

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4326558号
(P4326558)

(45) 発行日 平成21年9月9日(2009.9.9)

(24) 登録日 平成21年6月19日(2009.6.19)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 5 J 19/00 (2006.01) B 2 5 J 19/00 F

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2006-309396 (P2006-309396)	(73) 特許権者	390008235 ファナック株式会社
(22) 出願日	平成18年11月15日(2006.11.15)		山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
(65) 公開番号	特開2008-73833 (P2008-73833A)		〇番地
(43) 公開日	平成20年4月3日(2008.4.3)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成19年8月8日(2007.8.8)		弁理士 青木 篤
(31) 優先権主張番号	特願2006-228081 (P2006-228081)	(74) 代理人	100092624
(32) 優先日	平成18年8月24日(2006.8.24)		弁理士 鶴田 準一
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100112357
			弁理士 廣瀬 繁樹
		(72) 発明者	井上 俊彦
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地 ファナック株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 産業用ロボットアームの駆動機構

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

上腕と、

前記上腕の先端に、該上腕の長手方向に垂直な第1軸線回りに回転可能に設けられた前腕と、

前記前腕の先端に、前記第1軸線に垂直な第2軸線回りに回転可能に設けられ、かつ前記第2軸線が貫通する中空部を有する第1手首要素と、

前記第1手首要素の前方に配置される作業ツールと、

前記作業ツールに動力、信号又は材料を供給する線条体が接続される作業ツール制御装置と、

前記前腕に配置された、前記第1手首要素を回転駆動する第1手首要素用モータ及び第1手首要素用減速装置と、を有するロボットアーム駆動機構であって、

前記第1手首要素用モータは、該第1手首要素用モータの回転中心軸が前記第2軸線に対し垂直の向きに、かつ、前記第1軸線よりも前記前腕の先端側の位置に配置され、

前記前腕は、前記第1軸線の見たとときにL字形の凹部を有し、該L字形の凹部を形成する垂直部に前記第1手首要素用モータ及び前記第1手首要素用減速装置が配置され、該L字形の凹部を形成する底部に前腕用駆動モータ及び前腕用減速装置が配置され、

前記第1手首要素用減速装置は、出力ハイポイドギヤ及び入力ハイポイドギヤを含む少なくとも1組のハイポイドギヤを有し、前記出力ハイポイドギヤは前記第2軸線と同軸に

配置されるとともに前記第 1 手首要素に結合され、前記入力ハイポイドギヤは前記前腕の前記底部の面に垂直な方向に延びる動力伝達軸を介して前記第 1 手首要素用モータに接続されることを特徴とする、ロボットアーム駆動機構。

【請求項 2】

前記第 1 手首要素用モータの、前記第 1 軸線方向に見たときに側方になる部分が前記前腕の一部で囲われる、請求項 1 に記載のロボットアーム駆動機構。

【請求項 3】

前記第 1 手首要素に、前記第 2 軸線と垂直に交わる第 3 軸線回りに回転可能に設けられた第 2 手首要素と、前記第 2 手首要素に、前記第 3 軸線と垂直に交わる第 4 軸線回りに回転可能に設けられ、前記作業ツールが取付けられた第 3 手首要素と、をさらに有し、

前記第 1 手首要素、前記第 2 手首要素及び前記第 3 手首要素は、前記第 2 軸線、前記第 3 軸線及び前記第 4 軸線が 1 点で交わるように配置されることを特徴とする、請求項 1 に記載のロボットアーム駆動機構。

【請求項 4】

前記第 1 手首要素は、前記第 2 軸線を含むある平面について左右対称に構成される、請求項 1 に記載のロボットアーム駆動機構。

【請求項 5】

前記作業ツール制御装置に接続され、該作業ツール制御装置を制御するケーブルと、該作業ツール制御装置にアシストガスを供給するガステーブとからなる機構部内ケーブルをさらに有し、前記機構部内ケーブルは、前記上腕内を通過して前記前腕後部に導かれ、前記上腕上部の側面から一度外部に引出され、前記前腕の側面に設けられた切欠きを通過して再度機構部内に導かれる、請求項 1 に記載のロボットアーム駆動機構。

【請求項 6】

前記第 1 手首要素の、前記中空部を画定する部分は、前記第 2 軸線に対し有角であって前記第 1 手首要素の先端側に向かって縮径する斜面を外面に有する、請求項 1 に記載のロボットアーム駆動機構。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、産業用ロボットアームの駆動機構に関する。

【背景技術】

【0002】

アーク溶接ロボットやハンドリングロボット等の産業用ロボットを用いて作業を行う場合には、手首先端に取付けられた溶接トーチやハンド等の作業ツールに動力や信号を伝えるための配線、配管等からなる線條体が必要となる。これらの線條体をロボットのアームや手首周辺に沿って引き回すときは、線條体がアームや他の周辺機器等と干渉して破損又は摩擦する場合がある。このような不具合を解消するために、これまでいくつかの提案がなされている。

【0003】

例えば特許文献 1 には、ワイヤ送給装置を上部アームの後部に配置して、手首の姿勢が水平のときにワイヤ送給装置、上部アーム及び手首が略一直線になるように構成された産業用ロボットが開示されている。また特許文献 2 には、ケーブルを胴体から引き出すための通過口を胴体の第 1 軸の軸心と交わる位置に設け、該通過口から引き出したケーブルをエンドエフェクタまで延設する構成が開示されている。

【0004】

さらに本願出願人は、例えば特許文献 3 において、ワイヤ送給装置を前腕上とは別の場所に搭載することにより前腕上部の構造を簡略化し、ロボット後部及びその上方に大きな干渉領域が生じることを回避する構成を提案している。また特許文献 4 において、前腕と第 1 手首要素との間に中空構造の減速機を配置することにより、手首軸が動作して作業ツールの姿勢が大きく変化しても線條体の挙動が大きく変化せず、従って線條体を構成する

10

20

30

40

50

配線や配管にかかる負担を小さくすることができる構造を提案している。

【0005】

【特許文献1】特開2004-358649号公報

【特許文献2】特開2005-96073号公報

【特許文献3】特開2006-15360号公報

【特許文献4】特開2006-51581号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の産業用ロボットにおいて、手首先端部に装着される溶接トーチ等の作業ツール用の機器（例えばワイヤ送給装置）を前腕に搭載する場合、ロボット前腕を揺動させるモータや前腕を回転させるモータ等が邪魔となり、結果として、作業ツール用機器の搭載空間が制限されていた。従って、種々の作業ツール用機器を搭載する場合、必ずしも最適な位置に搭載できないことがあり、線條体の導出部が前腕側方に張り出したり、作業ツール用機器が前腕後部から張り出したりして、ロボットの使い勝手が制限されてしまうことがあった。

10

【0007】

例えば特許文献1に示す構成の場合、ワイヤ送給装置などの作業ツール用機器を前腕後部にその張り出しを小さくして収納することができるが、前腕回転駆動用モータが近くに位置しているため、作業ツール用機器をU軸と平行な方向に調整するには干渉の面からの制約があった。また、狭い空間に機器を密集配置するため、保守作業の難易度が増すという問題もある。特に、ワイヤ送給装置等のように、日常的な保守作業が必要な機器においては、その保守作業の難易度が増すのは大きな課題となっていた。上述の特許文献はいずれも、作業ツール用機器が配置される前腕周りの構成を、保守作業等まで考慮して最適化したものではない。

20

【0008】

また、手首先端部に装着される作業ツールを制御するワイヤ送給装置等の機器を前腕後部に搭載する場合、作業ツールに接続されるトーチケーブル等の線條体を、周辺機器との干渉防止のために前腕中空部に通す例もある。しかし線條体には様々な種類があり、線條体が太い場合、扱れにくい場合、作業ツール制御機器からの取出し位置が大きく偏っているときは、線條体をロボットアーム内に内装できない場合もあり、それぞれの形態に応じた前腕を有するロボットを構成する必要があった。

30

【0009】

そこで本発明は、上記の問題を解決するため、ロボットの基本的なアーム構成は従来と同じ形態でありながら、簡素な駆動系で、作業ツール用の線條体の導出部を最適に位置決めしつつ、作業ツール用機器を前腕に張り出しのないように配置したロボットアーム駆動機構を提供することを目的とする。

【0010】

また本発明は、線條体が太い場合、扱れにくい場合、作業ツール制御機器からの取出し位置が大きく偏っている場合に、前腕中空部に線條体を通すこと、及び前腕の外側に沿わせることを択一的に適宜選択できるロボットアーム駆動機構を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、上腕と、前記上腕の先端に、該上腕の長手方向に垂直な第1軸線回りに回転可能に設けられた前腕と、前記前腕の先端に、前記第1軸線に垂直な第2軸線回りに回転可能に設けられ、かつ前記第2軸線が貫通する中空部を有する第1手首要素と、前記第1手首要素の前方に配置される作業ツールと、前記作業ツールに動力、信号又は材料を供給する線條体が接続される作業ツール制御装置と、前記前腕に配置された、前記第1手首要素を回転駆動する第1手首要素用モータ及び

50

第1手首要素用減速装置と、を有するロボットアーム駆動機構であって、前記第1手首要素用モータは、該第1手首要素用モータの回転中心軸が前記第2軸線に対し垂直の向きに、かつ、前記第1軸線よりも前記前腕の先端側の位置に配置され、前記前腕は、前記第1軸線の方に見たときにL字形状の凹部を有し、該L字形状の凹部を形成する垂直部に前記第1手首要素用モータ及び前記第1手首要素用減速装置が配置され、該L字形状の凹部を形成する底部に前腕用駆動モータ及び前腕用減速装置が配置され、前記第1手首要素用減速装置は、出力ハイポイドギヤ及び入力ハイポイドギヤを含む少なくとも1組のハイポイドギヤを有し、前記出力ハイポイドギヤは前記第2軸線と同軸に配置されるとともに前記第1手首要素に結合され、前記入力ハイポイドギヤは前記前腕の前記底部の面に垂直な方向に延びる動力伝達軸を介して前記第1手首要素用モータに接続されることを特徴とする、ロボットアーム駆動機構を提供する。

10

【0012】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のロボットアーム駆動機構において、前記第1手首要素用モータの、前記第1軸線の方に見たときに側方になる部分が前記前腕の一部で囲われる、ロボットアーム駆動機構を提供する。

【0013】

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載のロボットアーム駆動機構において、前記第1手首要素に、前記第2軸線と垂直に交わる第3軸線回りに回転可能に設けられた第2手首要素と、前記第2手首要素に、前記第3軸線と垂直に交わる第4軸線回りに回転可能に設けられ、前記作業ツールが取付けられた第3手首要素と、をさらに有し、前記第1手首要素、前記第2手首要素及び前記第3手首要素は、前記第2軸線、前記第3軸線及び前記第4軸線が1点で交わるように配置されることを特徴とする、ロボットアーム駆動機構を提供する。

20

【0014】

請求項4に記載の発明は、請求項1に記載のロボットアーム駆動機構において、前記第1手首要素は、前記第2軸線を含むある平面について左右対称に構成される、ロボットアーム駆動機構を提供する。

【0015】

請求項5に記載の発明は、請求項1に記載のロボットアーム駆動機構において、前記作業ツール制御装置に接続され、該作業ツール制御装置を制御するケーブルと、該作業ツール制御装置にアシストガスを供給するガステーブとからなる機構部内ケーブルをさらに有し、前記機構部内ケーブルは、前記上腕内を通過して前記前腕後部に導かれ、前記上腕上部の側面から一度外部に引出され、前記前腕の側面に設けられた切欠きを通過して再度機構部内に導かれる、ロボットアーム駆動機構を提供する。

30

【0016】

請求項6に記載の発明は、請求項1に記載のロボットアーム駆動機構において、前記第1手首要素の、前記中空部を画定する部分は、前記第2軸線に対し有角であって前記第1手首要素の先端側に向かって縮径する斜面を外面に有する、ロボットアーム駆動機構を提供する。

【発明の効果】

40

【0019】

請求項1に係る発明によれば、ワイヤ送給装置等の作業ツール用機器を前腕にその張り出しが小さく搭載でき、かつ、その搭載位置を作業ツール用機器の線条体の導出部が前腕に対し最適な位置に調整可能である。同時に、作業ツール用機器の周囲の保守空間が開放されており、その保守作業を容易に行うことができる。作業ツール用機器には、作業ツール用の駆動源等を収納する機能も要求されるため、一般に直方体型のものが多い。請求項1に係る発明によれば、前腕をL字形状の凹部を形成するように構成し、ワイヤ送給装置等の作業ツール用機器を前腕の底部の上に搭載することで、底部の上方の空間を効率よく利用することが可能となる。作業ツール用機器を搭載する空間を大きくするには、第1手首要素用減速装置の第2軸線方向の厚みを薄くし、同時に、前腕の垂直部の長さを長くす

50

ることが必要となる。請求項 1 に係る発明によれば、1 組のハイポイドギヤを第 1 手首要素用減速装置の最終出力部として使用することで、第 1 手首要素用減速装置の第 2 軸線方向の厚みを薄くすることができる。さらに入力ハイポイドギヤには動力伝達軸が連結されており、動力伝達軸の長さを調節するだけで前腕の垂直部の長さを最適化することが可能となる。

【 0 0 2 2 】

さらに、請求項 2 に係る発明により、該前腕の一部は、前腕の回転動作によって前腕に生じる曲げ応力を効率良く和らげることができる。さらには、その第 1 軸方向の両側を前腕の一部で囲えば、第 1 手首要素用モータが万一口ボットの周囲にある周辺装置と干渉した場合にもモータを保護することができる。

10

【 0 0 2 3 】

請求項 3 に係る発明により、線條体を第 1 手首要素について反対側に配置すべく第 1 手首要素を 180 度回転した場合であっても、他の構成要素の姿勢は実質変えないようにすることができる。

【 0 0 2 4 】

さらに請求項 4 に係る発明により、第 1 手首要素を回転した場合の線條体の対称性をより高めることができる。

【 0 0 2 5 】

請求項 5 に係る発明により、単純なケーブル処理であっても、前腕の可動範囲を確保しつつ、線條体と機構部内ケーブルとが干渉しない構成を実現することができる。

20

【 0 0 2 6 】

請求項 6 に係る発明により、線條体を第 1 手首要素の中空部を通さずにその側面を沿わせた場合に、線條体は第 2 軸線に漸近していくことができるので、第 1 手首要素が回転しても線條体に大きな外力を与えずに第 1 手首要素に巻付けることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 7 】

以下、図面を参照しながら本発明を詳細に説明する。

図 1 (a) 及び (b) は、本発明に係るロボットアーム駆動機構を備えたロボットシステムの第 1 の実施形態として、作業用ツールとして溶接トーチを使ったアーク溶接ロボットシステムの構成を示す正面図及び側面図である。

30

【 0 0 2 8 】

ロボット 10 は 6 軸の自由度を持つアーク溶接ロボットであり、ベース 12、ベース 12 上に設けられた上腕 14、上腕 14 の先端に上腕 14 の長手方向に略垂直な第 1 軸線 16 回りに回転可能に連結された前腕 18 を有する。前腕 18 はその先端に、前腕 18 の長手方向に略一致する第 2 軸線 20 回りに回転可能に連結された第 1 手首要素 22 と、第 1 手首要素 22 の先端に第 2 軸線 20 に略垂直な第 3 軸線 24 回りに回転可能に連結された第 2 手首要素 26 と、第 2 手首要素 26 の先端に第 2 手首要素 26 の長手方向に略一致する第 4 軸線 28 回りに回転可能に連結された第 3 手首要素 30 とを含む。また第 3 手首要素 28 の先端には、溶接トーチ 32 が取付けられる。さらに前腕 18 には、後述する溶接ワイヤを溶接トーチ 32 に供給するワイヤ送給装置 34 が配置される。ワイヤ送給装置 34 は駆動ローラ 36 及び従動ローラ 38 を有し、これら 1 組以上のローラセットが溶接ワイヤを挟みこんだ状態で駆動ローラ 36 がワイヤ送給装置用モータ (図示せず) により駆動され、ワイヤを送り出す構造となっている。

40

【 0 0 2 9 】

ロボット制御装置 40 は、ロボット制御ケーブル 42 を介してアーク溶接ロボット 10 に指令を送り、ロボット 10 の 6 軸の駆動部に各々装着されたサーボモータ (図示せず) を制御して、所定の部品を溶接できるように溶接トーチ 32 の位置及び姿勢を変更する。溶接トーチ 32 に供給すべき溶接電流は、溶接電源 44 によって給電ケーブル 46 を介して供給される。ロボット制御装置 40 はロボット 10 のサーボモータへの動作指令と同時に溶接電源 44 も制御し、それにより溶接トーチ 32 はロボット 10 の動作と同期して、

50

規定の溶接条件に従って溶接を行うことができる。またロボット制御装置36は、溶接電源44とワイヤ送給装置34とを接続するワイヤ送給装置制御ケーブル48を介して、ワイヤ送給装置34を制御するための信号及び電力をワイヤ送給装置34に送る。信号の一部はフィードバック可能である。

【0030】

また図1(b)に示すように、第1手首要素22、第2手首要素26及び第3手首要素30は、第2軸線20、第3軸線24及び第4軸線28が1点で交わるように配置されることが好ましい。これにより、線條体54を第1手首要素22について図1(b)の位置と反対側に配置すべく第1手首要素22を180度回転した場合であっても、他の構成要素、特に溶接トーチ32の姿勢は実質変えないようにすることができる。

10

【0031】

溶接トーチ32には、図示しない溶接ワイヤドラム又は溶接ワイヤリール等から供給される溶接ワイヤを含むワイヤコンジット50がワイヤ送給装置34を介して接続され、また図示しないガスポンプ等からアシストガスを供給するガスチューブ52がロボット機構部内を通過してワイヤ送給装置34を介して接続されている。但し、ガスチューブ52及びワイヤ送給装置制御ケーブル48はワイヤコンジット50及び給電ケーブル46同様、外部から直接ワイヤ送給装置34に接続されてもよい。逆に、ワイヤコンジット50及び給電ケーブル46の一方又は双方をロボット機構部内に通すことも可能である。また、溶接トーチ32には冷却用の水冷チューブ(図示せず)等が接続されてもよい。以降、溶接トーチ32とワイヤ送給装置34との間を接続する上記の配線・配管などの線條体をまとめてトーチケーブル54と称する。図2は、トーチケーブル54の好適な断面構造を示す図である。図示するように、溶接ワイヤ56を含むライナ58からなるワイヤコンジット50の外側かつ同心にアシストガスチューブ52が配置され、ガスチューブ52は溶接電流用導電体である多芯ケーブル60とともに可撓性の導管62内に収容され、全体としてトーチケーブル54が形成される。

20

【0032】

図3(a)、(b)及び(c)はそれぞれ、前腕18の詳細を示す上面図、側面図及び正面図である。前腕18は、第1軸線16の方向に見たとき(図3(b))に長手方向が互いに直交する第1部分すなわち垂直部64及び第2部分すなわち底部66を有し、全体として略L字形の凹部を形成する。垂直部64に第1手首要素22が接続され、底部66にワイヤ送給装置34が搭載される。図2に示したように、トーチケーブル54の径方向断面において、溶接ワイヤ56がトーチケーブル54の略中心に配置される。ワイヤ56はトーチケーブル内の他の線條体に比べ曲率半径を最も大きくする必要があるので、多くのトーチケーブルはこのような構成を有しており、故に給電ケーブル、アシストガス配管等はワイヤの周りに配置される。従って、トーチケーブル54はワイヤ送給装置34から溶接ワイヤ56が送り出される位置を中心としてワイヤ送給装置34に接続される。さらにトーチケーブル54は、ワイヤ送給装置34のワイヤ導出部68から手首先端に向けて引き出される。手首先端側に引き出されたトーチケーブル54は、前腕18に沿って第2軸線20の近傍を通過し、第3手首要素30に接続される。

30

【0033】

ワイヤ送給装置34の構造は、該装置を製造するメーカー毎に異なる場合が多い。アーク溶接ロボットにおける溶接ワイヤの送り出し位置は、ワイヤ送給装置34の構造及び前腕18の底部66への搭載位置によって決まるため、種々のワイヤ送給装置に対応できるように、前腕18の底部66のワイヤ送給装置搭載用空間は可能な限り大きい方が好ましい。図3の例においては、前腕18が略L字形の凹部を形成するように構成されているため、ワイヤ送給装置34は、上面図(図3(a))における上下方向(すなわち水平方向)に搭載位置を調整することができ、かつ、側面図(図3(b))の上下方向(すなわち鉛直方向)にも寸法的な余裕が確保されている。従ってワイヤ送給装置34の搭載位置の自由度が高い。これにより、異なるワイヤ送給装置であってもワイヤの送り出し位置を前腕18に対して同じ位置に位置決めすることが可能となる。

40

50

【0034】

また図3(b)に示すように、前腕18の垂直部64には第1手首要素用モータ70及び後述する第1手首要素用減速機すなわちハイポイドギヤを含む第1手首駆動装置72が配置され、一方前腕18の底部66には前腕用モータ74及び図示しない前腕用減速機を含む前腕駆動装置76が配置される。第1手首要素用モータ70は、その第1軸線16方向についての側方を前腕18の一部であるリブ78によって囲われる。これにより、前腕18の一部は、前腕18の回転動作によって前腕18に生じる曲げ応力を効率よく緩和することができる。さらには、その第1軸線16方向の両側を前腕18の一部で囲えば、第1手首要素用モータ70がロボットの周囲にある周辺装置と干渉した場合にもモータを保護することができる。

10

【0035】

図1(b)に示したワイヤ送給装置34を制御するケーブル48及びガスチューブ52は、溶接電流用導電体60に比べて屈曲性・捻回性がよく、機構部内ケーブルとしてロボット10の機構部に内蔵することが比較的容易である。詳細には、溶接電源44から延びるケーブル48はベース12及び上腕14内を通過して前腕18後部に導かれる。ここで図3(c)に示すように、ケーブル48及びガスチューブ52は、上腕14上部の側面から一度外部に引出され、前腕18の側面であって前腕18の垂直部64及び底部66の接続部近傍から再度機構部内に導かれる。またこのときに、機構部内ケーブルは前腕18に設けられた切欠き部21を通ることが好ましい。このようにケーブルを切欠き21に通すことで、ケーブルが前腕18から外部に露出することなく、ワイヤ送給装置34に接続することが可能になる。つまり、図3(b)に示すように、ケーブル48は、ワイヤ送給装置34の前腕18への搭載の障害とならないよう、さらにトーチケーブル54が前腕18の上腕14側の側方に配置される場合にトーチケーブルの邪魔にならないよう、前腕18の垂直部64に設けられたコネクタ80に接続される。さらに、コネクタ80は中継ケーブル82によってワイヤ送給装置34と接続される。但し、中継ケーブルを用いずにロボットのアームに内蔵したケーブルをワイヤ送給装置34に直接接続することもできる。

20

【0036】

また上記機構部内ケーブルの構成により、単純なケーブル処理であっても、前腕18の可動範囲を確保しつつ、線條体54と機構部内ケーブル48、82とが干渉しない構成を実現することができる。すなわち、機構部内ケーブルは前腕18の第1軸線16を含む部材の側面で固定されているため、前腕後部にワイヤ送給装置34を搭載して前腕18の側方に線條体54を沿わせる場合であっても、ワイヤ送給装置34から延びる線條体と機構部内ケーブルとの干渉を回避することができる。ここで前腕18が上腕14に対し回転したとしても、線條体と機構部内ケーブルとの間に所定距離を確保できるため、やはり干渉は生じない。故にワイヤ送給装置34等の作業ツール制御装置は前腕後部にかなり自由に配置することができる。

30

【0037】

また図3(c)に示すように、前腕18の垂直部64の内側面64a、64b及び上内面64cの各々と第2軸線20との距離はいずれも等しいことが好ましい。これにより、作業ツール用の線條体54を上記3つの内壁面のいずれに沿わせる場合にも、実質同様(具体的には第2軸線について回転対称)の線條体処理が可能となる。さらに、第2軸線方向にみた前腕18の垂直部64の上方角部を面取りすることにより、形成された内壁面64d及び64eも含めた5つの内壁面の各々と第2軸線との距離を全て等しくすることもできる。

40

【0038】

上述のように本発明では、第1手首要素22の回転用モータ70は前腕18と上腕14との間の領域内に、第1手首要素用モータ70の回転中心軸が第2軸線20に垂直になるように配置される。さらに、モータ70は第1軸線16より前腕18の長手方向に沿って前腕先端側すなわち手首側にシフトした位置に配置されるので、前腕18の底部66に配置された前腕駆動装置76の上方に大きな空間を確保することができる。従って、ワイヤ

50

送給装置 3 4 は、その導出部 6 8 から引き出されるトーチケーブル 5 4 が前腕 1 8 の側方に張り出さず、かつワイヤ送給装置 3 4 自身も前腕 1 8 の後方から張り出さないよう、前腕 1 8 に搭載可能となる。

【 0 0 3 9 】

次に、上記構成のロボットアーム駆動機構の挙動について説明する。前腕 1 8 を模式的に示す図 4 (a) のように、手首先端側に引き出されたトーチケーブル 5 4 のような線條体は、前腕 1 8 に沿って手首先端側に導かれ、第 2 軸線 2 0 の近傍を通過し、第 3 手首要素 3 0 に接続される。ここで図 4 (b) 又は (c) に示すように第 1 手首要素 2 2 が 9 0 度又は 1 8 0 度回転しても、トーチケーブル 5 4 は第 1 手首要素 2 2 に沿い又は巻き付くような挙動を呈するので、トーチケーブル 5 4 と周辺機器等との干渉は生じない。

10

【 0 0 4 0 】

一方、第 2 手首要素 2 6 が回転する場合も、図 5 (a) ~ (c) に示すように、トーチケーブル 5 4 は第 2 軸線 2 0 近傍を通過した後第 2 手首要素 2 6 の手前で屈曲するので、やはり前腕から大きく張り出すことはない。さらに第 3 手首要素 3 0 が回転する場合、第 3 手首要素 3 0 は概ね溶接トーチ 3 2 の長手軸について回転するため、トーチケーブル 5 4 には実質捩りが作用するのみである。

【 0 0 4 1 】

図 3 (c) は、溶接ワイヤの送り出し位置がワイヤ送給装置 3 4 に関して正面視で右側にある例を示しているが、ワイヤの送り出し位置が左側になる場合もある。この場合、ワイヤ送給装置 3 4 の搭載位置を図 3 (a) における上下方向に調整することで対応可能であるが、上腕 1 4 に対するワイヤ送給装置 3 4 の側方への張り出しは大きくなってしまふ。このような場合には、上面図 6 に示すように、第 1 手首要素 2 2 を反転 (1 8 0 度回転) させた状態でトーチケーブル 5 4 を取回すことが可能である。すなわち前腕 1 8 の配置を図 3 (a) の配置と上下対称にし、トーチケーブル 5 4 のワイヤ送給装置 3 4 への接続位置が第 2 軸線 2 0 に対し対称な位置になるように配置すれば、第 1 手首要素 2 2 が 1 8 0 度回転した場合に、トーチケーブル 5 4 の挙動を図 3 (a) の配置と同様の挙動にすることができる。この場合、前腕上部にトーチケーブルを通すときは第 1 手首要素 2 2 を 9 0 度回転させればよい。

20

【 0 0 4 2 】

なお前腕の内部には、第 2 及び第 3 手首要素駆動用モータ用の制御ケーブル (図示せず) が内蔵されているが、制御ケーブルが捩りに対して十分な耐性を有していれば、トーチケーブルを組替えることなく第 1 手首要素 2 2 の基準位置を補正すれば対応可能である。一方トーチケーブル 5 4 のような線條体は、定期的な保守が必要な場合が多く、一般に再組立が容易な構造となっている。従って、ロボットの度重なる姿勢変更等により複雑な緩みが生じても、再組立を行えば容易にアーム構成に適合させることができる。

30

【 0 0 4 3 】

またロボットを含むシステム稼動後に、ワーク変更等によりロボットの動作変更を行うときにも、ロボットのプログラム変更の際に、アーム形態を所定の初期位置に戻すようにオフラインプログラミングを行えば、従来の線條体の取回しに関する労力が削減され、ロボットの適用自由度が格段に向上する。さらに、初期位置も含めていくつかの線條体の通過パターンを予め登録しておけば、オフラインプログラミング時にユーザがその選択を行うだけで、最適な線條体の処理方法を含むオフラインプログラムが作成可能となる。

40

【 0 0 4 4 】

図 3 ~ 図 6 ではトーチケーブル 5 4 が第 1 手首要素 2 2 の側方を通過する形態を示しているが、図 3 (a) に示すように、第 1 手首要素 2 2 は第 2 軸線 2 0 を含みトーチケーブル 5 4 が挿通可能な中空穴 8 4 を有し、また第 1 手首要素用減速機の出力要素 (例えば後述するハイボイドギヤ) も中空穴 9 6 (後述) を有している。この場合、図 7 に示すように、その中空穴 8 4 及び 9 6 にトーチケーブル 5 4 を通すことも可能である。上述のようにワイヤ送給装置 3 4 の搭載位置は図中の矢印方向に自由に調整できるので、図 7 の実施例も図 3 と同じアーム構成で実現可能である。また、図示していないが、ワイヤ送給装置

50

34を前腕の垂直部が延びる方向に直交する平面内にて回転して搭載することで、ワイヤ送給装置34の導出部68の位置及びトーチケーブル54の導出方向を適切に変更することができる。一般にトーチケーブルの挙動は、ロボットの溶接姿勢及びトーチケーブルの特性のいずれによっても大きく変化してしまう。しかし本発明によれば、種々のシステムに適合した最適なトーチケーブルの取回しを容易に行うことができる。

【0045】

また図7に示すように、第1手首要素22に中空穴84を形成した場合、中空穴84を画定する中間部85は、第2軸線20に対し有角を成す、好ましくは第2軸線20を中心とする円錐側面状の斜面85aを有することが有利である。これにより、図3のようにトーチケーブル等の線條体を中空穴84を通さずに第1手首要素22の側方を通す場合であ

10

【0046】

図8(a)~(c)は、図4(a)~(c)と同様に前腕18を模式的に示す図である。図8(a)に示すように、手首先端側に引き出されたトーチケーブル54のような線條体は、第1手首要素22の中空穴84を通して手首先端側に導かれ、第2軸線20の近傍を通過し、第3手首要素30に接続される。ここで図8(b)又は(c)に示すように第1手首要素22が90度又は180度回転しても、トーチケーブル54はほぼ第2軸線20上を

20

【0047】

一方、第2手首要素26が回転する場合も、図5(a)~(c)に類似する図9(a)~(c)に示すように、トーチケーブル54は第2軸線20近傍を通過した後第2手首要素26の手前で曲がるので、この曲げにより回転動作を吸収することができる。さらに第3手首要素30が回転する場合、第3手首要素30は概ね溶接トーチ32の長手軸について回転するため、トーチケーブル54には実質捩りが作用するのみである。本発明では、ワイヤ送給装置34を前腕18の最適な位置に配置することができるので、前述のワイヤ導出部の位置をかなり自由に選択することができる。

30

【0048】

図10は図3(b)に類似する側面図であって、L字形の前腕18の底部66の面に対し略垂直な方向についてのワイヤ送給装置34の搭載位置調整の一例を示す図である。この例ではスペーサ86によってワイヤ送給装置34の位置を上方に引上げている。このような配置は、下向き溶接が多い場合に、ワイヤの送給性が高くなるようトーチケーブル54の曲率をできるだけ大きくするために、ワイヤ送給装置34の導出部68を前腕18の中心よりも高い位置に位置決めするとき有効である。

【0049】

また図11は、図10と同様に図3(b)に類似する側面図であって、ワイヤ送給装置34を第1軸線16回りに回転させた状態を示す図である。このような配置は、重力によるトーチケーブル54の前腕18からの垂れ下がりによって周辺との干渉が生じ得る場合に有効である。

40

【0050】

図12(a)及び(b)はそれぞれ、本発明の主要部である第1手首要素22の回転駆動機構を含む前腕18を側方及び後方からみた断面図である。前腕18に設けられた第1手首要素駆動用モータ70の回転トルクは、1組のスパークギヤ又はヘリカルギヤ88及び動力伝達軸90を介して入力ハイポイドギヤ92に伝達され、さらに入力ハイポイドギヤ92に係合する出力ハイポイドギヤ94に固定された第1手首要素22を回転する。前述の1組のスパークギヤまたはヘリカルギヤ88は複数組としてもよいが、構造の簡略のためには1組とした方が望ましい。このような構成により、第1手首要素駆動用モータ70が

50

前腕 18 後部から張り出すことが防止されるため、前腕 18 の底部 66 においてワイヤ送給装置 34 の搭載空間を大きく取ることができる。また、出力ハイポイドギヤ 94 は第 2 軸線 20 と同軸に配置され、その中心部には中空穴 96 が形成される。中空穴 96 には第 2 及び第 3 手首要素駆動用モータ（図示せず）の制御ケーブル（図示せず）及びその他必要なケーブルを通すことができる。前述のように 1 組のスパークギヤ又はヘリカルギヤを用いることにより、大きな減速比が得られるとともにモータの最適な位置もより実現しやすくなる。もちろん、1 組のハイポイドギヤのみで駆動系を構成することも可能である。またハイポイドギヤはベベルギヤ等に置換されてもよいが、高速比が得られかつ駆動部の体積を最小化でき、さらに騒音が比較的少ないハイポイドギヤが好ましい。

【0051】

動力伝達軸 90 は、図示するように前腕 18 の底部 66 の面に略垂直に延び、スパークギヤ 88 と入力ハイポイドギヤ 92 とを接続する。従ってモータ 70 のフランジサイズが大きくなった場合でも、モータ 70 は底部 66 に近い場所に位置するため、動力伝達軸 90 を長くするだけで、前腕 18 の垂直部 64 の長さを容易に長くすることが可能となる。垂直部 64 の長さを長くすることにより、底部 66 の上方により広い空間を確保することができる。

【0052】

従来のロボットでは、第 1 手首要素用モータは前腕に第 2 軸線と平行に配置されており、このため、作業ツール用機器と第 1 手首要素用モータが干渉する問題が発生した。本発明では、ハイポイドギヤを用いることで、1 段減速でありながら高い減速比を確保し、さらに、減速機の出力軸に回転トルクを伝達する駆動源である第 1 手首要素用モータの回転軸を第 2 軸線に垂直にすることによって、第 1 手首要素用モータを前腕と上腕との間に挟まれた領域内に、第 1 軸線より前腕長手方向に沿って手首フランジ側にシフトした位置に配置している。駆動機構にハイポイドギヤを採用したことにより、高価な減速装置や多段ギヤを用いる必要はない。また、作業ツール用機器は前腕に搭載されるので、ロボットの周辺装置とも干渉しにくい。これにより、安価な構成でありながら、従来、問題となっていた第 1 手首要素用モータと作業ツール用機器との干渉の問題がなくなり、作業ツール用機器の搭載位置を自由に調整できるようになる。また、機器の保守空間も大きく取ることができるようになる。

【0053】

図 13 (a) 及び (b) は、本発明に係るロボットアーム駆動機構を備えたロボットシステムの第 2 の実施形態として、ハンドリングロボットシステム 110 の構成を示す正面図及び側面図である。図 1 のアーク溶接ロボット 10 と比較して、ワイヤ送給装置 34 は図示しない電磁弁を内蔵した電磁弁ボックス 134 に、溶接トーチ 32 はハンド 132 に置換されている。それに伴い、電磁弁ボックス 134 には線条体 154 として信号線 148 及びエア配管 152 が接続され、ハンド 132 と電磁弁ボックス 134 との間にも電磁弁でハンド 132 を制御するための信号線及びエア配管が接続されている。ロボット制御装置 140 は信号線 148 を介して電磁弁を制御しており、電磁弁はその信号に応じて、エアをハンド 132 へ供給する。ハンド 132 には吸着パッドやエアグリッパ 133 等が装着されており、上記の供給エアにより駆動され、ハンドリングする対象となるワークの吸着、把持等を行う。信号線 148 は、吸着や把持の確認の信号をロボット制御装置 140 にフィードバックすることにも使用できる。ハンドリングロボット 110 では、電磁弁ボックス 134 をハンド 132 を備えた手首先端部 135 に搭載することも可能である。この場合、制御装置 140 から延びる線条体 154 は手首先端部 135 にある電磁弁ボックスに直接接続される。また、ハンド 132 に接続される信号線および配管は比較的細いため、ロボット 110 の機構部内を挿通させて、手首先端部の電磁弁に接続することも可能である。

【0054】

なお図 13 は、線条体 154 を第 1 手首要素 122 の側面を沿わせる形態を示しているが、上述の第 1 の実施形態と同様に前腕垂直部及び第 1 手首要素には中空穴が形成されて

10

20

30

40

50

おり、線条体をそれらの中空穴に通す形態ももちろん可能である。

【0055】

以上の構成により、線条体が太い場合、扱れにくい場合、又はワイヤ送給装置等の作業ツール制御機器からのケーブル取出し位置が大きく偏っている場合にも、線条体を中空部に通すこともでき、前腕の外側に沿わせることも適宜選択できるようになる。また作業ツール制御機器の周囲の保守空間が広く開放されるので、その保守作業を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】(a)本発明に係るロボットアーム駆動機構を有する産業用アーク溶接ロボットの全体構成の正面図であり、(b)右側面図である。

10

【図2】トーチケーブルの断面構造を示す図である。

【図3】(a)前腕周りの構造を示す上面図であり、(b)側面図であり、(c)正面図である。

【図4】(a)第1手首要素の側方に線条体を沿わせた場合の、第1手首要素回転時の線条体の挙動を示す図であり、(b)(a)の状態から第1手首要素が90度回転した状態を示す図であり、(c)(b)の状態から第1手首要素がさらに90度回転した状態を示す図である。

【図5】(a)第1手首要素の側方に線条体を沿わせた場合の、第2手首要素回転時の線条体の挙動を示す図であり、(b)(a)の状態から第2手首要素が90度回転した状態を示す図であり、(c)(b)の状態から第2手首要素がさらに90度回転した状態を示す図である。

20

【図6】第1手首要素を反転させた状態を示す図である。

【図7】第1手首要素の中空穴に線条体を通した例を示す図である。

【図8】(a)第1手首要素の中空穴に線条体を通した場合の、第1手首要素回転時の線条体の挙動を示す図であり、(b)(a)の状態から第1手首要素が90度回転した状態を示す図であり、(c)(b)の状態から第1手首要素がさらに90度回転した状態を示す図である。

【図9】(a)第1手首要素の中空穴に線条体を通した場合の、第2手首要素回転時の線条体の挙動を示す図であり、(b)(a)の状態から第2手首要素が90度回転した状態を示す図であり、(c)(b)の状態から第2手首要素がさらに90度回転した状態を示す図である。

30

【図10】ワイヤ送給装置の搭載位置を変更した例を示す図である。

【図11】ワイヤ送給装置の搭載位置を変更した他の例を示す図である。

【図12】(a)前腕に配置された第1手首要素用モータ及び減速装置を示す側断面図であり、(b)(a)を後方からみた断面図である。

【図13】(a)本発明に係るロボットアーム駆動機構を有する産業用ハンドリングロボットの全体構成の正面図であり、(b)右側面図である。

【符号の説明】

【0057】

- 10 ロボット
- 14 上腕
- 18 前腕
- 22 第1手首要素
- 26 第2手首要素
- 30 第3手首要素
- 32 溶接トーチ
- 34 ワイヤ送給装置
- 54 トーチケーブル
- 64 前腕垂直部

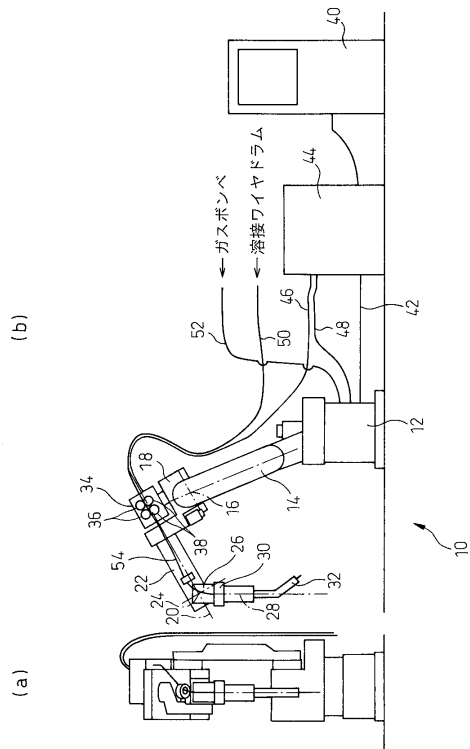
40

50

- 6 6 前腕底部
- 7 0 第1手首用モータ
- 8 8 スパーギヤ
- 9 0 動力伝達軸
- 9 2 入力ハイポイドギヤ
- 9 4 出力ハイポイドギヤ

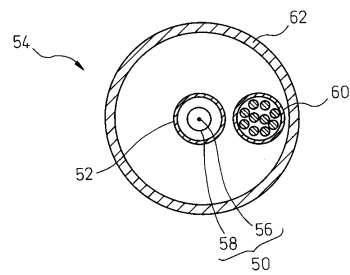
【図1】

図1



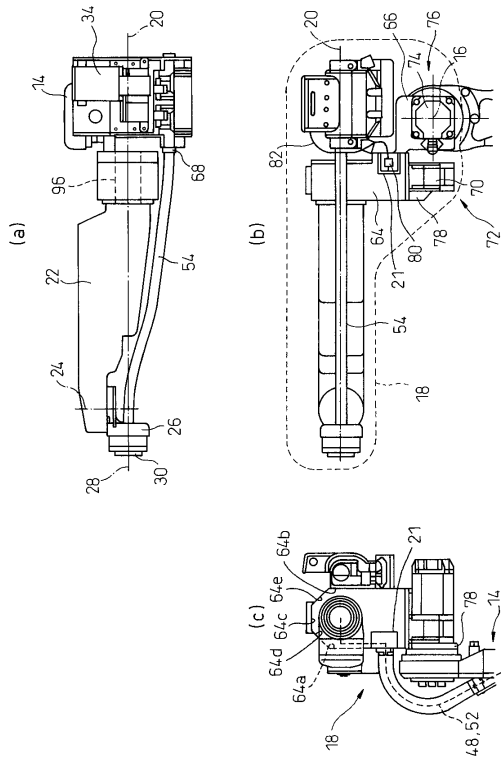
【図2】

図2



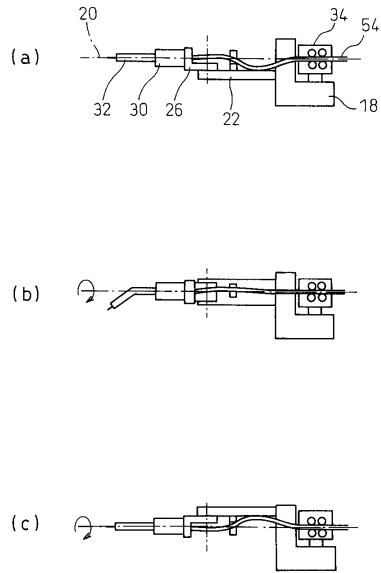
【 図 3 】

図 3



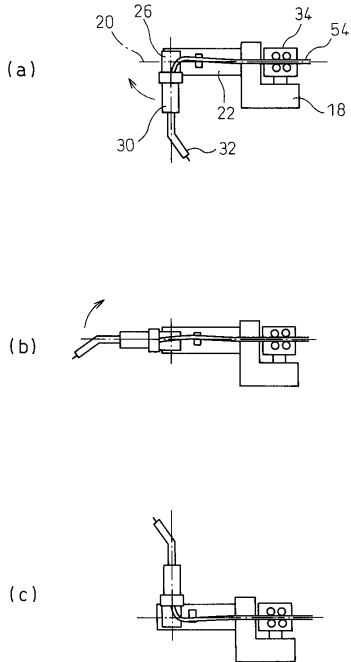
【 図 4 】

図 4



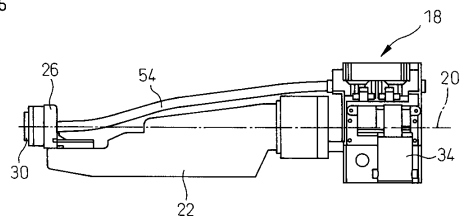
【 図 5 】

図 5



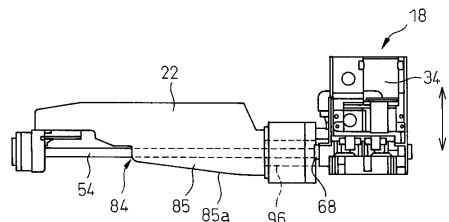
【 図 6 】

図 6



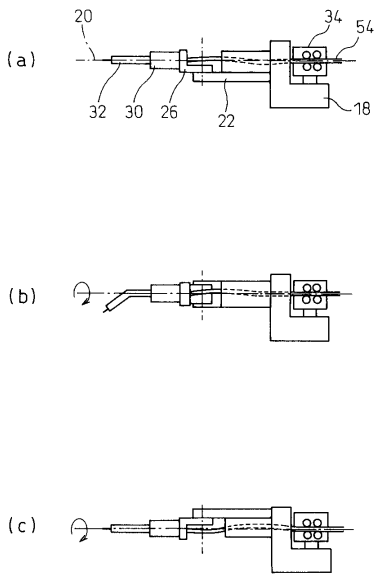
【 図 7 】

図 7



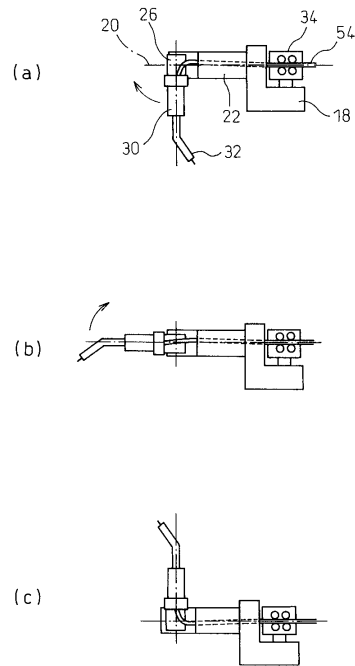
【 図 8 】

図8



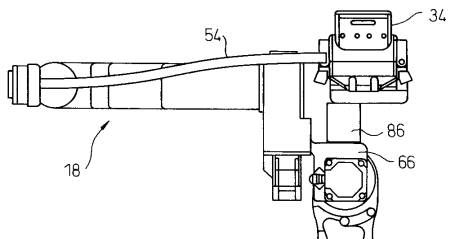
【 図 9 】

図9



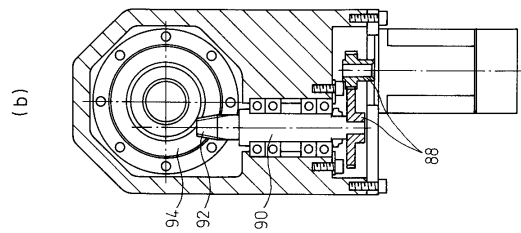
【 図 10 】

図10



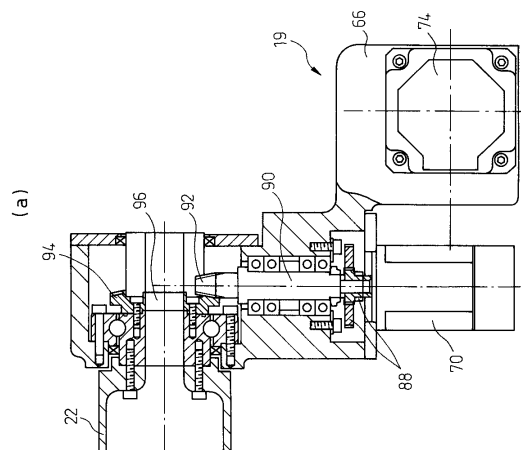
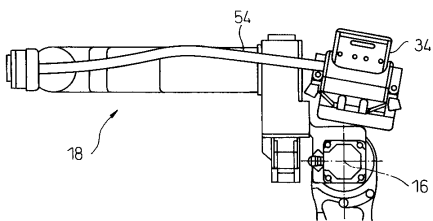
【 図 12 】

図12



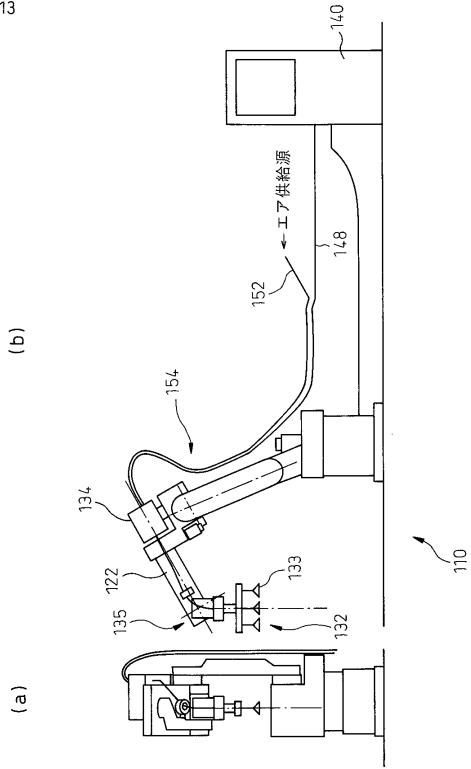
【 図 11 】

図11



【 図 13 】

図 13



フロントページの続き

- (72)発明者 中山 一隆
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内
- (72)発明者 岩山 貴敏
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

審査官 松浦 陽

- (56)参考文献 特開2005-238428(JP,A)
特開2006-150378(JP,A)
特開平10-175188(JP,A)
特開2004-358649(JP,A)
実開昭60-022293(JP,U)
特開昭60-020877(JP,A)
特開昭61-044591(JP,A)
特開昭62-054692(JP,A)
特開昭63-074591(JP,A)
特開昭59-201787(JP,A)
特開平05-192890(JP,A)
特開平05-104466(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 1/00 - 21/02