

(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2012-240123

(P2012-240123A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012.12.10)

(51) Int.Cl.
B25J 19/00 (2006.01)F1
B25J 19/00テーマコード (参考)
3C707

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2011-108818 (P2011-108818)
(22) 出願日 平成23年5月13日 (2011.5.13)(71) 出願人 000000974
川崎重工業株式会社
兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
(74) 代理人 110000556
特許業務法人 有古特許事務所
(72) 発明者 稲田 隆浩
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内
(72) 発明者 北村 伸二
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内
(72) 発明者 山本 雅人
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

最終頁に続く

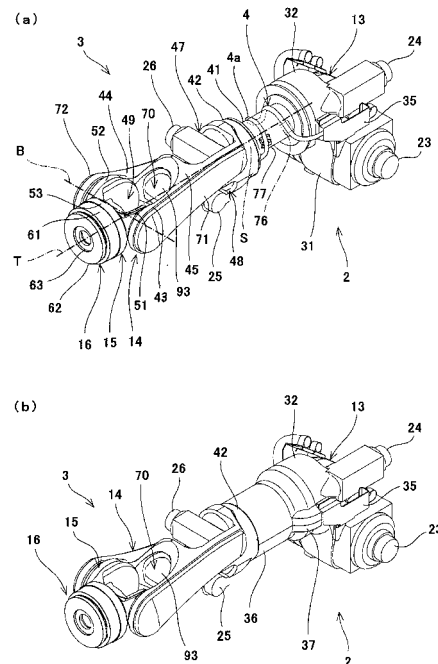
(54) 【発明の名称】 多関節型産業用ロボット

(57) 【要約】

【課題】円滑な作業の妨げとならないようにしてエフェクタ用ケーブルを取り回しつつ、手首部の構成を全体として小型化する。

【解決手段】ロボット1の手首部3が、アーム部2に対して第1手首軸線S周りに回転する第1可動部14、第2手首モータ25により第1可動部14に対して第2手首軸線B周りに回転駆動される第2可動部15、第3手首モータ26により第2可動部15に対して第3手首軸線T周りに回転駆動される第3可動部16、及び第3可動部16に装着されるエンドエフェクタ8に電力等を供給するエフェクタ用ケーブル9が挿通されるケーブル挿通部70を有する。ケーブル挿通部70は、第1手首軸線S上に位置するようにして第1可動部14に設けられ、第2及び第3手首モータ25、26は、ケーブル挿通部70を第1手首軸線Sに垂直な方向に挟むようにして第1可動部14に取り付けられる。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

アーム部と、前記アーム部の先端部に連結される手首部と、前記手首部を駆動する複数のモータと、を備え、

前記手首部が、

前記アーム部に連結され、前記アーム部に対して第 1 手首軸線周りに回転する第 1 可動部と、

前記第 1 可動部に連結され、前記第 1 可動部に対して前記第 1 手首軸線に垂直な第 2 軸線周りに回転する第 2 可動部と、

前記第 2 可動部に連結され、前記第 2 可動部に対して前記第 2 手首軸線に垂直な第 3 手首軸線周りに回転し、エンドエフェクタが装着される第 3 可動部と、

前記エンドエフェクタに電力、動力、信号及び材料の少なくともいずれかを供給するためのエフェクタ用ケーブルが挿通されるケーブル挿通部と、を有し、

前記複数のモータが、前記第 1 可動部、前記第 2 可動部及び前記第 3 可動部をそれぞれ回転させる第 1 手首モータ、第 2 手首モータ及び第 3 手首モータを有し、

前記ケーブル挿通部が、前記第 1 可動部に前記第 1 手首軸線上に位置するように設けられ、前記第 2 手首モータ及び前記第 3 手首モータが、前記ケーブル挿通部を前記第 1 手首軸線と垂直な方向に挟むようにして前記第 1 可動部に取り付けられている、多関節型産業用ロボット。

【請求項 2】

前記第 1 手首軸線が、前記第 1 可動部の長手方向に延在しており、前記第 2 手首モータの出力軸と前記第 3 手首モータの出力軸とが、前記第 1 手首軸線と垂直な方向に延在している、請求項 1 に記載の多関節型産業用ロボット。

【請求項 3】

前記第 2 手首モータ及び前記第 3 手首モータに電力及び信号を供給するためのモータ用ケーブルを更に備え、

前記第 1 可動部が、前記アーム部に対して回転可能に連結された略円筒状の筒部を有し、

前記モータ用ケーブルが、前記アーム部に対して固定された固定クランプと、前記第 1 可動部に対して固定された可動クランプとにより拘束され、且つ、前記固定クランプ及び前記可動クランプの間に弛み部を有しており、前記弛み部が、前記筒部の外周面に沿って配置されている、請求項 1 又は 2 に記載の多関節型産業用ロボット。

【請求項 4】

前記アーム部が、前記筒部を外囲する略円筒状の外筒部を有し、前記筒部の外周面と前記外筒部の内周面との間にケーブル收容空間が形成され、

前記外筒部が、前記モータ用ケーブルを前記外筒部の外部から前記ケーブル收容空間内へ導入するケーブル導入部を有し、前記モータ用ケーブルが、前記ケーブル導入部から前記ケーブル收容空間を介して前記第 2 手首モータ及び前記第 3 手首モータまで延在し、前記弛み部が、前記ケーブル收容空間内に配置されている、請求項 3 に記載の多関節型産業用ロボット。

【請求項 5】

前記ケーブル挿通部は、前記第 1 手首軸線上に延在すると共に前記エフェクタ用ケーブルが挿通されるガイド孔を有し、

前記ガイド孔が、前記第 2 手首モータ及び前記第 3 手首モータにより挟まれている部分から前記エンドエフェクタ側に向かって拡開している、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の多関節型産業用ロボット。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、アーム部と、アーム部の先端部に連結される手首部と、手首部を駆動する複

10

20

30

40

50

数のモータとを備える多関節型産業用ロボットに関する。特に、エンドエフェクタに電力等を供給するためのエフェクタ用ケーブルが手首部を通過する多関節型産業用ロボットに関する。

【背景技術】

【0002】

多関節型産業用ロボットは、溶接及び塗装等の各種作業に広く利用されている。例えば特許文献1には、手首部にスポット溶接ガンを装着したスポット溶接ロボットが開示されている。このロボットでは、手首部を駆動するモータの幾つかがアーム部後端に取り付けられている。手首部には、スポット溶接ガンに電力を供給するためのケーブルが取り付けられている。このケーブルは手首部の外側で取り回されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-136462号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、モータが特許文献1に開示されるようにアーム部後端に取り付けられると、モータから手首部先端まで動力を伝達するための動力伝達機構を配置しなくてはならない。その結果、部品点数が増えて手首部の組立てが煩雑となったり、手首部の構成を全体として大型化する必要が生じたりする。特に、スポット溶接用のロボットでは、大電流を溶接ガンに供給するためケーブルが大径化しがちであるので、ケーブルとの干渉を避けるようにして動力伝達機構を配置することが非常に困難となる。

20

【0005】

また、特許文献1に開示されるように、ケーブルと動力伝達機構との干渉を避け得るためにケーブルを手首部の外側で取り回すと、手首部が回転してもケーブルに張力が作用しないよう、ケーブルを部分的に弛ませなくてはならない。すると、ケーブルが、作業スペース周辺の構造物やワークと干渉しやすくなり、円滑な作業の妨げになるおそれがある。また、弛みの分だけ、手首部で支持しなくてはならないケーブルの重量が大きくなる。

【0006】

30

そこで本発明は、円滑な作業の妨げとならないようにしてケーブルを取り回しつつ、手首部の構成を全体として小型化することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る多関節型産業用ロボットは、アーム部と、前記アーム部の先端部に連結される手首部と、前記手首部を駆動する複数のモータと、を備え、前記手首部が、前記アーム部に連結され、前記アーム部に対して第1手首軸線周りに回転する第1可動部と、前記第1可動部に連結され、前記第1可動部に対して前記第1手首軸線に垂直な第2手首軸線周りに回転する第2可動部と、前記第2可動部に連結され、前記第2可動部に対して前記第2手首軸線に垂直な第3手首軸線周りに回転し、エンドエフェクタが装着される第3可動部と、前記エンドエフェクタに電力、動力、信号及び材料の少なくともいずれかを供給するためのエフェクタ用ケーブルが挿通されるケーブル挿通部と、を有し、前記複数のモータが、前記第1可動部、前記第2可動部及び前記第3可動部をそれぞれ回転させる第1手首モータ、第2手首モータ及び第3手首モータを有し、前記ケーブル挿通部が、前記第1手首軸線上に位置するようにして前記第1可動部に設けられ、前記第2手首モータ及び前記第3手首モータが、前記ケーブル挿通部を前記第1手首軸線に垂直な方向に挟むようにして前記第1可動部に取り付けられている。

40

【0008】

前記構成によれば、エフェクタ用ケーブルが、第1可動部の回転中心となる第1手首軸線上に位置するケーブル挿通部に挿通される。このため、手首部の動作に伴ってエフェク

50

タ用ケーブルが大きく振れ回ったり、周辺構造と干渉したりするのを良好に抑制することができる。そして、第2手首モータ及び第3手首モータが、第1可動部の回転中心となる第1手首軸線上に位置するケーブル挿通部を挟むようにして第1可動部に取り付けられている。このため、第1可動部の回転時に第1可動部の重量バランスを保つことができる。また、第2手首モータから第2可動部までの動力伝達機構を簡素化することができ、第3手首モータから第3可動部までの動力伝達機構を簡素化することができる。

【0009】

前記第1手首軸線が、前記第1可動部の長手方向に延在しており、前記第2手首モータの出力軸と前記第3手首モータの出力軸とが、前記第1手首軸線と垂直な方向であり前記第2手首軸線と平行な方向に延在していてもよい。

10

【0010】

前記構成によれば、第1可動部に第2手首モータ及び第3手首モータを取り付けるようにしながらも、第1可動部の長手方向の寸法を短くすることができる。これにより手首部が全体として小型化される。

【0011】

前記第2手首モータ及び前記第3手首モータに電力及び信号を供給するためのモータ用ケーブルを更に備え、前記第1可動部は、前記アーム部に対して回転可能に連結された略円筒状の筒部を有し、前記モータ用ケーブルは、前記アーム部に対して固定された固定クランプと、前記第1可動部に対して固定された可動クランプとにより拘束され、且つ、前記固定クランプ及び前記可動クランプの間に弛み部を有しており、前記弛み部が、前記筒部の外周面に沿って配置されていてもよい。

20

【0012】

前記構成によれば、第1可動部が回転して可動クランプが角変位したときに、モータ用ケーブルの弛み部が筒部の外周面に沿って移動する。これにより、モータ用ケーブルが擦れるのを極力抑制することができる。

【0013】

前記アーム部は、前記筒部を外囲する略円筒状の外筒部を有し、前記筒部の外周面と前記外筒部の内周面との間にケーブル収容空間が形成され、前記外筒部は、前記モータ用ケーブルを前記外筒部の外部から前記ケーブル収容空間内へ導入するケーブル導入部を有し、前記モータ用ケーブルが、前記ケーブル導入部から前記ケーブル収容空間を介して前記第2手首モータ及び前記第3手首モータまで延在し、前記弛み部が、前記ケーブル収容空間内に配置されていてもよい。

30

【0014】

前記構成によれば、簡易な構造によってモータ用ケーブルをU字処理することができ、且つモータ用ケーブルを外筒部で良好に保護することができる。

【0015】

前記ケーブル挿通部は、前記第1手首軸線上に延在すると共に前記エフェクタ用ケーブルが挿通されるガイド孔を有し、前記ガイド孔が、前記第2手首モータ及び前記第3手首モータにより挟まれている部分から前記エンドエフェクタ側に向かって拡開していてもよい。

40

【0016】

前記構成によれば、第2可動部及び第3可動部が動作したときに、エフェクタ用ケーブルが振れ回るのを抑えつつ、エフェクタ用ケーブルを第2可動部及び第3可動部の動作に良好に従わせて変形させることができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、円滑な作業の妨げとならないようにしてエフェクタ用ケーブルを取り回しつつも、手首部の構成を全体として小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

50

【図 1】本発明の実施形態に係るロボットの全体構成を示す斜視図である。

【図 2】図 2 (a) は、外筒部を取り外した先端アーム及び手首部を示す斜視図である。

図 2 (b) は、外筒部を取り付けた先端アーム及び手首部を示す斜視図である。

【図 3】先端アーム及び手首部の断面図である。

【図 4】先端アーム及び手首部の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。なお、同一又は相当する要素については、全図を通じて同一の符号を付して重複する詳細な説明を省略する。

【 0 0 2 0 】

10

〔ロボットの全体構成〕

図 1 は、本発明の実施形態に係るロボット 1 の全体構成を示す斜視図である。図 1 に示すロボット 1 は、垂直多関節型 6 軸ロボットである。ロボット 1 は、アーム部 2 と、アーム部 2 の先端部に連結された手首部 3 と、アーム部 2 及び手首部 3 を駆動する複数のモータと、各モータに動力及び信号を供給するモータ用ケーブル 4 (図 2 参照) とを備えている。

【 0 0 2 1 】

手首部 3 の先端部には、所要作業を行うためのエンドエフェクタ 8 が取外し可能に装着される。エンドエフェクタ 8 には、例えば、スポット溶接作業を行うためのスポット溶接ガン、アーク溶接作業を行うためのアーク溶接トーチ、塗装作業を行うための塗装ガン、ピッキング作業を行うための把持具又は吸着具など、様々なエフェクタを適用することができる。また、ロボット 1 には、エンドエフェクタ 8 に電力、動力、信号及び材料 (例えば塗料や接着剤) の少なくともいずれかを供給するためのエフェクタ用ケーブル 9 が取り付けられる。スポット溶接ガン又はアーク溶接トーチがエンドエフェクタ 8 に適用される場合、エフェクタ用ケーブル 9 には、ガン又はトーチに電力を供給するための電気ケーブルなど複数本のケーブルが含まれる。このため、エフェクタ用ケーブル 9 は、これら複数本のケーブルを束ねて成る。

20

【 0 0 2 2 】

アーム部 2 は、基台 1 0、基端アーム 1 1、中間アーム 1 2 及び先端アーム 1 3 を有している。基台 1 0 は、作業現場に据え付けられる。基端アーム 1 1 は、基台 1 0 の上面側に連結され、基台 1 0 に対して第 1 腕軸線 A 1 周りに回転する。第 1 腕軸線 A 1 は、基台 1 0 が水平面上に適正に設置されたときに鉛直方向に延在する。中間アーム 1 2 は、長尺に形成され、その基端部にて基端アーム 1 1 に連結され、基端アーム 1 1 に対して第 2 腕軸線 A 2 周りに回転する。第 2 腕軸線 A 2 は、第 1 腕軸線 A 1 に対して垂直な方向に延在する。先端アーム 1 3 は、中間アーム 1 2 の先端部に連結され、中間アーム 1 2 に対して第 3 腕軸線 A 3 周りに回転する。第 3 腕軸線 A 3 は、第 2 腕軸線 A 2 と平行に延在している。先端アーム 1 3 はアーム部 2 の先端部を成し、手首部 3 は先端アーム 1 3 に連結されている。

30

【 0 0 2 3 】

手首部 3 は、第 1 可動部 1 4、第 2 可動部 1 5 及び第 3 可動部 1 6 を有している。第 1 可動部 1 4 は、長尺に形成され、その基端部にて先端アーム 1 3 に連結され、先端アーム 1 3 に対して第 1 手首軸線 S 周りに回転する。第 2 可動部 1 5 は、第 1 可動部 1 4 の先端部に連結され、第 1 可動部 1 4 に対して第 2 手首軸線 B 周りに回転する。第 3 可動部 1 6 は、第 2 可動部 1 5 に連結され、第 2 可動部 1 5 に対して第 3 手首軸線 T 周りに回転する。第 3 可動部 1 6 は手首部 3 の先端部を成し、エンドエフェクタ 8 は第 3 可動部 1 6 に装着されて固定される。

40

【 0 0 2 4 】

第 1 手首軸線 S は、第 3 腕軸線 A 3 に対して垂直な方向であって第 1 可動部 1 4 の長手方向に延在している。第 1 手首軸線 S の向きは、基端アーム 1 1 の第 1 腕軸線 A 1 周りの回転位置、中間アーム 1 2 の第 2 腕軸線 A 2 周りの回転位置及び先端アーム 1 3 の第 3 腕

50

軸線 A 3 周りの回転位置に応じて変化する。第 1 手首軸線 S の向きが変化すると、手首部 3 及びエンドエフェクタ 8 の姿勢が変化する。

【 0 0 2 5 】

第 2 手首軸線 B は、第 1 手首軸線 S に対して垂直な方向に延在している。第 2 手首軸線 B の向きは、基端アーム 1 1、中間アーム 1 2 及び先端アーム 1 3 の回転位置、第 1 可動部 1 4 の第 1 手首軸線 S 周りの回転位置に応じて変化する。第 2 手首軸線 B の向きが変化すると、第 2 可動部 1 5、第 3 可動部 1 6 及びエンドエフェクタ 8 の姿勢が変化する。

【 0 0 2 6 】

第 3 手首軸線 T は、第 2 手首軸線 B に対して垂直な方向に延在している。第 3 手首軸線 T の向きは、基端アーム 1 1、中間アーム 1 2、先端アーム 1 3 及び第 1 可動部 1 4 の回転位置、第 2 可動部 1 5 の第 2 手首軸線 B 周りの回転位置に応じて変化する。第 3 手首軸線 T の向きが変化すると、第 3 可動部 1 6 及びエンドエフェクタ 8 の姿勢が変化する。

【 0 0 2 7 】

以降、図 1 に示されたロボット 1 の姿勢を「基準姿勢」と称す。アーム部 2 及び手首部 3 を構成している部分 1 1 ~ 1 6 が所定の基準回転位置に位置していれば、ロボット 1 の姿勢が基準姿勢となる。図 1 に示すように、基準姿勢では、3 つの手首軸線 S、B、T が水平に向けられ、第 3 手首軸線 T が第 1 手首軸線 S と同一直線上に位置し、第 2 手首軸線 B が第 1 手首軸線 S 及び第 3 手首軸線 T に垂直に交差する。部分 1 1 ~ 1 6 は、基準回転位置から正方向にも逆方向にも回転可能である。基準回転位置からの回転により、ロボット 1 の姿勢は基準姿勢から変化する。

【 0 0 2 8 】

複数のモータには、基端アーム 1 1 を第 1 腕軸線 A 1 周りに回転させる第 1 アームモータ 2 1 と、中間アーム 1 2 を第 2 腕軸線 A 2 周りに回転させる第 2 アームモータ 2 2 と、先端アーム 1 3 を第 3 腕軸線 A 3 周りに回転させる第 3 アームモータ 2 3 とが含まれる。更に、複数のモータには、第 1 可動部 1 4 を第 1 手首軸線 S 周りに回転させる第 1 手首モータ 2 4 と、第 2 可動部 1 5 を第 2 手首軸線 B 周りに回転させる第 2 手首モータ 2 5 と、第 3 可動部 1 6 を第 3 手首軸線 T 周りに回転させる第 3 手首モータ 2 6 とが含まれる。これら 6 つのモータ 2 1 ~ 2 6 は、例えばブラシレスサーボモータである。

【 0 0 2 9 】

第 2 及び第 3 手首モータ 2 5、2 6 は、第 1 可動部 1 4 に取り付けられる。他のモータ 2 1 ~ 2 4 の配置は特に限定されない。例えば、第 3 アームモータ 2 3 及び第 1 手首モータ 2 4 は、先端アーム 1 3 に取り付けられる。

【 0 0 3 0 】

第 1、第 2 及び第 3 アームモータ 2 1 ~ 2 3 が動作すると、エンドエフェクタ 8 は、手首部 3 と共に、第 1、第 2 及び第 3 腕軸線 A 1 ~ A 3 周りに回転する。第 1 手首モータ 2 4 が動作すると、エンドエフェクタ 8 は、手首部 3 と共に、先端アーム 1 3 に対して旋回するようにして第 1 手首軸線 S 周りに回転する。第 2 手首モータ 2 5 が動作すると、エンドエフェクタ 8 は、第 2 及び第 3 可動部 1 5、1 6 と共に、第 1 可動部 1 4 に対して屈曲するようにして第 2 手首軸線 B 周りに回転する。第 3 手首モータ 2 6 が動作すると、エンドエフェクタ 8 は、第 3 可動部 1 6 と共に、第 2 可動部 1 5 に対して捻られるようにして第 3 手首軸線 T 周りに回転する。これにより、アーム部 2 及び手首部 3 が姿勢を変えながら、エンドエフェクタ 8 が所望の経路に沿って移動する。

【 0 0 3 1 】

[先端アーム及び手首部の外部構造]

図 2 (a) は、外筒部 3 6 が取り外された先端アーム 1 3 及び手首部 3 の外観を示す斜視図、図 2 (b) は、外筒部 3 6 が取り付けられた先端アーム 1 3 及び手首部 3 の外観を示す斜視図である。図 2 (a) 及び図 2 (b) に示されたロボット 1 の姿勢も、図 1 と同様にして基準姿勢である。なお、図 2 (a) 及び図 2 (b) では、エンドエフェクタ 8 及びエフェクタ用ケーブル 9 の図示を省略する。以降、アーム部 2 に近い側を「基端側」、エンドエフェクタ 8 に近い側を「先端側」と称する場合がある。

【 0 0 3 2 】

図 2 (a) に示すように、先端アーム 1 3 は、モータ収容部 3 1、手首受け部 3 2 及びモータステータ部 3 3 を有している。先端アーム 1 3 には、第 3 アームモータ 2 3 及び第 1 手首モータ 2 4 が取り付けられる。

【 0 0 3 3 】

モータ収容部 3 1 は、両端が開放された略円筒状に形成されている。第 3 アームモータ 2 3 は、モータ収容部 3 1 の開口を介してモータ収容部 3 1 内に収容される。モータ収容部 3 1 の中心軸線は、第 3 腕軸線 A 3 と一致する。手首受け部 3 2 は、先端側が開放されて基端側が閉鎖された略円筒状に形成されている。手首部 3 は、手首受け部 3 2 の先端側に形成された円形状の開口を介し、手首受け部 3 2 に受容される。手首受け部 3 2 はモータ収容部 3 1 の外周側に配置され、手首受け部 3 2 の中心軸線はモータ収容部 3 1 の中心軸線に垂直な方向に延在し且つ第 1 手首軸線 S と一致する。すなわち、第 1 手首軸線 S は、第 3 腕軸線 A 3 とねじれの位置の関係にある。モータステータ部 3 3 は、手首受け部 3 2 の基端部に設けられている。第 1 手首モータ 2 4 は、モータステータ部 3 3 から基端側に突出するようにしてモータステータ部 3 3 に取り付けられている。第 1 手首モータ 2 4 の出力軸は、手首受け部 3 2 の中心軸線と平行である。モータステータ部 3 3 は、第 1 手首軸線 S の延在方向において、モータ収容部 3 1 の中心軸線よりも先端側に配置される。このため、第 1 手首モータ 2 4 は、第 3 アームモータ 2 3 の半径方向に見て第 3 アームモータ 2 3 と部分的に重なるようにして配置される。

【 0 0 3 4 】

このように、第 3 腕軸線 A 3 と第 1 手首軸線 S とがねじれの位置の関係にあるので、先端アーム 1 3 の構造が第 1 手首軸線 S の延在方向に小型化する。第 1 手首モータ 2 4 の出力軸が第 1 手首軸線 S からオフセットされているので、第 1 手首モータ 2 4 が第 1 手首軸線 S 上に配置される他の部品（特に、エフェクタ用ケーブル 9）と干渉するのを避けることができる。第 1 手首モータ 2 4 の出力軸は、第 1 手首軸線 S と平行であるので、第 1 手首モータ 2 4 の回転を減速して手首部 3 に伝達するための動力伝達機構 8 1（図 3 参照）に、例えば平歯車列などの平行軸式減速機構を適用することができるようになり、先端アーム 1 3 の構造が全体として小型化及び簡素化する。

【 0 0 3 5 】

第 1 可動部 1 4 は、筒部 4 1、大径筒部 4 2、一对の第 1 梁部 4 3 及び第 2 梁部 4 4、ブリッジ部 4 5 を有している。筒部 4 1 は、中空の円筒状に形成され、その基端部にて手首受け部 3 2 に受容される。大径筒部 4 2 は、筒部 4 1 よりも大径を有した中空円筒状に形成されている。大径筒部 4 2 は、その基端部にて筒部 4 1 の先端部と結合されている。筒部 4 1 は、先端アーム 1 3 に対して回転可能に連結され、筒部 4 1 の中心軸線は、手首受け部 3 2 の中心軸線と一致する。大径筒部 4 2 の中心軸線は、筒部 4 1 の中心軸線と一致する。つまり、筒部 4 1 及び大径筒部 4 2 の中心軸線は、第 1 手首軸線 S と一致する。第 1 梁部 4 3 及び第 2 梁部 4 4 は、大径筒部 4 2 の先端部から、第 1 手首軸線 S と略平行に延在しており、第 1 手首軸線 S と垂直な方向に向き合っている。第 1 梁部 4 3 及び第 2 梁部 4 4 の先端部同士の間には、第 2 可動部 1 5 が挟み込まれる。第 2 可動部 1 5 の回転中心となる第 2 手首軸線 B は、第 1 梁部 4 3 及び第 2 梁部 4 4 が向き合う方向に延在している。

【 0 0 3 6 】

第 2 可動部 1 5 は、一对の第 1 フランジ部 5 1 及び第 2 フランジ部 5 2 と、ディスク部 5 3 とを有している。ディスク部 5 3 は、円環状に形成されている。第 1 フランジ部 5 1 及び第 2 フランジ部 5 2 は、ディスク部 5 3 の外周部から基端側に向けて略平行に延在している。第 1 フランジ部 5 1 は、第 1 梁部 4 3 の内面に接触し、第 2 フランジ部 5 2 は、第 2 梁部 4 4 の内面に接触している。第 1 フランジ部 5 1 及び第 2 フランジ部 5 2 は、第 1 梁部 4 3 及び第 2 梁部 4 4 と同様、第 2 手首軸線 B の延在方向に向き合っている。ディスク部 5 3 の中心軸線は、第 3 手首軸線 T と一致する。第 1 フランジ部 5 1、第 2 フランジ部 5 2 及びディスク部 5 3 は、第 2 手首軸線 B 及び第 3 手首軸線 T と垂直な方向（基準

姿勢では鉛直方向)から見て略U字状を呈している。

【0037】

第3可動部16は、基部61及びアタッチメント部62を有している。基部61は、ディスク部53の外径と略同径を有する円筒状に形成され、ディスク部53の先端部に連結されている。アタッチメント部62は、円盤状に形成され、基部61に結合されている。エンドエフェクタ8は、アタッチメント部62の円形状の先端面に装着されて固定される。基部61の中心軸線及びアタッチメント部62の中心軸線は、ディスク部53の中心軸線すなわち、第3手首軸線Tと一致する。アタッチメント部62には、第3手首軸線T上に貫通孔63が形成されている。

【0038】

第1可動部14のブリッジ部45は、第1梁部43及び第2梁部44の長手方向における中間部同士の間を接続している。このため、第1梁部43、第2梁部44及びブリッジ部45は、第1手首軸線Sとも第2手首軸線Bとも垂直な方向(基準姿勢では鉛直方向)から見て略H字状を呈している。このようなブリッジ部45が設けられたことにより、第1可動部14の強度が高くなり、第1可動部14は、第2可動部15、第3可動部16及びエンドエフェクタ8を良好に支持することができるようになる。

【0039】

[ケーブル挿通部、第2及び第3手首モータ]

ブリッジ部45が設けられたことにより、第1可動部14は、ブリッジ部45よりも基端側に、大径筒部42、第1梁部43及び第2梁部44により囲まれた基端スペースを有する。また、第1可動部14は、ブリッジ部45よりも先端側に、第1梁部43、第2梁部44及び第2可動部15により囲まれた先端スペース49を有する。

【0040】

そして、先端アーム13及び手首部3には、エフェクタ用ケーブル9(図1、図3及び図4参照)が挿通されるケーブル挿通部70が設けられている。ケーブル挿通部70は、先端アーム13及び第1可動部14には第1手首軸線S上に位置するようにして設けられ、第3可動部16には第3手首軸線T上に位置するようにして設けられている。第1可動部14において、ケーブル挿通部70は、筒部41の内部、大径筒部42の内部、基端スペース、ブリッジ部45及び先端スペース49に亘って、第1可動部14の長手方向に沿って設けられている。ケーブル挿通部70は、先端スペース49から、第1フランジ部51及び第2フランジ部52の間の空隙、ディスク部53の内側及び貫通孔63へと連続する。

【0041】

基端スペースは、第1手首軸線S上に位置するケーブル挿通部70によって、第1手首軸線S及び第2手首軸線Bに垂直な方向(基準姿勢では鉛直方向)に分けられる。ここで、二分された基端スペースのうち、基準姿勢で鉛直方向上側に位置するものを第1基端スペース47とし、基準姿勢で鉛直方向下側に位置するものを第2基端スペース48とする。第3手首モータ26は、第1基端スペース47に配置され、第2手首モータ25は、第2基端スペース48に配置される。このように、第2手首モータ25及び第3手首モータ26は、第1手首軸線Sと垂直な方向に互いに重なり合うように、且つ、当該方向においてケーブル挿通部70を挟むようにして第1手首部14に取り付けられる。

【0042】

エフェクタ用ケーブル9が、第1可動部14の回転中心となる第1手首軸線S上に位置するケーブル挿通部70に挿通されるので、エフェクタ用ケーブル9が手首部3の動作に連れて大きく振れ回ったり、作業スペース周辺の構造体やワークと干渉したりするのを良好に抑制することができる。第2手首モータ25及び第3手首モータ26は、ケーブル挿通部70を挟むようにして第1可動部14に取り付けられているので、第1可動部14が回転するときに第1可動部14の重量バランスを保つことができる。ケーブル挿通部70のより詳細な構成については、先端アーム13及び手首部3の内部構造についての説明と併せて後述する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

第 2 手首モータ 2 5 及び第 3 手首モータ 2 6 は、各々の出力軸が第 1 手首軸線 S と垂直な方向であって第 2 手首軸線 B と平行な方向（基準姿勢では水平方向）に延在するようにして配置されている。換言すれば、第 2 手首モータ 2 5 及び第 3 手首モータ 2 6 は、各々の出力軸が第 1 可動部 1 4 の長手方向に垂直な方向に延在するようにして配置されている。したがって、第 1 可動部 1 4 に第 2 手首モータ 2 5 及び第 3 手首モータ 2 6 を取り付けながらも、第 1 可動部 1 4 の長手方向の寸法を短くすることができる。

【 0 0 4 4 】

第 1 梁部 4 3 の基端部及び第 2 梁部 4 4 の基端部は、第 1 手首軸線 S にも第 2 手首軸線 B にも垂直な方向（基準姿勢では鉛直方向）においてズレて配置されている。第 1 梁部 4 3 の基端部は、第 1 手首軸線 S よりも第 1 基端スペース 4 7 側（基準姿勢では上側）に配置されており、第 2 梁部 4 4 の基端部は、第 1 手首軸線 S よりも第 2 基端スペース 4 8 側（基準姿勢では下側）に配置されている。例えば、第 1 梁部 4 3 及び第 2 梁部 4 4 を第 1 手首軸線 S 周りに 1 8 0 度回転対称に配置した場合、このような構造が実現される。

【 0 0 4 5 】

すると、第 1 基端スペース 4 7 は、第 2 手首軸線 B と平行な方向のうち一侧では第 1 梁部 4 3 で覆われる一方、他側では第 2 梁部 4 4 で覆われずに開放される。このため、出力軸が第 2 手首軸線 B と平行な方向に延在するようにして第 3 手首モータ 2 6 を第 1 基端スペース 4 7 に配置する場合に、第 3 手首モータ 2 6 のハウジングを、第 2 梁部 4 4 の内面よりも他側へとはみ出すようにして配置することができる。逆に言えば、第 1 梁部 4 3 と第 2 梁部 4 4 の間隔を、手首モータ 2 5 , 2 6 の出力軸の軸線方向の寸法よりも短くすることができる。第 2 基端スペース 4 8、第 1 梁部 4 3、第 2 梁部 4 4 及び第 2 手首モータ 2 5 の間の関係も、これと同様である。したがって、第 1 可動部 1 4 の長手方向の寸法が短くなるようにして第 1 可動部 1 4 に第 2 及び第 3 手首モータ 2 5 , 2 6 を取り付けながら、第 1 可動部 1 4 の第 2 手首軸線 B 方向の寸法を短くすることができる。また、モータ 2 5 , 2 6 が配置されるスペース 4 7 , 4 8 が、モータ 2 5 , 2 6 の出力軸の軸線方向のうち何れか一方の側で開放されるので、第 2 手首モータ 2 5 及び第 3 手首モータ 2 6 の第 1 手首部 1 4 に対する取付け及び取外しを簡便に行うことができ、第 2 手首モータ 2 5 及び第 3 手首モータ 2 6 を簡便に組立及び整備することができるようになる。

【 0 0 4 6 】

第 2 手首モータ 2 5 の出力軸は、第 2 手首軸線 B と平行に配置される。このため、第 2 手首モータ 2 5 の回転を、回転軸線の向きを変えずに第 2 可動部 1 5 に伝達することができる。このため、第 2 手首モータ 2 5 から第 2 可動部 1 5 に動力を伝達するための動力伝達機構 8 2（図 3 参照）を簡素化可能になる。第 3 手首モータ 2 6 の出力軸は、第 3 手首軸線 S と垂直な方向に配置されている。このため、第 3 手首モータ 2 6 から第 3 可動部 1 6 に動力を伝達するための動力伝達機構 8 3（図 3 参照）は、回転軸線の向きを 9 0 度変える機構を備えていればよい。そして、第 2 手首モータ 2 5 及び第 3 手首モータ 2 6 が第 1 可動部 1 4 に取り付けられているので、例えば先端アーム 1 3 のようにアーム部 2 を構成する部分 1 0 ~ 1 3 に取り付けられた場合と比べ、動力伝達機構 8 2 , 8 3（図 3 参照）を小型化することができる。

【 0 0 4 7 】

第 1 基端スペース 4 7 は第 1 梁部 4 3 で覆われ、第 2 基端スペース 4 8 は第 2 梁部 4 4 で覆われるが、第 1 梁部 4 3 は、第 1 サイドカバー 7 1 で覆われ、第 2 梁部 4 4 は、第 2 サイドカバー 7 2 で覆われている。第 3 手首モータ 2 6 は、第 1 梁部 4 3 の内面に取り付けられ、第 3 手首モータ 2 6 の出力軸は、第 1 梁部 4 3 と第 1 サイドカバー 7 1 とにより囲まれた第 1 サイドスペース 7 3（図 3 参照）内に配置される。この第 1 サイドスペース 7 3 内には、第 3 手首モータ 2 6 の回転を第 3 手首軸線 T に伝達するための動力伝達機構 8 3（図 3 参照）が収容される。第 2 手首モータ 2 5 は、第 2 梁部 4 4 の内面に取り付けられ、第 2 手首モータ 2 5 の出力軸は、第 2 梁部 4 4 と第 2 サイドカバー 7 2 とにより囲まれた第 2 サイドスペース 7 4（図 3 参照）内に配置される。この第 2 サイドスペース 7

10

20

30

40

50

4 (図3参照) 内には、第2手首モータ25の回転を第2手首軸線Bに伝達するための動力伝達機構82 (図3参照) が収容される。

【0048】

このように、一对の第1梁部43及び第2梁部44は、単に第1可動部14のフレームメンバとしての機能だけでなく、第2手首モータ25及び第3手首モータ26をそれぞれ取り付けするためのステー、動力伝達機構82, 83を個別に収容するためのハウジングメンバとしての機能も有する。これにより、2つの動力伝達機構82, 83は、第1手首軸線Sと垂直な方向に離れるようにして、また、第1手首軸線Sを当該垂直な方向において挟むようにして配置される。このため、第1可動部14が回転するときに第1可動部14の重量バランスを保つことができる。さらに、第1サイドカバー71を取り外せば第3手首モータ26に対応した動力伝達機構83を整備することができ、第2サイドカバー72を取り外せば第2手首モータ25に対応した動力伝達機構82を整備することができるようになる。このように、一方の動力伝達機構を整備するときに他方の動力伝達機構が邪魔にならないので、ロボット1の整備を簡便に行うことができる。

【0049】

[モータ用ケーブル]

第2手首モータ25及び第3手首モータ26は、筒部41よりも先端側に配置され、第1手首部14の長手方向の略中央部に配置されている。一方、第2手首モータ25及び第3手首モータ26に電力等を供給するためのモータ用ケーブル4は、基台10 (図1参照) から延在する。このため、モータ用ケーブル4は、先端アーム13及び第1手首部14の基端部 (すなわち、筒部41及び大径筒部42) を順次経由して、第2手首モータ25及び第3手首モータ26へと接続されることとなる。第1手首部14は、先端アーム13に対し相対的に回転し得るので、モータ用ケーブル4は、第1手首部14が相対回転しても断線しないように、第1手首部14の基端部周辺において、いわゆるU字処理を用いて取り回されている。

【0050】

先端アーム13は、手首受け部32の外周面に、モータ用ケーブル4を先端アーム13の内部から外部に引き出すためのケーブル引出部35を有している。ケーブル引出部35は、モータ用ケーブル4を外部に引き出すための開口を有しており、この開口は、第1手首軸線Sの延在方向の先端側に向けられている。このため、モータ用ケーブル4は、ケーブル引出部35から第1手首軸線Sの延在方向の先端側に向けて引き出される。

【0051】

そして、モータ用ケーブル4は、固定クランプ76及び可動クランプ77により拘束され、且つ、固定クランプ76及び可動クランプ77の間において筒部41の外周面に沿って延在する。固定クランプ76は、先端アーム13に対して固定され、筒部41の外周面に近接対向して配置される。可動クランプ77は、筒部41に対して固定され、筒部41の外周面上に配置される。固定クランプ76と可動クランプ77とは、第1手首軸線Sの延在方向において離れて配置されている。

【0052】

モータ用ケーブル4は、固定クランプ76と可動クランプ77との間において弛み部4aを有している。弛み部4aは、固定クランプ76と可動クランプ77との間を最短で結んだ場合の距離よりも長寸を有し、そのため、筒部41の外周面上で略U字を描くようにして延在しう。弛み部4aは、筒部41の外周面に沿って延在している。なお、モータ用ケーブル4は、可動クランプ77よりも先端側においては、大径筒部42の内部又は外部で第1手首軸線Sに沿って延在し、最終的に第2手首モータ25及び第3手首モータ26それぞれに接続される。

【0053】

第1可動部14が先端アーム13に対して相対的に回転すると、固定クランプ76の位置は変わらないが、可動クランプ77の位置は第1手首軸線S周りに回転変位する。これにより、固定クランプ76と可動クランプ77との間の距離が変化する。一方、モータ用

ケーブル 4 は、固定クランプ 7 6 と可動クランプ 7 7 との間に弛み部 4 a を有しており、固定クランプ 7 6 と可動クランプ 7 7 との間の距離が長くなると、弛み部 4 a における弛みが解消されていく。この弛みの解消により、モータ用ケーブル 4 に過大な張力が作用するのを避けることができ、モータ用ケーブル 4 の断線を良好に抑制することができる。固定クランプ 7 6 と可動クランプ 7 7 との間の距離が短くなっていく場合は、弛み部 4 a の弛みが増していく。なお、弛み部 4 a を設けたことにより、モータ用ケーブル 4 は、固定クランプ 7 6 よりも基端側において、第 1 可動部 1 4 の回転に関わらず先端アーム 1 3 に対する姿勢が殆ど変わらず、可動クランプ 7 7 よりも先端側において、第 1 可動部 1 4 の回転に関わらず第 1 可動部 1 4 に対する姿勢が変わらない。このため、モータ用ケーブル 4 が先端アーム 1 3 又は第 1 可動部 1 4 に絡まることもない。

10

【0054】

仮に、弛み部 4 a が固定側である先端アーム 1 3 又は該先端アーム 1 3 に対して固定された部材の外周面に沿って配置されていれば、第 1 可動部 1 4 が回転したときに弛み部 4 a が当該外周面上を摺動することになるので、モータ用ケーブル 4 が擦れにより損傷するおそれがある。これに対し、本実施形態によれば、弛み部 4 a が、可動側である第 1 可動部 1 4 の外周面に沿って配置されている。このため、第 1 可動部 1 4 が回転したときに、弛み部 4 a は、第 1 可動部 1 4 と共回りしながらその弛みを解消又は増幅する。したがって、前述のような弛み部 4 a の摺動及びこれに伴うモータ用ケーブル 4 の損傷を良好に抑制することができる。

【0055】

20

なお、固定クランプ 7 6 は筒部 4 1 の外周面基端部に近接し、可動クランプ 7 7 は筒部 4 1 の外周面先端部上に配置されており、これにより 2 つのクランプ 7 6, 7 7 の第 1 手首軸線 S 方向における距離が極力大きくなっている。したがって、弛み部 4 a の長さを極力長くすることができ、第 1 可動部 1 4 の回転変位量が大きくても、モータ用ケーブル 4 に過大な張力が作用するのを避けることができる。また、基準姿勢において、固定クランプ 7 6 と可動クランプ 7 7 とが、第 1 手首軸線 S 方向に並ぶようにして配置されている。つまり、基準姿勢において、固定クランプ 7 6 の第 1 手首軸線 S 周りの位相が、可動クランプ 7 7 のものと略一致している。そして、この基準姿勢において弛み部 4 a が略 U 字を描くようにして筒部 4 1 の外周面上で延在する。したがって、第 1 可動部 1 4 が基準回転位置から正方向及び逆方向のいずれの方向に回転しても、モータ用ケーブル 4 に過大な張力が作用するのを避けることができる。

30

【0056】

筒部 4 1 は、手首受け部 3 2 及び大径筒部 4 2 と比べて小径であり、手首受け部 3 2、筒部 4 1 及び大径筒部 4 2 が全体としてダンベル状の段付き円筒を成している。図 2 (b) に示すように、先端アーム 1 3 には、このような筒部 4 1 を外囲する略円筒状の外筒部 3 6 が取り付けられる。外筒部 3 6 は、両端部が開放されており、その基端部において手首受け部 3 2 の先端側外周面により支持され、その先端部において大径筒部 4 2 の基端側外周面により支持される。

【0057】

外筒部 3 6 の基端部には、半径方向外周側に突出するようにしてケーブル導入部 3 7 が設けられている。ケーブル導入部 3 7 は、外筒部 3 6 が手首受け部 3 2 及び大径筒部 4 2 に支持されると、先端アーム 1 3 のケーブル引出部 3 5 に接続される。ケーブル導入部 3 7 は、外筒部 3 6 の内周面に開口している。この外筒部 3 6 の内周面と筒部 4 1 の外周面との間には、閉じたケーブル収容空間 7 8 (図 3 参照) が略円環状に形成される。固定クランプ 7 6 は、このようにケーブル収容空間 7 8 を成す外筒部 3 6 の内周面上に設けられ、前述のとおり筒部 4 1 の外周面に近接して配置される。可動クランプ 7 7 も、このケーブル収容空間 7 8 内に収容される。

40

【0058】

すると、モータ用ケーブル 4 は、先端アーム 1 3 のケーブル引出部 3 5 から、ケーブル導入部 3 7 を介してケーブル収容空間 7 8 の内部へ導入されていき、固定クランプ 7 6 に

50

より拘束される。弛み部 4 a は、ケーブル収容空間 7 8 内に配置され、外筒部 3 6 により外囲される。したがって、モータ用ケーブル 4 は、外部に露出することなくアーム部 2 側から第 2 及び第 3 手首モータ 2 5 , 2 6 へと延在する。このように、外筒部 3 6 を設けたことにより、可動側となる筒部 4 1 の外周面上で U 字処理するという構造を実現しながら、エフェクタ用ケーブル 9 だけでなくモータ用ケーブル 4 をもロボット 1 の外部構造体から良好に保護することができる。

【 0 0 5 9 】

前述のとおり、エフェクタ用ケーブル 9 は、第 1 手首部 1 4 において、第 1 手首軸線 S に沿って設けられる。したがって、エフェクタ用ケーブル 9 が挿通されるスペースと、モータ用ケーブル 4 の弛み部 4 a が配置されるスペースとが、筒部 4 1 の周壁を介して第 1 手首軸線 S の直交方向に区画されることとなる。エフェクタ用ケーブル 9 がスポット溶接ガン用であれば、エフェクタ用ケーブル 9 は一般にモータ用ケーブル 4 よりも大径となる。このため、エフェクタ用ケーブル 9 は、モータ用ケーブル 4 と比べ、挟られたときに断線するおそれが低い。本実施形態では、筒部 4 1 の周壁で区画された 2 つのスペースのうち、エフェクタ用ケーブル 9 が中心寄りのスペースで取り回され、モータ用ケーブル 4 が外周寄りのスペースで U 字処理を用いて取り回される。これにより、モータ用ケーブル 4 の断線を良好に抑制することができると共に、エフェクタ用ケーブル 9 の弛みを小さくすることができる。弛みが小さくなれば、エフェクタ用ケーブル 9 の全長が短くなり、エフェクタ用ケーブル 9 の重量が小さくなる。

【 0 0 6 0 】

[先端アーム及び手首部の内部構造]

図 3 及び図 4 は、基準姿勢での先端アーム 1 3 及び手首部 3 の断面図である。図 3 においては、3 つの手首軸線 S , B , T が図示された断面上で延在している。図 4 においては、第 1 手首軸線 S 及び第 3 手首軸線 T が図示された断面上で延在する一方、第 2 手首軸線 B が当該断面に直交している。なお、図 3 及び図 4 では、エンドエフェクタ 8 の図示を省略している。

【 0 0 6 1 】

(エフェクタ用ケーブルの導入)

図 3 に示すように、先端アーム 1 3 の内部には、第 1 手首モータ 2 4 の回転を手首部 3 に伝達する第 1 動力伝達機構 8 1 が収容されている。また、手首受け部 3 2 の中央部には、円筒管 9 1 が設けられている。円筒管 9 1 の中心軸線は、手首受け部 3 2 の中心軸線上に位置している。円筒管 9 1 は、第 1 手首モータ 2 4 の動作に基づいては回転しない。

【 0 0 6 2 】

手首部 3 の基端側には、第 1 手首モータ 2 4 の回転を入力する旋回軸 4 0 が設けられている。旋回軸 4 0 は、円筒管 9 1 に外嵌されて円筒管 9 1 と同心に配置され、円筒管 9 1 に対して相対的に回転可能である。第 1 動力伝達機構 8 1 は、第 1 手首モータ 2 4 の出力軸と一体に回転する駆動歯車 8 1 a と、駆動歯車 8 1 a と噛合する従動歯車 8 1 b とを有し、従動歯車 8 1 b は旋回軸 4 0 と同心に配置され且つ旋回軸 4 0 と結合されている。駆動歯車 8 1 a 及び従動歯車 8 1 b は平歯車であり、従動歯車 8 1 b は駆動歯車 8 1 a よりも大径を有する。第 1 手首モータ 2 4 が動作すると、第 1 手首モータ 2 4 の出力軸の回転が、第 1 動力伝達機構 8 1 により減速されて旋回軸 4 0 に伝達される。これにより、手首部 3 が、旋回軸 4 0 の中心軸線周りに回転する。

【 0 0 6 3 】

この旋回軸 4 0 の中心軸線が、第 1 手首軸線 S となる。手首受け部 3 2 の中心軸線、円筒管 9 1 の中心軸線、筒部 4 1 の中心軸線及び大径筒部 4 2 の中心軸線は、この旋回軸 4 0 の中心軸線と一致するようにして配置されている。

【 0 0 6 4 】

エフェクタ用ケーブル 9 は、先端アーム 1 3 の外部から手首受け部 3 2 の内部に導入されるようになっている。前述のとおり、手首受け部 3 2 の基端側には、第 1 手首モータ 2 4 が取り付けられている。第 1 手首モータ 2 4 は、第 1 手首軸線 S からオフセットして配

置され且つ第 1 手首軸線 S と平行に配置されている。本実施形態では、第 1 手首モータ 24 の出力軸は、第 1 手首軸線 S から第 3 腕軸線 A 3 の延在方向の一側に離れるようにして配置されている。すると、手首受け部 32 の基端側では、第 1 手首軸線 S から見て第 3 腕軸線 A 3 の延在方向の他側にスペースが確保される。エフェクタ用ケーブル 9 は、当該スペースを有効に活用して、第 1 手首軸線 S から第 3 腕軸線 A 3 の延在方向の他側に離れた位置において、手首受け部 32 の内部へと導入される（図 1 参照）。

【 0 0 6 5 】

このように、第 1 手首モータ 24 を第 1 手首軸線 S からオフセットして配置したことにより、第 1 動力伝達機構 81 を簡易な構造によって実現することができ、エフェクタ用ケーブル 9 を導入するスペースを確保することができ、導入されたエフェクタ用ケーブル 9 と第 1 動力伝達機構 81 との干渉を良好に抑制することができる。また、第 1 手首モータ 24 が第 1 手首軸線 S からオフセットされていても、エフェクタ用ケーブル 9 がそのカウンタウェイトとして機能し、先端アーム 13 の第 3 腕軸線 A 3 方向における重量バランスが保たれる。

10

【 0 0 6 6 】

（ケーブル挿通部：先端アーム～大径筒部）

円筒管 91 は、両端とも開放されている。円筒管 91 の基端側の開口は、先端アーム 13 の内部に配置されている。円筒管 91 の先端部には、筒部 41 の基端部が外嵌している。このため、円筒管 91 の先端側の開口は筒部 41 の内部空間と緊密に連通し、また、筒部 41 は円筒管 91 よりも大きい内径を有する。筒部 41 の内部空間は、大径筒部 42 の内部空間と連通している。大径筒部 42 は筒部 41 よりも大きい内径を有している。

20

【 0 0 6 7 】

エフェクタ用ケーブル 9 は、円筒管 91 よりも基端側において手首受け部 32 の内部に導入された後、円筒管 91 の基端側の開口を介して円筒管 91 の内部に導入される。円筒管 91 よりも基端側で導入されるので、エフェクタ用ケーブル 9 を先端アーム 13 の内部で無理に曲げなくても、エフェクタ用ケーブル 9 を円筒管 91 の内部に導入することができる。エフェクタ用ケーブル 9 は、円筒管 91 の内部を通過した後、筒部 41 の内部空間及び大径筒部 42 の内部空間に順次導入される。このように、エフェクタ用ケーブル 9 は、第 1 手首軸線 S に沿って延在するようにして手首部 3 に取り付けられる。手首部 3 の内部に導入される前に、固定側となる円筒管 91 の内部に導入される。このため、手首部 3 が動作したときに、エフェクタ用ケーブル 9 が可動側となる手首部 3 の内部で振れ回るのを良好に抑制することができる。

30

【 0 0 6 8 】

（ケーブル挿通部：大径筒部～ガイド孔）

次に、エフェクタ用ケーブル 9 は、第 1 手首軸線 S に沿って基端スペース、ブリッジ部 45 及び先端スペース 49 を通り抜けていくこととなる。ブリッジ部 45 は、第 1 手首軸線 S の延在方向に貫通孔が形成されている。貫通孔は略円形の断面を有し、貫通孔の中心軸線は第 1 手首軸線 S 上に位置している。

【 0 0 6 9 】

貫通孔の内部には、ガイド部材 92 が挿し込まれている。ガイド部材 92 は、全体としてラッパ状に形成されている。より具体的には、ガイド部材 92 は、両端が開口した筒状に形成され、内側にガイド孔 93 を有している。ガイド孔 93 は、基端部において比較的小型の断面を有し、先端部において比較的大型の断面を有している。

40

【 0 0 7 0 】

ガイド部材 92 の長手方向は、ガイド孔 93 の中心軸線の延在方向であり、ガイド孔 93 の中心軸線は第 1 手首軸線 S と一致するようにして配置される。ガイド部材の先端部は、ブリッジ部 45 の先端側の端面に係止及び締結されている。よって、ガイド孔 93 の先端側は、先端スペース 49 と連通している。ガイド部材 92 の長手方向の寸法は、ブリッジ部 45 の貫通孔の中心軸線方向の長さよりも長いので、ガイド部材 92 の基端部はブリッジ部 45 から基端スペース内に突出する。ガイド部材 92 の基端側の開口は、大径筒部

50

４２の内部空間に配置され、ガイド孔９３の基端側は大径筒部４２の内部空間と連通している。

【００７１】

エフェクタ用ケーブル９は、大径筒部４２の内部空間に導入された後、ガイド部材９２の基端側の開口を介してガイド孔９３に導入される。エフェクタ用ケーブル９は、ガイド孔９３を通過した後、ガイド部材９２の先端側の開口を介して先端スペース４９に導入される。このように、ガイド部材９２及びそのガイド孔９３は、第１手首軸線Ｓ上に位置するようにして第１可動部１４に設けられてエフェクタ用ケーブル９が挿通されるケーブル挿通部７０を構成している。

【００７２】

ケーブル挿通部７０は、基端スペースを、第２手首モータ２５が配置される第１基端スペース４７と、第３手首モータ２６が配置される第２基端スペース４８とに二分している。したがって、ガイド部材９２は、単にケーブル挿通部７０を構成しているだけでなく、エフェクタ用ケーブル９が挿通されるガイド孔９３を、第２手首モータ２５が配置される第１基端スペース４７及び第３手首モータ２６が配置される第２基端スペース４８から物理的に分離する。第２手首モータ２５は、このガイド部材９２の外面に設置されている。第３手首モータ２６は、ガイド部材９２の外面であって、第２手首モータ２５が取り付けられている側とは第１手首軸線Ｓ周りに略１８０度離れた部分に設置されている。このように、ガイド部材９２は、第２手首モータ２５及び第３手首モータ２６を取り付けるためのモータステーとしての機能を有する。

【００７３】

このように、基端スペース内にガイド部材９２が設けられていることにより、第２手首モータ２５及び第３手首モータ２６を安定的に設置することができるようになる。また、エフェクタ用ケーブル９が第２手首モータ２５又は第３手首モータ２６と干渉するのを良好に抑制することもできる。このモータの安定設置及びケーブルの干渉抑制のため、例えば、ガイド部材９２の先端部は、第２手首モータ２５の出力軸及び第３手首モータ２６の出力軸よりも、第１手首軸線Ｓ方向における基端側へと突出していることが好ましい。また、ガイド部材９２は、第１梁部４３及び第２梁部４４を接続するブリッジ部４５に設けられ、第１梁部４３及び第２梁部４４の間に配置される一方、この第１梁部４３により形成される第１サイドスペース７３内に第３動力伝達機構８３が収容され、第２梁部４４により形成される第２サイドスペース７４内に第２動力伝達機構８２が収容される。このため、エフェクタ用ケーブル９は、第２動力伝達機構８２及び第３動力伝達機構８３と干渉することもない。

【００７４】

そして、ガイド部材９２は、第２手首モータ２５及び第３手首モータ２６により挟まれている箇所において、第２手首軸線Ｂの延在方向に長寸である。第２手首軸線Ｂの延在方向は、第２手首モータ２５及び第３手首モータ２６の出力軸の軸線方向でもある。このため、第２手首モータ２５及び第３手首モータ２６を効果的に安定支持することができるようになる。

【００７５】

逆に言えば、ガイド部材９２は、第２手首モータ２５及び第３手首モータ２６により挟まれている箇所において、第１手首軸線Ｓ及び第２手首軸線Ｂに垂直な方向（基準姿勢では鉛直方向）に短寸となっている。ガイド孔９３は、当該垂直な方向において、定常状態におけるエフェクタ用ケーブル９を挿通させるために必要とされるだけの小さい寸法を有している。このため、第２手首モータ２５及び第３手首モータ２６が、エフェクタ用ケーブル９及びガイド部材９２、ガイド孔９３及びエフェクタ用ケーブル９を第１手首軸線Ｓ及び第２手首軸線Ｂに垂直な方向において挟むようにして配置しつつも、第２手首モータ２５及び第３手首モータ２６を当該垂直な方向に極力密集させることができる。これにより、手首部３が第１手首軸線Ｓ及び第２手首軸線Ｂに垂直な方向に大型化するのを良好に抑制することができる。

【 0 0 7 6 】

ガイド孔 9 3 は、第 2 手首モータ 2 5 及び第 3 手首モータ 2 6 により挟まれる部分において、第 2 手首軸線 B の延在方向に長寸で、第 1 手首軸線 S 及び第 2 手首軸線 S に垂直な方向に短寸であればよいので、当該部分における断面は、長方形状であっても略楕円状であってもよい。このようなガイド孔 9 3 に挿通されたエフェクタ用ケーブル 9 は、第 1 可動部 1 4 及び第 3 可動部 1 6 が、前述した基準回転位置に位置していれば、挟られずに定常状態となる。第 1 可動部 1 4 又は第 3 可動部 1 6 が基準回転位置から回転すると、エフェクタ用ケーブル 9 が挟られる。前述のとおり、エフェクタ用ケーブル 9 は、複数本のケーブルを束にして成るので、挟りにより、エフェクタ用ケーブル 9 は全体の断面が楕円状に変形する。つまり、エフェクタ用ケーブル 9 は、ある方向に縮径して収縮するが、別の方向に拡張して膨張する。ガイド孔 9 3 は、第 2 手首軸線 B の延在方向に長寸であるので、エフェクタ用ケーブル 9 が挟れて楕円状になっても、このような膨張に対応することができ、エフェクタ用ケーブル 9 がガイド部材 9 2 の内面により圧迫されるのを良好に抑制することができる。

10

【 0 0 7 7 】

(ケーブル挿通部：ガイド孔～第 3 可動部)

ガイド孔 9 3 の先端部は、基端部と比べて、先端側に向かうに従ってより顕著に拡張している。特に、ガイド孔 9 3 は、第 2 手首モータ 2 5 及び第 3 手首モータ 2 6 により挟まれている部分から先端側に向かって拡張している。ガイド孔 9 3 は、第 2 手首モータ 2 5 及び第 3 手首モータ 2 6 により挟まれている部分において第 2 手首軸線 B の延在方向に長寸である一方、この部分よりも先端側では、第 1 手首軸線 S 及び第 2 手首軸線 B に垂直な方向の寸法の拡大率が、第 2 手首軸線 B の延在方向の寸法の拡大率よりも大きい。このため、ガイド孔 9 3 は、先端部において略真円形状の断面を有している。

20

【 0 0 7 8 】

ここで、第 2 可動部 1 5 及び第 3 可動部 1 6 の内部構造について簡単に説明する。第 2 フランジ部 5 2 は、第 1 フランジ部 5 1 よりもディスク部 5 3 からの突出長さが大きい。第 2 フランジ部 5 2 の内部には、第 2 手首モータ 2 5 の回転を入力する屈曲軸 5 0 が設けられている。第 2 手首モータ 2 5 の回転が屈曲軸 5 0 に入力されると、屈曲軸 5 0 は、自身の中心軸線周りに回転する。この屈曲軸 5 0 の中心軸線が第 2 手首軸線 B となる。屈曲軸 5 0 が回転すると、第 2 可動部 1 5 の全体、第 3 可動部 1 6 及びエンドエフェクタ 8 が第 2 手首軸線 B 周りに回転する。第 1 フランジ部 5 1 は、第 1 梁部 4 3 に回転可能に支持されているので、屈曲軸 5 0 が第 2 手首軸線 B の延在方向において偏在していても、第 2 可動部 1 5 の全体が円滑に回転する。なお、第 2 動力伝達機構 8 2 は、例えば、第 2 手首モータ 2 5 の出力軸と屈曲軸 5 0 との間に設けられたベルト伝動機構によって構成される。前述したが、第 2 手首モータ 2 5 の出力軸の軸線方向が、第 2 手首軸線 B と平行であるので、単一のベルト伝動機構を設けるだけで、第 2 手首モータ 2 5 の回転を屈曲軸 5 0 及び第 2 可動部 1 5 に伝達可能になる。

30

【 0 0 7 9 】

第 2 可動部 1 5 のディスク部 5 3 の中央部及び第 3 可動部 1 6 の基部 6 1 の中央部には、円筒管 9 4 が挿し込まれている。円筒管 9 4 は第 3 可動部 1 6 に対して固定され、第 2 可動部 1 5 は、円筒管 9 4 に対して相対的に回転可能になっている。ディスク部 5 3 の内部には、第 3 手首モータ 2 6 の回転を入力する振り軸 6 0 が設けられている。振り軸 6 0 は、円筒管 9 4 に外嵌されて円筒管 9 4 と同心に配置され、円筒管 9 4 に対して相対的に回転可能である。振り軸 6 0 は、第 3 可動部 1 6 の基部 6 1 と結合されている。振り軸 6 0 に第 3 手首モータ 2 6 の回転が入力されると、振り軸 6 0 は自身の中心軸線周りに回転し、これに伴い第 3 可動部 1 6 及びエンドエフェクタ 8 が振り軸 6 0 の中心軸線周りに回転する。この振り軸 6 0 の中心軸線が第 3 手首軸線 T となる。

40

【 0 0 8 0 】

第 3 動力伝達機構 8 3 は、ベルト伝動機構 8 3 a、プライマリ軸 8 3 b、傘歯車列 8 3 c、セカンダリ軸 8 3 d 及び平歯車列 8 3 e を有している。プライマリ軸 8 3 b は、第 2

50

手首軸線 B の延在方向（すなわち、第 3 手首モータ 26 の出力軸の軸線方向）と平行に延在し、第 1 サイドスペース 73 の内部及び第 1 フランジ部 51 の内部に配置されている。セカンダリ軸 83 d は、第 3 手首軸線 T の延在方向（すなわち、振り軸 60 の中心軸線方向）と平行に延在しており、第 1 フランジ部 51 の内部及びディスク部 53 の内部に配置されている。なお、セカンダリ軸 83 d は、ディスク部 53 の内部において、円筒管 94 及び振り軸 60 よりも外周側に配置されている。ベルト伝動機構 83 a は、第 1 サイドスペース 73 の内部に収容され、第 3 手首モータ 26 の出力軸の回転をプライマリ軸 83 b に伝達する。傘歯車列 83 c は、第 1 フランジ部 51 の内部に収容され、プライマリ軸 83 b の回転をセカンダリ軸 83 d に伝達する。平歯車列 83 e は、ディスク部 53 の内部に収容され、セカンダリ軸 83 d の回転を振り軸 60 に伝達する。

10

【0081】

円筒管 94 は、両端とも開放されている。円筒管 94 の基端側の開口は、第 1 フランジ部 51 及び第 2 フランジ部 52 の間に配置されている。円筒管 94 の先端側の開口は、第 3 可動部 16 のアタッチメント部 62 に形成されている貫通孔 63 と連通している。

【0082】

エフェクタ用ケーブル 9 は、ガイド孔 93 から抜け出して先端スペース 49 に導入された後、第 1 フランジ部 51 及び第 2 フランジ部 52 の間のスペースを通過していく。次に、円筒管 94 の基端側の開口を介し、円筒管 94 の内部及び貫通孔 63 の内部に順次導入される。エフェクタ用ケーブル 9 は、円筒管 94 及び貫通孔 63 を通過した後、貫通孔 63 から引き出され、エンドエフェクタ 8 に接続される。このようにして、エフェクタ用ケーブル 9 は、ガイド孔 93 から抜け出した後は、第 3 手首軸線 T に沿って延在する。

20

【0083】

基準姿勢では、第 1 手首軸線 S 及び第 3 手首軸線 T が同一直線上に位置する。このため、基準姿勢では、エフェクタ用ケーブル 9 は、定常状態であり、且つ、ガイド孔 93 から貫通孔 63 まで第 1 手首軸線 S 及び第 3 手首軸線 T に沿って直線的に延在する。すると、エフェクタ用ケーブル 9 は、ガイド孔 93 の中心部を通過する。

【0084】

基準姿勢から第 1 可動部 14 及び / 又は第 3 可動部 16 が回転すると、エフェクタ用ケーブル 9 は、直線的に延在する状態を維持し、第 1 可動部 14 及び / 又は第 3 可動部 16 の回転に連れて振られる。基準姿勢から第 2 可動部 15 のみが回転すると、第 3 手首軸線 T が第 1 手首軸線 S に対して傾斜する。これにより、エフェクタ用ケーブル 9 は、第 2 手首軸線 B が通過する位置周辺で屈曲する。

30

【0085】

ここで、ガイド部材 92 の先端側の開口から第 1 手首軸線 S と第 2 手首軸線 B とが交差する位置までの第 1 手首軸線 S の延在方向における距離を D1、第 3 手首軸線 T と第 2 手首軸線 B とが交差する位置から円筒管 94 の基端側の開口までの第 3 手首軸線 T の延在方向における距離を D2 とする。なお、第 1 手首軸線 S と第 2 手首軸線 B とが交差する位置と、第 2 手首軸線 B と第 3 手首軸線 T とが交差する位置とは、第 2 手首軸線 B 及び第 3 手首軸線 T の向きに関わらず一致する。本実施形態に係る手首部 3 においては、D1 の D2 に対する比 (D1 / D2) が、1 よりも大きく、より限定的に言えば 2 以上である。

40

【0086】

上記比 (D1 / D2) が 1 よりも大きい場合、第 1 フランジ部 51 及び第 2 フランジ部 52 の長さを極力短くすることができ、第 2 可動部 15 が、第 3 可動部 16 及びエンドエフェクタ 8 を良好に支持することができるようになる。一方、上記比 (D1 / D2) が 1 よりも大きい場合において、第 2 手首軸線 B が第 1 手首軸線 S と交差する位置でエフェクタ用ケーブル 9 が屈曲すると、当該交差する位置から円筒管 94 の基端側の開口までの距離が短いため、エフェクタ用ケーブル 9 の曲げがきつくなる。このため、エフェクタ用ケーブル 9 の屈曲位置は、曲げを緩めるように、第 2 手首軸線 B が通過する位置よりも基端側にシフトしようとし、また、第 3 可動部 16 が屈曲する方向とは反対側に向かって隆起しようとする。上記比 (D1 / D2) が大きくなるほど、このような傾向がより顕著に現

50

れる。

【 0 0 8 7 】

そこで、ガイド部材 9 2 の先端側の開口は、円筒管 9 4 の基端側の開口よりも大きくなるように形成されている。更に、エフェクタ用ケーブル 9 は、先端スペース 4 9、ガイド孔 9 3 の先端部においては拘束されていない。替わりに、エフェクタ用ケーブル 9 は、ガイド孔 9 3 の第 2 手首モータ 2 5 及び第 3 手首モータ 2 6 により挟まれている部分において、第 1 手首軸線 S 及び第 2 手首軸線 B に垂直な方向に拘束されている。

【 0 0 8 8 】

したがって、上記比 ($D 1 / D 2$) が 1 よりも大きい値であり、エフェクタ用ケーブル 9 の屈曲位置へのシフトやエフェクタ用ケーブル 9 の隆起が生じようとするときに、大径のガイド孔 9 3 によって当該シフト及び隆起を許容することができる。そして、エフェクタ用ケーブル 9 がガイド部材 9 2 の先端部に引っ掛かって急激に折り曲げられることも抑制することができる。したがって、上記比 ($D 1 / D 2$) を大きい値にしながらも、エフェクタ用ケーブル 9 の断線を良好に抑制することができる。

10

【 0 0 8 9 】

これまで本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記構成のものに限定されず、本発明の範囲内で適宜変更可能である。例えば、第 2 手首モータ 2 5 及び第 3 手首モータ 2 6 は、先端スペース 4 9 に配置されていてもよい。本実施形態のように基端スペースにモータ 2 5、2 6 が配置された場合、第 1 可動部 1 4 の重心を長手方向において極力基端側に位置させることができ、第 1 可動部 1 4 の基端部に作用する負荷を軽減可能になる。また、先端側では、第 2 可動部 1 5 を第 2 手首軸線 B の延在方向に挟む構造を実現するため、第 1 梁部 4 3 及び第 2 梁部 4 4 が対向している必要があるが、基端側では、必ずしも完全に対向させる必要はないため、前述のようにモータ 2 5、2 6 の端部を露出させる構造が容易に実現される。

20

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 9 0 】

本発明は、円滑な作業の妨げとならないようにしてエフェクタ用ケーブルを取り回しながらも、手首部の構成を全体として小型化することのできるのと優れた作用効果を奏し、特に、垂直多関節型スポット溶接用ロボットに利用すると有益である。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 9 1 】

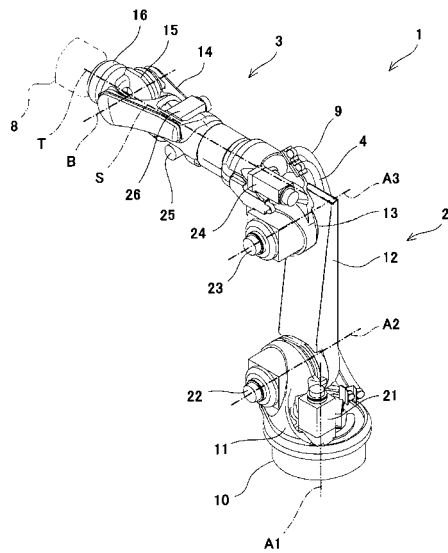
- S 第 1 手首軸線
- B 第 2 手首軸線
- T 第 3 手首軸線
- 1 ロボット
- 2 アーム部
- 3 手首部
- 4 モータ用ケーブル
- 4 a 弛み部
- 8 エンドエフェクタ
- 9 エフェクタ用ケーブル
- 1 4 第 1 可動部
- 1 5 第 2 可動部
- 1 6 第 3 可動部
- 2 4 第 1 手首モータ
- 2 5 第 2 手首モータ
- 2 6 第 3 手首モータ
- 3 6 外筒部
- 3 7 ケーブル導入部
- 4 1 筒部

40

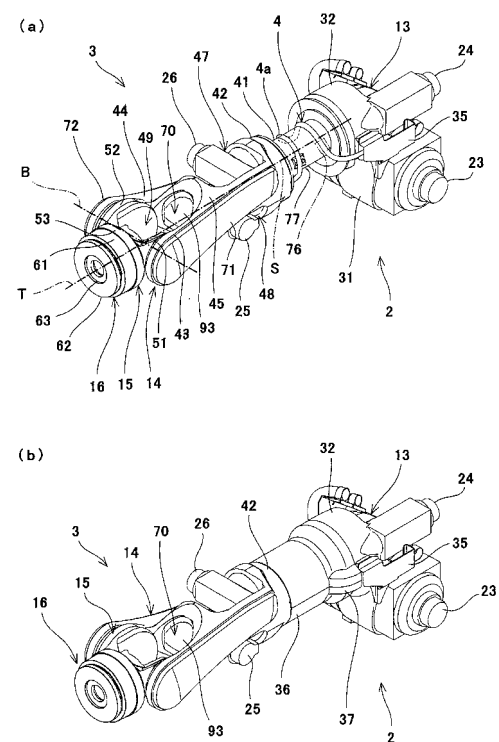
50

7 0 ケーブル挿通部
9 3 ガイド孔

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C707 AS11 BS12 BT08 CX01 CX03 CY03 CY05 CY10 CY12 CY36
HS27 HT24