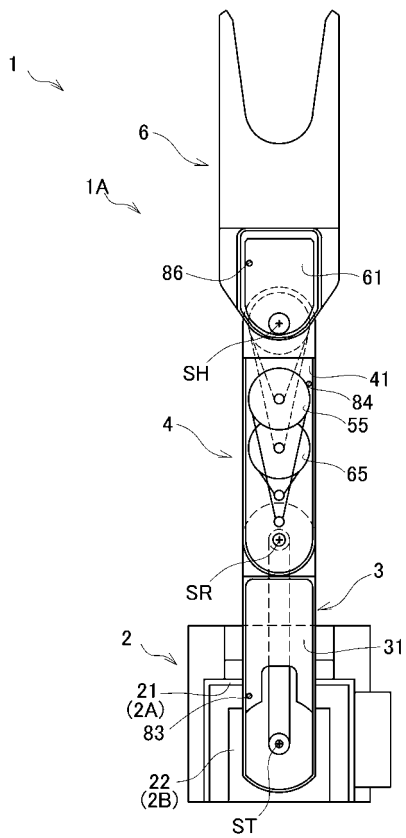
【 図 1 5 】



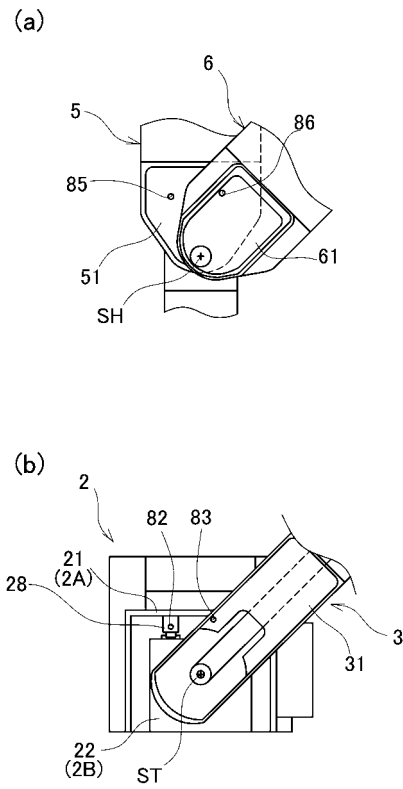
【 図 1 6 】



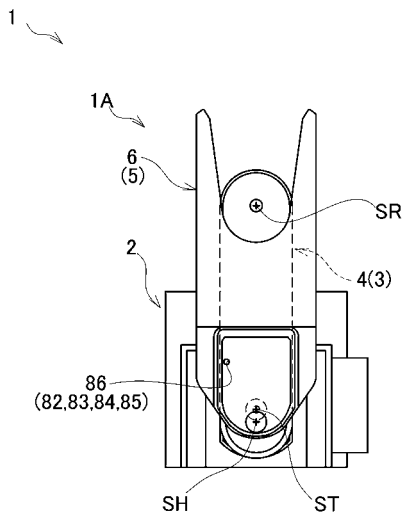
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】

